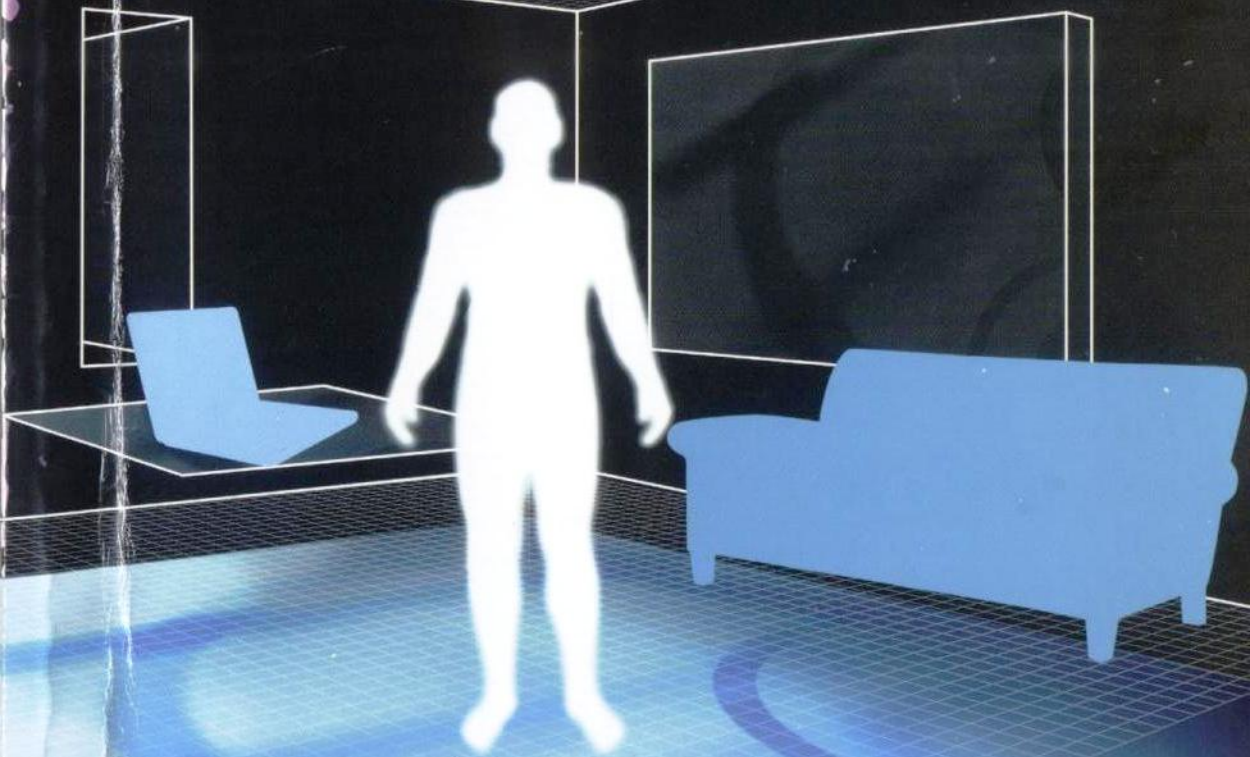


# Ergonomía y diseño de espacios habitables



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño

Lilia Roselía Prado León  
Rosalío Ávila Chaurand

Factores antropométricos y socioculturales

# Ergonomía y diseño de espacios habitables

Lilia Roselia Prado León

Rosalío Ávila Chaurand



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño

Portada:  
D.ºpx. Diseño y comunicación visual  
Edgardo López

Tipografía y diagramación:  
Edgardo López / Virginia Ramírez Moreno

Ilustraciones:  
Isaac Avila Rodríguez

D.R. © 2006, UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño  
Centro de Investigaciones en Ergonomía  
Extremo Norte de la Calzada Independencia s/n., CP 44250  
Guadalajara, Jalisco

ISBN 970-27-0982-2

Se prohíbe la reproducción, el registro o la transmisión parcial o total de esta obra por cualquier sistema de recuperación de información, sea mecánico, fotoquímico, electrónico, magnético, electroóptico, por fotocopia o cualquier otro, existente o por existir, sin el permiso por escrito del titular de los derechos correspondientes.

Impreso y hecho en México  
Printed and made in Mexico

## Índice

1	Ergonomía y diseño de espacios habitables	11
1.1	Definición	12
1.2	Ergonomía y diseño	15
1.3	Rasgos característicos del diseño centrado en el usuario	17
1.4	Etapas del diseño centrado en el usuario	19
2	Breve historia de la ergonomía	23
2.1	Desde la prehistoria hasta su fundación oficial	23
2.2	Tendencia europea	28
2.3	Tendencia en Norteamérica	29
2.5	Tendencias latinoamericanas	31
3	La ergonomía como disciplina científica	33
3.1	Objetivos	34
3.2	Objeto de estudio: el sistema hombre-objeto-entorno	35
3.3	Tipos de ergonomía	37
3.4	Interfaz hombre-objeto-entorno	38
3.5	Ergonomicidad	39
3.6	Propiedades ergonómicas	40
3.7	Optimización ergonómica	43
3.8	Proceso general de optimización ergonómica	44
3.9	Adecuación ergonómica	45
	Adecuación anatómica	45
	Adecuación antropométrica	46
	Adecuación biomecánica	46
	Adecuación fisiológica	46
	Adecuación sensorial	47
	Adecuaciones psicológicas	49
3.10	Espacio personal	50
	Adecuación sociocultural	51
3.11	Los campos de investigación clásicos de la ergonomía	54
	Campos de aplicación	55

4	Distribución del espacio físico	61
4.1	Principio de acomodo racional del espacio de trabajo	61
	Principio de la importancia	62
	Principio de la frecuencia de uso	62
	Principio funcional	62
	Principio de la secuencia de uso	62
4.2	Métodos de análisis	62
4.3	Procesamiento de datos	64
4.4	Ejemplo de análisis de tarea y diagrama de flujo en la tarea de cocinar	64
5	Factores antropométricos en el diseño de interiores	71
5.1	Definición	71
5.2	La antropometría en el diseño de interiores	72
5.3	Metas en la consideración de los factores antropométricos	73
5.4	La variabilidad humana	74
	El sexo	75
	La edad	75
	Las condiciones socioeconómicas	76
	La ocupación	76
	Las generaciones	76
5.5	Medidas de variabilidad	76
5.6	Tipos de dimensiones en antropometría	79
	Glosario de puntos somatométricos	87
5.7	Dimensiones inusuales	90
5.8	Aplicación de los datos antropométricos	92
	Diseño para individuos extremos	92
	Diseño para ajustarse a los extremos	94
	Considerar la interrelación entre los diversos elementos del sistema	94
	Tomar en cuenta el movimiento	94
	Considerar la variabilidad antropométrica del usuario desde el principio del proceso de diseño	94
5.9	Lineamientos de la dimensión producto/espacio	95
5.10	Pasos en el proceso de adecuación antropométrica	95
5.11	Uso de maniqués	96

## Anexos

6	Factores socioculturales	105
	Calidad de vida	106
	Características de la vida familiar	108
	Características de vida comunitaria	109
1	Lineamientos generales para crear una oficina efectiva	113
2	Planeación de cocinas residenciales	123
3	Ergonomía en la oficina	133
4	Hogar: cocina	139
5	Hogar: el baño	143
6	Hogar: la recámara	147
7	Maniqués bidimensionales de niños y modelos para el diseño	149
8	Maniqués bidimensionales de la población mexicana	155
9	Determinación de alturas óptimas para la cocina china	179
10	El efecto de la altura de trabajo en la carga sobre el sistema musculoesquelético en los puestos de trabajo de cocina en restaurantes	191
11	Hábitos domésticos	199
12	Urbanización, movimiento y espacio	205
13	Evaluaciones de un espacio arquitectónico como una función de las variaciones en disposición de mobiliario	211
14	Exploración de la compatibilidad	217



Si se analiza la publicidad desde hace una década, se podrá observar que se utiliza cada vez con mayor frecuencia el término “ergonómicamente diseñado” al describir las ventajas de algún producto. Hoy en día se pueden ver anuncios de carros con asientos y tableros, colchones, cuchillos, etc. ergonómicos. Sin embargo, una publicidad que exprese que una casa es ergonómica es casi imposible de encontrar, no obstante que los inmuebles también pueden ofrecer este rasgo novedoso y benéfico. ¿Qué hace que un producto sea ergonómico? Este es el eje fundamental del presente capítulo, que inicia con una rápida revisión de lo que es la ergonomía y qué aporta al diseño, así como las características que comparten todos estos objetos, espacios y ambientes para que sean considerados ergonómicos: un diseño centrado en el usuario.

La ciencia de la ergonomía tiene poco más de cuarenta años de vida. En su forma actual, data de la Segunda Guerra Mundial y de los años subsiguientes, aunque sus antecedentes pueden ser reconocidos y delineados desde fechas más antiguas. Fue creada por un grupo de científicos británicos que habían estado trabajando juntos para las fuerzas armadas en varios proyectos concernientes a la eficiencia de los combatientes. El grupo incluía anatomistas, fisiólogos, psicólogos e ingenieros.

Ellos creían que un enfoque científico multidisciplinario en el estudio de la eficiencia en el trabajo podría ser igualmente importante en la industria civil en tiempos de paz. Al empezar a trabajar juntos, decidieron llamar ergonomía a su nuevo enfoque.

La palabra ergonomía se deriva de los vocablos griegos *ergos*, trabajo, y *nomos*, ley (Dul y Weerdmeester, 1998) (véase la figura 1.1).

Al mismo tiempo, una disciplina similar evolucionaba en Estados Unidos, la cual vino a llamarse factores humanos. Los dos nombres son utilizados por igual en la actualidad para designar a esta disciplina en ambos lados del Atlántico, y significan prácticamente lo mismo.

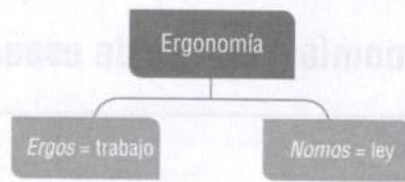


Figura 1.1. Esquema representativo de las raíces grecolatinas de la palabra ergonomía.

## 1.1 Definición

La ergonomía se puede definir de varias maneras. Una de las más sencillas es la siguiente: la ergonomía es el estudio científico del trabajo humano.

La palabra trabajo puede ser utilizada en sentido muy amplio o uno muy reducido. En este último se refiere a las cosas que hacemos para ganarnos la vida. Para mucha gente, en nuestra sociedad industrial, el trabajo es la porción de la vida que está fuera de su propio control; en cambio, en sus horas libres puede hacer lo que guste. Este uso conduce a extrañas anomalías. Por ejemplo, una mujer que cuida de su hogar y su familia mientras su esposo trabaja no es considerada una «mujer trabajadora» a pesar de que las actividades del hogar son igual de pesadas y de que esa misma mujer, si hiciera su trabajo para otra familia con el objetivo de ganar algún dinero, sí sería considerada como «trabajadora». De igual manera, si un hombre es contratado para sembrar en la hortaliza de otra persona, a esto se le consideraría como trabajo, pero si sembrara en su propia hortaliza se diría que es una actividad que realiza en sus horas libres, aun cuando estuviera ahorrando dinero al cultivar sus propias verduras.

El trabajo, en este sentido reducido, es definido más por las relaciones sociales involucradas que por la tarea en sí misma.

En un sentido más amplio, el trabajo es cualquier tipo de actividad humana que involucra un propósito y un esfuerzo. Así, trabajar en una hortaliza o en la construcción de una teoría no significa necesariamente que el trabajo se haga por una ganancia económica. Y podemos decir, entonces, que caminar cuesta arriba de una colina es un trabajo muy pesado.

La ciencia de la ergonomía trata del trabajo en su sentido más amplio, pero el trabajo económico es una parte muy importante de éste.

El trabajo generalmente involucra el uso de objetos, artefactos, herramientas y máquinas en ambientes diversos. Cuando hablamos de objetos, se incluyen el mobiliario que es seleccionado por los diseñadores de interiores, y cuando hablamos de ambiente, incluimos los espacios diseñados por los arquitectos y diseñadores de interiores. La ergonomía centra su interés en el análisis y el diseño de esos objetos, artefactos, máquinas, herramientas, mobiliario y ambientes de uso humano en general, desde desarmadores hasta sistemas de cómputo, y desde una simple silla hasta un vehículo espacial.

La ergonomía centra su interés en objetos de uso diario. De alguna manera, esto le da más sentido a la definición de ergonomía en términos del papel que desempeña en el proceso de diseño. También tiende a reflejar con más precisión qué hacen quienes practican la ergonomía actualmente.

Según lo reportado por Licht, Polzella y Boff (1991, citados por Salvendy, 1997), hay aproximadamente 130 definiciones de ergonomía y factores humanos. Algunas de ellas son las siguientes:

«La ergonomía es el estudio científico de las relaciones entre el hombre y su ambiente de trabajo» (Murrel, 1965).

«La ergonomía es la consideración de los seres humanos en el diseño de los objetos construidos para el hombre, facilidades y ambientes que las personas usan en los diversos aspectos de su vida» (McCormick, 1980).

La ergonomía es la aplicación de información científica concerniente a los seres humanos en el diseño de objetos, sistemas y ambientes para uso humano (Pheasant, 1991).

Si un objeto ha sido hecho para uso humano, deberá ser usado necesariamente con algún propósito. Esta actividad realizada con un propósito puede entonces, ser llamada trabajo. De esta manera, las dos definiciones anteriores de ergonomía significan lo mismo y pueden ser enunciadas como sigue:

La ergonomía está interesada en el diseño de sistemas de trabajo en los cuales el ser humano interactúa con los objetos.

Igualmente, los dos acercamientos a la ergonomía pueden ser resumidos en una sola frase, la cual tiene más de eslogan que de definición: la ergonomía es la ciencia de la adecuación del trabajo al hombre y del producto al usuario. Otras definiciones de ergonomía son:

«Disciplina científica relacionada con el diseño de los sistemas en los cuales las personas llevan a cabo su trabajo» (Bridger, 1995).

«El estudio de las habilidades y características humanas que afectan el diseño de equipo, sistemas y trabajos» (Corlett y Clark, 1995).

«La utilización del conocimiento de las habilidades y limitaciones humanas para el diseño de sistemas, organizaciones, trabajos, máquinas, herramientas y productos de consumo, para obtener seguridad, eficiencia y comodidad en su uso» (Chapanis, 1995, citado por Salvendy, 1997).

En el Congreso de la Asociación Internacional de Ergonomía celebrado en San Diego, California, en el año 2000 se acordó la siguiente definición:

La Ergonomía es la disciplina científica que se ocupa de la comprensión de las interacciones entre los seres humanos y los otros elementos de un sistema y la profesión que aplica la teoría, los principios, la información y los métodos de diseño para optimizar el bienestar humano y el desempeño general del sistema.

Los ergónomos contribuyen al diseño y la evaluación de tareas, puestos de trabajo, productos, ambientes y sistemas para hacerlos compatibles con las necesidades, habilidades y limitaciones de las personas. ([www.iea.cc](http://www.iea.cc)).

Una definición orientada al diseño de interiores podría ser: la ergonomía es la ciencia que estudia las características, habilidades y limitaciones del ser humano para, de acuerdo con ello, diseñar los espacios en los que realiza sus actividades.

Una adecuación ergonómica efectiva es aquella que optimiza:

1. La eficiencia en el trabajo (desempeño, productividad).
2. Salud y seguridad.
3. Confort y facilidad de uso.

Estos criterios generalmente van juntos; por ejemplo, las sillas que son buenas para usted, también son confortables; los productos que son fáciles de usar, también deben ser seguros y eficientes (véase la figura 1.2); a la inversa, los sistemas de trabajo ineficientes, por lo general son inseguros e incómodos y, por lo tanto, antiergonómicos.

El trabajo estresante y psicológicamente insatisfactorio puede causar un profundo deterioro en el bienestar físico y mental del trabajador. Prácticas laborales eficientes y aparentemente inocuas en el corto plazo, pueden causar deterioro en la salud a largo plazo que se reflejan en la eficiencia del sistema de trabajo completo en forma de ausentismo, las incapacidades, la alta rotación de empleos, etcétera.

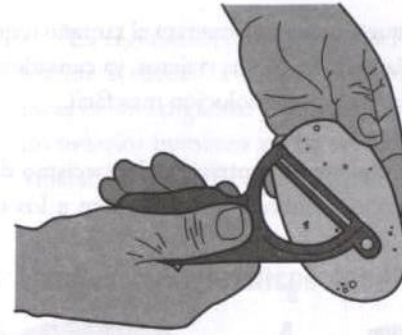


Figura 1.2. Los objetos fáciles de usar deben ser seguros, como este pelapapas, cuyo mango ha sido diseñado para conservar la configuración esquelética óptima de la muñeca y proporcionar un mejor agarre.

## 1.2 Ergonomía y diseño

Cuando decimos que un producto o un sistema está «ergonómicamente diseñado», ¿qué es lo que realmente significa esto?

La ergonomía tiene como propósito evitar el exorcismo de Procusto (Osborne, 1987: 19):

Había una vez, en la antigua Grecia, un bandido llamado Procusto, quien ideó una manera astuta de extorsionar con dinero a los viajeros desprevénidos que tenían la desgracia de pasar por su puerta. Simplemente les ofrecía hospitalidad, siempre y cuando pudieran dormir en una de las dos camas que tenía disponibles, pero, de no ser así, tendrían que pagar por la comida y la bebida que hubieran consumido. Si el viajero optaba por pedir la cama, como lo hacía la mayoría, Procusto añadía una nueva estipulación: el viajero debería ajustarse exactamente al tamaño de la cama. Después de haber tomado los alimentos y escanciado éstos con vino, la insospechada víctima era conducida a la habitación donde se le mostraban las dos camas, una demasiado larga y la otra demasiado corta, de manera que nadie podía caber exactamente en ninguna de ellas. Al llegar a este punto era evidente el truco utilizado por Procusto aun para el viajero menos inteligente, pues, a menos que pagara la demanda exorbitante de dinero por la alimentación, Procusto lo amenazaba con que lo haría ajustarse a cualquiera de las dos camas; es decir, si lo acomodaba en la cama pequeña, le cortaría lo que le sobraba de piernas, y si lo acomodaba en la



cama larga, lo estiraría hasta que su cuerpo alcanzara el tamaño requerido. No es necesario afirmar que la mayoría de sus viajeros, ya cansados, optaban por pagar lo que él quería, pues era la solución más fácil.

De este modo, la ergonomía quiere lo contrario del exorcismo de Procasto: que los objetos se adapten al hombre y no el hombre a los objetos (véase la figura 1.3).

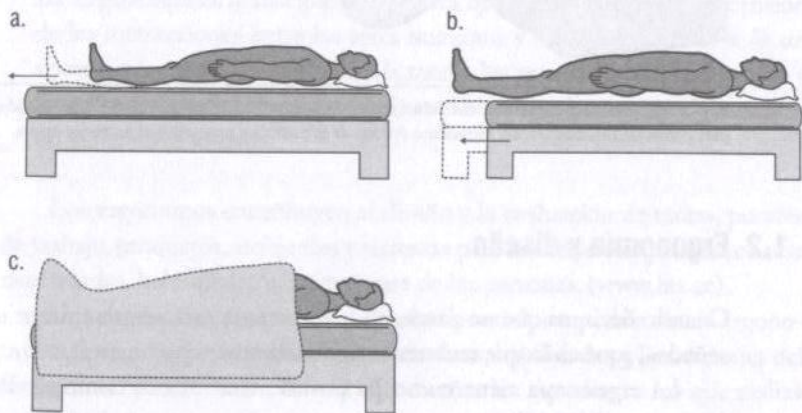


Figura 1.3. La ergonomía quiere que los objetos se adapten al hombre y no el hombre a los objetos. Tomando el caso de Procasto, en la siguiente imagen observamos en el caso a: que el hombre se adapta al objeto, que es una cama; esto es incorrecto, lo correcto es la opción b: que el objeto se adapte al hombre; esto es el fin de todo diseño ergonómico, satisfacer necesidades del ser humano.

En el lenguaje diario, la frase «ergonómicamente diseñado» se utiliza con cada vez más frecuencia, en un sentido evaluativo para indicar varios aspectos de «adecuación a un propósito»: eficiencia funcional, facilidad de uso, etc. Periodistas y publicistas algunas veces usan (o más bien, mal usan) el término de curiosas maneras, como en el caso de un automóvil del que se dice es «ergonómicamente diseñado y aun confortable»; y la precisión con que anuncian una «pasta ergonómica» porque fue diseñada para facilitar la adhesión y retención de la salsa.

Un punto de vista ergonómico más objetivo es el siguiente: «Si un producto, ambiente o sistema ha sido proyectado para uso humano, luego su diseño deberá estar basado en las características de sus usuarios» (Pheasant, 1991). Este principio se llama «diseño centrado en el usuario».

La ergonomía proporciona los fundamentos científicos para una aproximación al diseño centrado en el usuario; tanto una metodología como técnicas de investigación y un creciente cuerpo de datos descriptivos relativos a los usuarios humanos y a las soluciones de diseño que han sido encontradas satisfactorias o han causado problemas en el pasado.

### 1.3 Rasgos característicos del diseño centrado en el usuario

El diseño centrado en el usuario inicia desde la etapa de planeación. Es necesario empezar con el reconocimiento de las características del usuario y de sus restricciones para determinar sus necesidades. El objetivo es crear un lugar para que el usuario pueda desempeñar cualquier tarea que él quiera hacer.

Esta aproximación difiere de otras más tradicionales, de acuerdo con las cuales el diseñador debe empezar creando:

1. Un diseño interesante a la vista.
2. Un diseño que refleje novedad con respecto al uso de materiales y técnicas especiales.
3. El diseño más lucrativo.

Aunque estos factores y son importantes, no permitirán hacer una planeación adecuada que tome en cuenta las necesidades del usuario.

El diseño centrado en el usuario generalmente es «empírico», es decir, está basado en observaciones directas de los usuarios: de cómo es la gente y la manera en que hace sus cosas, y no en grandes teorías que nos dicen cómo debería ser las personas.

Esto puede sonar como sentido común y no nada más, pero no es así. El diseño centrado en el usuario es cíclico generalmente. Con frecuencia se basa en un «análisis de la tarea inicial»; esto es, en una investigación en la cual se trata de obtener una descripción operacional de las acciones con las que el usuario se desempeña en su actividad con el objeto y en el ambiente en cuestión. Esto se puede realizar por medio de «pruebas de usuario», en las cuales una muestra representativa de usuarios evalúa un producto existente, una maqueta o un simulador de uno nuevo. El resultado de esta investigación sugiere hacer modificaciones al diseño -que luego serán verificadas- y el ciclo

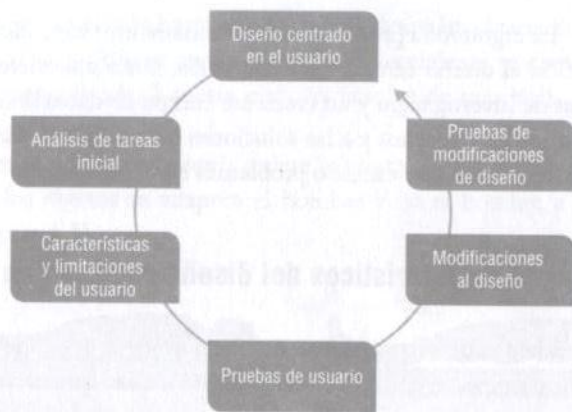


Figura 1.4. Para que todo diseño de cualquier índole sea exitoso, debe estar pensado para satisfacer las necesidades del usuario. Aquí se observa un esquema gráfico de los pasos de la ergonomía, la cual nos muestra un proceso de estudios e investigaciones para realizar y modificar los objetos o ambientes para lograr nuestra meta, es decir, diseños funcionales y ergonómicos.

se repite en sí mismo (véase figura 1.4). Los tradicionales productos artesanales, como las herramientas manuales, pueden evolucionar en periodos de tiempo muy largos (siglos) siguiendo un proceso cíclico similar de ensayo y error. A esto se le llama ergonomía vernácula.

En las sociedades industriales de hoy, la mayoría de los objetos-artefactos, herramientas, máquinas y hasta edificios y habitaciones son producidos en serie, masivamente. Las exigencias de esta producción iterativa obligan al diseñador a pensar en el usuario también en forma de grandes grupos de usuarios, de manera que un objeto de forma, tamaño y funciones estandarizadas se tiene que adaptar al uso de cientos o miles de personas diferentes.

El usuario, entonces, no es una persona sino un grupo poblacional determinado, eventualmente numeroso y con un amplio rango de variabilidad en sus características biológicas, psicológicas y socioculturales (véase figura 1.5).

La aproximación ergonómica del diseño tiene como objetivo lograr la mejor adecuación posible al mayor número de usuarios, haciendo que el producto se adecue a éstos y no a la inversa.

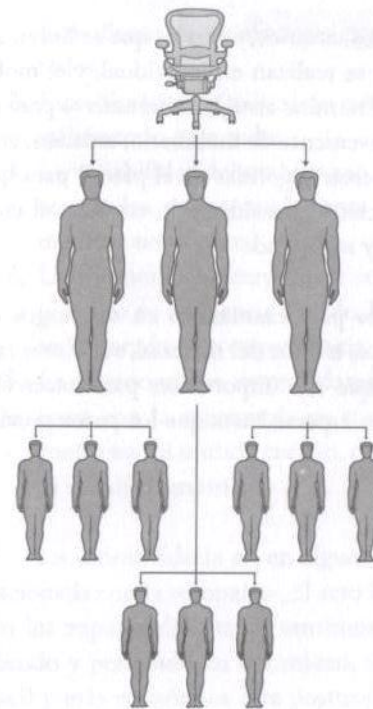


Figura 1.5. El término usuario no se limita a una sola persona, sino que se refiere a un grupo. Los diseños han de ser pensados para satisfacer necesidades de grandes poblaciones de usuarios, tomando en cuenta sus rangos de variaciones, ya sea por características biológicas, psicológicas o socioculturales.

## 1.4 Etapas del diseño centrado en el usuario

A continuación se enumeran las etapas necesarias para conceptualizar un sistema arquitectónico a partir del enfoque centrado en el usuario (Woodson, 1981):

1. Defina y examine las necesidades de la población usuaria total. Por ejemplo, no se concentre en el residente primario, visualice también las necesidades de los visitantes o clientes.
2. Examine y defina todas y cada una de las diversas tareas que todos los usuarios tienen que desempeñar. Determine qué implican estas tareas, en términos de espacio, control ambiental, apoyo de mobiliario y utilería.

3. Explore las necesidades de los usuarios, tanto las que se llevan a cabo en forma grupal como las que se realizan en individual, y el mobiliario y equipo necesario para ello. Examine arreglos alternativos para determinar la organización más conveniente de mobiliario, espacios, etcétera.
4. Vaya descartando las propuestas sugeridas en el paso 3 para que seleccione la alternativa más eficiente, considerando también el efecto ambiental deseado, privacidad y seguridad.

Ahora el concepto está listo para examinarlo en sus rasgos estéticos, incluyendo estilos arquitectónicos, efectos del material, etc. Estos rasgos son generalmente maquillaje y, aunque son importantes para hacer el sistema agradable a la vista, éstos pueden esperar hasta que los pasos previos hayan sido dados (véase figura 1.6).

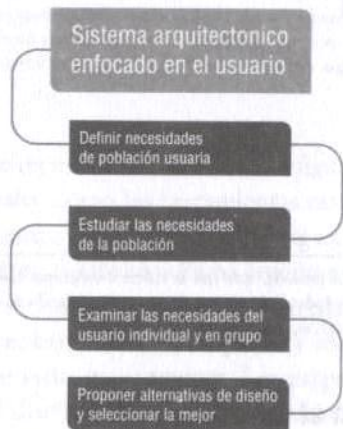


Figura 1.6 El diseño centrado en el usuario, según el sistema arquitectónico, se basa en estudiar las características del mismo de manera individual y grupal, para satisfacer sus necesidades de espacio, mobiliario, seguridad y diseño en la construcción del hogar.

Con frecuencia se dice que la eficiencia del usuario no vende los productos, y la apariencia sí. Desde el punto de vista ergonómico, sin embargo, el usuario es de suma importancia para la efectividad de cualquier sistema.

Existe una serie de ideas y nociones muy comunes entre los fabricantes y diseñadores que contradicen el diseño centrado en el usuario. A estas ideas se les ha llamado las cinco falacias fundamentales del diseño:

1. Este diseño es satisfactorio para mí, por lo tanto es satisfactorio para todos.
2. Este diseño es satisfactorio para la persona promedio, por lo tanto es satisfactorio para todos.
3. La variabilidad del ser humano es tan grande que no es posible complacer a todos, pero como la gente es maravillosamente adaptable, de todas maneras no importa.
4. La ergonomía es muy cara y como los productos actualmente se compran por su apariencia y estilo, las consideraciones ergonómicas pueden ser ignoradas por conveniencia.
5. La ergonomía es extremadamente importante. Yo siempre diseño las cosas con la ergonomía en mente, pero lo hago en forma intuitiva y confío en mi sentido común, de manera que no necesito tablas de datos ni estudios empíricos.

La última falacia es, en algunos aspectos, la más interesante. Está relacionada con la «empatía», el acto intuitivo mediante el cual nos ponemos en los zapatos del otro y sentimos tal y como el otro debería estar sintiendo y pensando en esa misma situación. Por otro lado, es mucho más fácil y más económica esta postura, y es grande la tentación de sentirse el intérprete autorizado de los deseos de los otros. Sin embargo, desde que se vienen diseñando de esta manera edificios de departamentos en los que nadie quiere vivir, o en los que no se vive en forma insatisfactoria, así como oficinas panorámicas en donde nadie trabaja cómodamente, pensamos que los usuarios deben ser estudiados, analizados y tomados en consideración de manera más objetiva.

Una vez que hayamos vencido estas cinco falacias, y de que se haya comprendido y sentido la necesidad de hacer pruebas de usuario y otras técnicas de investigación para conocer los requerimientos del usuario (encuestas, entrevistas, filmaciones, etc.), estaremos haciendo diseño centrado en el usuario.

Para comprender el estado actual de la ergonomía es necesario realizar un corto paseo por su evolución. En este capítulo se pretende recorrer desde las épocas primitivas, pues aunque la ergonomía no existía como ciencia, la práctica del hombre primitivo ya tenía tintes ergonómicos, al tratar de que sus herramientas se adaptaran a él y le facilitaran las tareas de supervivencia.

Posteriormente se exploran las disciplinas que aportaron conocimientos básicos para el surgimiento de la ergonomía, lo que nos lleva a clarificar la razón por la que se afirma que la es una ciencia interdisciplinaria. Todo hecho o fenómeno construido por el hombre está enmarcado en un contexto histórico-social, y la ergonomía no es ajena a ello. El surgimiento de ella se encuadra en los antecedentes de la Segunda Guerra Mundial, y sus posteriores derroteros se encuentran tanto en Europa como en América del Norte y en Latinoamérica, como ocurre en la actualidad.

### 2.1 Desde la prehistoria hasta su fundación oficial

Los descubrimientos de la arqueología y la antropología nos muestran evidencias fascinantes de que el hombre, desde la más remota antigüedad, construyó sus instrumentos, herramientas y útiles en general, de manera que se acoplaran a sus características biopsíquicas (Kromer, Kromer y Kroemer-Elbert, 1994).

Así, una simple roca que servía para cortar y raspar pieles se modelaba de modo que su forma y dimensión permitieran una buena sujeción con la mano en las diferentes posiciones en que iba a ser utilizada.

De igual manera, el tamaño, el peso y la forma de una lanza se determinaban de acuerdo con la facilidad y efectividad con que podía ser arrojada contra un objetivo ( véanse las figuras 2.1 y 2.2).

Estas prácticas no eran de ningún modo producto de un estudio concienzudo sobre las características y limitaciones del hombre en relación con los objetos, sino de necesidades más inmediatas de supervivencia, pues «si se confeccionaba un arma mala y no se podía usar con suficiente eficacia, muy pronto el mundo perdía a un mal diseñador» (Zínchenko y Munipov, 1985).

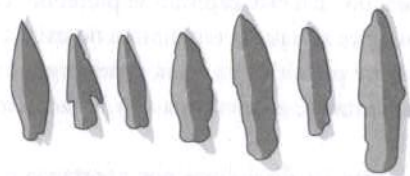


Figura 2.1. Estas puntas de flecha son ejemplos de rocas que el hombre prehistórico labró para la caza o para cortar y raspar pieles antes de la era de hierro.

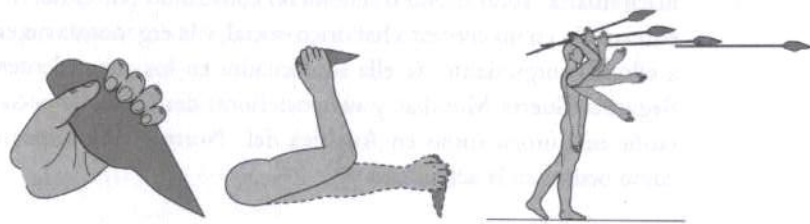


Figura 2.2. En la antigüedad los hombres se vieron forzados a diseñar sus propias herramientas y armas para sobrevivir. Estas fueron rocas que moldearon de manera que se adaptaran a la forma de sus manos.

Los instrumentos y utensilios de trabajo, domésticos y de uso cotidiano, se perfeccionaban durante la actividad práctica de muchas generaciones. Por este motivo no es raro encontrar instrumentos y artefactos antiguos que corresponden por su dimensión y forma a las exigencias ergonómicas actuales; así podemos ver en los petroglifos de los templos egipcios de la antigüedad sillas cuyo diseño ergonómico supera a muchos de los modelos de hoy en día.

## Evolución de las disciplinas que aportan conocimiento a la ergonomía

Según Kromer, Kromer y Kroemer-Elbert (1994), la anatomía y la antropología se desarrollaron aproximadamente desde el año 400 antes de Cristo. Hipócrates describe un esquema de cuatro tipos corporales que eran determinados supuestamente por sus fluidos. Con el paso de los siglos fueron acumulando información las disciplinas especializadas. Del siglos xv al xvii, algunos artistas, científicos e ingenieros (todo ello en una sola persona), como Leonardo da Vinci y Alfonso Giovanni Borrelli, dominaban todo el conocimiento existente de anatomía, fisiología y diseño de equipos (véase la figura 2.3).

En el siglo xviii, la anatomía y la fisiología ya habían acumulado conocimientos específicos y detallados. La psicología inició su desarrollo como una ciencia separada. Ya avanzado el siglo xix, las ciencias tendieron a orientarse hacia las teorías, tratando de entender la complejidad del ser humano. Aumentaba el interés en el trabajo industrial, junto con el antiguo interés militar, lo que trajo consigo los aspectos aplicados de las ciencias puras. A principios del siglo xix, en Francia, Lavoisier, Duchenne, Amar y Dunod investigaron las capacidades energéticas del trabajo del cuerpo humano.

Los grandes cambios que resultaron de la industrialización que hubo entre los años 1700 y 1800 lograron principalmente un gran aumento en la producción de muchas clases de productos. Esto trajo como consecuencia la introducción de maquinaria más compleja y el desarrollo de la organización industrial. Antes de la Revolución Industrial, la fabricación se hacía a mano o con máquinas simples. La mayoría de las personas trabajaban en el hogar o en talleres.

Uno de los rasgos más espectaculares de la Revolución Industrial fue la introducción de maquinaria en la industria textil de Inglaterra y Escocia entre los años de 1750 y 1800, lo cual marcó el inicio de la industria moderna.

A partir de estos eventos históricos hubo varios intentos de desarrollar de la mejor manera posible el trabajo del ser humano en acoplamiento con las máquinas, pues se descubrió que la mejora en la tecnología no necesariamente mejoraba el desempeño del sistema completo.

A principios del siglo xviii, Marey desarrolló métodos para describir los movimientos humanos en el trabajo, y Bedaux hizo estudios para determinar sistemas de pago del trabajo, antes de que Taylor y los Gilbreth hicieran un trabajo similar en Estados Unidos, el primero en la industria de la fundición y los segundos inicialmente en la industria de la construcción en los inicios del siglo xix (véase la figura 2.4).



Figura 2.3. Leonardo da Vinci fue uno de los principales precursores de las disciplinas en que se basa la ergonomía, (anatomía, fisiología y antropometría) en el siglo xv.



Figura 2.4. En Estados Unidos, el matrimonio Gilbreth, realizó estudios y diseños para mejorar la eficiencia laboral del hombre, por medio de una nueva organización de puestos en el trabajo y nuevos instrumentos para realizar estas actividades.

En 1857 se publicó el primer tratado de ergonomía, titulado *Lineamientos generales de ergonomía (An Outline of Ergonomics)*, escrito por el polaco Wojciech Jastrzebowski, en el cual aparece por primera vez el nombre de esta ciencia (véase figura 2.5).

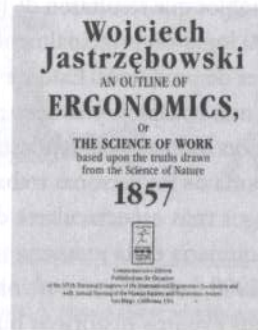


Figura 2.5. Wojciech Jastrzebowski publicó el tratado *Lineamientos Generales en Ergonomía (An Outline of Ergonomics)*, en el cual aparece por primera vez la palabra ergonomía.

En dicho tratado, el autor hace notar que la ergonomía se basa en el estudio del «trabajo útil», el cual produce mejora e involucra el buen uso de la fuerza y las facultades humanas, contrastando con el «trabajo dañino», que trae consigo deterioro físico y mental. Estas conceptualizaciones iniciales de la ergonomía siguen vigentes en la actualidad.

Tanto Frederic W. Taylor (1856-1915) como Lillian Moller Gilbreth, (1878-1972) y Frank Bunker Gilbreth (1868-1924) (véase la figura 2.4) tenían especial interés en el aumento de la eficiencia de los trabajadores a partir de una modificación sustancial del método de trabajo y de una mejor organización del puesto de trabajo en general, lo cual incluía el diseño de nuevos instrumentos y accesorios que facilitarían la realización de las actividades propias de cada trabajo. Así, Taylor diseñó un modelo de pala para carbón que, por sus dimensiones y forma, permitió el incremento notable de la cantidad de material trasladado por jornada. Por su parte, Gilbreth diseñó un andamio y unos soportes para el material del albañil que permitió incrementar el número de ladrillos colocados de 150 a 350 por hora hombre. Taylor fue el primero que trató de mejorar la productividad mejorando más el diseño de las tareas que el diseño de las máquinas mediante el estudio de tiempos y movimientos, y los Gilbreth fueron pioneros en el estudio científico y la mejora de esta técnica (Barnes, 1979).

Durante esta época, la creación de nuevas máquinas, instrumentos y herramientas de trabajo que tenían por objeto el aumento de la productividad se realizaron sin tomar en cuenta que el trabajador tiene unas capacidades determinadas y limitaciones físicas, fisiológicas y psicológicas, más allá de las cuales no es posible mantener la actividad ni la salud del mismo. Tales máquinas e instrumentos de trabajo no pudieron obtener los resultados esperados por los investigadores, quienes iniciaron entonces la búsqueda de soluciones que garantizaran sus objetivos finales de productividad, eficiencia y seguridad. De hecho ya las investigaciones de Taylor y los Gilbreth presuponían la necesidad de estudiar el diseño del proceso de trabajo antes de empezar el estudio del método de trabajo. Taylor llegó a la conclusión de que la adaptación del hombre a la máquina presupone necesariamente el diseño de ésta (Barnes, 1979).

En los primeros años del siglo XIX, en Inglaterra, el Buró de Investigación de Fatiga Industrial consideró aspectos teóricos y prácticos del hombre en el trabajo.

En Italia, Mosso construyó dinamómetros y ergómetros para investigar la fatiga.

En Escandinavia, Johannsson y Tigerstedt desarrollaron la disciplina científica denominada «fisiología del trabajo». Rubner fundó un Instituto de Fisiología del Trabajo en Alemania en 1913.

## Nacimiento de la ergonomía

Los antecedentes históricos delineados en los párrafos anteriores conforman el panorama para el surgimiento oficial de la ergonomía.

Durante la Primera Guerra Mundial, el rápido crecimiento de la industria bélica intensificó el trabajo y llegó a prolongar la jornada de manera que causaba tensión y fatiga en los obreros y un enorme aumento en los accidentes laborales, lo que dio pie para que se creara en Inglaterra, en 1915, un comité para el estudio de la salud de los trabajadores de la industria bélica. Comité que se transformó después en el Consejo para el Estudio de la Salud de los Obreros Industriales, en el cual participaban médicos, fisiólogos, psicólogos e ingenieros.

Durante la Segunda Guerra Mundial, con el desarrollo de nuevos artefactos bélicos, más potentes y más rápidos, los problemas de su manipulación hicieron crisis y fue necesaria la intervención de equipos interdisciplinarios para su solución, dadas las limitaciones que tenían en sus resultados los profesionistas aislados.

Al término de la guerra, los diversos profesionistas que trabajaron juntos en la solución de estos problemas, motivados por los buenos resultados y por la demanda de la industria bélica, crearon agrupaciones dedicadas al estudio científico de los problemas del trabajo surgidos de la compleja interrelación hombre-objeto-entorno, con lo que se creó en Inglaterra la mencionada Sociedad de Investigaciones Ergonómicas, en Estados Unidos la Sociedad de Factores Humanos y en la Unión Soviética las cátedras y los laboratorios de psicología ingenieril (Zinchenko y Munipov, 1985).

Eldholm y Murrell (1973) citados por Osborne, 1989, señalan como fecha oficial del surgimiento de la ergonomía el 12 de julio de 1949, cuando se celebró una reunión en el Almirantazgo y se formó un grupo interdisciplinario. El 16 de febrero de 1950 se adoptó el término ergonomía y se originó la nueva disciplina.

## 2.2 Tendencia europea

Sobre la base de un gran cúmulo de investigaciones anatómicas, antropológicas y fisiológicas aplicadas a al estudio del trabajo, ésta adquiere gran importancia en Europa. Los principales temas abordados fueron: el consumo de

energía mientras se desempeñan actividades agrícolas, industriales, militares y domésticas; las relaciones entre el consumo de energía y la tasa cardíaca; el uso de capacidades musculares; las posturas del cuerpo en el trabajo; el diseño de equipo; estaciones de trabajo para adaptarse al cuerpo humano, etcétera.

En 1920 se desarrolló la «psicotecnología», la cual incluye las pruebas de habilidades físicas y mentales en el trabajo, la atención, la vigilia, la habilidad para llevar la carga del trabajo mental, la conducta de choferes de vehículos, su habilidad para leer signos de tránsito, etc. (Kromer, Kromer, Kroemer-Elbert, 1994).

## 2.3 Tendencia en Norteamérica

La mayoría de los psicólogos de los años 1900 fueron científicos pero algunos se dedicaron a la ciencia aplicada (Meister, 1999). Un paso importante fue el desarrollo de las pruebas de inteligencia, usadas para seleccionar reclutas militares durante la Primera Guerra Mundial, y posteriormente para seleccionar trabajadores industriales, de manera que sus habilidades mentales fueran acordes a los trabajos. Los términos pruebas de inteligencia y psicología industrial ganaban terreno.

En Estados Unidos, en 1956, se establece una sociedad formal. Sus miembros no aceptan el término ergonomía y en lugar de éste usan el de factores humanos. Con mucha frecuencia se agrega la palabra ingeniería para indicar aplicaciones (ingeniería de factores humanos) (Kromer, Kromer y Kroemer-Elbert, 1994). El término ergonomía gana terreno en Norteamérica. La asociación cambió su nombre por el de Sociedad de Factores Humanos y Ergonomía. Aunque hay quien establece diferencias de enfoque, la mayoría de los especialistas usan ambos términos como sinónimos. En el aumento del uso del término ergonomía ha tenido cierta influencia la facilidad en el uso de términos derivados tales como ergónomo, ergonomista, ergonómico. La asociación internacional se llama Asociación Internacional de Ergonomía.

A partir de entonces, la ergonomía ha venido desarrollándose sin cesar, y aplicando sus soluciones en ámbitos tan diversos como diversas son las actividades humanas.

Con el desarrollo de la civilización, el mundo de los objetos-artefactos fue incrementándose constantemente hasta llegar a la explosión consumista en que nos encontramos. En la actualidad, nuestra vida, desde el nacimiento hasta la muerte, y aun después, depende de ella casi por completo de los objetos.

La actividad humana, para realizarse, para concretarse, necesita siempre de algún objeto material. Todo lo hacemos por mediación de objetos (véase la figura 2.6).

La eficiencia y productividad de nuestra actividad, de nuestra praxis, y la sensación de comodidad y bienestar que resulta de ella o con ella, son determinadas en gran medida por la correspondencia o adecuación entre los objetos y nuestras capacidades y limitaciones, puestas en juego durante la acción.

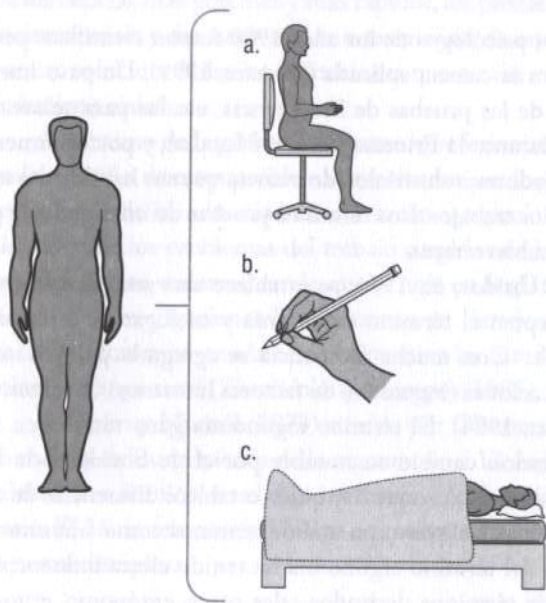


Figura 2.6. El hombre siempre necesita objetos materiales para realizar sus actividades, de cualquier índole. La ergonomía estudia esta relación hombre-objeto-entorno, así como el diseño de dichos objetos, para que éstos sean funcionales, prácticos y cómodos para el usuario. Como vemos en esta figura; en el caso *a.* el hombre necesita una silla para sentarse, la cual debe tener la altura requerida, soporte, firmeza y una forma adaptable a la posición del cuerpo; en el caso *b.* un lápiz para escribir, el cual debe adaptarse, en cuanto a su forma y tamaño, a la mano; y en el caso *c.* una cama, que como la silla y el lápiz debe ser adaptable a las medidas y proporciones del hombre.

## 2.5 Tendencias latinoamericanas

En América Latina el interés por la ergonomía es muy reciente. En el caso de México, la visita del profesor Nils Lundgren en 1970, auspiciada por el Centro Nacional de Productividad, estimuló el interés por esta área y la publicación de varios materiales sobre el tema; si bien ya en 1954 Beatriz Barba publicó un estudio sobre la aplicación de la antropometría al diseño de mobiliario para alumnos de primaria y en 1955 Johana Faulhaber se interesó en la utilidad de la misma para la industria del vestido (Vargas, 1982). La creación de escuelas de diseño industrial, a partir de 1974, despertó un gran interés entre este gremio por la ergonomía, cuya culminación hasta el momento es la inclusión de una orientación en ergonomía en la Maestría en Diseño Industrial de la UNAM (Sánchez, 1984).

En las escuelas de Diseño Industrial es donde ha prosperado más la enseñanza de la ergonomía. Cabe mencionar los esfuerzos realizados en las escuelas de la UNAM, la Universidad Autónoma Metropolitana, y la Universidad de Guadalajara, con la creación de laboratorios de ergonomía/factores humanos. En esta última universidad funcionan el Centro de Investigaciones en Ergonomía, donde ya se están empezando a llevar a cabo acciones de investigación básica y aplicada, así como docencia a nivel extrauniversitario.

Las tendencias históricas de la ergonomía a nivel mundial, a partir de su creación, pueden observarse en la tabla 3.3 del capítulo 3.



Toda disciplina científica nace de la reflexión teórica que sobre una práctica humana en particular hacen los que a ella se dedican, con el objeto de dilucidar y organizar sistemáticamente los elementos que la componen. Esta organización comprende, entre otros aspectos, la delimitación de su objeto de estudio, sus objetivos, alcances y limitaciones, y sus relaciones con otras disciplinas.

Tal reflexión teórica permite, por una parte, una mayor comprensión de la disciplina en sí misma, que homogeneiza los conceptos, nociones y principios utilizados por sus practicantes, lo que aumenta la capacidad de aplicación y generalización de su práctica y facilita, por otra parte, su transmisión a nuevos miembros de este campo disciplinario.

Esto es lo que sucede en la ergonomía o ingeniería de factores humanos, interdisciplina surgida a raíz del incremento en la complejidad de las situaciones humanas de trabajo industrial y militar, donde los problemas prácticos empezaron a ser tratados y resueltos en forma conjunta por médicos, psicólogos e ingenieros, en un principio, y luego se sumaron a ellos sociólogos, antropólogos y otros especialistas de diversas ramas científicas, quienes al principio privilegiaban el punto de vista de sus disciplinas madre en los primeros intentos de definición teórica, de los que aún quedan residuos, hasta el momento actual, en que la convergencia de enfoques permite hablar ya de una sola estructura conceptual, por lo tanto, de una ciencia en sí misma y no de la simple aplicación de otras ciencias.

La ergonomía nace de la confluencia de la psicología, la fisiología, la higiene del trabajo, la sociología, la antropología, la ingeniería y el diseño. Es decir, por un lado retoma las ciencias que aportan al conocimiento del ser humano, por otro, las ciencias relacionadas con la producción de objetos y entornos que utiliza.

Es importante hacer notar que el propósito principal de la ergonomía está en el diseño. Por lo tanto, la ergonomía difiere de aquellas disciplinas de las que ha retomado saberes para apoyar su propio cuerpo de conocimientos. Es decir, la ergonomía es diferente de la psicología, la antropología, la fisiología, y la sociología, que tienen como su objeto principal es comprender y elaborar modelos del funcionamiento y la conducta humana, pero no utilizan este conocimiento para el diseño (Salvendy, 1997).

El empeño por descubrir las leyes, los principios y conceptos generales de esta síntesis es lo que caracteriza a la ergonomía como nueva disciplina científica. En este capítulo se presentan los principios y conceptos más relevantes de la ergonomía como ciencia.

En el primer capítulo «Ergonomía y diseño de espacios habitables», ya se presentaron varias definiciones de ergonomía. Por lo anterior, sólo retomaremos en este capítulo la definición adoptada en el último Congreso de la Asociación Internacional de Ergonomía, celebrado en San Diego California, en el año 2000: «La ergonomía es la disciplina científica que se ocupa de la comprensión de las interacciones entre los seres humanos y los otros elementos de un sistema, profesión que aplica la teoría, los principios, la información y los métodos de diseño para optimizar el bienestar humano y el desempeño general del sistema».

### 3.1 Objetivos

Lo que pretende la ergonomía, al adecuar los objetos y ambientes al ser humano, se puede resumir como sigue (véase la figura 3.1.):

1. **Mejorar.** Seguridad y salud, ejecución en el trabajo, calidad de vida en el trabajo y en el mundo objetual.
2. **Reducir.** Esfuerzos innecesarios, fatiga, desgaste prematuro.
3. **Facilitar.** Actividades y uso de objetos, herramientas, máquinas, etc., en el trabajo y en la vida cotidiana. Aprendizaje en el uso de objetos y entornos materiales.
4. **Evitar.** Errores, accidentes.

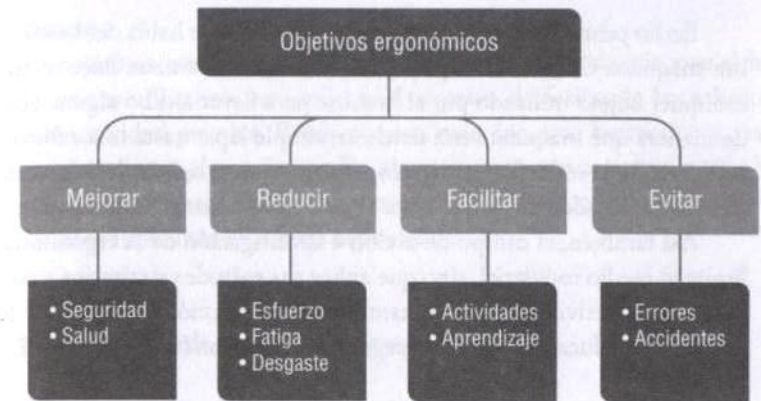


Figura 3.1. La ergonomía tiene como fin hacer al usuario un espacio y un ambiente mejor para la vida, el trabajo y la convivencia.

### 3.2 Objeto de estudio: el sistema hombre-objeto-entorno

El objeto de investigación científica de la ergonomía no es la máquina en sí, ni el hombre como sujeto de la producción, tampoco es la adaptación de la máquina al hombre ni viceversa, sino la compleja estructura de relaciones y funciones del sistema hombre-objeto-entorno (H-O-E).

Este sistema es un conjunto de componentes interrelacionados que cumplen uno o varios objetivos, y en donde cuando menos uno de los componentes es un ser humano y cuando menos otro de ellos es un objeto útil. El sistema siempre está rodeado de un ambiente al que se designa como entorno.

Salvendy (1997) define al sistema hombre-objeto-entorno como la combinación de uno o más hombres y uno o más componentes físicos en interacción, en un ambiente determinado. El sistema puede ser simple, como un ser humano que monitorea un proceso automatizado. En cualquier caso, la ergonomía busca la optimización de la interacción entre el hombre y los componentes físicos y ambientales.

El concepto de sistema implica que los componentes o elementos del mismo solo son relevantes en términos del sistema completo. En suma, cada elemento de un sistema debe considerarse en términos de su interacción con otro elemento del sistema.

En las primeras obras clásicas de la ergonomía se habla del sistema hombre-máquina. Cabe aclarar que con el término máquina se hace referencia a cualquier objeto utilizado por el hombre para llevar a cabo alguna actividad, de manera que máquina sería desde un simple lápiz hasta una cabina de astronauta. Aquí se prefiere el término objeto, que es más inclusivo y extensivo que máquina, además de que evita el reduccionismos y sus limitaciones.

Así también, el campo de acción e investigación de la ergonomía no se limita al medio industrial, sino que aplica sus métodos y criterios a cualquier esfera de la actividad humana, tanto en la producción como en las labores domésticas, educativas, recreativas, asistenciales, etc. (véase figura 3.2.).

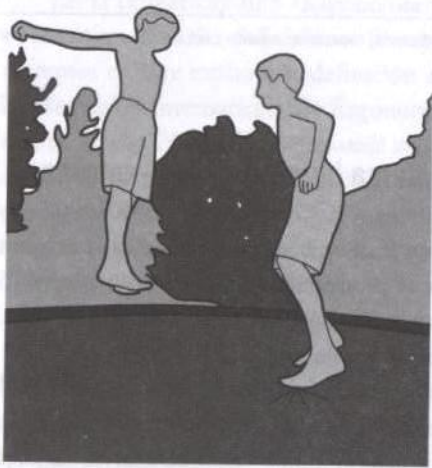


Figura 3.2. En esta imagen se muestra claramente el sistema H-O-E, en estos los niños que están jugando en un brincolín en un parque de la ciudad. El sistema se presenta de la siguiente manera: «el hombre» vendrían siendo los niños, es decir, cualquier ser humano; el brincolín sería «el objeto», que es con lo que se efectúa la interacción, y «el entorno» es el parque, donde se desarrolla la acción.

### Hombre

El concepto de «hombre», en ergonomía, se refiere a cualquier ser humano en interrelación con objetos-artefactos y el entorno, ya sea para realizar sus funciones vitales para realizar alguna actividad de cualquier índole, puede ser desde un bebé recién nacido hasta un anciano de cualquier sexo, condición biológica, psicológica y socioeconómica (minusválidos, enfermos mentales, etcétera.).

### Objeto

El objeto es cualquier elemento, o componente, producido por el hombre con fines utilitarios, esto es, con el objetivo de facilitarle la realización de una actividad práctica. Puede ser una máquina, una herramienta, una taza, un plato o una pluma fuente. En algunos casos este concepto puede hacerse extensivo a objetos, productos o materiales de origen natural con los que el hombre interactúa en ciertas actividades.

### Entorno

El entorno puede ser de varios tipos:

1. **Físico.** Condiciones de iluminación, ruido (sonido), vibración, temperatura, humedad y otros elementos del clima, partículas en suspensión en el aire, gases, etc., así como máquinas, herramientas, accesorios, paredes, pisos, techos, que rodean al sistema elemental o donde éste está ubicado en el espacio y el tiempo.
2. **Psicosocial.** Conjunto de relaciones sociales, laborales, humanas, que caracterizan y determinan la existencia del sistema elemental.

## 3.3 Tipos de ergonomía

Con relación a la etapa de intervención de la ergonomía, existen básicamente dos tipos de ésta (véase la figura 3.3):

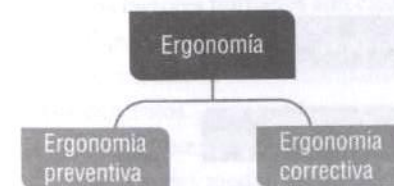


Figura 3.3. Para el proceso de diseño, la ergonomía presenta dos ramas que nos pueden ayudar: la preventiva, enfocada en la planeación adecuada de los proyectos y la correctiva, que trata, como su nombre lo dice de modificar los proyectos existentes y de darles un enfoque más apropiado, seguro y eficaz para el uso del hombre.

3. **Ergonomía preventiva (proactiva).** Intervención de los principios, conceptos, datos, técnicas y procedimientos de la ergonomía en el proceso de planeación, diseño y construcción de sistemas hombre-objeto-entorno tales como carreteras, ciudades, barrios, edificios, procesos industriales, máquinas, herramientas y objetos de uso cotidiano en general. La consideración de los factores humanos debe intervenir durante la conceptualización inicial de cualquier sistema arquitectónico.
4. **Ergonomía correctiva (reactiva).** Intervención ergonómica en sistemas previamente construidos tales como carreteras, ciudades, barrios, edificios, procesos industriales, máquinas, herramientas y objetos de uso cotidiano en general.

### 3.4 Interfaz hombre-objeto-entorno

Es el conjunto de elementos tanto del hombre como del objeto y del entorno que entran en correlación directa al ponerse en actividad el sistema. El grado de adecuación de estas relaciones determina el grado de efectividad multidimensional del sistema.

A continuación se presentan las interfaces fundamentales en el diseño de espacios habitables, aunque la interfaz específica y su nivel de importancia puede variar de un sistema a otro (Woodson, 1981) (véase la figura 3.4.).

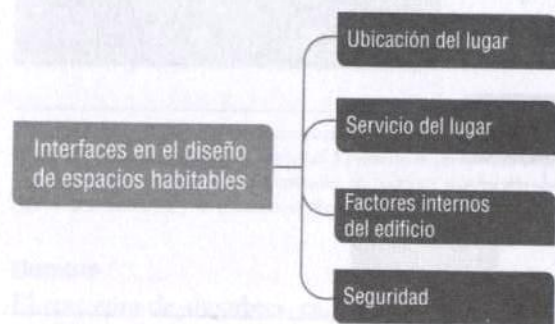


Figura 3.4. Para que un diseño de espacios habitables sea eficaz debe cubrir las interfaces que se muestran en este esquema, ya que así la correlación del sistema H-O-E se llevará a cabo satisfactoriamente.

1. **Ubicación del lugar.** Distancia con relación a otras instalaciones: áreas residenciales, comerciales e industriales; terminales de autobuses y aeropuertos, etc. Accesibilidad a vías vehiculares o pedestres. Factores ambientales: ruido, contaminación del aire, posibles desastres naturales, problemas de tráfico y factores antiestéticos.
2. **Servicios del lugar.** Estacionamiento, acceso al tránsito público, paisaje, riesgo de deambulacion, iluminación, seguridad y accesos de emergencia.
3. **Factores externos.** Número, tamaño y ubicación; entradas (número, ubicación y tipo); identificación e iluminación; servicios especiales (servicios públicos, aceras, veredas y escaleras); mantenimiento externo, etcétera.
4. **Factores internos del edificio.** Compartimentación (número, tamaño y ubicación); puertas y ventanas (tipo, número, tamaño y ubicación); escaleras, rampas, elevadores y escaleras móviles; calefacción, aire acondicionado, ventilación e iluminación; características integradas (gabinetes, instalaciones de plomería, sistemas eléctricos y neumáticos); recubrimiento del piso, equipo de seguridad; sistemas de comunicación; acústica y requerimientos de mantenimiento interno.
5. **Seguridad.** Protección contra el fuego, salida de emergencia, primeros auxilios y control de desastres.

### 3.5 Ergonomicidad

La ergonomicidad es la propiedad de los sistemas H-O-E de lograr sus objetivos en un elevado nivel de bienestar general humano.

Los factores humanos son características integrales de la relación Hombre-Objeto-Entorno, que se manifiestan en el momento mismo de la interacción durante el funcionamiento del sistema, ligados al logro de sus objetivos concretos.

Los factores humanos no son las características del hombre aislado, ni del objeto o del medio, en forma independiente, sino cualidades integrales, sistémicas, de conjunto.

Los factores humanos son las cualidades que definen la situación y el papel del hombre en el sistema, es decir, por factores humanos debe comprenderse el conocimiento del comportamiento de las cualidades funcionales, anatómicas, antropométricas, fisiológicas, socioculturales, etc., del hombre en el sistema H-O-E.

### 3.6 Propiedades ergonómicas

Las propiedades ergonómicas son características concretas de los elementos físicos de los objetos o de los componentes objetales de los sistemas, que han sido determinadas por su adecuación a los diferentes aspectos de los factores humanos.

El diseñador debe incluir en su propuesta de diseño las propiedades ergonómicas que permitan el cumplimiento de los objetivos de la ergonomía. A continuación se explican las principales propiedades ergonómicas (véase la figura 3.5).

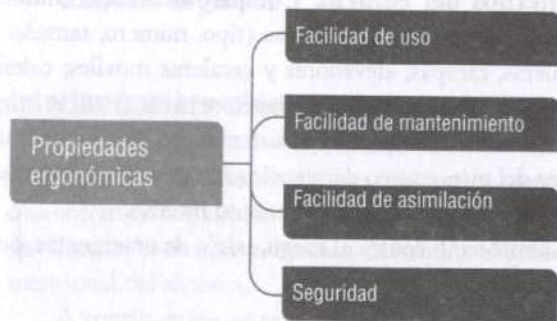


Figura 3.5. Estas propiedades deben ser tomadas en cuenta por el diseñador en sus propuestas, así su diseño cumplirá los objetivos ergonómicos ideales.

#### Facilidad de uso, manejo, operación

Está definida por la menor cantidad de elementos indispensables en la interfaz hombre-objeto, para realizar la actividad del sistema; por la simplicidad de sus formas y mecanismos de accionamiento; por la organización lógica de la secuencia de uso, y por la cantidad de energía humana necesaria para el funcionamiento del mismo.

#### Facilidad de mantenimiento

Se refiere a las características que permiten conservar el componente objetal en óptimas condiciones de funcionamiento durante la vida útil de éste. Se logra mediante la reducción de la cantidad de elementos, su simplificación,

la reducción de partes móviles, la reducción de la fricción, el uso de pocas y sencillas herramientas de limpieza, lubricación y reposición de piezas gastadas, y la adecuación de holguras que permitan acceder a la actividad humana, así como la eliminación de superficies que propician la acumulación de polvo, grasa, residuos en general, etcétera.

En el diseño de interiores, la facilidad de dar mantenimiento inicia con una pregunta (Woodson, 1981): ¿cómo puede dársele mantenimiento fácil a esto que hemos diseñado? (o que estamos diseñando). Es decir, la facilidad de mantenimiento se considera como algo importante cuando se toman las decisiones de configuración arquitectónica. Por lo tanto, en realidad las funciones de mantenimiento deben ser parte de cualquier concepto de diseño desde el análisis:

1. **Aseo doméstico diario.** Barrer, trapear, limpiar ventanas, paredes, techos, etcétera.
2. **Inspección periódica y compostura.** Inspección y reparación de ventanas, paredes, calentadores de agua, plomería, etcétera.
3. **Restauración periódica.** Pintura de exteriores e interiores, recolocación de techos, plomerías, etcétera.

Algunos de los problemas comunes asociados al diseño del mantenimiento son:

1. No se puede tener acceso al lugar que requiere inspección, ajuste, limpieza, reposición o restauración.
2. Es insuficiente el espacio para hacer el trabajo una vez que la persona se encuentra en el sitio donde se presenta el problema de mantenimiento.
3. No es suficiente la iluminación para identificar las necesidades.
4. No hay conexiones apropiadas para utilizar las herramientas necesarias en el lugar del trabajo.
5. El artefacto que debe ser reparado está enterrado en la estructura, por lo que se requiere una destrucción considerable.
6. El agua, la electricidad o el gas están distribuidos de manera muy variada, escondidos o son inaccesibles, de manera que se emplea mucho tiempo para encontrarlas.

## Facilidad de asimilación

La facilidad de asimilación es la cualidad que permite aprehender rápidamente el uso, función y significado que el objeto incorpora.

## Habitabilidad

Condiciones tanto del objeto como del entorno del sistema que posibilitan la seguridad e higiene de los usuarios. En el objeto esta característica está representada por la ausencia de extremos punzocortantes en la interfaz; la incorporación de elementos de protección al usuario durante el manejo, mantenimiento, transporte y almacenamiento de los componentes objetales; el control de ruido, vibración, temperatura, humedad, aerosoles y sustancias tóxicas dentro de los límites normalizados; los niveles de iluminación adecuados para cada tipo de actividad.

Un objetivo durante la planeación conceptual del diseño de interiores debe ser crear un ambiente en el cual el usuario pueda estar tan seguro como sea posible. Muchos de los accidentes que ocurren en casas, oficinas, escuelas y fábricas se deben en gran medida al diseño que conduce al usuario a cometer errores. A continuación se hacen algunas consideraciones de seguridad (Woodson, 1981):

1. Utilice materiales no inflamables y no tóxicos.
2. Elimine bordes filosos, esquinas, etc., que puedan causar daño.
3. Desarrolle diseños apropiados de escaleras, rampas y pasillos.
4. No use grandes ventanales (de piso a techo) de vidrio o puertas sin alguna clave o señal de que existe puerta o ventana para evitar que la gente caminar a través de ellas cuando estén cerradas.
5. Conecte a tierra los controles eléctricos, cubra los enchufes, etc., para evitar que las personas reciban choques eléctricos.
6. Proporcione iluminación adecuada, de manera que las personas puedan ver por donde van y eviten tropezones por un pasillo obstruido o un escalón.
7. Use materiales antiderrapantes para pisos, pasillos y escaleras, especialmente si hay la posibilidad de que se camine en ellos cuando estén húmedos.

8. Proporcione pasamanos y barandales adecuados en balcones y escaleras utilizando diseños en los que los niños no puedan caber y caer, ni que pueda quedarse atorada su cabeza.
9. Cubra las partes móviles de mecanismos para evitar que se machuquen las manos o que se quede atrapada la ropa.
10. Evite colocar los calentadores donde puedan tocarse inadvertidamente o donde la flama del piloto pueda quemar la estructura o los materiales adyacentes y causar una explosión como resultado de la emanación de gas de un vehículo cercano.
11. Tome en cuenta rutas de escape de emergencia que puedan usarse en caso de que la ruta normal esté obstruida.
12. Considere los problemas del lavado de las ventanas y la reparación de la casa o edificio en términos de prácticas inseguras asociadas con caídas.
13. Brinde barreras para los niños de manera que les sean inaccesibles los lugares peligrosos o calentadores, voltajes altos, albercas, etcétera.

Para que el desarrollo de un diseño cuente con las propiedades ergonómicas es necesario realizar un proceso denominado optimización ergonómica.

## 3.7 Optimización ergonómica

Se entiende por optimización ergonómica el proceso de análisis y adecuación multidimensional de las características físicas y funcionales de un objeto y del entorno a las características biopsicosociales del hombre.

El proceso de optimización ergonómica supone un amplio y profundo conocimiento de los procesos, estados, limitaciones y potencialidades físicas, fisiológicas, psicológicas, psicofisiológicas y socioculturales de los usuarios potenciales, con relación a las actividades que serán realizadas por ellos, en el sistema en estudio. Supone también el conocimiento de los objetivos generales y particulares del sistema y su ubicación sistémica en el contexto sociocultural.

La optimización ergonómica no es sólo la adaptación del objeto y el entorno a las características del hombre, sino que implica también la creación de condiciones que posibiliten el desarrollo de capacidades y potencialidades del hombre durante y a través de su actividad en el sistema.

El análisis ergonómico presupone no sólo la acumulación de datos sobre los factores humanos, sino también el desarrollo de investigaciones sobre las distintas modalidades y formas típicas de actividad humana, la creación de métodos y técnicas para su análisis y formalización teórica y el descubrimiento de los factores que determinan su eficacia.

### 3.8 Proceso general de optimización ergonómica

El proceso para llevar a cabo la optimización ergonómica comprende las siguientes etapas:

1. Investigación de las demandas físicas, fisiológicas, psicológicas y socio-culturales de una tarea o actividad.
2. Comparación de las demandas de la tarea o actividad con las capacidades y limitaciones de las personas.
3. Intento de eliminar los desajustes demanda-capacidades mediante mejoras en la selección, capacitación, inducción, aclimatación, motivación, diseño, rediseño de equipo, vestimenta, método de trabajo y condiciones generales de la actividad.

La ergonomía busca establecer las bases científicas rigurosas para el diseño integral de la actividad humana.

En este sentido, conviene hacer hincapié en que todo análisis ergonómico debe partir necesariamente de la idea de las máquinas, herramientas y objetos cotidianos como elementos secundarios, de servicio de la actividad humana, y resaltar ante todo las cualidades positivas del hombre como verdadero sujeto del trabajo y de la actividad, respetando sus limitaciones y aprovechando sus ventajas en relación con la máquina.

La esencia del proceso de optimización ergonómica es la adecuación del producto a las capacidades y limitaciones humanas (factores humanos). La relación específica entre estos dos aspectos: objeto-factor humano, es lo que se conoce como adecuación ergonómica.

### 3.9 Adecuación ergonómica

La adecuación ergonómica se define como la relación de adaptación que existe o debe existir entre un elemento del componente «objeto» y su correspondiente «factor humano».

De acuerdo con la complejidad de cada caso, la «ergonomicidad» del sistema sólo puede alcanzarse mediante la correspondencia de los elementos físicos del componente «objeto» a las capacidades y limitaciones biopsicosociales de los usuarios. De esta manera, las adecuaciones ergonómicas se concretan en el proceso de diseño, en las propiedades ergonómicas, a través del proceso de optimización ergonómica.

Las particularidades y la naturaleza de la relación objeto-humano permiten clasificar las adecuaciones ergonómicas, como se ve enseguida

#### Adecuación anatómica

La relación entre las formas de mangos, asas, palancas, asientos, respaldos, pedales, y las correspondientes formas de las partes del usuario que entran en relación con éstas, manos, espalda, pies, al momento de la actividad y que permite una óptima sujeción, accionamiento o recibimiento de las partes del cuerpo (véase la figura 3.6.).



Figura 3.6. La adecuación anatómica y antropométrica se perciben en esta imagen. La plancha posee una forma y anchura determinadas, pues fue diseñada de manera que el mango se adaptara a las manos de la población usuaria y así pueda ésta tener una correlación del sistema H-O-E y realizar la actividad deseada en el hogar.

## Adecuación antropométrica

Es el grado de adecuación entre las dimensiones físicas de un objeto (altura, anchura, profundidad, etc.) y las dimensiones (estructurales o funcionales) de las partes del cuerpo del usuario que entran en contacto directo con él durante el funcionamiento del sistema. Personas de diferentes nacionalidades, e incluso de la misma nacionalidad, varían considerablemente en términos de tamaño. También difieren en tamaño debido al género y la edad.

## Adecuación biomecánica

Se refiere a la relación que hay entre la demanda de esfuerzos que exige un sistema determinado y las capacidades de ejecución de fuerza de los usuarios sumada a sus limitaciones de seguridad y salud. Las personas muy jóvenes o muy ancianas tienen considerablemente menos fuerza que los que se encuentran en el rango medio, la mujer es más débil generalmente y las personas con impedimentos pueden ser que no tengan fuerza.

La cantidad de tareas manipulativas, de ambulación o biomecánicas que puede realizar una persona depende de la estabilidad de los elementos añadidos del sistema arquitectónico y los posibles impedimentos diseñados en el sistema. Los rasgos a evaluar son el declive del piso, los pasillos, las escaleras, los pasamanos, umbrales de puertas, etc. (véase la figura 3.7.).

## Adecuación fisiológica

Es el grado de adecuación entre el gasto calórico que demandan las actividades a realizar en un sistema y las capacidades y limitaciones energéticas de los usuarios, y la protección y el correcto funcionamiento de su metabolismo. La agilidad de distintos individuos varía considerablemente (por ejemplo entre jóvenes y viejos, entre personas con impedimentos y «normales»), y la movilidad puede ser restringida por la ropa que las personas llevan puesta. El impacto de la restricción de movilidad en la interfaz humano-diseño de interiores puede ser clave para la utilidad operacional del sistema conceptual. Hay que tomar en cuenta que sólo un número limitado de personas tienen capacidades motoras superiores como resultado de su capacidad innata o de entrenamiento (véase la figura 3.8.).



Figura 3.7. Las adecuaciones siempre conjuntan varios tipos. En este caso, una adecuación antropométrica, la altura de la estufa, también implica una adecuación biomecánica, al facilitar al usuario una postura adecuada que no provoque estrés en las articulaciones.

## Adecuación sensorial

Es la relación de adecuación entre tamaño, forma, color, textura, contraste, iluminación, colocación espacial y orden lógico de un dispositivo de presentación de información, de un panel de controles, de un objeto o de un espacio, a las características de percepción visual, auditiva o táctil de los usuarios potenciales. Las principales adecuaciones sensoriales asociadas a los sistemas arquitectónicos se relacionan con la visión, la audición y el tacto (Woodson, 1981).

**1. Visión.** Lo que una persona ve claramente establece la entrada de información básica hacia la persona. Las variables más importantes incluyen:

- Visibilidad. Deslumbramiento, sombras, oscuridad.
- Legibilidad. Poco contraste, iluminación, paralaje.
- Reconocimiento. ¿Los rasgos son similares, naturales o familiares a las expectativas de los observadores, o están distorsionados o parecen lo que no son? (véase la figura 3.9.).





Figura 3.8. Un diseñador de interiores o arquitecto debe tomar muy en cuenta las limitaciones del hombre, ya que debe adaptar espacios para facilitarles el tránsito a los minusválidos y no producirles desgastes físicos innecesarios.



Figura 3.9. La señalización es un ejemplo de las adecuaciones sensoriales, en cuanto a la visibilidad; las señales fueron diseñadas, para verse tanto de día como de noche, ya sea por los altos contrastes de sus colores o por el material del que están elaboradas, ya que con la iluminación de los automóviles resaltan en la oscuridad de la carretera.

**2. Audición.** Lo que las personas oyen no sólo afecta su habilidad para comunicarse, sino también su capacidad general para desempeñar otras tareas. Las variables más importantes incluyen lo siguiente:

- Audibilidad. Si ciertos sonidos deben escucharse, el ambiente acústico se debe diseñar para conducirlos y no para bloquearlos.
- Inteligibilidad o comprensión. El ambiente acústico debe diseñarse de manera que no distorsione los sonidos dirigidos al escucha.
- Proporción señal-ruido. El sistema acústico debe diseñarse para aumentar la probabilidad de que los ruidos extraños no interfieran con las señales de sonido deseadas.

**3. Incomodidad por ruido.** Debe considerarse la disminución adecuada del ruido para reducir el posible efecto de deterioro que un ruido molesto puede causar en el desempeño de las tareas.

### Adecuaciones psicológicas

Relación de adecuación entre las salidas de información (*output*) de los objetos y las capacidades y limitaciones de percepción, memorización, interpretación y respuesta de los operadores-usuarios. Las variaciones en las habilidades cognitivas ocurren por las diferencias de edad, en educación y oportunidad tecnológica e impedimentos mentales innatos. La comprensión de los aspectos operacionales del concepto propuesto es fundamental para el uso efectivo.

El diseñador de interiores generalmente está preocupado acerca de si al usuario le parecerá atractivo el diseño, no sólo cuando observa por primera vez se éste, sino también si es utilizado u ocupado por un período de tiempo largo. En la figura 3.10 se muestran los elementos de atracción más importantes que determinan la reacción del usuario.



Figura 3.10. Factores que determinantes reacción del usuario.

### 3.10 Espacio personal

Los individuos perciben sus relaciones con otros en términos de la distancia entre ellos mismos y los que las personas pueden ver. Hay al menos hay cuatro categorías territoriales definidas por varios investigadores.

1. **Público.** Aquellas áreas a las que los individuos tienen libre acceso, pero donde no necesariamente tienen libertad de acción.
2. **Hogar.** Aquellas áreas donde los participantes tienen libertad regular de conducta y un sentido de control sobre el área (véase la figura 3.11).
3. **Interaccional.** Aquellas áreas donde pueden ocurrir las reuniones sociales.
4. **Corporal.** El área que rodea inmediatamente al cuerpo del individuo. Esta área es la más privada e inviolable de los individuos.

Existen muchos factores que se relacionan con las necesidades del individuo para el espacio personal:

1. El deseo de conversar en forma privada en voz baja.
2. El deseo de interactuar íntimamente con el ser amado.
3. El deseo de evitar el contacto físico con otra persona.
4. El deseo de ver a los ojos de otra persona claramente.
5. El deseo de ver a otra persona completamente.
6. El deseo de ser un observador, pero no participar activamente.

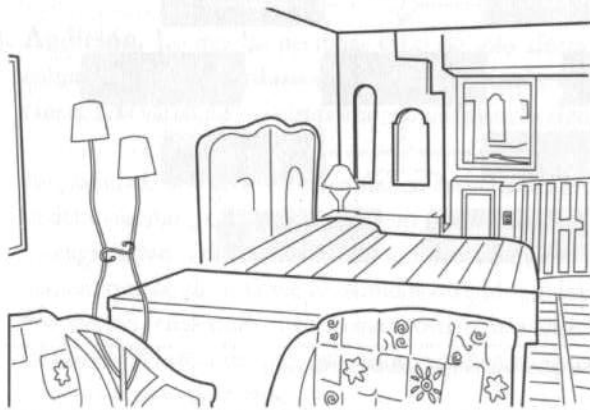


Figura 3.11. En esta imagen podemos percibir un espacio personal en el hogar, aquí el hombre tiene plena libertad de conducta, puede interactuar con sus seres queridos.

### Adecuación sociocultural

Es la relación de adecuación entre los valores semánticos, sintácticos, folklóricos, religiosos, políticos, filosóficos, etc., representados en el objeto, y los de los usuarios. Existen variaciones considerables entre las personas con respecto a su contexto cultural, incluyendo actitudes religiosas, desarrollo intelectual, habilidades desarrolladas, actitudes hacia los otros y dónde y cómo viven en términos de rasgos espaciales y facilidades tecnológicas.

Es importante reconocer que las personas que tienen contextos culturales distintos ven los rasgos arquitectónicos diferentes. Algunas de las más importantes diferencias que se deben evaluar son:

1. **Actitudes hacia la privacidad.** Algunos grupos demandan privacidad completa, otros aprecian la privacidad y otros incluso no la consideran importante.
2. **Estructura familiar.** En ciertos grupos culturales, algunas generaciones viven juntas dentro de una misma casa; en otras, los miembros de la familia funcionan como individuos parcialmente separados dentro de la misma casa.
3. **El papel de la mujer.** En algunos grupos culturales las mujeres se aíslan de los demás; en otros, el rol está dado por los factores funcionales (por ejemplo, la relación madre-hijo) y hay otros que son más liberales (el marido comparte las actividades domésticas con la mujer que trabaja).
4. **Hábitos recreativos.** Algunas familias prefieren tener más actividades recreativas formales y sedentarias; otras se inclinan por actividades físicas, usualmente al aire libre; y aun hay otras a las que les gusta viajar.
5. **Hábitos de compra.** Algunas familias compran diariamente y otras más esporádicamente pero almacenan por largo tiempo.
6. **Hábitos de trabajo.** Para algunos el empleo significa un final (por lo tanto, la facilidad de regresar al hogar es muy importante), y para otros el trabajo se hace en casa y, por lo tanto, desean un lugar especial en el hogar para trabajar.
7. **Experiencia tecnológica:** Aunque el avance tecnológico se difunde rápidamente, es un error creer que todas las culturas aprecian los aparatos modernos.

Los diversos factores humanos se interrelacionan, y la consideración combinada de ellos coadyuva a la concreción de las propiedades ergonómicas en el diseño. A continuación se muestran estas posibles relaciones entre los factores humanos y las propiedades ergonómicas (véase la tabla 3.1.).

**Tabla 3.1**

Descripción de las interacciones entre factores humanos y las propiedades ergonómicas: adecuaciones ergonómicas (modificada de Corlett y Clark, 1995)

Factores humanos	Requerimientos funcionales	Tamaño	Facilidad de uso	Habitabilidad	Facilidad de mantenimiento	Aceptación	Estética
Características humanas generales							
Socioculturales	•		•	•	•	•	•
Antropométricos		•	•	•	•	•	
Anatómicos	•		•	•		•	
Biomecánicos		•	•	•	•	•	
Fisiológicos	•		•	•			
Sensoriales	•		•	•		•	•
Psicológicos	•		•	•	•	•	•

En la tabla 3.2 se detallan estas características enlistando respuestas típicas que da el usuario cuando se le pide que verbalice acciones para rasgos ambientales arquitectónicos.

En general, uno necesita tratar de crear una combinación más o menos balanceada de los factores anteriores. Sin embargo, puede ser que los descriptores no se ajusten a todos los tipos de sistemas arquitectónicos. Por ejemplo, los objetivos para un hogar agradable y satisfactorio no necesariamente son los mismos que para una oficina o una fábrica.

**Tabla 3.2**

Descriptores semánticos para evaluar rasgos físicos observables en el diseño de interiores (adaptada de Woodson, 1981)

Categorías	Ejemplos de descriptores	
Amplitud	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generoso</li> <li>• Amplio</li> <li>• Vacío</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restringido</li> <li>• Limitado</li> <li>• Amontonado</li> </ul>
Amigable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tibio</li> <li>• Intimo</li> <li>• Relajado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Frío</li> <li>• Separado</li> <li>• Duro</li> </ul>
Variedad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estimulante</li> <li>• Dinámico</li> <li>• Diverso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aburrido</li> <li>• Estático</li> <li>• Monótono</li> </ul>
Utilidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apropiado</li> <li>• Eficiente</li> <li>• Práctico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Innecesario</li> <li>• Confuso</li> <li>• Frívolo</li> </ul>
Racionalidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organizado</li> <li>• Lógico</li> <li>• Simple</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descoordinado</li> <li>• Confuso</li> <li>• Complejo</li> </ul>
Flexibilidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajustable</li> <li>• Movable</li> <li>• Expandible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restringido</li> <li>• Fijo</li> <li>• Inexpandible</li> </ul>
Accesibilidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abierto</li> <li>• Directo</li> <li>• Formal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cerrado</li> <li>• Indirecto</li> <li>• Casual</li> </ul>
Flexibilidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Familiar</li> <li>• Seguro</li> <li>• Protegido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desconocido</li> <li>• Incierto</li> <li>• Expuesto</li> </ul>
Flexibilidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agradable</li> <li>• Contemporáneo</li> <li>• Funcional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desagradable</li> <li>• Obsoleto</li> <li>• Disfuncional</li> </ul>

### 3.11 Los campos de investigación clásicos de la ergonomía

Dado que la gama de actividades humanas abarca un espectro muy amplio, desde las indispensables para la sobrevivencia, tales como comer, dormir, etc., hasta actividades complejas como el manejo de una nave aeroespacial, también los campos de estudio, investigación y aplicación son diversificados. A continuación se enuncian los principales campos de investigación y aplicación.

#### Procesos físicos

1. Anatómicos. Formas particulares: estáticas, dinámicas; formas generales: biotipología.
2. Antropométricos. Dimensiones estructurales, dimensiones funcionales.
3. Biomecánicos. Palancas musculoesqueléticas, momentos-fuerza, configuraciones musculoesqueléticas, esfuerzos musculares.
4. Mecanismos sensoriales. Visión, audición, tacto, temperatura.
5. Funcionalidad respiratoria. Capacidad vital, volumen máximo por segundo.
6. Metabolismo muscular. Potencia aeróbica, potencia anaeróbica. rendimiento fisiológico general, actividad mioeléctrica, coste fisiológico de actividades, biorretroalimentación.

#### Procesos psicológicos

1. Fenómenos preceptuales. Visuales, auditivos, táctiles.
2. Procesos cognoscitivos. Procesamiento de información.
3. Mecanismos de mediación. Toma de decisiones.
4. Procesos de aprendizaje. habilidades, conocimientos, destrezas.

#### Procesos psicofisiológicos

1. Tiempo de reacción visual: motriz.
2. Tiempo de reacción auditiva: motriz.

#### Procesos socioculturales

1. Hábitos, creencias, gustos, costumbres, valores.

#### Estudio de limitaciones humanas

1. Carga de trabajo físico.
2. Carga de trabajo mental.

3. Fatiga.
4. Error humano.
5. Incomodidad.
6. Inseguridad.
7. Insatisfacción.
8. Inocuidad.

#### Estudio de métodos y técnicas de análisis y diseño de la actividad humana

1. Análisis de sistemas.
2. Análisis de tareas.
3. Diseño de puestos de trabajo.
4. Optimización ergonómica de objetos - artefactos.
5. Controles de seguridad.
6. Factores ambientales.

#### Campos de aplicación

##### Sistemas aeroespaciales

Aplicación de los factores humanos al desarrollo, diseño y operación de sistemas persona-máquina en el ambiente de la aviación y el espacio, tanto civil como militar.

##### Envejecimiento

Aplicación de los factores humanos apropiados al conjunto de necesidades de los ancianos y otras poblaciones especiales en una amplia variedad de situaciones de la vida.

##### Comunicaciones

Centra su interés en aspectos de los factores humanos aplicables a los sistemas de comunicación, desde la determinación inicial de las necesidades de los usuarios hasta el diseño, instalación, mantenimiento, operación, evaluación de campo, selección de personal y su entrenamiento. Incluye telecomunicaciones, comunicación humana y aquella basada en sistemas computarizados.

### **Sistemas computarizados**

Aspectos de los factores humanos relacionados con los sistemas computarizados interactivos, incluyendo las funciones básicas del sistema, el *hardware*, el *software* y la interfaz del usuario, el ambiente del procesamiento de datos, selección y capacitación del personal y desarrollo de *software*.

### **Productos de consumo**

Aplicación de factores humanos y diseño industrial al diseño y desarrollo de productos usados por los consumidores. Incluye bienes de consumo masivo, equipo de oficina, y aspectos relacionados. No incluye a producción de equipo militar e industrial.

### **Profesionales de la educación**

Educación y entrenamiento de especialistas en factores humanos. Se incluye orientación de los grados, necesidades de educación continua, técnicas, currículum y fuentes de información.

### **Diseño ambiental**

El interés se centra en aquellos aspectos de los factores humanos relacionados con ambientes físicos construidos, incluyendo aspectos del diseño arquitectónico y de interiores en casas, oficinas y locales industriales.

### **Forenses profesionales**

Aplicación de los conocimientos y técnicas de factores humanos a los «estándares de seguridad y responsabilidad» establecidos a través de los sistemas legislativos y judiciales. El énfasis está en proporcionar una base científica para tópicos que serán interpretados por la teoría legal.

### **Ergonomía industrial**

Aplicación de datos ergonómicos en locales industriales civiles. El área de concentración es el servicio y los procesos de producción y manufactura, no así el diseño de producto.

### **Transferencia internacional de tecnología**

Aplicación de los factores humanos para facilitar la transferencia de tecnología apropiada y la instrumentación de tecnología existente en los países en vías de desarrollo. El enfoque del área inicial es el análisis de necesidades, ajuste tecnológico, entrenamiento transcultural y la transferencia organizacional y gerencial.

### **Diseño organizacional y administrativo**

Incremento de la productividad y la calidad de vida en el trabajo a través de la integración de los factores psicosociales, culturales y tecnológicos con los factores de la interfaz del usuario (ejecución, aceptación, necesidades, limitaciones) en el diseño de empleos, puestos de trabajo, organizaciones y sistemas administrativos relacionados.

### **Diferencias individuales y de personalidad en el desempeño humano**

Estudio de las características de las diferencias individuales y de personalidad que influyen en la comprensión y predicción del desempeño humano en cualquier área de investigación o aplicación de los factores humanos.

### **Seguridad**

Investigaciones y aplicaciones relacionadas con los factores humanos para la seguridad en todos los lugares y las personas que los utilizan, incluyendo transporte, industria, ejército, oficinas, edificios públicos, recreación y ambientes domésticos.

### **Desarrollo de sistemas**

Identificación e integración del papel de los factores humanos en la adquisición de sistemas mayores o a gran escala.

### **Evaluación y pruebas**

Discusión e intercambio de metodologías y técnicas de evaluación y pruebas que han desarrollado los investigadores y practicantes de todas las áreas de factores humanos.

### **Entrenamiento y capacitación**

Optimización y generalización de los métodos y técnicas de capacitación y entrenamiento de personal en todos los niveles.

### **Desempeño visual**

Investigación y aplicación de todos los aspectos de la visión que afectan el desempeño en los sistemas usuario-máquina.

### Áreas que incluye:

- Naturaleza y contenido de la información visual y el contexto en que es desplegada.
- Física y psicofísica de los indicadores de información.
- Percepción, representación cognitiva e interpretación de la información desplegada.
- Efectos de la carga de trabajo.
- Acciones y comportamientos que son consecuencia de la información visualmente desplegada.

Esta diversidad de aplicaciones ergonómicas se refleja también en las áreas que trabajan las sociedades de ergonomía mundiales (véase la tabla 3.3) y en las temáticas de los congresos internacionales de ergonomía (véase la tabla 3.4).

**Tabla 3.3**

Áreas más importantes de 25 sociedades de ergonomía de todo el mundo (Salvendy, 1997).

Tópicos	Frecuencia
Metodología para cambiar la organización del trabajo y el diseño	7
Desórdenes musculoesqueléticos relacionados con el trabajo	7
Pruebas de uso de aparatos de consumo	6
Diseño organizacional y organización psicosocial del trabajo	6
Diseño ergonómico del ambiente físico de trabajo	5
Diseño del cuarto de controles de plantas nucleares	4
Entrenamiento en ergonomía	3
Diseño de interfaz de alta tecnología	3
Investigación de confiabilidad humana	3
Carga de trabajo mental	3
Cálculo de costo de fuerza de trabajo	3
Seguridad en las carreteras y diseño de automóviles	2

**Tabla 3.4**

Temática de la reunión de la Asociación Internacional de Ergonomía celebrada en San Diego, California, en 2000 (www.iea.cc)

Ergonomía cognitiva, computación y comunicación	Diseño organizacional y administrativo, diseño ambiental, educativo y entrenamiento	Sistemas complejos y desempeño
Ergonomía cognitiva	Costo-efectividad en la ergonomía	Sistemas aeroespaciales
Comunicación	Diseño ambiental	Agricultura
Sistemas computacionales	Educación	Confiabilidad humana
Internet	Entretenimiento	Diferencias individuales
Ambientes virtuales	Aplicaciones de la psicología en la macroergonomía	Sistemas de potencia
Modelamiento de desempeño humano en el sistema de diseño	Iniciativas corporativas en ergonomía	Psicofisiología en la ergonomía
	Ergonomía y calidad total	Transportación
	Métodos macroergonómicos y herramientas para mejorar el desempeño	Desempeño visual
	Procesos de entrenamiento de ergonomía y su impacto	Ergonomía en los espacios de controles
	Diseño de trabajo	Ergonomía en la agricultura y en la producción de alimentos
		Confiabilidad humana
		Factores humanos en los sistemas de poder
		Aproximaciones ecológicas al diseño de la interfaz
		Ergonomía del sonido

**Tabla 3.4** continuación

Envejecimiento, seguridad y salud	Trabajo manual	Diseño de productos
Envejecimiento	Ergonomía industrial	Productos de consumo
Ciencias forenses	Desórdenes músculo esqueléticos en la construcción	Estándares
Sistemas médicos y de rehabilitación	Ergonomía en la construcción	Desarrollo de sistemas
Seguridad		Pruebas y evaluación
Biomecánica de la espalda baja		Comunicación con diseñadores
Accidentes		Ingeniería antropométrica contemporánea
Asas ergonómicas		Diseño ergonómico por medio de modelos humanos
Integración de la salud y la seguridad con el diseño de aparatos médicos		Diseño inclusivo y usabilidad
Salud y seguridad ocupacional		
Economía de rehabilitación		
Avisos visuales		

Como se ha podido observar a lo largo de este capítulo, la ergonomía, aunque joven, se ha constituido como una ciencia, ya que ha establecido su propio objeto de estudio, así como objetivos, conceptos, métodos y herramientas propios. Ha desarrollado un gran campo de conocimientos y de aplicaciones, pero, aún queda mucho por investigar, conocer y aplicar, considerando la variabilidad de los seres humanos en las diversas culturas del mundo.

## 4

## Distribución del espacio físico

Todas las actividades que realiza el ser humano las lleva a cabo en un espacio físico determinado, ya sea en el trabajo o en el hogar. En este espacio físico se encuentran insertos accesorios, equipo y mobiliario, que constituyen ayudas para realizar las actividades humanas. La interrelación de todos estos elementos conforma el sistema hombre-objeto-entorno (recuérdese la definición de éste anotada anteriormente), la combinación de uno o más hombres y uno o más componentes físicos en interacción, en un ambiente determinado (Salvendy, 1997).

La disposición o acomodo que guarden estos elementos es una característica muy importante para facilitar o dificultar la realización de dichas tareas. En este capítulo se revisarán las principales técnicas de análisis y los principios de distribución para que el diseñador de interiores o arquitecto pueda ubicar de manera óptima los elementos necesarios para facilitar y hacer más eficientes las actividades humanas. El énfasis, en esta sección, es proporcionar las bases metodológicas para planear el arreglo o acomodo de estos elementos con base en los movimientos naturales que se hacen durante el trabajo, de manera que se reduzca la distancia al caminar, el gasto calórico por movimientos innecesarios y el tiempo de trabajo. Obviamente, lo anterior coadyuva a hacer más eficiente y cómodo el trabajo. Las técnicas aquí presentadas se complementan con la aplicación de los aspectos antropométricos (véase el capítulo 5) y biomecánicos, ya que también estos factores determinan la ubicación de los elementos del sistema.

### 4.1 Principio de acomodo racional del espacio de trabajo

Como se estableció anteriormente, la ergonomía considera como trabajo tanto el remunerado como el que no lo es; cuando se hace mención del espacio de trabajo, éste puede ser en el hogar o en el empleo.

Para determinar la ubicación de los componentes de un sistema, es posible utilizar los siguientes principios (Pheasant, 1996), los cuales pueden ser aplicados a una amplia gama de problemas de diseño, en lugares tales como en la cocina y la oficina, en el diseño espacios de trabajo con maquinaria, etcétera.

### Principio de la importancia

Este principio considera la magnitud de la aportación del componente para realizar la actividad en relación con su contribución al logro de los objetivos del sistema. De esta manera, los componentes más importantes deben tener ubicaciones accesibles. Por ejemplo, el interruptor de encendido y apagado de cualquier equipo, ya sea de trabajo o doméstico, se debe poner al alcance de la mano.

### Principio de la frecuencia de uso

Obviamente, según este principio, se colocan en las ubicaciones más accesibles aquellos componentes que se usan con más frecuencia.

### Principio funcional

Se refiere a la determinación de los componentes que van agrupados porque pertenecen a una misma función o a funciones similares.

### Principio de la secuencia de uso

Si conocemos el orden en que se utilizan los diferentes elementos cuando se usan con frecuencia en una misma secuencia, el acomodo con base en ésta facilitará y hará más eficiente la tarea.

Además de tener en cuenta estos principios, es común utilizar criterios subjetivos de comodidad o preferencia.

## 4.2 Métodos de análisis

Los principales métodos de análisis son, por un lado, el de la tarea, el cual puede realizarse con base en la situación real o mediante una simulación; y,

por otro, de los criterios subjetivos de comodidad, conveniencia o preferencia. Estos métodos constan, en general, de tres etapas: primera, la de recolección de datos; la de descripción de los mismos, y tercera la de análisis de ellos. En el análisis de tareas, la recolección de datos puede hacerse por medios tales como filmación, fotos, observación directa, simulación o la combinación de dos o más medios. Para los criterios subjetivos se utilizan cuestionarios, entrevistas, escalas, etc. Cuando se trata de un rediseño a partir del diseño existente, se observa al usuario trabajar con los objetos, el mobiliario y en el espacio físico determinado. Cuando los diseños son nuevos, la frecuencia, secuencia, etc., debe obtenerse a partir de las primeras propuestas a nivel de planos, maquetas o esquemas (Stammers y Shephard, en Wilson y Corlett, 1995).

El diagrama que se presenta a continuación (véase la figura 4.1) muestra las tres etapas del proceso de análisis de la tarea:

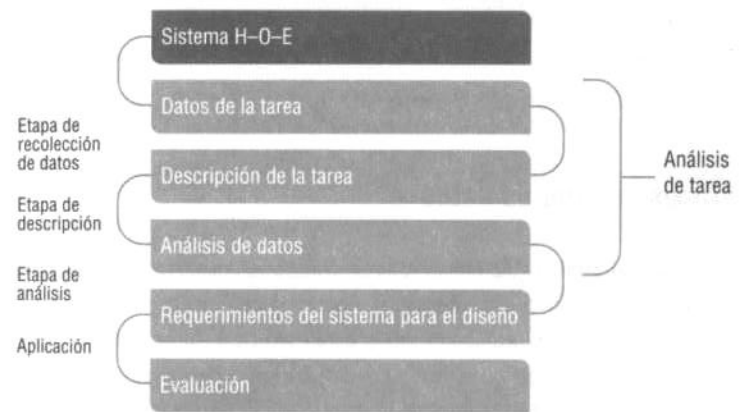


Figura 4.1. Las tres etapas del análisis de la tarea en el proceso de diseño.

El análisis de las tareas es una técnica para representar información que será utilizada, ya sea para un nuevo diseño o para un rediseño. Esto se logra a través del análisis sistemático de las tareas que realiza el usuario. Generalmente, el análisis de la tarea pasa por dividir la tarea general en un número de actividades, y a éstas en sus componentes.

Dependiendo de la complejidad de la tarea, puede haber más subdivisiones. Al primer subcomponente de la tarea se le denomina actividad y al segundo acción.



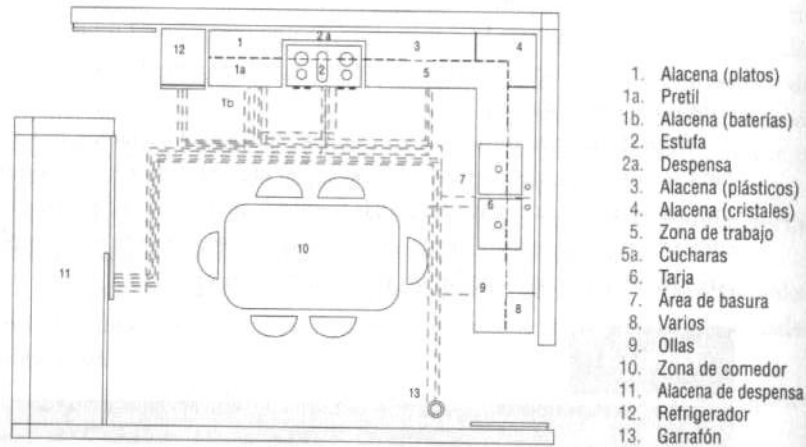


Figura 4.2. Diagrama de flujo de la tarea de cocinar. Nótese que existe una mayor densidad de líneas y más cruces de ellas que en la figura 4.3.

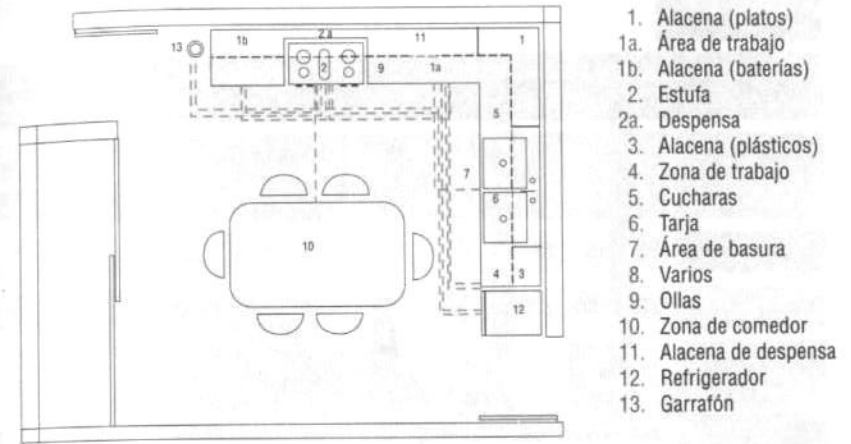


Figura 4.3. Diagrama de flujo donde se muestra la evaluación de la propuesta de rediseño. Nótese que con esta propuesta se han reducido las líneas y sus cruces.

Una variante del diagrama de flujo, útil para la comparación de alternativas, es el llamado diagrama de hilos, en el cual se hincan clavijas o alfileres en las posiciones de trabajo y se coloca entre ellos un hilo, que representa el desplazamiento de la persona o las personas durante el periodo de tiempo analizado. Se utiliza hilo de diferente color para cada variante, y la longitud total de cada hilo representa el recorrido hecho según la escala que se haya utilizado para dibujar el plano.

De acuerdo con la secuencia de utilización, se decidió cambiar la ubicación de algunos elementos físicos del sistema, con el fin de reducir el cruce de caminos y de acortar los trayectos, quedando como se muestra en la figura 4.3.

Este reacomodo se hizo con base en los lineamientos teóricos que señalan que la secuencia normal del trabajo en la cocina determina el siguiente acomodo de los principales elementos de la cocina:



También es importante registrar el tiempo que se utiliza en cada lugar, como se observa en la tabla 4.2.

Posteriormente pueden obtenerse los porcentajes de tiempo utilizados en cada lugar. Por ejemplo, si el total del tiempo fue de 68.0 minutos y queremos obtener el porcentaje del tiempo utilizado en el refrigerador, aplicamos una regla de tres, de manera que la operación correspondiente sería  $2 \times 100/68.0 = 2.9$ , que es el porcentaje del tiempo total de la tarea utilizado en el refrigerador.

Así mismo, se pueden utilizar las frecuencias crudas, u obtener porcentajes de frecuencias de la misma manera, para aplicar el principio de frecuencia.

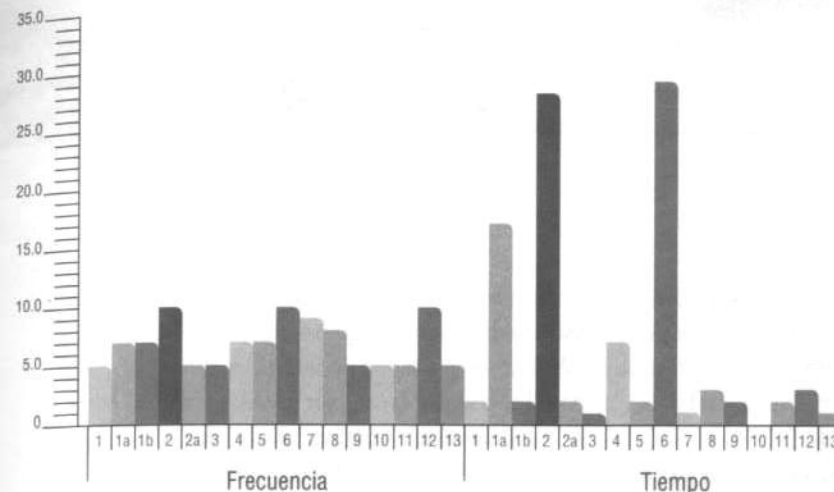
Estos resultados se pueden graficar para dar una idea más clara, como se muestra en la figura 4.4.

Los principios que se han revisado a lo largo de esta parte del libro, pueden aplicarse de manera aislada o en combinación. La decisión dependerá del análisis del sistema. Sin embargo, en muchos casos del diseño de interiores es necesario combinar varios principios en el sistema integral. Así mismo, como se mencionó al inicio de este capítulo, para determinar los elementos del sistema es muy importante considerar también los aspectos biomecánicos y antropométricos. Por ejemplo, por este tipo de factores los elementos que se utilizan con mayor frecuencia se colocan en la zona de

**Tabla 4.2**

Tiempos, frecuencias y porcentajes en diversos lugares de la cocina al llevar a cabo la tarea de hacer un agua de limón

Espacio físico	Tiempo (segundos)						Frecuencia	Tiempo acumulado	Porcentaje	
									Frecuencia	Tiempo
Alacena (platos)	20	15	25				3	1.00	4.9	1.5
Área de trabajo	270	180	225	45			4	12.00	6.6	17.6
Alacena (baterías, tablas de picar)	15	8	5	32			4	1.00	6.6	1.5
Estufa	242	360	103	252	105	10	6	19.50	9.8	28.7
Despensa	12	28	20				3	1.00	4.9	1.5
Alacena (plásticos)	8	5	17				3	0.50	4.9	0.7
Zona de trabajo	110	85	52	53			4	5.00	6.6	7.4
Cucharas	6	22	17	15			4	1.00	6.6	1.5
Tarja	332	104	189	301	265	19	6	20.00	9.8	29.4
Área de basura	4	3	10	8	5		5	0.00	8.2	0.7



- 1. Alacena (platos)
- 1a. Área de trabajo
- 1b. Alacena (baterías)
- 2. Estufa
- 2a. Despensa
- 3. Alacena (plásticos)
- 4. Zona de trabajo
- 5. Cucharas
- 6. Tarja
- 7. Área de basura
- 8. Varios
- 9. Ollas
- 10. Zona de comedor
- 11. Alacena de despensa
- 12. Refrigerador
- 13. Garrafón

Figura 4.4. Gráfica de barras de frecuencia y de tiempo de los elementos utilizados en la cocina en la tarea de hacer agua de limón.

alcance óptimo y los que se utilizan ocasionalmente en la zona de alcance máximo. La primera está delimitada, por lo que puede alcanzarse dentro del rango de movimiento del antebrazo, con el brazo y el antebrazo en un ángulo de 90 grados. La segunda abarca el radio de movimiento del brazo y el antebrazo extendido. También se puede hablar de una zona de alcance normal, en la que el brazo y el antebrazo forman un ángulo de 120-140 grados aproximadamente. En el siguiente capítulo se presenta un panorama más detallado de los factores antropométricos.

La antropometría es uno de los aspectos más conocidos de la ergonomía en el diseño. Tan es así que algunos diseñadores tienen la idea errónea de que la antropometría es lo mismo que la ergonomía. Aunque es una adecuación importante, no es más ni menos relevante que las otras, y el énfasis en una u otra dependerá de las características del sistema.

En los sistemas de diseño de interiores y arquitectura las adecuaciones antropométricas sin duda tienen una relevancia mayor. En el caso de diseño gráfico, por ejemplo, las adecuaciones antropométricas son casi nulas; en cambio, las adecuaciones sensoriales y psicológicas tienen mayor participación.

En este capítulo se presentan conceptos teóricos y estadísticos necesarios para comprender el proceso de adecuación antropométrica, así como los elementos básicos para llevarla a cabo.

### 5.1 Definición

La antropometría es la rama de las ciencias humanas que trata de la medición del cuerpo (Pheasant, 1996). Se puede definir, en términos generales, como la técnica antropológica que mide el cuerpo humano. La medición se puede realizar y en un solo individuo, en un grupo de individuos o en una población; el significado o conclusión que se derive de cada uno de estos planteamientos, lógicamente, será diferente, sobre todo considerando la intención con la que se realiza la evaluación.

La antropometría puede indicarnos las variaciones que hay entre individuos en un grupo, pero también nos indica de un mismo las diferencias que existen entre los distintos grupos de nuestra especie. Las variaciones que hay entre los individuos serán más grandes mientras más heterogéneo sea el grupo al que pertenecen, desde el punto de vista racial, o sean más variadas las condiciones económico-sociales de un lugar o país.

La función primordial de la antropometría es ofrecer los datos que constituyen la materia prima para que los diferentes profesionales logren sus objetivos particulares.

La estructura y función del cuerpo humano ocupa un lugar trascendente en el diseño de sistemas hombre-objeto-entorno, aunque este aspecto con frecuencia es relegado por diseñadores y arquitectos.

Las fallas de desempeño de un sistema provocadas por no haber proporcionado unos cuantos centímetros de espacio, que pueden ser clave para el operador, pueden poner en riesgo no sólo la eficiencia, sino también la seguridad.

Así pues, la adecuación dimensional óptima al usuario de los productos de diseño es una herramienta poderosa que debe considerarse en el momento de la planeación o el desarrollo del espacio físico y el mobiliario.

## 5.2 La antropometría en el diseño de interiores

En el diseño de interiores las adecuaciones antropométricas se pueden aplicar en los siguientes aspectos (Grandjean, 1973):

1. El espacio para las extremidades cuando el individuo está de pie o sentado. Este es un requerimiento anatómico directo y funcional del cuerpo humano, y comprende el radio de acción de brazos, espalda y piernas.
2. El espacio que necesita el cuerpo humano al operar el equipo. Los ejemplos incluyen el uso de instalaciones tales como estufas, baños y retretes, utilizando controles, presionando botones, poniendo las cosas dentro y fuera del almacenamiento en los armarios y en otras partes. El espacio de trabajo, que es la superficie del suelo que debe mantenerse libre para estar de pie mientras se usa un mobiliario o equipo en particular, también se incluyen bajo este título. Se ven ejemplos del último en el espacio del suelo necesario para sentarse y ponerse de pie para usar un horno, el espacio alrededor de una cama, para abrir y cerrar un armario o para usar una cubeta de lavado u otro equipo sanitario.
3. El espacio para la circulación en los cuartos y corredores. Esto se basa en los estudios de movimientos del tránsito y del análisis del uso de corredores y pasajes.

4. Los movimientos de las personas en las viviendas. Los estudios utilizados en este renglón son los de las demandas que se originan en cada cuarto, así como los de tiempos y movimientos.

## 5.3 Metas en la consideración de los factores antropométricos

La mayoría de los usuarios deben poder operar los aparatos y facilidades (puertas, alacenas, anaqueles, libreros, etc.). Por limitaciones prácticas y económicas, generalmente la mayoría no puede ir más allá del 90% o 95% de los usuarios potenciales por los casos extremos que existen en toda población.

Lo deseable es la operabilidad universal, o virtualmente universal, porque los productos de consumo deben poder ser utilizados por grupos poblacionales o sectores de mercado generalmente numerosos y, por lo tanto, con una alta variabilidad dimensional.

La operabilidad virtualmente universal de los productos de diseño es factible en general porque:

1. Las fallas o defectos dimensionales generalmente dependen de los detalles del diseño.
2. El rango de las variaciones humanas es pequeño en relación con las dimensiones de los productos y espacios.
3. El rango de las dimensiones humanas, o al menos hasta el 90 o 95 percentil, en general, se acomoda fácilmente por medio de artificios ajustables.

Cualquier producto o espacio, aun cuando haya sido hábilmente diseñado para cumplir con su función, puede ser maltratado o destruido por un operador incómodo o ineficiente. Si esto es resultado de alguna equivocación anatómica o biomecánica del diseñador, la falla puede ser clasificada como «error de diseño» y no como «error del usuario».

Los errores de diseño son responsables de una parte sustancial de los accidentes aéreos y automovilísticos hasta ahora atribuidos a fallas humanas.

## 5.4 La variabilidad humana

A diferencia de los entes inanimados, en los que se puede encontrar cierta uniformidad en sus contenidos y comportamientos, el ser humano, como otras especies biológicas, se distingue por su variabilidad.

Un compuesto químico tiene un punto de disolución y un coeficiente de conductividad bastante estable en cualquier lugar donde se encuentre. Los metales, plásticos y textiles pueden también ser descritos en términos de propiedades relativamente fijas, con un comportamiento especificado con precisión bajo condiciones externas dadas tales como calor, presión, vibración, estrés mecánico y otras semejantes.

El hombre, por el contrario, es sumamente variado. Si tomamos, por ejemplo, una muestra de individuos del mismo sexo, edad, misma raza y condición socioeconómica y observamos sus características físicas, encontraremos una variedad de formas, tamaños, proporciones, colores de piel, tipos de pelo, etc., tan amplia como amplia puede ser la propia muestra.

Estas variaciones son producto de la evolución biológica y sociocultural del hombre, y tienen funciones muy particulares en esos mismos niveles de organización, que garantizan la continuidad de nuestra especie.

Existen dos tipos de variabilidad humana:

1. **La variabilidad interna.** Representada por las variaciones que se dan en un mismo grupo poblacional.
2. **La variabilidad externa.** Representada por las variaciones entre diversos grupos de población.

La variabilidad antropométrica de una población está determinada principalmente por cuatro tipos de factores:

3. **La herencia genética.** Los distintos grupos de la especie humana, que se desarrollaron y evolucionaron en diferentes zonas geográficas del planeta, durante su proceso de adaptación a las cambiantes condiciones ambientales, desarrollaron también diferentes características físicas que les permitieron enfrentar las condiciones adversas de su medio ambiente. Así, por ejemplo, los nilotas, habitantes de las márgenes del río Nilo, desarrollaron una gran estatura, escasa adiposidad, pigmento oscuro en la piel, y gran capacidad de sudoración, como elementos que les permitieron soportar las intensas radiaciones solares de esas latitudes.

Al extenderse las poblaciones de diversas partes del planeta y mezclarse entre sí, las características desarrolladas se transmiten genéticamente aunque ya no sean necesarias en los nuevos ambientes. Esto se debe a que el tiempo transcurrido desde que los traslados masivos fueron posibles es insignificante si se le compara con el de la adaptación al medio que determinó las diferencias. Ejemplo:

Pregunta un negrito a su madre: mamá, ¿por qué tenemos la piel tan oscura? Porque tenemos un pigmento que nos protege de las radiaciones solares tan intensas de la zona tropical, hijito contesta la madre ¿Y por qué sudamos tanto? ¡Ah hijito! es que el sudor es un mecanismo de defensa que nos permite mantener la temperatura del cuerpo adecuada en el sofocante calor del África. ¿Y por qué tenemos el pelo tan rizado? Para que se mantenga lo más pegado al cuero cabelludo y no se enrede en las ramas de los árboles y arbustos cuando corras por la selva, hijo. Siendo así mami, entonces ¿qué #\*&\*\$#... estamos haciendo en Nueva York?

Este chiste, aunque no es muy riguroso desde el punto de vista ergonómico, ilustra bien las diferencias.

### El sexo

En todo grupo de población humano, la estructura y composición esquelética y muscular del sexo masculino es diferente de la del sexo femenino debido a los diferentes papeles que desempeñan en la reproducción biológica. Como rasgo característico, la estatura en general de los hombres es mayor que la de las mujeres; en cambio, la anchura de caderas y la flexibilidad articular son mayores en ellas.

### La edad

Las dimensiones del cuerpo humano no son estáticas. Durante la vida del individuo se van presentando modificaciones que van desde el incesante incremento de estatura y longitud de los miembros del cuerpo durante el desarrollo (0 a 24 años) hasta el incremento de la anchura pasando los 24 años y el pequeño descenso de la estatura luego de los 50.

## Las condiciones socioeconómicas

Debido al importante papel que desempeñan la alimentación, las actividades físicas, el cuidado de las enfermedades y los hábitos higiénicos, todos ellos fuertemente determinados por factores económicos y educativos, se han encontrado diferencias significativas entre grupos de población de diferentes niveles económicos y educativos.

Otros factores determinantes menos directos pero que en algunas ocasiones pudieran ser fundamentales son:

## La ocupación

Los puestos de trabajo desempeñados durante períodos más o menos largos pueden afectar algunas dimensiones humanas; por ejemplo, los choferes de autobús tienden a engordar, mientras que los investigadores científicos tienden a adelgazar. También la selección de otros o la autoselección influyen en las diferencias entre ocupaciones.

## Las generaciones

Los datos de estatura provenientes de investigaciones de hace más de 25 años suelen ser más bajas que las de los datos de poblaciones similares tomados en la actualidad; esto se debe a las posibilidades de una mejor alimentación, educación, asistencia médica y hábitos físicos en comparación con los mismos factores en épocas pasadas.

Los estudios y las bases de datos antropométricas deben considerar estos factores determinantes de la variabilidad para presentar y poder usar apropiadamente sus datos.

## 5.5 Medidas de variabilidad

Por lo antes explicado, un grupo de usuarios presenta una variabilidad antropométrica que es necesario conocer con precisión para poder realizar las adecuaciones dimensionales del puesto de trabajo a la mayor parte posible de ellos.

Esta variabilidad está representada por la curva estadística de distribución normal (véase la figura 5.1), que nos indica cuáles son los datos mayores, menores y en promedio de un grupo de mediciones, y el porcentaje de personas ubicadas en cada segmento de la curva (percentiles).

La desviación estándar o típica indica el grado de dispersión que más se emplea y la estimación más confiable de la variabilidad de la población. Es un tipo de promedio de todas las desviaciones respecto de la media (Frutcher, 1978). Su fórmula es la siguiente:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (\bar{x} - x)^2}{N}}$$

La cual significa la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las desviaciones de cada dato con respecto a la media dividido entre la cantidad total de datos.

Con frecuencia, una adecuación antropométrica debe considerar que las dimensiones clave del puesto de trabajo u objeto del diseño se adapten al 90% de la población que la usará, esto es, el puesto u objeto debe poder ser usado, manipulado y operado por personas altas y bajas, gruesas y delgadas, livianas y pesadas. Para ello es necesario basarse en los datos de la población a la que pertenecen. En realidad se analizan los perfiles de cada dimensión por separado, lo que no garantiza que el 90% de la población considerada sea incluida pues las personas no son del mismo percentil en todas sus dimensiones.

La variabilidad antropométrica de un grupo de población generalmente se representa por medio de curvas estadísticas o tabulaciones de los datos obtenidos de éste (véase la figura 5.1). En estas gráficas encontraremos los valores de las personas de menores (percentil 5) y mayores dimensiones (percentil 95). Si por razones prácticas y económicas se decide que las personas menores sean representadas por el percentil 5 y las mayores por el percentil 95, entre esos extremos se encontraría el 90% de la población (véase la figura 5.2).

La escala percentil está dividida en 100 unidades. Si una persona tiene asignado un valor percentil de 95, ello significa que en una muestra típica de 100, superaría a otras 95 en esa misma dimensión. Otra persona con un valor percentil de 50 está por encima de las 50 personas inferiores entre 100,

o sea que está por encima del 50% de los casos de la distribución. A continuación se presentan las fórmulas para obtener los percentiles 5 y 95, que son los más usuales en las adecuaciones ergonómicas.

$$\text{Percentil 5} = \bar{x} - 1.65\sigma$$

$$\text{Percentil 95} = \bar{x} + 1.65\sigma$$

Donde:

$\bar{x}$  = media de los datos

$\sigma$  = desviación estándar

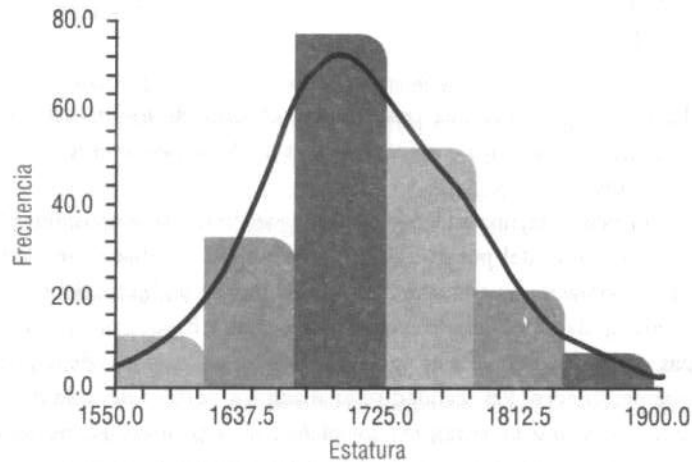


Figura 5.1. Gráfica de histograma (línea) y polígono (barras) que representa la distribución normal de la estatura de alumnos de preparatoria.

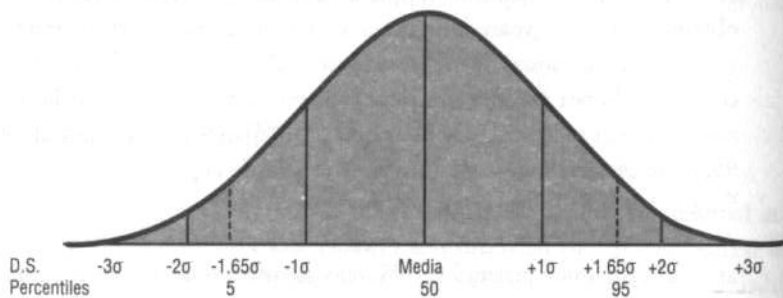


Figura 5.2. Curva o campana de Gauss con sus tres desviaciones estándar a cada lado de la media y en porcentajes de población que caen en cada desviación estándar.

## 5.6 Tipos de dimensiones en antropometría

Las dimensiones del cuerpo humano que influyen en el desempeño de las personas son de dos tipos esenciales:

- 1. Dimensiones estructurales.** Éstas se toman con el cuerpo de los sujetos en posiciones fijas, estáticas (McCormick, 1980). Son las dimensiones de las distintas partes o elementos estructurales del cuerpo, por ejemplo: estatura, longitud del brazo, longitud de la mano, perímetro de la cabeza, altura de la rodilla.
- 2. Dimensiones funcionales.** Son dimensiones que incluyen el movimiento y la acción de segmentos corporales en el espacio de trabajo, por ejemplo: zona de alcance funcional máximo de la mano, zona de alcance de comodidad, zona de alcance mínimo (véase la figura 5.3.).

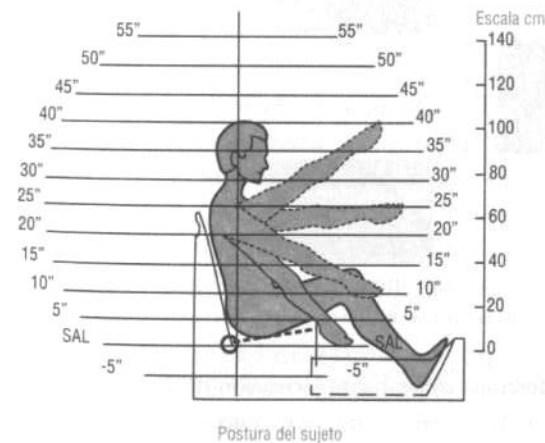


Figura 5.3. Distribución física utilizada en un estudio antropométrico del espacio tridimensional que rodea a sujetos sentados. Fuente McCormick, 1980.

Generalmente, por su facilidad de medición, las dimensiones estructurales son las que aparecen con más frecuencia en las bases de datos disponibles. Sin embargo, la utilidad de las dimensiones funcionales es diversa tanto en las actividades, domésticas como de trabajo, los miembros del cuerpo no operan independientemente sino en coordinación. Por ejemplo, el alcance brazo frontal de la mano no es igual a la medida de la longitud del brazo, pues resulta afectado por el movimiento del hombro, la rotación parcial del tronco, la posible curvatura de la espalda y la función que debería llevar a cabo la mano (McCormick, 1980). Un ejemplo de este tipo de estudios es citado por McCormick (1980) y trata de la medición de un grupo de 20 sujetos masculinos de la Fuerza Aérea de Estados Unidos, para determinar el espacio en el que podrían colocarse controles en operaciones en posición sedente. Se construyó un bastidor vertical con varillas de medición, apuntando hacia el cuerpo en la articulación del hombro derecho. El extremo de la varilla tenía un botón de mano que el sujeto debía asir entre el pulgar y el índice para moverla hacia fuera hasta que el brazo quedara completamente extendido sin apartar el hombro del respaldo del asiento. Las varillas estaban separadas cada 15 grados alrededor de una línea imaginaria de referencia vertical, que empezaba en el punto donde hacían contacto sujeto y asiento (véase la figura 5.3.).

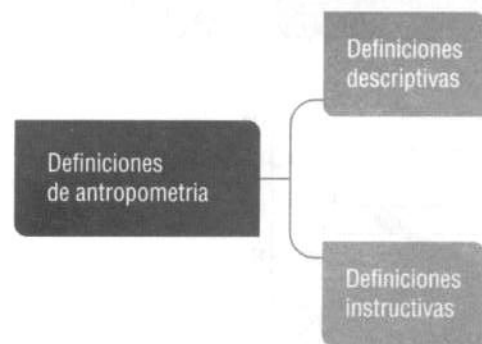


Figura 5.4. Esquema que muestra los dos tipos de definiciones asignadas las dimensiones antropométricas.

Desde la Conferencia sobre Estandarización de Terminología y Técnicas Antropométricas (Hertzberg, 1968) se estableció que existen dos tipos de definiciones para las dimensiones antropométricas:

1. **Definiciones descriptivas.** Describen los puntos entre los cuales se mide la distancia.
2. **Definiciones instructivas.** Implican una explicación más extensa que incluye la posición del sujeto, los puntos somatométricos, los instrumentos que se van a utilizar en la medición y la técnica para tomar la medida (véase la figura 5.4).

Aquí se prefiere la definición instructiva, aunque la descripción de la técnica específica no sea tan detallada.

En la misma conferencia (Hertzberg, 1968) se recomendó el uso de tres términos descriptivos para referirse a cada una de las dimensiones que se van a medir:

1. **Un orientador.** Identifica la dirección de la dimensión, por ejemplo altura, anchura.
2. **Un localizador.** Identifica el los puntos del cuerpo entre o a los que se va a hacer la medición, por ejemplo exocantion, acromion.
3. **Un posicionador.** Identifica la posición del cuerpo requerida para tomar la medida, como de pie, sentado, sedente. Cuando no se indica el posicionador, se asume que es de pie o que no es necesario, por ejemplo, longitud de la mano.

Ejemplo:

<i>Orientador</i>	<i>Localizador</i>	<i>Posicionador</i>
Altura	de ojos	sentado

A fin de medir correctamente, con precisión y confiabilidad las diversas partes del cuerpo, es preciso que el sujeto se encuentre en ciertas posturas estandarizadas durante todo el tiempo que dure la medición, ya que muchas de ellas están correlacionadas y un movimiento o una inclinación del sujeto que está siendo medido ocasionaría errores importantes.

Las posturas más comúnmente utilizadas en antropometría son la de pie y la sedente.

En el Centro de Investigaciones en Ergonomía del Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño de la Universidad de Guadalajara se han desarrollado investigaciones antropométricas en población desde dos hasta 90 años de edad de la zona metropolitana de Guadalajara, (Ávila, prado y gonzález, 2001).



Las dimensiones incluidas en este estudio así como sus definiciones se presentan en las figuras 5.5, 5.6, 5.7 y 5.8).

1. **Peso.** Es la masa total del sujeto, pesada con báscula clínica en kilogramos y con una precisión de 100 gramos.
2. **Estatura total.** Distancia vertical máxima del vértex al suelo, estando el sujeto de pie con la cabeza orientada al plano de Frankfort.
3. **Altura de ojos (exocantion).** Distancia comprendida del exocantion al suelo, estando el sujeto de pie con la cabeza orientada conforme al plano de Frankfort.
4. **Altura al oído.** Distancia comprendida del tragion al suelo, estando el sujeto de pie con la cabeza orientada conforme al plano de Frankfort.
5. **Altura a la vertiente humeral.** Distancia comprendida entre el punto medio de la vertiente humeral y el piso, estando el sujeto de pie.
6. **Altura al hombro.** Distancia vertical comprendida entre el acromio y el piso, estando el sujeto de pie.
7. **Altura al codo.** Distancia vertical que va de la comisura articular húmero-radial al piso, estando el sujeto de pie.
8. **Altura codo flexionado.** Distancia vertical comprendida entre la cara inferior del olecranon y el piso con el antebrazo flexionado a 90 grados, estando el sujeto de pie.
9. **Altura de la muñeca.** Distancia vertical del suelo al punto estiloradial estando el sujeto de pie.
10. **Altura del nudillo.** La distancia del suelo al punto más bajo del puño sujeto parado en posición normal, su brazo caído libremente con el puño cerrado, midiendo con el antropómetro.
11. **Altura del dedo medio.** Es la distancia vertical desde el punto más inferior del dactilio III al piso, estando el sujeto de pie.
12. **Altura de la rodilla.** Es la distancia vertical entre la parte central de la rótula y el piso, estando el sujeto de pie.
13. **Diámetro máximo bideltoideo.** Es la distancia máxima entre los dos puntos deltoides.
14. **Anchura máxima del cuerpo.** Distancia horizontal entre los dos puntos más sobresalientes del cuerpo, en cualquier lugar que éstos se encuentren (brazos, codos, manos, etcétera.).
15. **Diámetro transversal del tórax** (anchura posterior del tórax). Comprende la distancia máxima horizontal, entre los dos costados del tórax, a la altura de las tetillas.

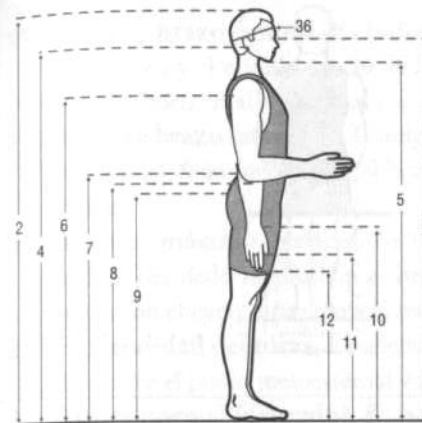


Figura 5.5. Dimensiones de cuerpo en posición de pie.

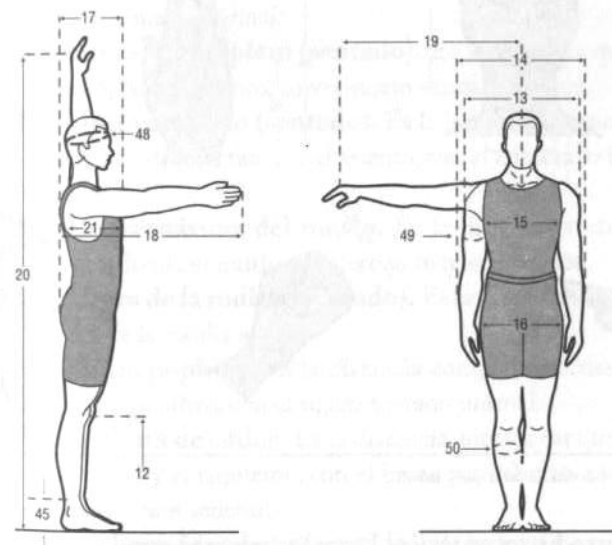


Figura 5.6. Dimensiones de cuerpo en posición de pie.

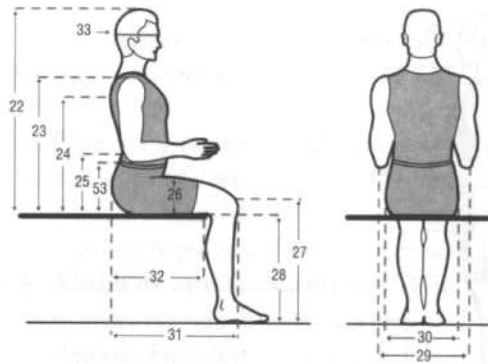


Figura 5.7. Dimensiones en posición sedente.

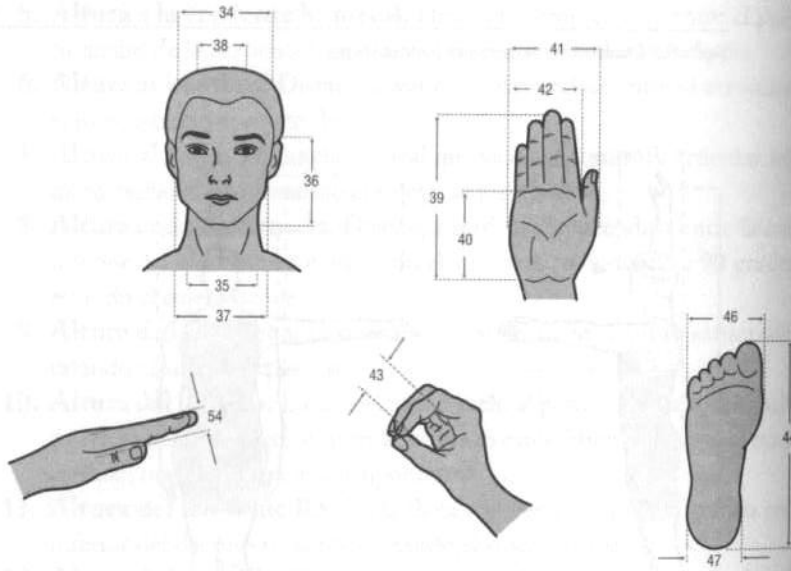


Figura 5.8. Dimensiones de cara, pie y mano.

- 16. Diámetro bitrocantérico.** Distancia horizontal máxima entre los puntos más laterales y superiores de los trocánteres mayores del fémur.
- 17. Profundidad máxima del cuerpo.** Es la mayor distancia horizontal anteroposterior, entre los puntos más sobresalientes del cuerpo, dondequiera que se localicen.

- 18. Alcance brazo frontal.** Es la distancia comprendida entre el hombro (acromion) y el nudillo medio de la mano. Esta medida se obtiene con el brazo horizontal dirigido al frente.
- 19. Alcance brazo lateral.** Es la longitud entre el punto supraesternal y el nudillo del dedo medio, con el brazo completamente extendido lateralmente.
- 20. Alcance máximo vertical.** Es la distancia máxima a la que llega el nudillo del dedo medio con el brazo completamente extendido hacia arriba con el cuerpo pegado a la pared.
- 21. Profundidad del tórax.** La anchura máxima del tórax queda comprendida entre el punto mesoesternal y un punto equivalente en la espalda.
- 22. Altura normal (sentado).** Es la longitud máxima del vértex al asiento con el sujeto sentado normal, con la cabeza orientada al plano de Frankfort.
- 23. Altura al hombro (sentado).** Es la distancia comprendida entre las partes superior y lateral de la apófisis del omóplato (acromio), en posición sentado normal.
- 24. Altura al omóplato (sentado).** Es la distancia que va del vértice del omóplato al asiento, con el sujeto sentado normal.
- 25. Altura del codo (sentado).** Es la longitud comprendida entre la cara inferior del olecranon y el asiento, con el antebrazo flexionado a 90 grados.
- 26. Altura máxima del muslo.** Es la distancia vertical del asiento a la zona donde el muslo adquiere su mayor elevación.
- 27. Altura de la rodilla (sentado).** Es la longitud del punto patelar superior de la rodilla al piso.
- 28. Altura poplíteica.** Es la distancia comprendida desde el suelo hasta el punto poplíteo, con el sujeto sentado normal.
- 29. Anchura de codos.** Es la distancia entre la cara inferior del olecranon derecho y el izquierdo, con el brazo y antebrazo a 90 grados y el sujeto en posición sedente.
- 30. Anchura de caderas (sentado).** Es la distancia máxima comprendida entre la parte más lateral a nivel de la nalga de un lado hasta el punto contrario, con el sujeto en posición sedente.
- 31. Longitud nalga-rodilla.** Es la longitud mayor entre el punto más anterior de la rodilla y el punto más posterior de la nalga (glúteo-patelar medio), con el sujeto en posición sedente.

32. **Longitud nalga-poplíteo.** Es la longitud mayor comprendida de la parte más posterior: de la nalga (glúteo) al encuentro del músculo bícepcrural y el hueco poplíteo (punto poplíteo), con el sujeto en posición sedente.
33. **Diámetro anteroposterior cabeza (largo de la cabeza).** Es la distancia comprendida entre el entrecejo (glabella) y el opistocráneo.
34. **Anchura de la cabeza.** Es la máxima distancia entre el parietal izquierdo y el parietal derecho (puntos eurios).
35. **Anchura del cuello.** Es la dimensión mayor en la base del cuello, ubicada donde cambia de dirección su perfil para formar los hombros.
36. **Altura de la cara.** Distancia limitada por el entrecejo (glabella) y la parte más inferior y anterior de la mandíbula (gnation).
37. **Anchura de la cara.** Es la distancia máxima que queda limitada entre el arco cigomático izquierdo y el derecho.
38. **Diámetro interpupilar.** Es la distancia comprendida entre la pupila izquierda y la derecha.
39. **Longitud de la mano.** Es la distancia limitada por el dobléz más cercano a la región del metacarpo de la muñeca al vértice del dedo medio (dactilion III), estando el sujeto de pie.
40. **Longitud de la palma de la mano.** Es la distancia del dobléz más cercano a la región del metacarpo de la muñeca, a la base del dedo medio, sobre la articulación metacarpo-falángica III, encontrándose el sujeto de pie.
41. **Anchura de la mano.** Es la distancia del borde externo del metacarpo (punto metacarpal radial), al borde externo (punto metacarpal cubital) incluido el dedo pulgar.
42. **Anchura de la palma de la mano.** Es la distancia comprendida entre el borde interno del metacarpo (cóndilo distal radial del segundo metacarpiano) y el borde externo del mismo (cóndilo distal cubital del quinto metacarpiano).
43. **Diámetro de empuñadura.** Es la distancia máxima comprendida entre dos puntos cerrando un círculo con los dedos índice y pulgar de la mano derecha, el individuo debe encontrarse de pie.
44. **Longitud total del pie.** Es la distancia del punto más anterior del mayor de los dedos del pie, acropodio, a la parte más posterior del tobillo, ternio (ternio-acropodio).

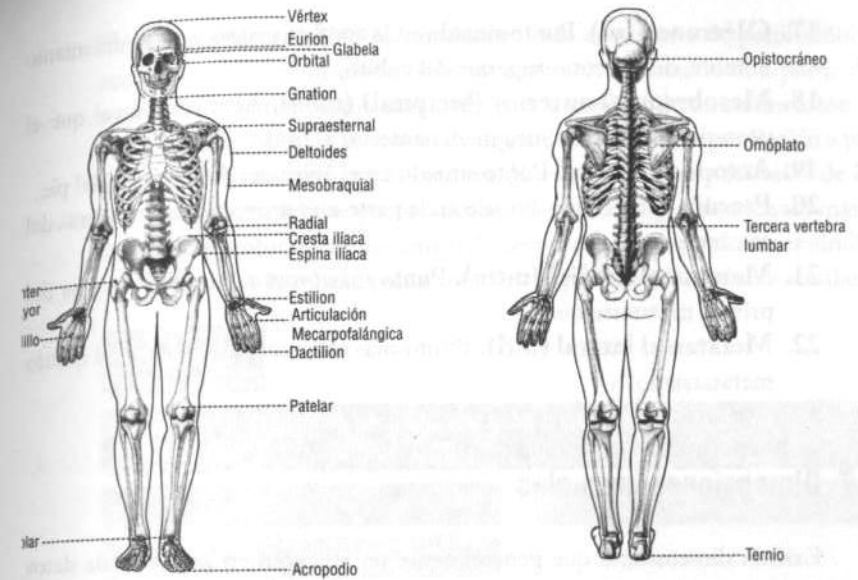
45. **Altura del tobillo (maleolar).** Es la distancia del vértice inferior del maléolo interno al piso.
46. **Anchura del pie.** Es la distancia máxima comprendida entre el borde interior del pie, y el borde exterior a la altura del tarso.
47. **Anchura del talón.** Es el grosor máximo de la cara interna del talón a la cara externa del mismo.
48. **Perímetro de la cabeza.** Es la circunferencia máxima tomando como referencia las protuberancias frontales y la parte más posterior de la cabeza, occipucio (del frontal al occipucio).
49. **Perímetro del brazo (braquial).** Circunferencia a nivel del punto mesobraquial, con el brazo colgando a lo largo del cuerpo pero ligeramente separado y relajado.
50. **Perímetro de la pantorrilla.** Es la circunferencia máxima sobre la parte más gruesa de la pierna. Se realizan dos o tres lazadas para encontrar la más grande, cuidando mantener la circunferencia perpendicular a la pierna.
51. **Altura al mentón.** Distancia comprendida de la parte más saliente del mentón al suelo, estando el sujeto de pie con la cabeza orientada conforme al plano de Frankfort.
52. **Altura al trocánter mayor.** Longitud que va de la parte superior del trocánter mayor al piso, estando el sujeto de pie con la cabeza orientada conforme al plano de Frankfort.
53. **Altura a la cresta iliaca.** Es la distancia entre la parte superior de la cresta iliaca y el asiento, con el sujeto sentado normal.
54. **Espesor de la mano (grosor).** Es la distancia máxima entre el dorso y la palma de la mano en la región metacarpiana, tomada con la mano del sujeto extendida.
55. **Altura de la cadera.** Es la distancia entre la parte superior de la cresta iliaca y el piso, estando el sujeto de pie.
56. **Altura lumbar.** Es la distancia entre el asiento y la parte más alta de la cresta iliaca, con el sujeto sentado normal.

#### Glosario de puntos somatométricos

Los puntos somatométricos o antropométricos son aquellos que sirven de referencia para realizar las distintas mediciones. Aunque no siempre es así, la mayor parte de ellos coincide con relieves óseos. Pueden estar situados sobre

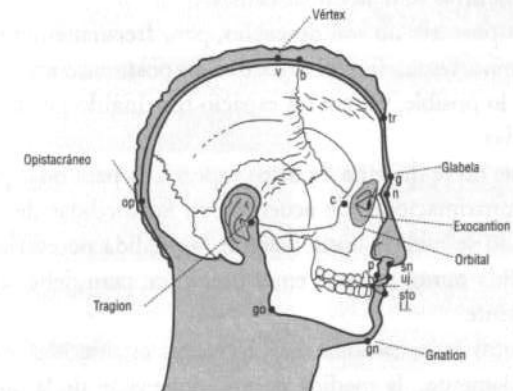
la línea media sagital (planos anterior, posterior y coronal) y son los llamados puntos impares. Los puntos pares o laterales se encuentran a ambos lados de la línea media sagital. En las figuras correspondientes se señalan entre paréntesis las abreviaturas con que se identifican convencionalmente, cuando es el caso:

1. **Glabela (g).** Punto más saliente hacia adelante del entrecejo, entre los Arcos supraorbitarios y sobre la línea media sagital.
2. **Vértex (v).** Punto más elevado del cuerpo en la línea media sagital sobre la sutura coronal, cuando la cabeza se orienta en el plano de Frankfort.
3. **Opistocráneo (op).** Punto más saliente del occipital y más alejado de la glabela. Se determina por medición y está sobre la línea media sagital.
4. **Eurio (eu).** Punto lateral en la zona más saliente de la región temporal del cráneo. Se determina por medición.
5. **Supraesternal (mst).** Punto medio del borde superior del esternón y la línea media sagital.
6. **Ileocrestal (ic).** Punto más saliente en sentido lateral de la cresta ilíaca. Determinado por medición.
7. **Supraileocrestal (suprailíaco) (sic).** Sobre la cresta ilíaca en la línea media axilar.
8. **Ileoespinal anterior (is).** Punto más bajo situado en la espina ilíaca anterosuperior.
9. **Subescapular (sue).** Punto situado debajo del vértice de la escápula.
10. **Acromion (ac).** Punto más lateral y superior de la apófisis acromial del omóplato.
11. **Radial (ra).** Punto más alto en el borde superior de la cabeza del radio.
12. **Estilión (sty).** Punto situado en el extremo más bajo de la apófisis estiloidea del radio.
13. **Metacarpal radial (mr).** Punto más extremo en el borde radial del dedo índice, a nivel de la articulación metacarpo-falange.
14. **Metacarpal cubital (mu).** Punto más externo en el borde cubital del quinto dedo, a nivel de la articulación metacarpofalange.
15. **Dactilio iii (daiii).** Punto situado en el ápice de la yema del dedo medio de la mano.
16. **Mesobraquial posterior (tricipital) (mbp).** Situado en la mitad de la distancia entre el acromio (ac) y el olécranon en la línea media posterior del brazo.



Puntos antropométricos de la parte anterior del cuerpo

Puntos antropométricos de la parte posterior del cuerpo



Puntos antropométricos en el cráneo.

17. **Olécranon (ol)**. Punto situado en la apófisis, gruesa y curva del mismo nombre, del extremo superior del cúbito.
18. **Mesobraquial anterior (bicipital) (mba)**. Al mismo nivel que el posterior, pero en la línea media anterior al brazo.
19. **Acropodio (acro)**. Punto situado en el ápice del dedo mayor del pie.
20. **Pternio (pt)**. Punto situado en la parte más proyectante hacia atrás del calcáneo.
21. **Metatarsal medial (mtm)**. Punto más prominente de la cabeza del primer metatarsiano.
22. **Metatarsal lateral (mtl)**. Punto más saliente de la cabeza del quinto metatarsiano.

## 5.7 Dimensiones inusuales

Existen dimensiones que generalmente no aparecen en las tablas de datos antropométricos, pero representan posturas que suelen ocurrir en las actividades domésticas. Un ejemplo puede ser una posición arrodillada cuando se sostiene un objeto a 30-60 centímetros del suelo o doblando la parte de la espalda mientras se tienden las camas.

Estas posturas no son deseables, pero frecuentemente resultan inevitables. Es importante, sin embargo, que las posturas corporales inadecuadas se eviten en lo posible, ya que un espacio restringido puede inducir a posturas inadecuadas.

Ya que no se dispone de datos específicos para estas posturas, se pueden estimar aproximaciones de acuerdo con las medidas de otras dimensiones. Así, cuando se inclina hacia delante, la medida necesaria es cabeza-nalgas. Esta medida nunca aparece en la literatura, pero debe ser muy similar a la altura sedente.

Por otro lado, también hay fórmulas establecidas para poder calcular, aproximadamente, la medida de una dimensión de la que no se dispone, a partir de otra medida. Por ejemplo, Helmrijk y Sittig (1966, citados por Grandjean, 1973) investigaron la relación del alcance máximo con la estatura y llegaron a la siguiente fórmula:

$$\text{Alcance máximo vertical} = 1.24 \times \text{estatura}$$

En este sentido, también se han desarrollado ecuaciones de predicción, que nos permiten, con un grado bastante aceptable de exactitud, a partir de la medida de una dimensión dada, predecir la medida de otra dimensión. Por ejemplo, en la tabla 5.1 se muestran algunas ecuaciones de predicción a partir del peso y otras a partir de la estatura. Nótese que a partir del valor de  $X_1$  y  $X_2$  (peso y estatura), se pueden obtener las medidas de  $Y$  (anchura máxima del cuerpo, profundidad máxima del cuerpo, etc.) para poblaciones similares o individuos de la misma población con proporciones corporales similares.

**Tabla 5.1**

Ecuaciones de predicción para niños de ocho años de edad  
(fuente: Prado, Ávila y González, 2001).

Variable	Ecuación de predicción
Peso ( $x_1$ )	
Anchura máxima del cuerpo	$Y = 212.32 + 4.74 (x_1)$
Profundidad máxima del cuerpo	$Y = 125.93 + 2.76 (x_1)$
Altura del muslo sentado	$Y = 56.31 + 1.74 (x_1)$
Anchura de cadera sentado	$Y = 166.54 + 3.28 (x_1)$
Estatura ( $x_2$ )	
Alcance del brazo	$Y = -46.69 + 1.25 (x_2)$
Altura sentado	$Y = 158.37 + 0.40 (x_2)$
Altura rodilla sentado	$Y = -55.41 + 0.35 (x_2)$
Altura poplítea sentado	$Y = 36.19 + 0.23 (x_2)$
Longitud nalga-rodilla	$Y = -45.71 + 0.37 (x_2)$
Longitud nalga-poplítea	$Y = -45.99 + 0.31 (x_2)$

## 5.8 Aplicación de los datos antropométricos

A continuación se presenta una serie de principios que pueden ser apropiados para la aplicación de los datos antropométricos en determinados casos de diseño.

Con frecuencia se escucha que al diseñar y objetos y espacios, éstos deben adaptarse al «promedio» de los usuarios. Esto está basado en una idea errónea de los conceptos estadísticos de la distribución normal.

En primer lugar, desde el punto de vista técnico, el promedio es un dato teórico obtenido de la división de la sumatoria de todos los datos de una muestra entre el total de los datos, es decir, no es un dato real, y los datos reales que por casualidad resultan iguales son muy pocos.

En segundo lugar, este dato «promedio» sólo indica que alrededor de él se agrupan todos los demás, y nunca que la mayor parte de los datos son iguales a él.

En tercer lugar, una adecuación para los datos promedio pone en problemas al menos al 45% de la población cuyos datos son mayores o menores que el promedio. Piénsese en la adecuación de la altura de una puerta al promedio de estatura de una población.

Una forma equivocada de hallar la solución para la mayoría de la población es seleccionar una figura basada en el promedio de las dimensiones. Si se diseña una puerta para la altura promedio, el 50% de la población podría golpearse la cabeza.

### Diseño para individuos extremos

Es mejor diseñar para un extremo u otro. Por ejemplo, las puertas se diseñan para las personas altas (percentil 100) más una tolerancia para que puedan pasar los casos de personas que tienen estaturas mayores, muy poco probables. Así, cuando se determina que es conveniente diseñar para los percentiles altos, estamos seguros de no habrá ningún problema para los percentiles más bajos y viceversa. Por ejemplo, si diseñamos la altura de las alacenas de una cocina con base en el percentil 5, no hay duda que las personas del percentil 95 podrán alcanzarlas también (véase la figura 5.9.).

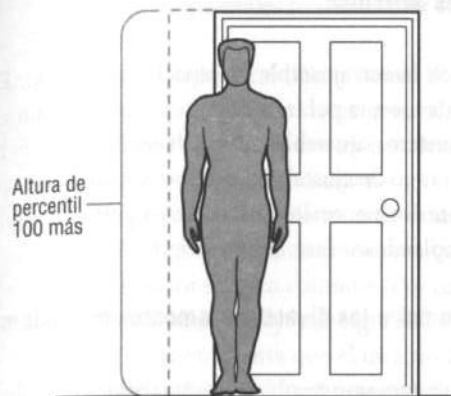


Figura 5.9. El diseño para individuos extremos es el que vemos arriba, donde el diseño se elabora por medio del percentil base. En este caso las puertas se crean con base en el percentil 95, que es el de las personas más altas, ya que por consiguiente las bajas pasarán sin ningún problema.

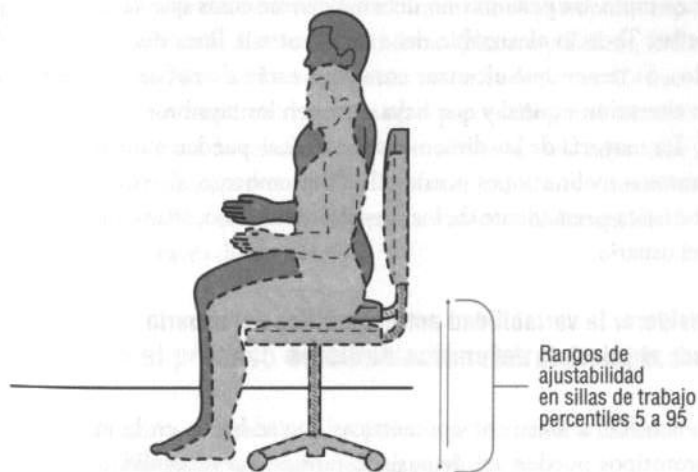


Figura 5.10. Este gráfico muestra un ejemplo del diseño para ajustarse a los extremos; aquí la silla se ajusta según sea la altura del usuario, ya sea la más alta (percentil 95) o la más baja (percentil 5).

## Diseño para ajustarse a los extremos

Una mejor aproximación es hacer ajustable el espacio de trabajo. De esta manera se asegura que se adecue a la población. Por ejemplo, los automóviles presentan los asientos delanteros ajustables, y muchas sillas de oficina son ajustables. Sin embargo, el rango de ajustabilidad debe considerar los percentiles extremos señalados anteriormente: los percentiles 5 y 95 de la población usuaria son usualmente empleados (véase la figura 5.10.).

## Considerar la interrelación entre los diversos elementos del sistema

No sólo los seres humanos varían, sino también las situaciones de trabajo y las tareas. La interrelación entre las personas, la tarea, la superficie de trabajo, el asiento y los alcances pueden diferir de persona a persona y de tarea a tarea.

## Tomar en cuenta el movimiento

Por ejemplo, las personas no deben alcanzar cosas que se encuentren detrás de ellas. Todo lo alcanzable debe estar entre la línea del hombro y la de los codos. Si tienen que alcanzar cosas que están detrás de ellas, puede ocurrir una alteración espinal y que haya estrés en los hombros.

La mayoría de las dimensiones estáticas pueden aumentarse por estiramientos o inclinaciones ocasionales. Sin embargo, si esto se vuelve una característica permanente de los espacios de trabajo, se producirá estrés físico en el usuario.

## Considerar la variabilidad antropométrica del usuario desde el principio del proceso de diseño

Las consideraciones antropométricas que se hacen en la etapa de modelos o prototipos pueden ser demasiado tardías. La variabilidad antropométrica significa que los usuarios varían en sus dimensiones corporales, su edad, su sexo, sus capacidades físicas, y estas variaciones pueden ser bastante amplias. La variabilidad se presenta tanto dentro de un grupo de usuarios como fuera del mismo, entre grupos de usuarios.

Las dimensiones del grupo de usuario para quienes se diseña un producto pueden ser considerablemente diferentes de las medidas disponibles

en la literatura, los cuales muchas veces no pertenecen a la población usuaria en cuestión.

Si no se cuenta con dimensiones de los usuarios reales para quienes se diseña, o con una base de datos generalizable, es mejor tomar una muestra relativamente pequeña de usuarios reales y medirlos (100 sujetos representativos) que usar datos inadecuados.

Al realizar las adecuaciones antropométricas se obtiene suficiente margen de seguridad tanto para el usuario como para el producto. Ambos pueden estar sujetos a situaciones poco comunes. Por consiguiente, esto permitirá excederse en los espacios mínimos y las holguras en lugar de establecer el mínimo indispensable. Tome en cuenta que el usuario casi siempre está vestido, puede usar ropas gruesas, calzado, moverse; que requiere un adecuado espacio personal, un buen campo visual y motor, y debe estar cómodo, seguro y ser eficiente.

## 5.9 Lineamientos de la dimensión producto/espacio

En la tabla 5.2 se muestran diversas dimensiones antropométricas, las principales aplicaciones al diseño de las mismas (Panero y Zelnik, 1981), el percentil recomendado y, en su caso, algunas recomendaciones. Es necesario aclarar que, aunque se sugieren determinados percentiles, una situación específica puede dar lugar a la selección de otro percentil más adecuado. Así mismo, cuando se señala el percentil 50, ello puede implicar, en ocasiones, la realización de un análisis más profundo para establecer la dimensión del objeto más apropiada, a través de simulación.

## 5.10 Pasos en el proceso de adecuación antropométrica

A continuación se describen los pasos que se deben retomar para llevar a cabo una adecuación antropométrica en el diseño:

1. Determinar la característica del objeto que se adecuará antropométricamente. Por ejemplo, altura del borde superior del fregadero.
2. Determinar, con base en el anterior, la dimensión del cuerpo que ha de tomarse en cuenta para la adecuación antropométrica. Por ejemplo, para la altura del borde superior del fregadero, la altura codo flexionado de pie.

3. Determinar el principio ergonómico que se aplicará. En el mismo ejemplo, el principio ergonómico sería 25 mm abajo del codo flexionado.
4. Seleccionar el percentil adecuado (5, 50 o 95).
5. Extraer la medida de la dimensión seleccionada de las tablas de la población usuaria.
6. Considerar las holguras, movimientos, ropa, zapatos, etcétera.
7. Hacer las operaciones correspondientes, para determinar la dimensión de la característica del objeto.

## 5.11 Uso de maniqués

El uso de los maniqués es una ayuda para realizar las adecuaciones antropométricas en el diseño. Básicamente, los maniqués son representaciones bidimensionales articuladas del cuerpo humano, hechos a escala, basados en los datos antropométricos. Se utilizan en conjunción con dibujos o modelos a la misma escala y pueden ayudar a visualizar más fácilmente los requerimientos antropométricos. Generalmente los maniqués deben estar disponibles en los percentiles 5, 50 y 95.

Los avances tecnológicos actuales han permitido el uso de estos maniqués en forma computarizada; sin embargo los programas son bastante costosos y, por lo tanto, poco accesibles para los estudiantes (Bridger, 1995).

**Tabla 5.2**

Recomendaciones de aplicación de datos antropométricos (adaptado de Panero y Zelnik, 1981)

Dimensión antropométrica	Aplicación al diseño	Percentil	Observaciones
Estatura (véase figura 5.10)	Puertas, accesos, altura de obstáculos arriba de la cabeza.	100 Más una holgura	
Altura de ojos (véase figura 5.11)	Líneas de visión en espacios de trabajo o recreación (puestos de trabajo, teatros, auditorios y galerías). Señalización urbana y arquitectónica, altura de mamparas y divisiones de oficina.	100 Más una holgura	La elección del percentil depende de los requerimientos del espacio y los accesorios. Si lo que se quiere es conseguir privacidad en divisiones de oficina, el mínimo es el percentil 95. Si, por el contrario, se desea no estorbar la visión, el percentil deberá ser el 5 como máximo.
Altura codo flexionado	Mostradores, pretilas, tocadores, superficies de trabajo de pie.	50 Puede resultar demasiado alto para individuos más pequeños. Se recomienda simulación o adecuación con plataformas.	Considerar la inclinación del asiento y la postura del cuerpo. Para manipulación delicada se sugiere 50-100 mm arriba de esta dimensión. Para este tipo de trabajo es recomendable proporcionar descansos para los antebrazos. Para manipulación moderada 50mm abajo del codo. Para manipulación pesada, 100-250 mm debajo de la altura del codo flexionado. Para las tareas de la cocina, véase la sección correspondiente.
Estatura sedente	Altura mínima a la que debe estar un obstáculo a partir de la superficie del asiento o del suelo. Alturas de desvanes, tarimas para dormir, zonas de trabajo, etc., para aprovechar al máximo los espacios. Alturas de divisiones en oficinas.	95	Considerar la inclinación del asiento y los movimientos al levantarse y sentarse.



**Tabla 5.2**

Recomendaciones de aplicación de datos antropométricos (adaptado de Panero y Zelnik, 1981)

Dimensión antropométrica	Aplicación al diseño	Percentil	Observaciones
Altura ojo sedente	Líneas de visión en espacios de trabajo o recreación (puestos de trabajo, teatros, auditorios).		Considerar el movimiento de la cabeza y los ojos. La postura natural es viendo ligeramente hacia abajo. Retomar las consideraciones de la altura del ojo de pie.
Altura hombro sedente (véase la figura 5.12)	Diseño de respaldo de asientos. Ubicación de contenedores de uso frecuente o peso considerable.	95	Colocar los objetos de uso frecuente entre la altura de los hombros y la cintura.
Altura codo flexionado sedente	Altura de superficies de trabajo sedente.	50 Se recomienda hacer simulación	Se debe considerar la tarea que se va a realizar, para determinar la altura correspondiente a partir de esta dimensión.
Altura de nudillo	Alturas de almacenamiento de objetos pesados o de movimiento frecuente.	5 A los mayores les afecta mucho	Mantenga las tareas de levantar/bajar entre la altura de los nudillos y los hombros.
Anchura de hombros (véase la figura 5.13)	Diseño de respaldo para asientos. Tolerancias entre los asientos que rodean las mesas y las filas de teatros y auditorios.	95	El movimiento del tronco y los hombros aumenta el espacio de holgura.
Ancho de codos	Tolerancia para asientos en torno a mesas. Dimensionamiento de apoyabrazos.	95	La anchura de los codos y los hombros se trabajan conjuntamente.
Ancho de caderas (véase la figura 5.14)	Sillas, bancos corridos, asientos.	95	La anchura de cadera también se puede trabajar conjuntamente con la anchura de los codos y los hombros, dependiendo de la aplicación.
Altura de muslo sedente	Holguras en superficies de trabajo, elementos batientes, cajones debajo de la superficie de trabajo.	95 (mínimo)	Esta dimensión se combina frecuentemente con la altura poplítea.

**Tabla 5.2**

Recomendaciones de aplicación de datos antropométricos (adaptado de Panero y Zelnik, 1981)

Dimensión antropométrica	Aplicación al diseño	Percentil	Observaciones
Altura de muslo sedente	Holguras en superficies de trabajo, elementos batientes, cajones debajo de la superficie de trabajo.	95 (mínimo)	Esta dimensión se combina frecuentemente con la altura poplítea.
Altura rodilla (véase la figura 5.15)	Distancia del suelo a la cara interior de una mesa.	95	
Altura poplítea (véase la figura 5.15)	Altura de la superficie del asiento al suelo.	5	
Largo nalga-rodilla	Distancia entre las filas de los asientos en teatros y auditorios.	95	
Largo nalga-poplítea	Largo del asiento Holguras	5 95	También puede proporcionar ajuste de la altura del asiento o apoyapiés para los de piernas cortas.
Alcance vertical de brazo	Tubos de sujeción en camiones, alacenas superiores, alturas de libreros, percheros. El alcance vertical de una mujer es de importancia clave para la disposición de alacenas y repisas, así como para la colocación de accesorios.	5	Alcance de brazo. Considere a los bajos de estatura cuando alcancen o saquen algún objeto. Considere a los altos de estatura cuando alcancen cosas de abajo.
Alcance lateral	Estantes laterales.	5	Mantenga el trabajo frecuente dentro de la distancia del antebrazo (zona de alcance óptimo).
Alcance frontal (véase figura 5.16)	Estantes frontales.	5	Considerar la profundidad de los estantes y las barreras u obstáculos que interfieran con la posición vertical.

**Tabla 5.2**

Recomendaciones de aplicación de datos antropométricos (adaptado de Panero y Zelnik, 1981)

Dimensión antropométrica	Aplicación al diseño	Percentil	Observaciones
Profundidad máxima del cuerpo	Espacios para personas haciendo fila, elevadores.	95 (mínimo)	
Anchura máxima del cuerpo	Pasillos, puertas, zonas de reunión, elevadores.	95	
Diámetro de empuñadura	Agarraderas.	5	
Anchura de mano	Aberturas y accesos manuales.	95	

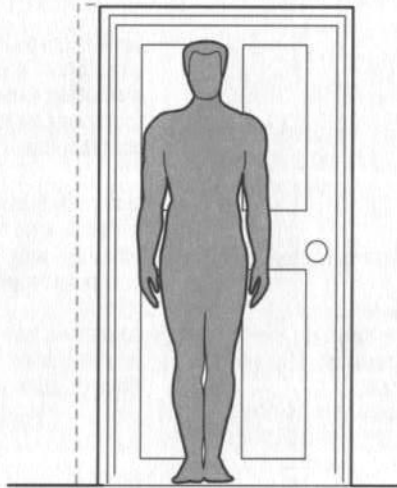


Figura 5.11. Diseño para individuos extremos.

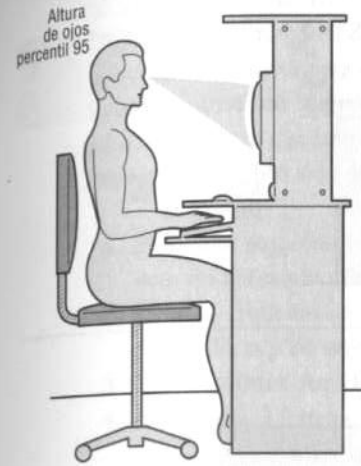


Figura 5.12.

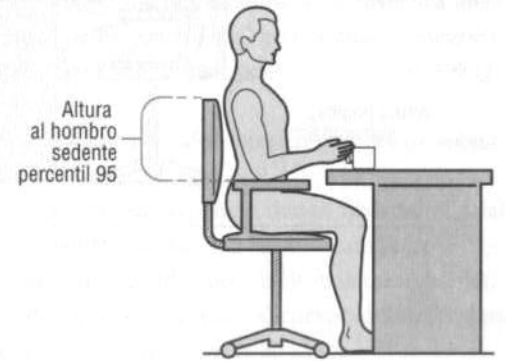


Figura 5.13.

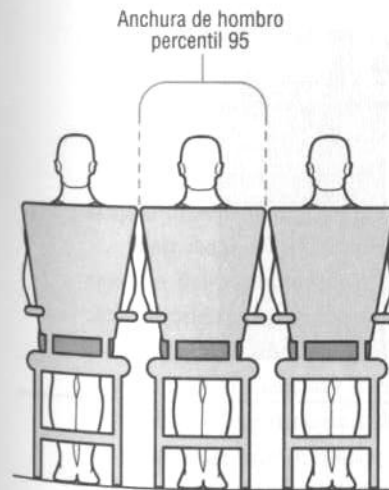


Figura 5.14.

Anchura de caderas percentil 95



Figura 5.15.

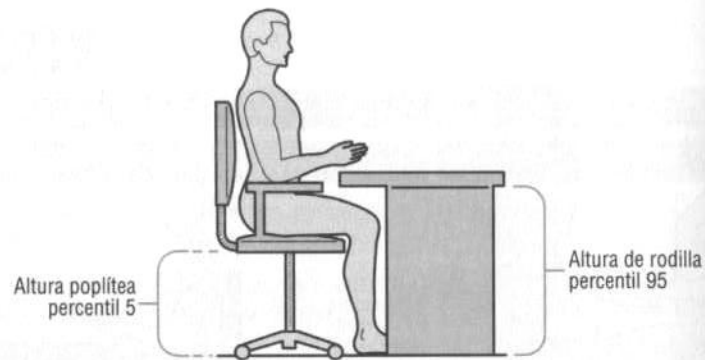


Figura 5.16.

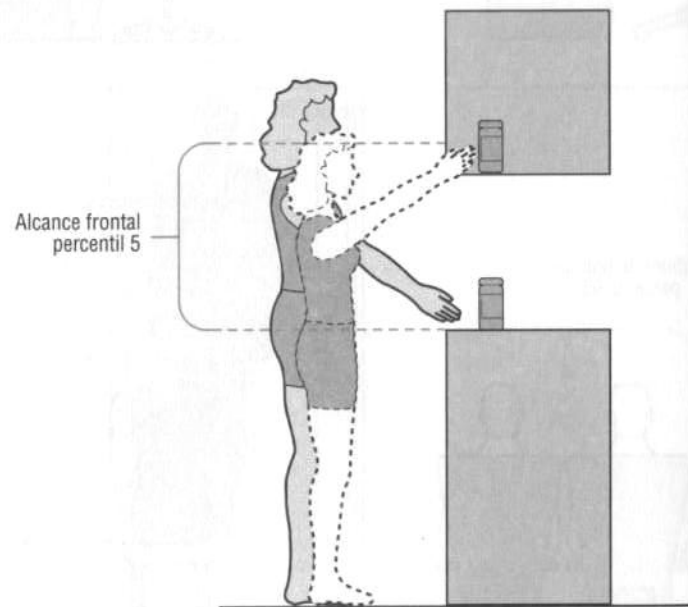


Figura 5.17.

Por último, es necesario aclarar que, además de la adecuación antropométrica para el dimensionamiento de los espacios interiores, es necesario considerar los aspectos psicológicos de los espacios en relación con los diversos espacios personales necesarios para los diferentes objetivos de la conducta humana. Los individuos perciben sus relaciones con otros en términos de la distancia entre ellos mismos y lo que las personas pueden ver. Hay al menos cuatro categorías territoriales que han sido definidas por varios investigadores (Woodson, 1981).

1. **Público.** Aquellas áreas donde los individuos tienen libertad de acceso, pero no necesariamente de acción.
2. **Hogar.** Aquellas áreas donde los participantes tienen libertad regular de conducta y un sentido de control sobre el área.
3. **Interaccionar.** Aquellas áreas donde pueden ocurrir las reuniones sociales.
4. **Corporal.** El área que rodea inmediatamente al cuerpo del individuo. Esta área es la más privada e inviolable de los individuos.

Existen muchos factores que se relacionan con las necesidades del individuo para el espacio personal:

1. El deseo de conversar privadamente en voz baja.
2. El deseo de interactuar íntimamente con el amado.
3. El deseo de evitar contacto físico con otra persona.
4. El deseo de ver a los ojos de otra persona claramente.
5. El deseo de ser un observador, pero no participar activamente.

En el anexo 12 de esta obra se abordarán estos aspectos psicosociales ampliamente.

Este capítulo se complementa con los anexos del 3 al 10. Integrando la revisión del capítulo con los anexos el lector habrá podido observar que al realizar adecuaciones antropométricas se tiene que considerar una serie de elementos, tales como la población usuaria, la naturaleza de la tarea, holguras, posturas, movimientos y la visión del sistema de manera integral. Así mismo, la prueba de las propuestas de las adecuaciones antropométricas, como todas las propuestas ergonómicas, debe estar sujeta a comprobación, por lo menos a nivel de simulación. La simulación puede hacerse fácilmente con la utilización de los maniqués bidimensionales, a partir de los cuales podemos tener bases para verificar si la propuesta funcionará en la realidad.

Por medio de los maniqués podemos establecer la misma propuesta de adecuación ergonómica; principalmente en los casos en que no tenemos la seguridad del percentil que vamos a seleccionar o qué efecto tendría en los otros percentiles. Por ejemplo, cuando se sugiere la utilización del percentil 50, esto implica que habrá que verificar el efecto de la adecuación antropométrica de este grupo de usuarios con los usuarios los percentil es 5 y 95.

## 6

## Factores socioculturales

En el proceso general de optimización ergonómica se deben considerar las diversas adecuaciones de los espacios a las características de los usuarios reales. En el capítulo anterior se revisó lo correspondiente a las adecuaciones antropométricas. En este capítulo se abordarán aspectos referentes a las adecuaciones socioculturales. Es importante aclarar que este tipo de adecuaciones ha sido el menos estudiado. Es muy común encontrar en los libros de ergonomía la consideración de los aspectos antropométricos, biomecánicos, de fisiología muscular, de los diferentes sistemas perceptuales y aun de estrés psicosocial, pero existe muy poca literatura que se enfoque en los factores socioculturales, y menos aún aplicada al diseño de interiores y arquitectónico. Entre los pocos estudios que se han hecho en relación con la investigación básica para los factores socioculturales se encuentran los estudios transculturales, que se han dedicado a examinar las obvias diferencias en el lenguaje, ortografía, símbolos, imágenes y una serie de formas utilizadas por las personas con diferentes antecedentes culturales. Sin embargo, el estudio de las diferencias entre culturas también debería abarcar los aspectos de percepción, cognición, estilo de pensamiento, hábitos, costumbres y preferencias: ya que es obvio que entre las distintas culturas pueden observarse diferentes valores y supuestos culturales. Así mismo, cada cultura puede ver el mundo de manera diferente y tener muchas costumbres muy distintas, que hacen a la gente de una cultura específica y única y los distinguen de las personas de otras culturas. Estos rasgos característicos de cada cultura, o aun de una "microcultura", llámese familia, grupo poblacional, clase social, etc., es importante considerarlos para el diseño.

Por lo anterior, en este capítulo se presenta un breve desarrollo de los principales conceptos que intervienen en el análisis de los factores socioculturales, tales como cultura, costumbres, hábitos, tradiciones, así como las cuestiones más frecuentes que el diseñador o arquitecto debe investigar para disponer de la información sociocultural de los usuarios que le permitan

realizar la adecuación respectiva en el diseño de interiores y/o arquitectónico. La consideración de los factores ergonómicos está ligada, indiscutiblemente, al concepto de calidad de vida. En este capítulo hacemos referencia a ella como uno de los elementos relevantes que guían el trabajo del diseñador para facilitar que los usuarios logren de la misma.

## Calidad de vida

El diseño de arquitectos y diseñadores de interiores, desde el punto de vista ergonómico, se centra en lograr una mejor calidad de vida en el trabajo, el hogar y la comunidad. ¿Qué es calidad de vida? ¿Es algo tangible, algo que las personas puedan comprender si se habla de ella?

Si el experimentar una mejor calidad de vida en los diversos campos de desarrollo del ser humano es una esperanza y una demanda de los individuos, las familias y las comunidades. La idea de calidad de vida reconoce que un buen diseño de un lugar de trabajo, un lugar para aprender, una casa adecuada a nuestras necesidades, un lugar para descansar, relajarse y sentirse bien, un lugar para estacionar el auto y caminar, etc., son aspectos esenciales de la vida en el trabajo, el hogar y la comunidad.

En el trabajo, donde se les pide a las personas hacer su mejor contribución posible al éxito de la organización y ésta proporciona todo lo necesario para lograr el mejor desempeño; en el hogar, donde los miembros de la familia comparten momentos de tranquilidad y de excitación y tratan de hacer que cada día sea agradable para todos; en la comunidad, donde los individuos y las familias se reúnen buscando compartir experiencias.

Una parte importante para lograr el éxito en el diseño enfocado en el usuario y su calidad de vida es la consideración de su cultura, sus funciones (roles), hábitos, costumbres y manera de relacionarse. Antes de adentrarnos más en el tema, definiremos los términos mencionados en las líneas anteriores.

Existen muchas definiciones de cultura, según el área de estudio del autor. Shahnavaz (2001) hace referencia a la cultura como el modo de vida de un pueblo. Choong (2001) menciona que la cultura se define como "el patrón total de la conducta humana y sus productos contenidos o expresados en pensamiento, habla, acción y artefactos, y dependiendo de la capacidad de los hombres para aprender y transmitir conocimiento a las generaciones subsiguientes a través del uso de herramientas, lenguaje y sistemas de pensamiento

abstracto". Según este autor, hay cuatro componentes principales de una cultura: valores, rituales, héroes y símbolos, los cuales se construyen uno encima del otro. Los valores representan las creencias de una cultura acerca de lo que está bien o mal, lo que es bueno o malo, y lo que las personas creen impropio. Aspectos tales como los valores de género, la raza, la formalidad, la jerarquía y la familia pueden tener gran impacto en el diseño si no se toman en cuenta cuidadosamente. Por ejemplo, algunas culturas podrían encontrar ofensivas algunas imágenes que describen cosas comunes de Estados Unidos, tal como una mujer ejecutiva.

Los rituales son procedimientos establecidos por las personas que frecuentemente reflejan un valor cultural. Los rituales incluyen manierismos, ética de trabajo, procesos políticos, procesos de resolución de problemas y religión.

Los símbolos pueden representar mensajes de identidad nacional, buena suerte y muchas otras creencias. Los símbolos pueden también representar mensajes negativos, tales como muerte y mala suerte. El mismo símbolo puede representar cosas distintas en diferentes culturas. Por ejemplo, en Estados Unidos el dedo pulgar hacia arriba representa OK o bueno, mientras que en Australia es un insulto.

Por otra parte, Shahnavaz (2001) menciona que la cultura social es aquella que contribuye a la formación de un modelo mental colectivo de la sociedad, y, por lo tanto, influye en el diseño. En este sentido de cultura social, Hofstede (1993, citado en Dunckley y Smith, 2000) afirma que todas las culturas pueden ser definidas a través de tres dimensiones:

1. **Distancia o separación de poder.** El grado de dependencia emocional entre el jefe y los subordinados. Culturas donde las personas menos poderosas aceptan la distribución desigual del poder. India y Filipinas son países con puntajes altos de distancia de poder, y Suecia o Austria presentan bajos puntajes de la misma.
2. **Colectivismo vs. Individualismo.** Los individualistas se preocupan de sus propios intereses y en las culturas colectivistas los vínculos sociales son muy fuertes mientras que se integran dentro de grupos cohesivos. Estados Unidos e Inglaterra son países individualistas, mientras que Colombia y Venezuela son colectivistas.
3. **Feminidad vs. masculinidad.** Lo que podría interpretarse como dureza vs. ternura. Las culturas que dan más importancia a los logros materiales corresponderían a la dimensión masculina. Las que valoran más la tranquilidad, el aspecto emocional, pertenecerían a la dimensión más femenina.

También se ha visto que para las culturas occidentales hay otra dimensión importante

4. **Evitación de la incertidumbre.** Es el grado en que las personas se sienten amenazados por situaciones desconocidas. Japón y Grecia tuvieron una puntuación alta, mientras que para Hong Kong y Escandinavia presenta una puntuación baja en esta dimensión.

Según el *Diccionario de Psicología* del Fondo de Cultura Económica (1979):

1. **Costumbre.** "Modo de conducta complejo y predominante en un grupo social determinado durante un lapso relativamente largo, y debido no a la herencia biológica, sino a la formación de hábitos por medio de la educación en la primera época de la vida de los individuos del grupo."
2. **Tradición.** "La transmisión social de costumbres."
3. **Hábito.** "Forma de reacción adquirida, que es relativamente invariable y fácilmente suscitada. El hábito es uno de los productos terminales del aprendizaje."

Para el logro de lo descrito en los párrafos anteriores es necesario plantearse los siguientes cuestionamientos dirigidos a la vida familiar y comunitaria, los cuales pueden adaptarse cuando se trate de un espacio de trabajo.

La consideración de estos factores socioculturales en el diseño tiene implicaciones en la compatibilidad de la cultura del usuario con las especificaciones del diseño y con las preferencias.

### Características de la vida familiar

Para el diseño del hogar o de una casa habitación es muy importante recolectar la siguiente información, la cual nos ayudará a establecer los requerimientos de diseño que se traducirán en las consiguientes propiedades ergonómicas (Salvendy, 1997):

1. **Grupos de vida familiar.** ¿Quién vivirá en la residencia? ¿Cuántos de estos individuos pueden agruparse por expectativas de vida familiar y requerimientos? ¿Cuántos de estos individuos incluye cada categoría?

2. **Estructura familiar.** ¿Cuáles son las relaciones comunes y excepcionales de y entre los elementos de la familia?
3. **Descripción de la actividad familiar.** ¿Cuáles son las actividades características de los individuos y familias cuando están en casa y en zonas adyacentes? ¿Qué se conoce acerca de la extensión, el tiempo de ocurrencia y la duración de las actividades?
4. **Costumbres de vida familiar.** ¿Cuáles son los roles percibidos de la familia, los individuos y la vida comunitaria? ¿Cuáles son las costumbres, normas, estilos de vida y tradiciones de los individuos y las familias? ¿Son estables o probablemente cambien?

### Características de vida comunitaria

Cada oficina, lugar de trabajo, hogar o casa habitación está inserto en una comunidad, por lo tanto también es necesario considerar las características de ésta.

1. **Grupos de vida comunitaria.** ¿Quién visita, vive y trabaja en la comunidad? ¿Cómo pueden estas personas agruparse en torno a las expectativas de la vida de la comunidad y sus requerimientos? ¿Cómo se incluye a los individuos en cada categoría?
2. **Estructura comunitaria.** ¿Cuáles son las relaciones frecuentes e infrecuentes entre los grupos y las organizaciones que tienen influencia en la vida comunitaria?
3. **Actividades comunitarias.** ¿Cuáles son las actividades de los que viven y trabajan en la comunidad? ¿Qué se conoce acerca de la extensión, tiempo de ocurrencia y duración de las actividades?
4. **Costumbres de la vida comunitaria.** ¿Cuál es la percepción del papel de la comunidad en la vida individual y familiar? ¿Cuáles son las costumbres, estilos de vida, normas y tradiciones de los que participan en la vida comunitaria? ¿Son estables o probablemente cambien?
5. **Objetivos de planeación comunitaria.** Respondiendo de acuerdo con las expectativas identificadas y sus requerimientos, ¿qué características de la vida comunitaria deben enfatizarse en los planes maestros de la comunidad y asociados al diseño de sus facilidades?

Las personas con estilos de vida en común, tradiciones, normas y costumbres se identifican aquí y se agrupan en categorías. Esta distinción es clave. El Instituto Americano de Arquitectura (1972; citado por Salvendy, 1997) reconoció esto cuando expresó que la comprensión de las diferencias en necesidades humanas y estilos de vida son un primer e importante paso hacia la comprensión de las circunstancias en torno a la práctica profesional. Este objetivo presenta algunos problemas. Las personas son perspicaces en cuanto a las preguntas que consideran del dominio completamente personal. No tienen problemas para contestar las preguntas acerca de sus actividades de su trabajo, ya que lo creen apropiado para identificarse a sí mismas, establecer su lugar en la organización y describir lo que hacen. En lo que se refiere a sus costumbres, tradiciones y hábitos personales, sin embargo, se les pide algo más personal.

A partir de la información obtenida se podrán diferenciar individuos y grupos unos de otros, en términos de las actividades basadas en los estilos de vida y las preferencias. Esta búsqueda de elementos para comprender inicia con una revisión cuidadosa de las respuestas a las preguntas para determinar el grupo de usuarios diciéndonos cuáles individuos y grupos son especialmente importantes. A partir de ello se empieza por desarrollar diferencias significativas. Es necesario conocer lo significativo, no sólo lo interesante. La necesidad de esta estrategia es evidente. Cuando el diseño falla, usualmente es porque algunos aspectos de las expectativas de las personas no fueron consideradas en la construcción del diseño o fueron malentendidos. Muchas de las distinciones entre estilos de vida son difíciles de entender o tan complejas que son difíciles de responder a ellas en el diseño. Sin embargo, es necesario hacer un esfuerzo para lograrlo.

Las estrategias de recolección desarrolladas en el capítulo iv (análisis de tarea, aplicación de escalas, cuestionarios, entrevistas, etc.) se usan aquí con la consideración adicional de que los objetivos de calidad de vida en el hogar son la respuesta a una variedad de individuos y expectativas de vida familiar. Estas expectativas se relacionan con tradiciones, costumbres y normas locales, regionales y nacionales, y con la disponibilidad de terreno y capital, el ingreso familiar, costo de vida y el tamaño de la familia. Así mismo, las políticas gubernamentales en cuanto a la construcción.

Este capítulo se complementa con los anexos 11-14. El 11 trata sobre las investigaciones que se han realizado para conocer los hábitos domésticos; el 12, desde la perspectiva de la psicología ambiental, ha realizado estudios

sobre los diferentes tipos de espacio y la territorialidad. El anexo 13 presenta un resumen de una investigación que evalúa el efecto de la densidad del mobiliario, el acomodo del mismo y la ausencia o presencia de ventanas, sobre descriptores semánticos (efecto perceptual). Por último, el anexo 14 trata de una investigación acerca de la compatibilidad, que tiene una base sociocultural.

A partir de la información presentada en este capítulo, se puede concluir que la cultura es un elemento muy importante para definir las características y los objetivos del sistema hombre-objeto-entorno en un contexto concreto. Así mismo, la realización de las adecuaciones socioculturales no es tarea fácil. Como bien menciona Shahnavaz (2001), no existe una receta de cocina que asegure el logro de un diseño exitoso; sin embargo, el trabajo del diseñador es producir la interacción óptima y armónica entre los cuatro componentes básicos de un sistema: 1) el usuario; 2) el objeto, y 3) el entorno, mediante la aplicación del diseño centrado en el usuario, el cual considera que el usuario es un elemento activo del equipo de diseño durante todo el proceso (prediseño, diseño, verificación y prueba del sistema). Así mismo, agrega que uno de los aspectos de diseño que puede contribuir a lograr que éste sea útil, tanto si se trata de un diseño para un usuario específico (una casa diseñada para un cliente en particular, por ejemplo) como para un grupo de usuarios (diseño de casas populares en serie, de interés social), es la consideración de los aspectos culturales que tienen gran influencia sobre el usuario y su entorno.

Se han hecho recomendaciones o dado lineamientos ergonómicos para el diseño de espacios de trabajo. A continuación se presentan los relativos a la cocina y las oficinas.

### 1.1 Recomendaciones generales

1. Proporcione una oficina privada (por ejemplo, una división de piso a techo o paredes) sólo cuando sea necesario. Una oficina privada se requiere cuando se llevan a cabo de manera frecuente asesorías profesionales o de supervisión, así como discusiones confidenciales.
2. Proporcione oficinas abiertas o/ y semidivididas cuando no estén presentes las condiciones que se requieren para una oficina privada. La oficina abierta (panorámica) ayuda a una mejor comunicación interoficina, disminuye sensaciones de aglutinamiento, facilita el flujo de tráfico (por la reducción de puertas que deben ser cerradas) y mejora la ventilación.
3. Proporcione divisiones transparentes, pero que absorban el sonido, donde se requiera supervisión visual; la mayoría de los trabajadores necesitan estar protegidos del ruido de las oficinas adyacentes y un sentido de lugar, lo que proporcionan los conceptos semidivididos.
4. No ponga más de dos personas en una oficina o espacio dividido. Proporcione salones generales o espacios para conferencias cuando los trabajadores necesitan realizar juntos actividades comunes.
5. No separe a los trabajadores (por medio de paredes o divisiones) que deben compartir equipos de manera continua.



6. No coloque equipo ruidoso en un área con trabajadores que requieren el equipo esporádicamente, por ejemplo, las copiadoras deben estar lejos de los dependientes, mecanógrafos, bibliotecarios, etcétera.
7. Use los conceptos de mobiliario y divisiones modulares de oficina siempre que haya cambios frecuentes en las actividades de trabajo. Las paredes permanentes por lo general desperdician espacio cuando ocurren cambios de actividad o se aglutina mucha gente.
8. Determine la localización de la oficina con base en la conveniencia de clientes, miembros del equipo, personal de apoyo o personal de mantenimiento y limpieza. Las prioridades deben basarse en la frecuencia esperada de cada tipo de personal.
9. Ubique en lugares accesibles para todos, la biblioteca, el servicio de copiado, archivo, sanitarios y otras que se usan comúnmente.
10. No aisle a trabajadores de la exposición a las ventanas. Todos ellos deben tener vista hacia afuera.
11. Mantenga las funciones de interacción frecuente en el mismo piso.
12. Separe los espacios de los clientes de los de trabajo, excepto donde sea necesaria una relación. Considere pasillos privados entre la entrada principal y actividades relacionadas con los clientes que requieran confidencialidad.
13. Organice el espacio de la oficina de manera que los pasillos estén en línea recta. Por ejemplo, evite que los trabajadores o clientes necesiten hacer desviaciones o rodeos.

## 1.2 La oficina privada

1. La oficina privada más pequeña debe medir cerca de 2.3 x 2.3 m. Esto permite acomodar una pequeña mesa o escritorio y un máximo de cuatro sillas.
2. La oficina privada debe diseñarse y arreglarse de manera que nadie tenga la cara hacia la ventana mientras se trabaja o se conversa con otra persona.
3. Si la oficina no tiene ventana, lo recomendable es que la división sea transparente o esté dividida de manera que la mitad superior sea transparente. Deben usarse cortinas si el ocupante necesita tener privacidad visual por periodos breves.

4. Todas las oficinas privadas deben tener una buena iluminación general. Si la oficina tiene cerca de 4.6 m<sup>2</sup>, las paredes y los techos deben pintarse de un color claro para proporcionar una adecuada distribución de la luz.
5. El sistema de ventilación debe ser controlado independientemente, de manera que aunque la puerta esté cerrada, la temperatura pueda controlarse (véase la figura 1.1).



Figura 1.1. Oficina privada.

## 1.3 La oficina abierta

El concepto de oficina abierta (o panorámica) puede acompañarse de mobiliario especial (aquel que pueda usarse para separar visualmente varios trabajadores) o por medio de divisiones parciales. En los últimos años se han creado situaciones caóticas por no utilizar estos esquemas de división. Los resultados son la confusión de la mayoría de los trabajadores y visitantes, por la pobreza de aislamientos y marcas de espacios.

Aunque es deseable retirar los esquemas severos, de salones rectos y aislamientos de las oficinas convencionales, es conveniente (aun cuando se usen sistemas de división curvos) tener cierta continuidad en los pasillos. Cuando se usan estos sistemas de división es particularmente importante no crear

innecesariamente pasillos cerrados. Esto no sólo confunde a la persona que está tratando de localizar a alguien, es también una consideración de seguridad en el caso de un escape de emergencia.

Cuando diseñe o seleccione una división modular o un sistema de mobiliario, escoja el más fuerte, bien apoyado o sostenido en el piso, de manera que no pueda atorarse el pie, que tenga buena acústica y que se pueda limpiar fácilmente (véanse la figuras 1.2 y 1.3).

Una de las ventajas de algunos sistemas de oficina abierta es la flexibilidad (véase la figura 1.4). La figura muestra las características de las divisiones y el mobiliario de los sistemas modulares.

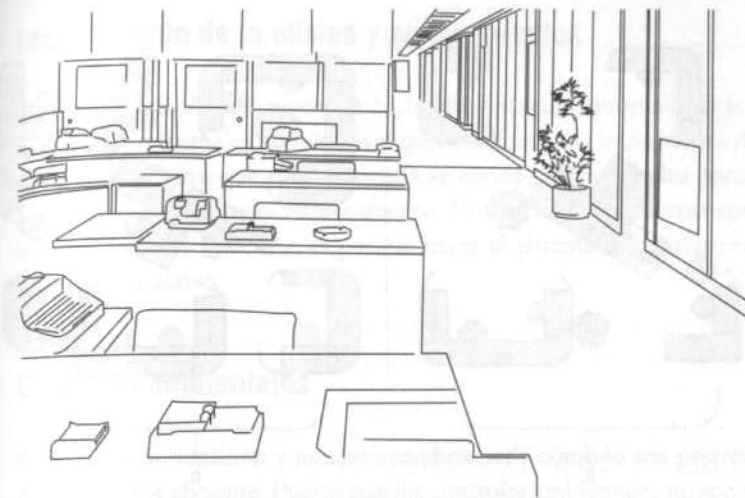


Figura 1.2. Oficina abierta.

## 1.4 Lista de revisión de requerimientos de apoyo en la oficina

1. Conexiones eléctricas.
2. Conexiones telefónicas.
3. Almacenamiento general de materiales.
4. Fuente de agua.
5. Baños.
6. Sistemas de seguridad, alarmas, extinguidor de fuego.
7. Área de almacenamiento de equipo de limpieza.

## 1.5 Facilidades para el discapacitado

La mayoría de las oficinas serán utilizadas alguna vez tanto por trabajadores como por clientes discapacitados. Por lo tanto, toda oficina debe examinarse en términos de eliminar las barreras que hacen difícil o imposible el acceso para una persona discapacitada. Las principales consideraciones son las siguientes:

1. Pasillos y puertas amplias.
2. Rampas y elevadores.
3. Claves táctiles para el ciego.
4. Adaptaciones especiales en los baños.
5. Mobiliario especial para acomodar sillas de ruedas.

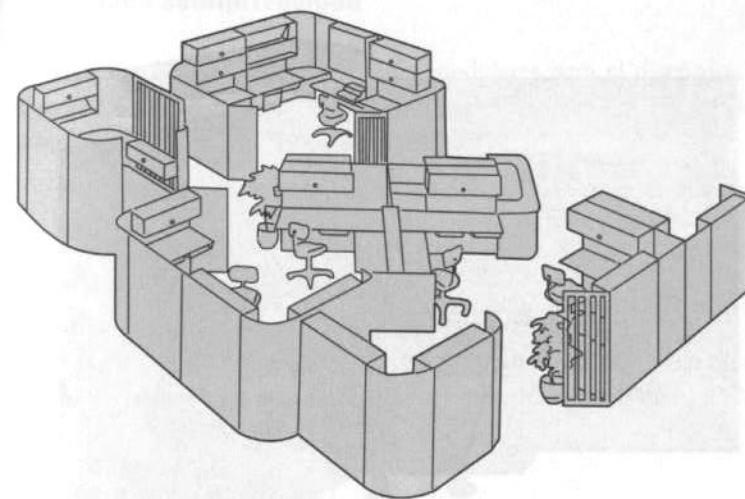


Figura 1.3. Últimamente se ha observado el interés en la oficina "abierta". Ésta generalmente proporciona una sensación de más apertura que la típica oficina dividida. Sin embargo, es recomendable que algunas divisiones rectilíneas se mantengan en los espacios de trabajo con el propósito de que los visitantes puedan encontrar su camino y los pasillos se puedan usar para salidas de emergencia.

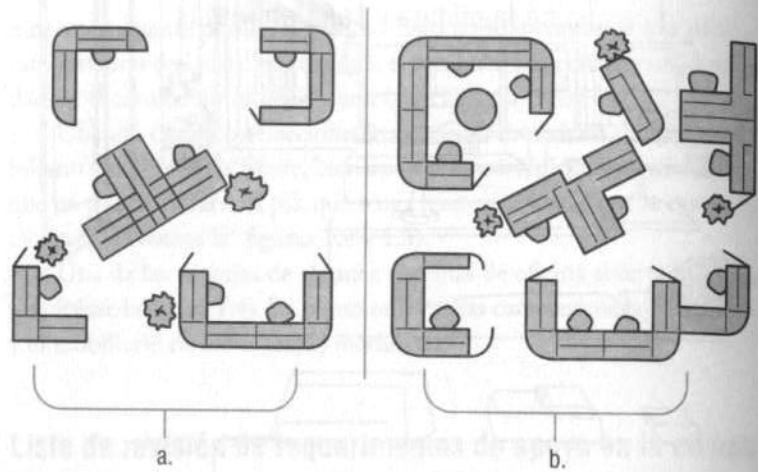


Figura 1.4.

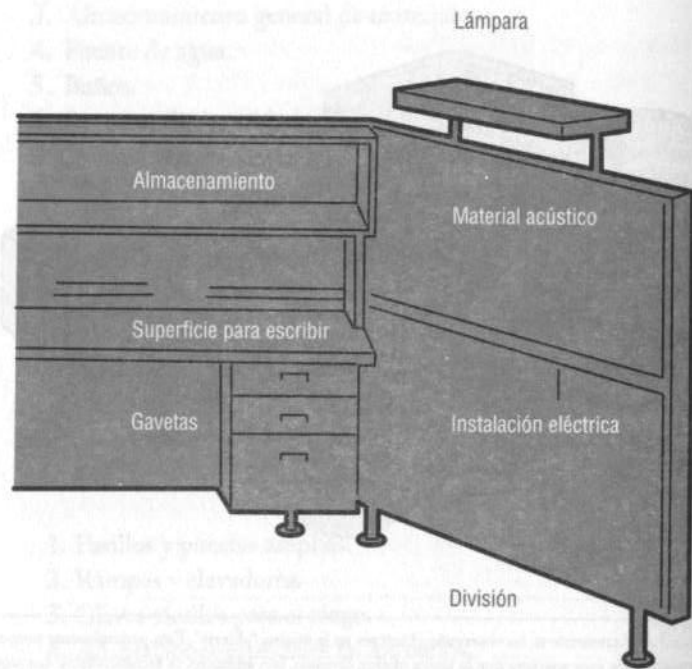


Figura 1.5. Detalle del mobiliario y la división, mostrando la instalación eléctrica.

## 1.6 Identificación de la oficina y señalamientos

Desde el punto de vista ergonómico, la identificación apropiada de la oficina y los señalamientos es uno de los requerimientos más importantes del proyecto de la oficina, que con frecuencia se olvida o pasa por alto por razones estéticas. No ignore este requerimiento. No hay razón para crear confusión intencionalmente; además, es posible hacer el sistema de señalamiento tan útil como atractivo.

## 1.7 Controles ambientales

Una buena iluminación y un aire acondicionado cómodo son prerequisites de una oficina eficiente. Puesto que los controles ambientales no son el objetivo de esta obra, no se profundiza en este aspecto.

## 1.8 Divisiones semiprivacidad

Existen muchos sistemas de división modulares para el diseñador. En las figuras 1.6-1.9 se muestran algunas de los puntos que se deben considerar al seleccionar un sistema de este tipo.

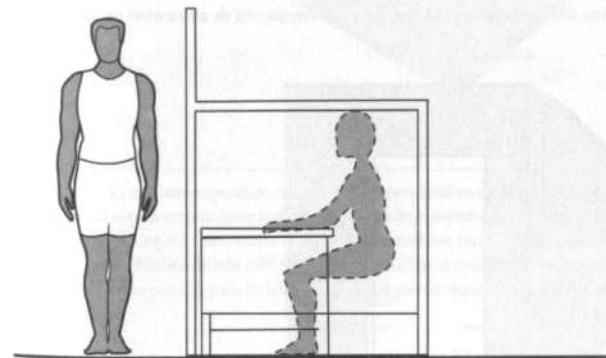


Figura 1.6. Proporcione una división alta cuando la línea de visión de un corredor debe reducirse pero se desee la comunicación visual en el área.

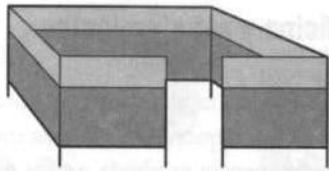


Figura 1.7. Una sección transparente en la parte superior de la división reduce el ruido o los sonidos indeseables.

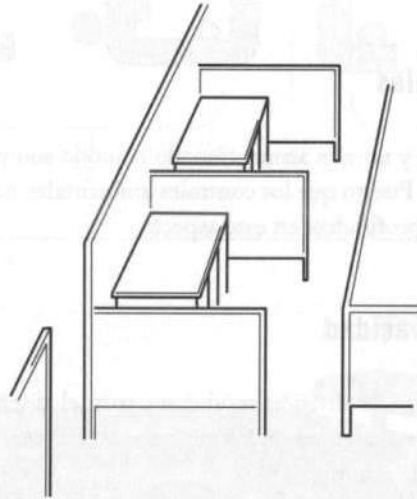


Figura 1.8. Combine divisiones altas con bajas, pero con circulación de aire a nivel de los pies.

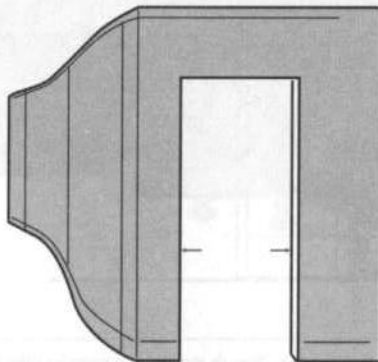


Figura 1.9. Use divisiones curvas para suavizar la imagen de severidad institucional creada por las líneas rectas.

## 1.9 Consideraciones para estimar los requerimientos de espacio

Para estimar los requerimientos de espacio en oficinas, considere tanto el área ocupada por el mobiliario como la utilizada para el personal de la oficina tomando en cuenta los patrones de movimiento (por ejemplo, alejar la silla, alcanzar el basurero, etcétera) y las circulaciones entre los muebles. A continuación se ilustran algunas sugerencias de requerimientos de espacio para situaciones comunes (véanse las figuras 1.10 y 1.11).

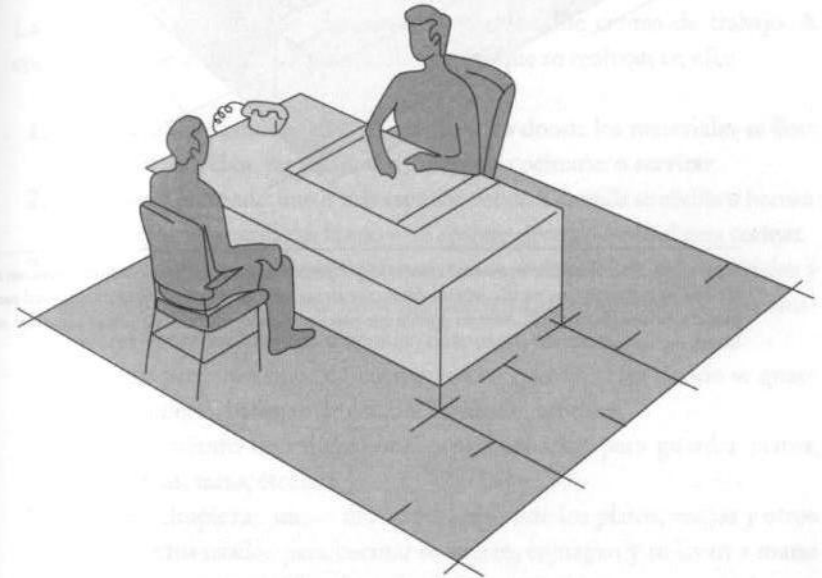


Figura 1.10. El escritorio ejecutivo estándar más apropiado es de 1.8 x 0.90 m., como se muestra en el diagrama. El espacio mínimo de trabajo (el cual incluye espacio para moverse afuera y alrededor del escritorio, además de espacio para uno o dos visitantes sentados frente al trabajador), se indica en el diagrama. Esta área debe ser considerada como la mínima para las actividades de consejería de clientes y discusión de ventas, pero es demasiado para trabajo extenso que puede requerir almacenamiento adyacente o materiales de referencia.

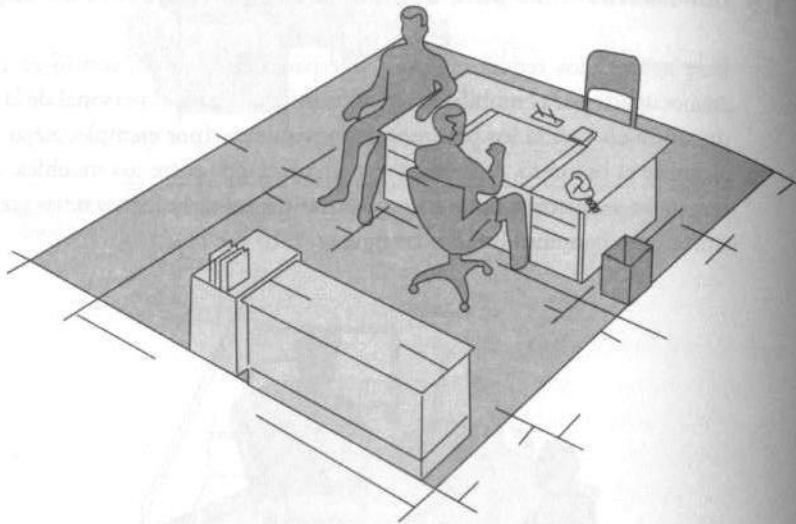


Figura 1.11. En el diagrama se muestra el espacio que prefiere el ejecutivo que no sólo se reúne con algunos clientes, sino que requiere espacio adicional para almacenar archivos. Nótese la holgura adicional para que pase el visitante (por ejemplo, debe ser posible que pase un visitante mientras alguien se encuentra en la silla lateral, sin incomodar).

## 2.1 Centros de trabajo

La cocina residencial debe planearse en términos de centro de trabajo. A continuación se enlistan las principales tareas que se realizan en ella:

1. Preparación de comida: uno o más espacios donde los materiales se limpian, cortan, pelan, mezclan, etc., antes de cocinarse o servirse.
2. Cocinado y horneado: uno o más espacios donde la comida se cocina u hornea. Por ejemplo, una estufa, un horno o un aparato eléctrico especial para cocinar.
3. Almacenamiento de comida: uno o más espacios donde los materiales y alimentos crudos o cocinados se almacenan antes y después de las comidas (refrigerador, nevera, alacenas, despensa, etcétera.)
4. Almacén para utensilios de cocina: uno o más espacios donde se guardan cuchillería, baterías de cocina, batidoras, etcétera.
5. Almacenamiento de vajillas: uno o más espacios para guardar platos, vasos, copas, tasas, etcétera.
6. Lavado y limpieza: uno o más espacios donde los platos, vasijas y otros implementos usados para cocinar se vacían, enjuagan y se lavan a mano o se depositan en una lavadora de platos automática.
7. Almacenamiento misceláneo. Uno o más espacios donde se guardan el jabón, detergentes, materiales de limpieza, y, utilerías tales como bandejas, frascos, etcétera.

Los objetivos principales del acomodo de la cocina deben ser los siguientes:

1. Almacenar los artículos cerca de donde se realiza la tarea principal en que se van a utilizar.
2. Acomodar los centros de trabajo de manera que la actividad fluya lógicamente de uno a otro punto en el orden en que las tareas se realizan usualmente.
3. Disponer los centros de trabajo de manera que haya las holguras suficientes que permitan la movilidad en las tareas.
4. Distribuir la cocina general de manera que el tráfico extraño no interfiera con las tareas de la cocina.
5. Considerar que en la cocina otros individuos pueden ayudar en la preparación y el servicio de la comida.
6. Ubicar las ventanas de manera que la persona que está trabajando en la cocina pueda ver hacia afuera.

## 2.2 Arreglo de una sola pared

Éste es adecuado para cocinas de apartamentos donde el espacio es limitado y hay un solo usuario en la mayoría de las ocasiones (véase la figura 2.1).

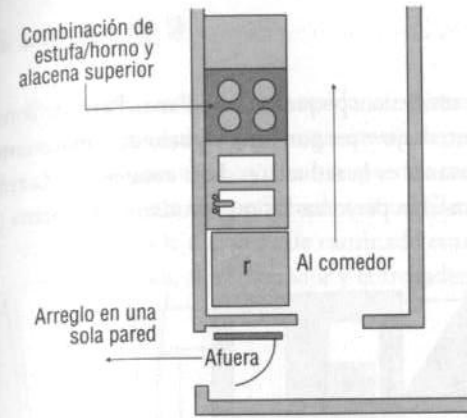
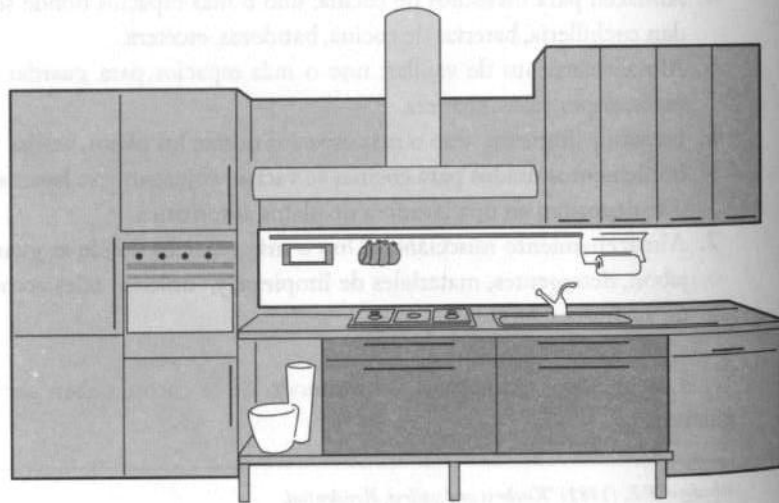


Figura 2.1. Cocina de una sola pared.

## 2.3 Arreglo de dos paredes

Una frente a la otra. Éste es adecuado para una casa pequeña. Los gabinetes paralelos reducen la necesidad de espacios mayores (véase la figura 2.2).

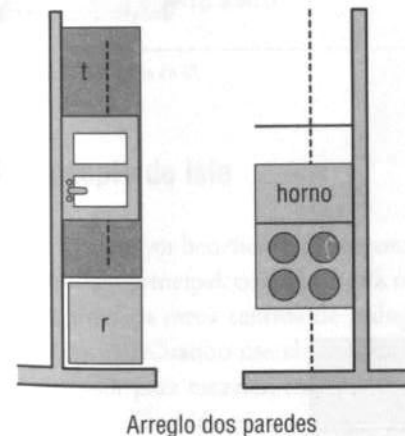


Figura 2.2. Cocina de dos paredes.

## 2.4 Arreglo en L

Éste es adecuado para una residencia pequeña o mediana. Permite combinar las relaciones del centro de trabajo y proporciona espacio de almacenamiento extra. Su virtud más importante es la reducción de la congestión de tráfico y la facilidad con que se acomodan personas las que ayudan en la cocina (véase la figura 2.3).

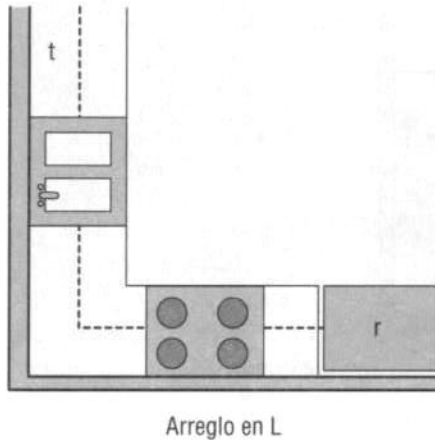
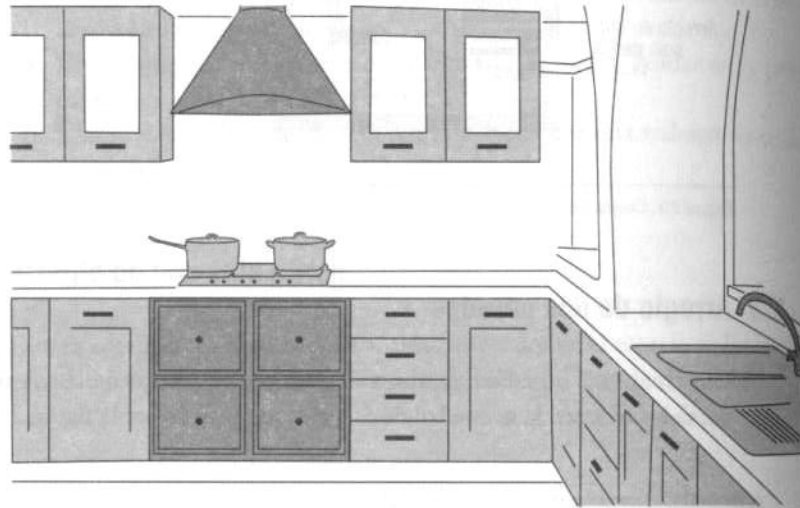


Figura 2.3. Cocina en L.

## 2.5 Arreglo en U

Éste es adecuado para una residencia de tamaño mediano o grande, donde hay suficiente espacio. Puede organizarse de muchas formas, incluyendo una isla, de manera que algunas personas pueden trabajar en la cocina simultáneamente con un mínimo de conflicto de tráfico. El arreglo de la isla también puede tender a reducir la distancia de caminado entre centros de trabajo comunes tales como la estufa, el refrigerador y el fregadero (véase la figura 2.4).

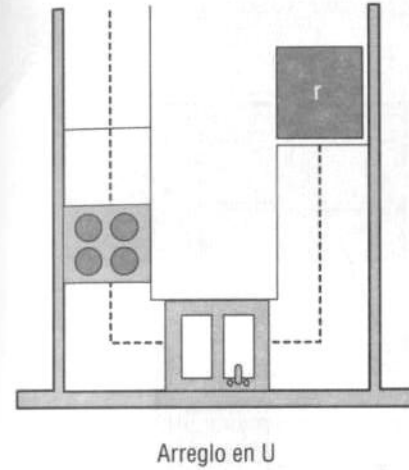
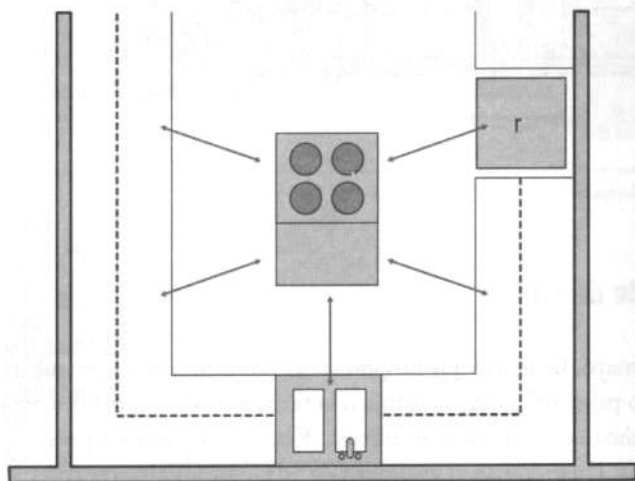
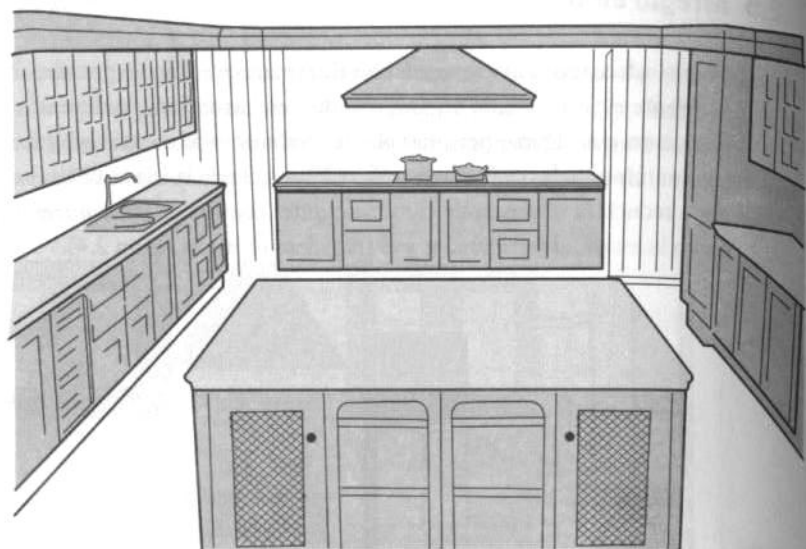


Figura 2.4. Cocina en U.

## 2.6 Concepto de isla

Quizá el mayor beneficio que proporciona el concepto de isla es que un centro de trabajo principal, como la estufa o la tarja, puede ser igual de conveniente para muchos otros centros de trabajo. Esto es importante para la persona que cocina. Cuando use el concepto de isla, considere agregar un pequeño mostrador para mezclar, cortar o el almacenamiento temporal de utensilios de cocina. También es ventajoso agregar espacio de almacenamiento debajo de la superficie de la isla (véase la figura 2.5):



Arreglo en isla

Figura 2.5. Cocina con isla.

## 2.7 Concepto de triángulo de trabajo

El triángulo de trabajo ha sido considerado por muchos años como la base de un buen arreglo de cocina. Éste consiste en un arreglo que limita las distancias de caminado entre los tres centros de tareas a no más de 6.6 m. Los tres centros incluyen la tarja, la estufa y el refrigerador. Obviamente, los requerimientos de almacenamiento están asociados con cada centro de trabajo (véase la figura 2.6).

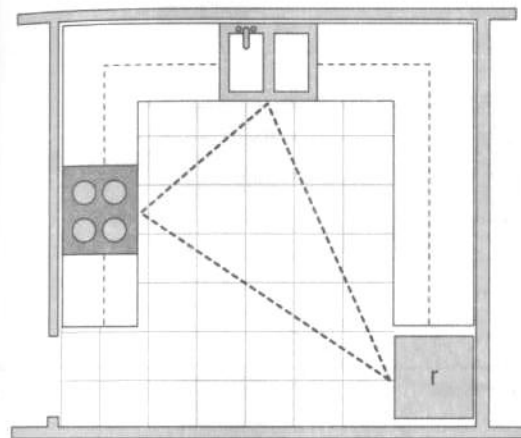


Figura 2.6. Triángulo de trabajo: refrigerador, tarja y área de cocción

## 2.8 Flujo de trabajo

Igualmente importante en el arreglo de una cocina es el principio del flujo de trabajo. Debe intentarse hacer el arreglo de los elementos de tal manera que se reduzca la necesidad de regresarse a un lugar específico al realizar el trabajo. La secuencia típica básica es la siguiente (véase la figura 2.7).

- Tomar y limpiar materiales crudos.
- Mezclar.
- Cocinar u hornear.
- Servir los platos.
- Colocar los platos en la mesa.



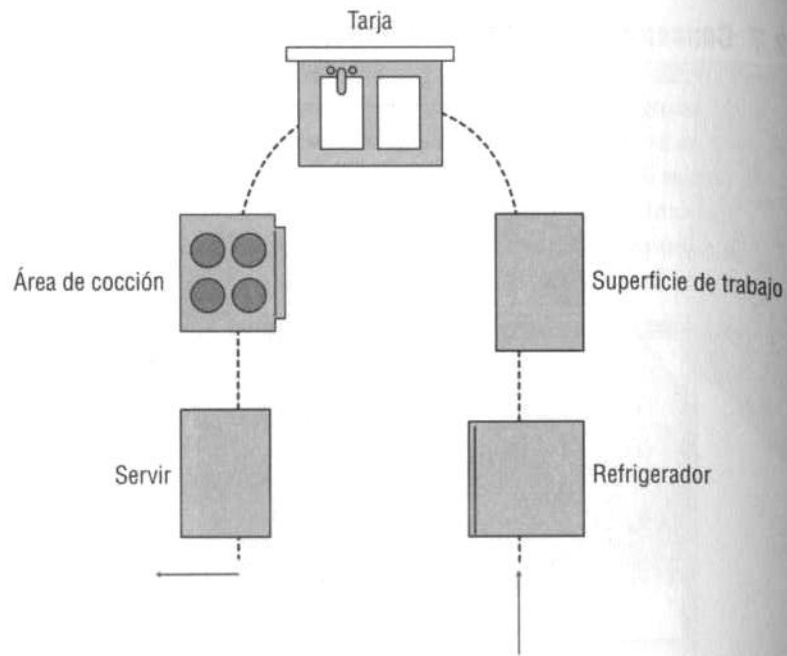


Figura 2.7. Secuencia general de trabajo.

Después de la comida, generalmente, la secuencia se lleva a cabo en forma inversa.

Se ha estimado el porcentaje del tiempo total del trabajo en la cocina para las diversas tareas (véase la figura 2.8):

- |   |        |
|---|--------|
| • Tareas realizadas en la tarja                 | 43-50% |
| • Tareas desempeñadas en el área de cocción     | 14-20% |
| • Tareas realizadas en la superficie de trabajo | 12-15% |
| • Tareas hechas en el refrigerador              | 7-8%   |
| • Ir y venir hacia y desde el área de comer     | 7-8%   |
| • Almacenamiento de platos                      | 5-8%   |

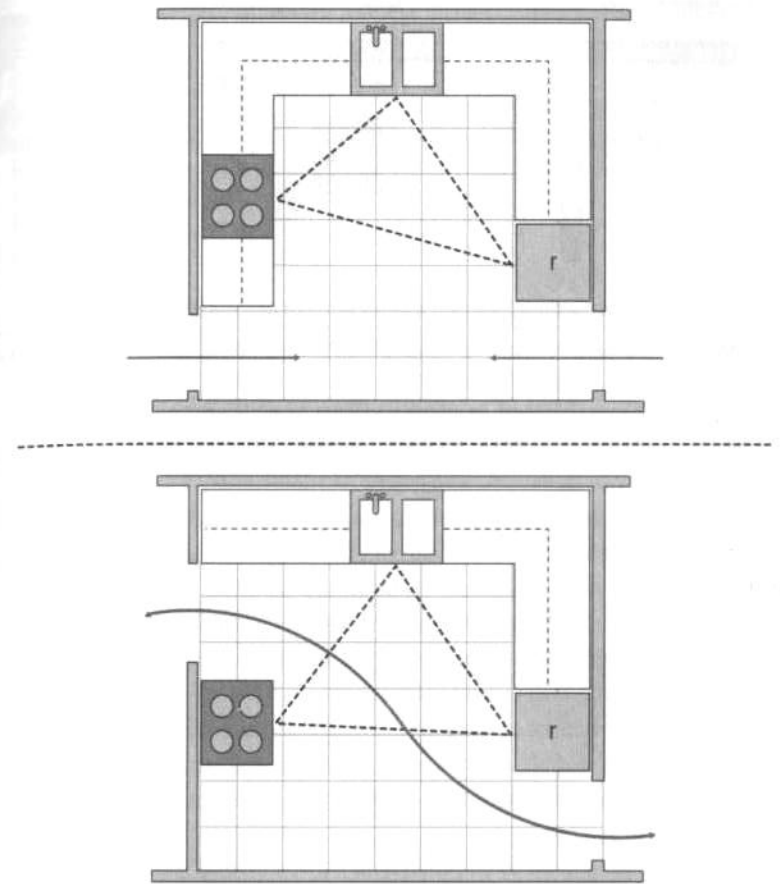


Figura 2.8. El diseño no debe interferir con las circulaciones.

## 2.9 Consideraciones generales de tráfico

- Arregle la cocina de modo que el tráfico de los extraños no atraviese el flujo del triángulo de trabajo.
- Proporcione espacios amplios entre los gabinetes (122 cm).
- En arreglos de L o U, la distancia mínima entre un centro de trabajo y una esquina adyacente debe ser de 23 cm para el caso de una tarja, 41 cm para el refrigerador y 36 cm para la estufa (véanse las figuras 2.8 y 2.9).

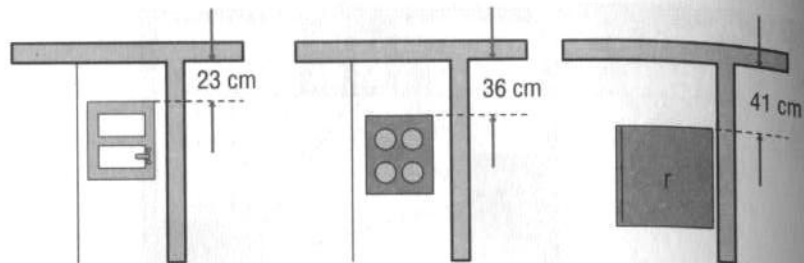


Figura 2.9. Distancias mínimas entre la tarja, la estufa y el refrigerador, cuando se encuentran en esquina.

## 3 Anexo

## Ergonomía en la oficina

La estación de trabajo de oficina básica consta generalmente de un escritorio y una silla, la cual puede usarse para:

- Tareas con papel (leer, escribir, etcétera.)
- Tareas con pantalla (teclado y otros aparatos de *input*).

Para escribir, la superficie de trabajo debe estar un poco arriba de la altura del codo. Esto porque para escribir con una posición relajada y natural, los brazos deben estar en abducción y flexionados un poco a nivel de los hombros (elevarse hacia los lados y hacia adelante).

Para el trabajo de teclado, los hombros han de relajarse con los antebrazos colgando libremente a los lados y los brazos más o menos horizontales y las muñecas, tanto como sea posible, en una posición neutral (sin desviaciones o flexiones laterales, hacia adelante o hacia abajo). Por lo tanto, la hilera central de teclas, o hilera guía (asdfg), debe estar cercana a la altura del codo flexionado.

### 3.1 Superficie de trabajo

El usuario tiene tres puntos de contacto físico con su estación de trabajo y ambiente: el escritorio (o teclado), el asiento y el piso. Si un rango de usuarios, que varían en tamaño y forma, tiene que lograr una posición de trabajo adecuada, entonces dos de estos tres deben ser ajustables.

La altura de la superficie de trabajo ajustable es la solución preferida para el trabajo de oficina, particularmente si éste se basa mucho en la pantalla. Una altura fija de superficie de trabajo puede considerarse como una segunda opción, si el piso es ajustable por medio de apoyapiés.

La superficie de trabajo debe estar 75 mm arriba del codo de los individuos para trabajo con papel.

Para trabajo con teclado es diferente, bien sea por la postura distinta que se debe adoptar, o bien porque el teclado en la línea media aumenta 30-50 mm más a la superficie de trabajo. Por lo tanto, la altura se calcula restando a la altura del codo flexionado 30-50 mm, por lo menos (véase la figura 3.1).

Al determinar la altura de la superficie de trabajo hay que considerar también el espacio que hay debajo de la superficie, que debe ser suficiente para acomodar a los individuos mayores sentados en un asiento con la altura adecuada para los individuos menores. Con frecuencia estos requisitos no pueden ser satisfechos simultáneamente y hay que seleccionar una solución de compromiso que favorezca a la mayor cantidad posible de individuos.

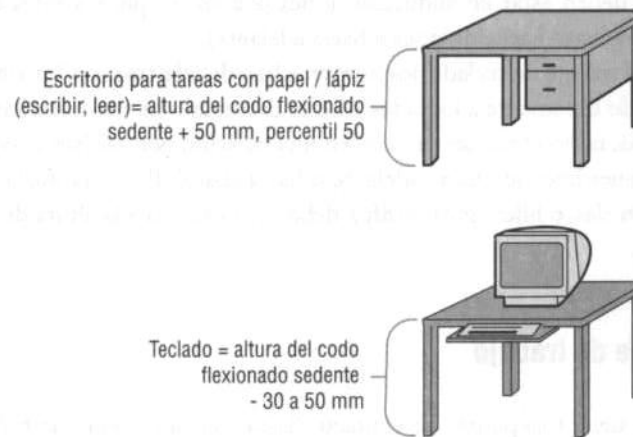


Figura 3.1. Aspectos antropométricos en la oficina.

### 3.2 Altura del asiento

Mientras más aumenta la altura del asiento en relación con la altura poplíteica del usuario, mayor es la probabilidad de sentir presión en la parte interna

de los muslos. Esto tiene como resultado una disminución de la circulación hacia las extremidades inferiores que puede causar a calambres y entumecimiento e incomodidad extrema. A medida que la altura disminuye, primero el usuario tenderá a flexionar la espina más; segundo, tendrá mayores problemas para ponerse de pie y sentarse, debido a la distancia a través de la cual debe moverse su centro de gravedad, y tercero, requerirá mayor holgura de piernas. En general, por lo tanto, la altura óptima es la cercana a la altura poplíteica; si esto no es posible, es mejor un asiento más bajo que uno demasiado alto. Para muchos propósitos, la altura poplíteica del percentil 5 de la población femenina menos 50 mm más la altura del calzado representa la mejor opción. Si es necesario hacer un asiento más grande que esto (por ejemplo, para igualarlo al escritorio o por la limitación de la holgura para las piernas) los efectos negativos se pueden reducir disminuyendo la profundidad del asiento y redondeando el filo del frente para reducir la presión en los muslos. Es obvio que la altura del asiento debe estar relacionada y ser apropiada a la altura del escritorio o la superficie de trabajo (véase la figura 3.2).

Para que la postura sedente sea cómoda, el usuario debe tener los muslos aproximadamente paralelos al piso y los pies apoyados planos sobre éste. También debe considerarse la posibilidad de cambiar ligeramente la postura. Ninguna postura es cómoda si hay que mantenerla inalterable por mucho tiempo.



Figura 3.2. Aspectos antropométricos en la oficina.

### 3.3 Profundidad del asiento

Si la profundidad se aumenta hasta más del largo poplíteo, el usuario no podrá utilizar el respaldo apropiadamente sin presionar la parte interna de sus rodillas. Además de ello, una profundidad mayor trae problemas al ponerse de pie y sentarse, por lo que se sugiere seleccionar, como máximo, el percentil 5 (véase la figura 3.1).

### 3.4 Ancho del asiento

Con propósitos de apoyo, el ancho de 25 mm menos de cada lado con relación a la anchura máxima de caderas es lo que se requiere. Sin embargo, se debe proporcionar holgura entre los apoya brazos para el usuario del percentil mayor. Por lo tanto, en la práctica, considerando la ropa y lo anterior, se puede proponer, como mínimo, 50 mm menos del ancho de codos del sexo masculino del percentil 95 (véase la figura 3.2).

### 3.5 Dimensiones del respaldo

Los respaldos más altos son más efectivos para apoyar el peso del tronco. Esto es lo deseable, pero en algunas circunstancias, otros requerimientos tales como la movilidad de los hombros pueden ser más importantes. Se distinguen tres variedades de respaldos, según la altura de su borde superior, cada uno de los cuales puede ser apropiado en ciertas circunstancias: el respaldo bajo, en el mediano y el alto.

El bajo proporciona apoyo sólo para las regiones lumbares y torácicas bajas y termina abajo del nivel de las paletas de los hombros, lo que da libertad de movimiento a los hombros y los brazos. El percentil 5 de la altura subescapular es la solución más adecuada. Las sillas para capturistas generalmente tienen respaldo corto, así como las sillas para usos múltiples.

El respaldo medio también soporta la espalda baja y la región de los hombros. Las sillas más modernas de oficina caen dentro de esta categoría, así como muchas sillas ocasionales, de auditorio, por ejemplo. Para apoyar el nivel torácico medio y los hombros se requiere la altura de hombros del percentil 95 de los hombres.

El respaldo alto da apoyo al cuello y a la cabeza completa. Se requiere el percentil 95 masculino de estatura sentado.

Cualquiera que sea la altura, es preferible y esencial la forma que apoye la espina, dorsal, dando un soporte positivo a la región lumbar, con una forma convexa.

Para lograr esto, el respaldo debe apoyar al usuario en el mismo lugar que se apoyaría con sus manos para señalar el dolor de espalda baja. Para usar el apoyo lumbar es necesario proporcionar holgura para las nalgas, por lo que es apropiado dejar un espacio entre la superficie del asiento y la parte inferior del respaldo, con una altura mínima según la altura iliocrestal del percentil 95. Para sillas de trabajo, un respaldo ajustable es deseable, y en algunos contextos es esencial.

Los respaldos medios o altos deben ser planos o ligeramente cóncavos arriba del nivel lumbar. Pero el contorno del respaldo no debe ser excesivo, ya que esto probablemente es peor a que esté plano.

### Apoyabrazos

Los apoyabrazos pueden dar apoyo adicional y ser una ayuda para ponerse de pie y sentarse. Una altura un poco menor a la altura del codo flexionado es mejor que una altura mayor (25 mm abajo del codo flexionado, percentil 5 de mujeres) (véase la figura 3.3).

### Espacio para piernas

En una variedad de estaciones de trabajo sedentes, el considerar un espacio adecuado en sentido lateral vertical (altura poplíteo + altura de muslos) y hacia adelante (largo nalga rodilla menos profundidad abdominal + 150 mm de holgura) es esencial para que el usuario pueda adoptar una postura satisfactoria. En general, se aplica el percentil 95 masculino más algunos milímetros.



Figura 3.3. En este gráfico se muestra la altura estándar de un apoyabrazos en las sillas de trabajos. Este debe encontrarse 25 mm abajo del codo flexionado, ya que es de gran ayuda para el usuario al sentarse o pararse.

#### 4.1 Altura de la superficie de trabajo

Para determinar la altura óptima de la superficie de trabajo de la cocina, debemos considerar tanto la diversidad antropométrica de los usuarios como la diversidad de tareas que van a desempeñar. Si es un fregador de 175 mm de profundidad empotrado en la superficie de trabajo, el nivel efectivo de trabajo puede ubicarse quizás en los 100 mm por debajo de la altura de la superficie de trabajo cuando se lava o a una distancia similar por sobre la superficie de trabajo cuando se opera un aparato o se mezcla con una cuchara de mango largo. Son de esperar diferencias aun entre las tareas desempeñadas sobre la superficie, asociadas con la variedad de requerimientos de fuerza.

Ward y Kirk (1970) estudiaron estos temas por medio de ensayos. Todos los sujetos eran mujeres, desempeñaron los tres grupos de tareas y seleccionaron las siguientes alturas como óptimas:

- **Grupo A.** Tareas que se desempeñan en la superficie de trabajo: pelar vegetales, batir, batir en un tazón, rebanar pan, 119 mm debajo de la altura de codo.
- **Grupo B.** Tareas desempeñadas en la superficie (untar mantequilla, cortar ingredientes), 88 mm debajo de la altura de codo.
- **Grupo C.** Tareas que requieren hacer presión hacia abajo (amasar, planchar), 122 mm debajo de la altura de codo.

Estos resultados fueron subsecuentemente confirmados usando una variedad de medidas fisiológicas, las cuales también mostraron que la altura

*Pbecasant, S. (1996), Body space. Anthropometry, ergonomics on the design of work.*

*Taylor & Francis, Great Britain, pp. 105-109.*

*Traducido y adaptado por: Lilia Roselia Prado León*

óptima de la parte superior del fregador es de aproximadamente 25 mm abajo del codo.

La siguiente etapa en el análisis es localizar prioridades de estos tres grupos de tareas. Idealmente, esto podría hacerse mediante observaciones de campo de la conducta del usuario. Otra manera es mediante preguntas a una muestra de usuarios típicos, con lo que se encontró un acuerdo general en que las tareas del grupo B son las más importantes y las del grupo C menos importantes. Se le dio un peso de 4 al grupo B y con un peso de 1 al grupo C, y se llegó a la conclusión de que lo recomendable, en general, son 100 mm por debajo de la altura del codo como la altura óptima de la parte superior de la superficie de trabajo (véase la figura 4.1).

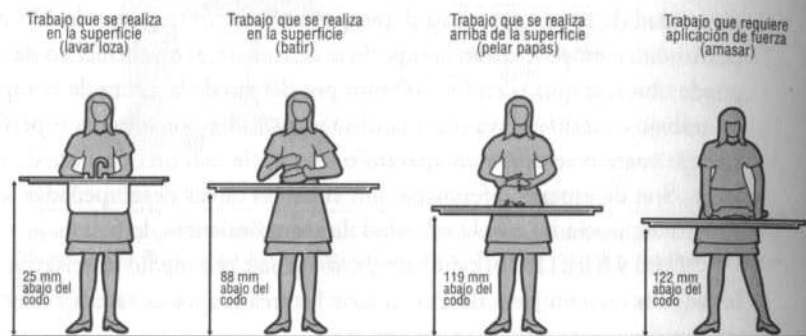


Figura. 4.1. Aquí se muestran las alturas adecuadas que se deben emplear en el diseño de las cocinas para hacerles más fácil el trabajo a las amas de casa.

## 4.2 Espacios en relación con alacenas y repisas

Los siguientes factores deben tomarse en consideración en el diseño de alacenas, repisas y toda clase de superficies de almacenamiento (Grandjean, 1973):

1. Determinar el alcance vertical.
2. Considerar los obstáculos (la superficie de trabajo).
3. Considerar la profundidad de las superficies de almacenamiento.

¿Qué tan serio es o puede ser el problema de inadecuación antropométrica en el hogar? Esta pregunta es muy difícil de responder. Además de la incomodidad y el mayor esfuerzo que implica realizar las actividades con mobiliario y equipo antropométricamente inadecuado, así como la pérdida de tiempo, puede ocasionar un deterioro en el usuario. Por ejemplo, una persona alta que trabaja en una superficie demasiado baja podría tener problemas degenerativos a nivel de discos intervertebrales en la espalda baja, lo que depende del grado de flexión de la espalda, de qué tanto tiempo utilice esta superficie y de si hace fuerza al trabajar en ella. Sin embargo, aun sin daño degenerativo, el dolor de espalda es muy común, y es tan intenso, que puede "incapacitar" a la persona para realizar esta tarea.

El baño debe combinar estética con funcionalidad. Es un ambiente que debe propiciar el relajamiento y esparcimiento que se obtiene al remojar en una tina caliente; sin embargo, también se debe combinar con la configuración de una estación de trabajo para la actividad práctica de lavarse, asearse y excretar.

### 5.1 La tina de baño

La tina de baño presenta problemas interesantes de optimización dimensional. Debe ser lo suficientemente grande para que sea cómoda, pero no demasiado como para desperdiciar espacio y agua.

Hay dos posturas principales que se adoptan en la tina: una sentada reclinada y otra recostada (posiblemente con las piernas flexionadas), en la cual el cuerpo está sumergido hasta el nivel del cuello. Para obtener comodidad en la posición sedente, el fondo horizontal de la tina debe ser suficiente para acomodar al percentil 95 masculino desde la nalga hasta el talón y el final de la tina debe proporcionar un respaldo adaptable. Kira (1976) recomienda una inclinación de 50-65° de la vertical y contorneado conforme a la forma de la espalda. Esto parece ser excesivo, una inclinación de 30° puede ser más adecuada. Se debe aumentar la longitud de la base horizontal para tener la posibilidad de una inmersión total. Suponiendo que mantenemos la cabeza arriba del agua, esto equivaldría al percentil 95 masculino de la altura de hombro.

El ancho de la tina debe acomodar al menos la anchura máxima del cuerpo de un bañista (percentil 95 masculino).

En una tina para dos personas, encontradas frente a frente, se deben considerar el ancho de las caderas de una persona y los pies de la otra (percentil 95 de las caderas en sexo femenino y percentil 95 de los pies en sexo masculino). Para este diseño las llaves deben estar en el centro de manera que sean accesibles a ambos.

## 5.2 Lavabo

Éste se utiliza para lavarse las manos, la cara y algunas veces el cabello. El criterio es relativamente simple: debe ser posible humedecerse las manos sin que el agua corra a través de los antebrazos y la flexión debe reducirse. Por lo tanto, el borde del lavabo debe tener aproximadamente la altura de codo del usuario más pequeño (percentil 5 de mujer). Kira (1976) estudió las actividades en el lavabo por medio de la experimentación en un lavabo de altura ajustable. Con base en este estudio concluyó que para lavarse las manos, la fuente del agua debe localizarse 100 mm arriba del borde del lavabo (véase la figura 5.1).

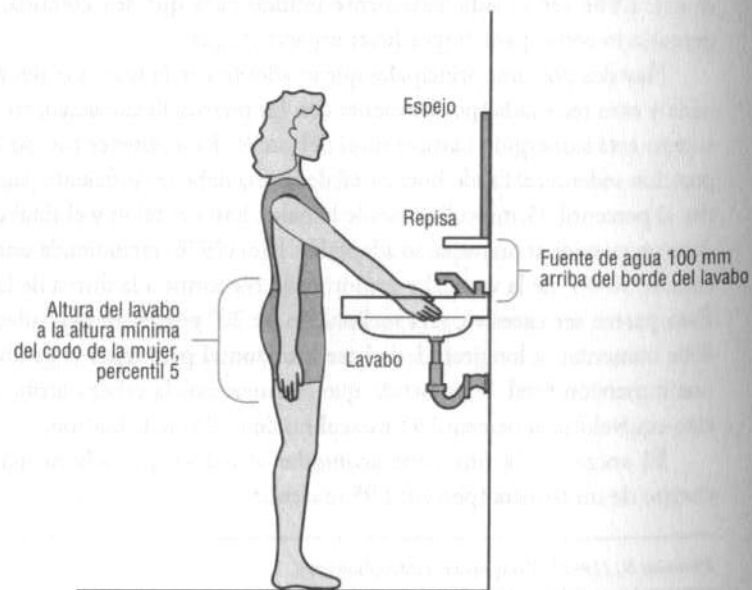


Figura 5.1. El lavabo debe ser diseñado con base en el percentil de la mujer más baja, es decir el 5, ya que cualquier persona de distinta estatura o sexo puede alcanzarlo.

## 5.3 El excusado

Hay una fuerte opinión en el sentido de que la postura sedente para hacer las necesidades fisiológicas, utilizada en la cultura occidental, es fisiológicamente inadecuada. Los proponentes de este punto de vista, sobre todo Hornibrook (1934, citado por Pheasant, 1996), arguyen que la posición en cuclillas, en la cual los muslos se presionan contra la pared abdominal, facilita y hace más eficientes los movimientos intestinales, lo cual previene una variedad de enfermedades a las que estamos pre-dispuestos como resultado de nuestra dieta y los hábitos sedentarios.

Sin embargo, cambiar los hábitos occidentales es un problema difícil, por lo que debemos concentrarnos en el diseño del excusado tradicional en nuestro contexto.

Partiendo del supuesto de la adecuación fisiológica, lo que se puede hacer para mejorar la función es bajar el nivel del excusado para aproximarse a la postura en cuclillas y considerar una buena superficie de apoyo en el asiento para mayor comodidad, ya que en las nalgas y el muslo se soporta una gran proporción del peso del cuerpo (véase la figura 5.2).

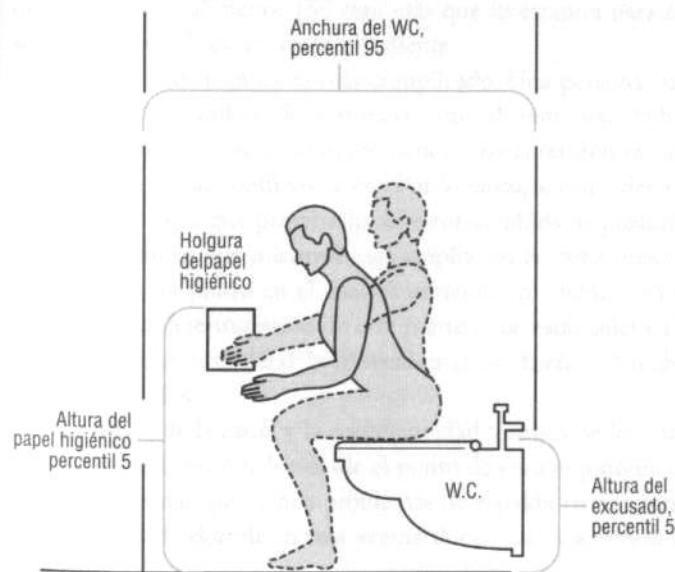


Figura 5.2. Se ha descubierto que la postura correcta para excretar es en cuclillas, ya que así se hace presión en los intestinos y se produce una estimulación. Los diseños de los baños occidentales no estaban pensados de esa manera, por lo que se recomienda bajar el nivel de los excusados al percentil de las personas más bajas, el percentil 5.



Considerando la cantidad de tiempo que pasamos en la cama y la importancia del sueño, es sorprendente la poca información de que se dispone de estudios científicos formales.

La persona alta generalmente se queja de que las camas son demasiado cortas. Noble (1982) cita los resultados de un estudio de camas hecho en Inglaterra. Ya sean camas individuales o *king size*, la longitud varió de 1,900 a 2,360 mm. La longitud de la persona recostada es algo mayor que su estatura; y la cama debe ser algo más larga, ya que las personas duermen a veces con las manos arriba de sus cabezas. Asumiendo que una persona requiere de una longitud de al menos 150 mm más que su estatura para su comodidad, se puede hacer el cálculo correspondiente.

El ancho de la cama es más complicado. Una persona cuando duerme hace más de 60 cambios de postura durante el transcurso de la noche, cumplen una función fisiológica: sirven para aliviar la tensión muscular, prevenir la presión en zonas conflictivas, etc. Por lo tanto, la cama debe lo suficientemente ancha para que permita hacer estos cambios de postura. En la práctica esto significa que mientras más amplia sea la cama mejor. Debe haber, lógicamente, un punto en el cual el aumento en anchura no tenga ningún beneficio. La determinación de este punto debe estar sujeto a estudios empíricos. Se debe considerar la conveniencia de diseñar el ancho de la cama para dos usuarios.

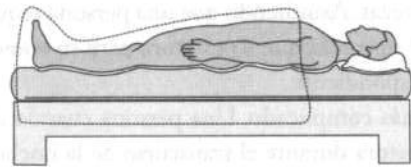
La altura de la cama y la conductividad térmica de los materiales también deben ser considerados desde el punto de vista ergonómico.

Las personas que tienen problemas de espalda frecuentemente reciben instrucciones de dormir en una «cama dura». La experiencia indica que es

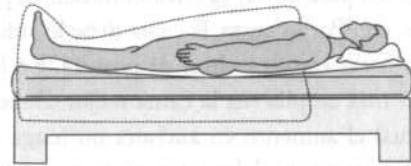
no necesariamente benéfico, pues en algunos casos una cama excesivamente dura puede ser peor (Pheasant, 1996).

Parte del problema parece deberse a la confusión de dos propiedades físicas diferentes de la cama, que podríamos llamar: «adaptación anatómica» y «encorvamiento». La adaptación anatómica es la capacidad de la cama a adaptarse al contorno del cuerpo y de apoyar diversas posiciones con un mínimo de presión en las distintas partes del cuerpo. La adaptación anatómica es una propiedad principalmente del colchón en sí. Hay una variedad de maneras de lograr esto desde el punto de vista técnico, en términos del diseño de los resortes de la cama, etc. (véase la figura 6.1).

Sin embargo, si el colchón es demasiado suave, tenderá a hundirse hasta quedar en forma de hamaca. Para que sea confortable y proporcione apoyo postural, es deseable una combinación que permite el confort sin que se hunda.



a. Adaptación anatómica



b. Encorvamiento

Figura 6.1. En este gráfico se muestran las cualidades que debe tener el colchón donde dormimos para descansar adecuadamente. En el caso *a* se presenta la adaptación anatómica, donde los resortes del colchón adoptan la forma de nuestro cuerpo, que es el correcto; en el caso *b* se presenta el encorvamiento, pues el colchón y sus resortes no son muy resistentes y se ablandan sin adaptarse a nuestro cuerpo y nos lastiman la espalda.

### 7.1 Resumen

En este documento se discute la investigación antropométrica para el diseño de medios para niños y jóvenes. Los maniqués bidimensionales son una forma de presentar datos antropométricos. Los maniqués de niños de edades entre 1 y 6 años son el tema de este documento. El paquete consta de ocho modelos de plexiglás en una escala de 1:5. Los modelos fueron preparados considerando los percentiles 5 y 95 a dos vistas, vista lateral cuando la figura está en el plano sagital y vista superior cuando la figura está en el plano transversal. Los modelos se usan en el diseño y la evaluación ergonómica de productos, incluyendo equipo y mobiliario para niños.

Palabras clave: Antropometría, maniqués, diseño.

### 7.2 Introducción

Hay un amplio reconocimiento de la importancia de la postura y el daño que puede ocurrir si no se le considera. Esto se aplica tanto a los niños como a los adultos que son especialmente sensibles a las influencias del ambiente exterior. El mobiliario y los juguetes que no se diseñan apropiadamente ni se ajustan a las características de los jóvenes conducen a posturas inadecuadas y estados patológicos. Con el propósito de prevenir esto se debe aplicar la ergonomía en el diseño de objetos para las generaciones más jóvenes. El concepto de desarrollo de datos antropométricos para el diseño de elementos de mobiliario, guarderías, preescolares, escuelas, centros educativos y hospi-

tales fue tomado del Instituto de Diseño Industrial. Se tomaron en cuenta algunas formas diferentes de presentación de datos, entre ellas, monografías típicas que presentan los datos numéricos en diagramas, monogramas circulares o lineales para maniquíes bidimensionales que representan la figura del cuerpo. La primera monografía fue escrita en los años 1985 y 1986 y presentó características antropométricas de niños y jóvenes de mayores de 18 años (Nowak, 1985-1986). La representación se basó en 64 rasgos somáticos expresados como percentiles (5, 50 y 95). Las figuras 7.1, 7.2, 7.3 y 7.4 muestran las dimensiones registradas en la posición de pie y sentado. Para tomar las medidas Se usó una silla antropométrica, ajustable en altura y profundidad (véase la figura 7.5).

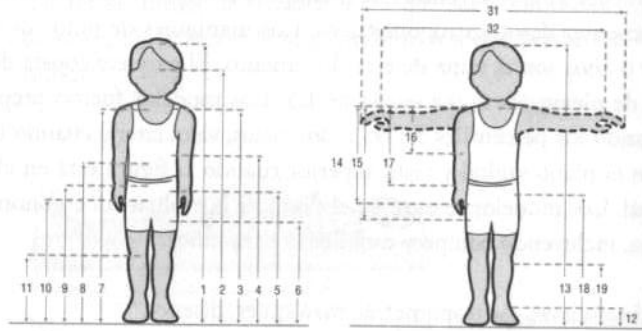


Figura 7.1. Medidas antropométricas recolectadas.

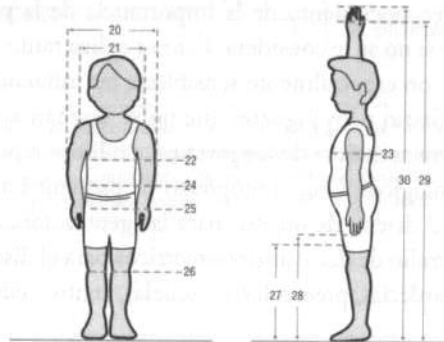


Figura 7.2. Medidas antropométricas recolectadas.

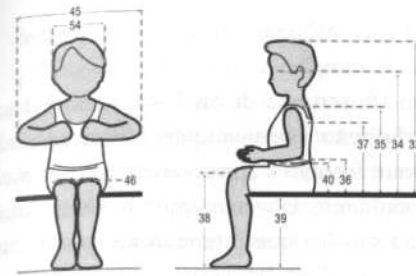


Figura 7.3. Medidas antropométricas recolectadas.

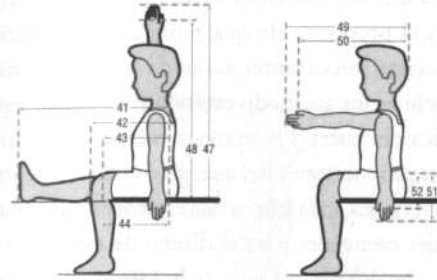


Figura 7.4. Medidas antropométricas recolectadas.

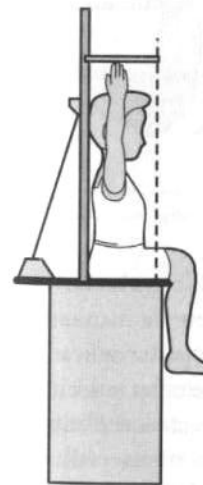


Figura 7.5. La silla para medir.

### 7.3 El maniquí

Los datos antropométricos constituyen una de las bases para el desarrollo de ayudas metodológicas para el diseño. Los maniqués bidimensionales son una de estas ayudas. Ellos ilustran los datos antropométricos por medio de la figura plana escalada apropiadamente. Los maniqués bidimensionales de niños entre 1 y 6 años de edad son los que interesan en este documento (véase la figura 7.6).

Los siguientes criterios fueron tomados en cuenta mientras se preparaba el maniquí: conformación de mediciones funcionales con los datos antropométricos comunes, simplicidad para el uso de los modelos, de su almacenamiento y el menor costo de producción (Bardagj y cols., 1974; Dreyfuss, 1959, 1960; Gedliczka, 1983). Con el propósito de que reúnan estos criterios, fue necesario conciliar muchos factores importantes, tanto de antropometría como de diseño. Aun el mejor modelo es un acomodo estático y no puede representar completamente la dinámica del cuerpo humano, y menos la dinámica del cuerpo de los niños, porque las proporciones del cuerpo cambian mientras que el organismo se desarrolla y crece. Es más importante preservar la conformación de las medidas funcionales esenciales para el diseño de estructuras espaciales con datos antropométricos del niño y retener la forma de la figura del cuerpo cambiando en la ontogenia. La idea de la diferenciación de maniqués con respecto al sexo fue abandonada: las diferencias en mediciones somáticas de la muestra en esta edad no tenían diferencias significativas para el diseño (Nowak, 1988).

Los maniqués fueron divididos en dos grupos tomando en consideración dos etapas sucesivas de desarrollo de niños.

1. Edad postinfantil: 1-3 años.
2. Etapa preescolar: 4-6 años.

La división es significativa con respecto a diferencias en diseño de mobiliario para guarderías y preescolares. El paquete de maniqués se preparó usando los valores de los percentiles 5 y 95 para poder aplicar estos percentiles umbrales en el diseño. El paquete consto de ocho modelos presentados en dos vistas: una vista lateral (cuando la figura está en el plano sagital) y una vista superior (cuando la figura está en el plano transversal). Cada modelo dio la información sobre sexo, edad y valor del percentil. El maniquí era

de un material firme, plexiglás, y en la escala 1/5. Tienen articulaciones, lo que hace posible colocar la figura en una posición determinada o mover un segmento específico del cuerpo. El maniquí se fija encajando una especie de compás o una clavija en un agujero que representa los ejes de rotación de una articulación. Se proporcionan las capacidades de movimiento para las siguientes articulaciones: hombro, codo, muñeca, cadera, rodilla, tobillo. Otros movimientos que también se consideraron son: movimientos de la cabeza, movimientos del cuello (unión del cuello y los segmentos torácicos de la espina dorsal) y movimientos del tronco (unión de los segmentos torácico-lumbar).

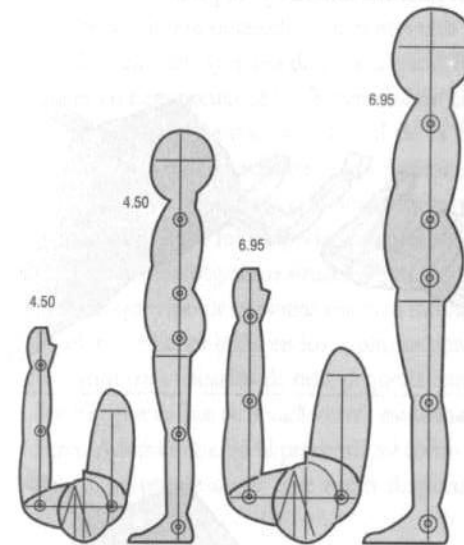


Figura 7.6. Maniqués bidimensionales de cuatro a seis años.

Los movimientos de flexión y extensión en todas las articulaciones mencionadas anteriormente pueden obtenerse mediante el desarrollo del maniquí en el plano sagital, mientras que el maniquí desarrollado en el plano transversal permite determinar los movimientos de abducción y aducción de las extremidades y la cabeza. El modelo del plano transversal es la figu-

ra simplificada de un niño visto desde arriba. El lado izquierdo consta del hombro, extremidad superior y pecho, la derecha consta del muslo, cadera y abdomen. Rotando el maniquí a lo largo del eje de simetría uno puede obtener el contorno de la figura completa (véase la figura 7.7). Los contornos de la extremidad superior y las dimensiones de alcance se obtienen poniendo el modelo en el plano transversal sobre el modelo del plano sagital (véase la figura 7.8). Las figuras 7.7 y 7.8 muestran, de manera simplificada, las formas en las cuales el maniquí puede ser usado directamente sobre la hoja de dibujo. Usando una pluma uno puede obtener el contorno del cuerpo en diferentes etapas de un movimiento determinado y establecer las dimensiones funcionales en postura sedente y de pie.

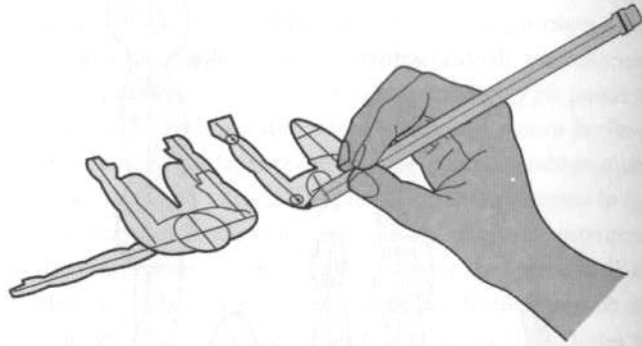


Figura 7.7. Uso del modelo.

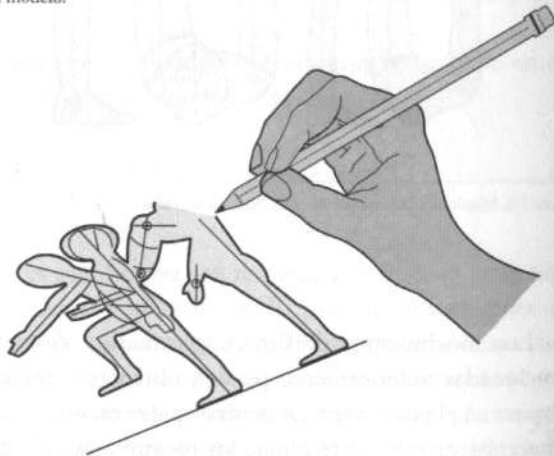


Figura 7.8. Uso del modelo.

Las dimensiones de los maniqués que se muestran en el presente anexo corresponden a las dimensiones antropométricas de la población trabajadora adulta de la zona metropolitana de Guadalajara, Jalisco México (Ávila, Prado y González, 2001). Estos datos antropométricos fueron obtenidos por el proyecto de investigación "Perfil antropométrico de la zona metropolitana de Guadalajara", llevado a cabo por el Centro de Investigaciones en Ergonomía de la Universidad de Guadalajara.

Para obtener una representación más fiel de la constitución del cuerpo se crearon personajes "virtuales" mediante un programa de cómputo llamado Jack Transom versión 2.2, el cual facilita la creación de personas o usuarios virtuales con la antropometría requerida, a fin de poder estudiar sus movimientos, esfuerzos y posturas en interacción con objetos o situaciones de trabajo. Es de suponer que era necesario establecer qué tipo de personas podrían interactuar con los entornos por diseñar. Como el lector habrá leído en los capítulos anteriores de este libro, es necesario diseñar tanto para usuarios de talla pequeña como para los de talla grande (percentiles 5 y 95), por lo que se decidió crear estos maniqués, tanto de hombres como de mujeres. Además se creó el percentil 50 como punto de referencia.

En resumen, se puede decir que están disponibles los siguientes tipos de maniqués:

1. Hombres percentiles 5, 50 y 95
2. Mujeres percentiles 5, 50 y 95

Una vez creados estos usuarios virtuales se procedió a obtener vistas ortogonales de dichos sujetos y a partir de ellas a generar el maniquí bidimensional correspondiente, respetando en todo momento la localización de las articulaciones que Jack Transom versión 2.2 había establecido. Para crear el maniquí bidimensional se utilizó el programa de dibujo Corel Draw versión 9.0, En el cual se crearon tres posibilidades de uso del maniquí:

1. Vista lateral.
2. Vista superior.
3. Vista frontal.

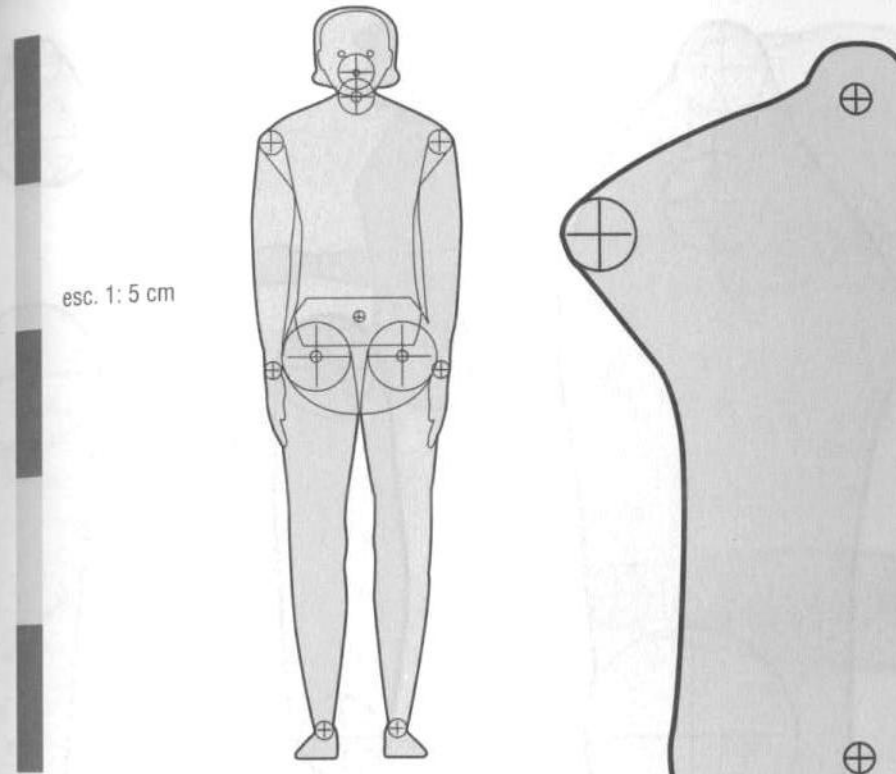
Cada vista puede tener su aplicación específica. Por ejemplo, la vista superior puede ser ideal para analizar los alcances que pudieran tener los diferentes usuarios de los objetos; la vista lateral puede resultar conveniente para analizar la correlación entre las alturas de los sujetos y los objetos; mientras que la vista frontal puede aportar datos interesantes en cuanto al espacio que debe proporcionarse para la circulación o movimiento de las personas. Esto es tan sólo un ejemplo de las aplicaciones. Los resultados serán más interesantes conforme se desarrollen mas conceptos en el diseño de interiores.

La ventaja de tener estos maniqués en Corel Draw es que pueden utilizarse directamente en la computadora para insertarlos en diferentes situaciones, teniendo el cuidado de respetar la escala correspondiente.

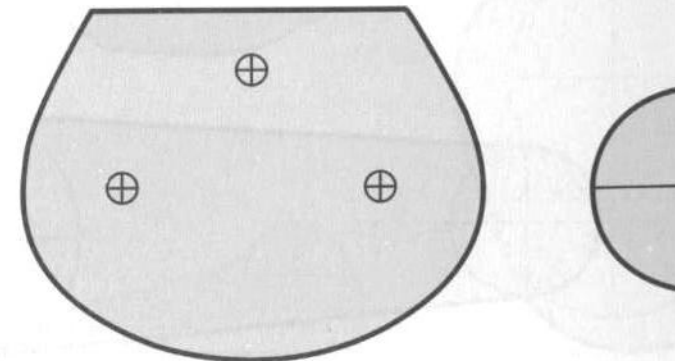
Sin embargo, no es necesario disponer de una computadora para usarlos. De hecho, como material didáctico que son, se sugiere que los alumnos los elaboren a partir de materiales como plástico o cartulina, para que los utilicen directamente sobre sus dibujos en papel cuando sea necesario.

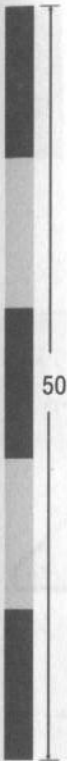
Aquí proporcionamos las plantillas de los maniqués en dos escalas: 1:5 y 1:10, lo cual es conveniente ya que las situaciones en que sea necesario realizar el análisis pueden ser un tanto cambiantes. Así, por ejemplo, si se desea ser cuidadoso con los detalles conviene usar la escala 1:5, mientras que si lo que se quiere es hacer un análisis mas general es recomendable la escala 1:10. Todo depende de los objetivos que se haya planteado el diseñador.

Para armar estos maniqués se sugiere que se adhieran al plástico o cartulina y se recorte cada pieza. Cabe hacer notar que piezas como piernas, brazos, antebrazos, o las manos aparecen sólo una vez en las vistas frontal y superior, como son simétricas basta con la plantilla de un lado, y para obtener la otra parte se hace dos veces la misma pieza, teniendo el cuidado de ensamblarla de manera inversa. De hecho para ensamblar dichas piezas se recomienda utilizar los materiales disponibles en la localidad, que pueden ser grapas, remaches o broches. La selección de los materiales depende en gran medida de aquellos que se hayan seleccionado para confeccionar el maniquí.



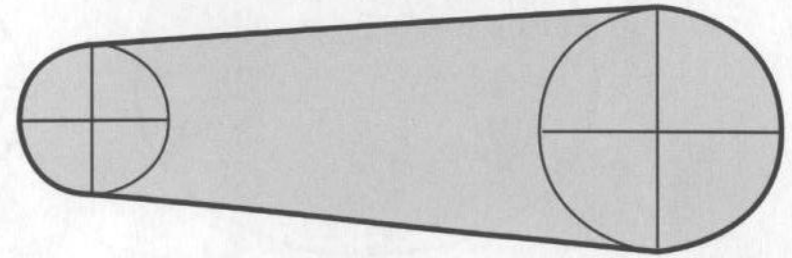
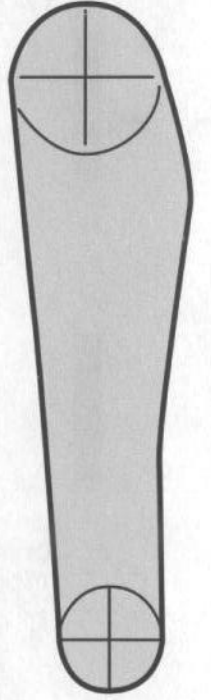
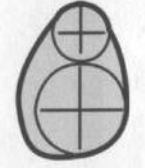
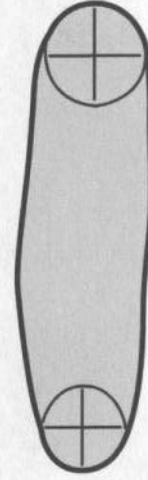
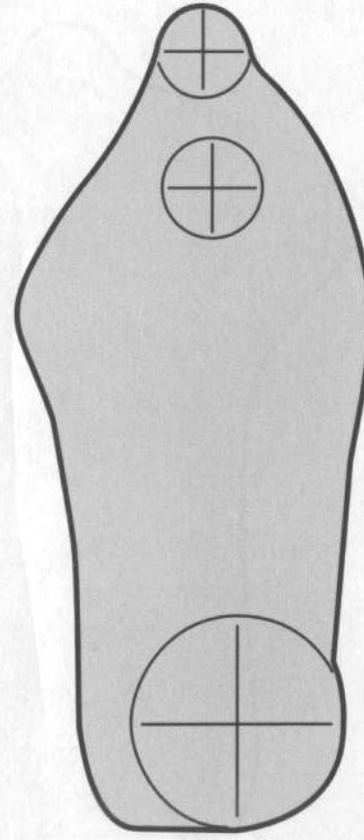
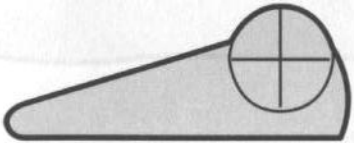
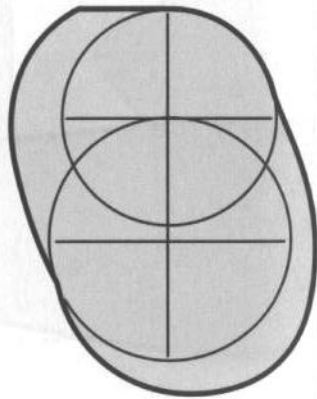
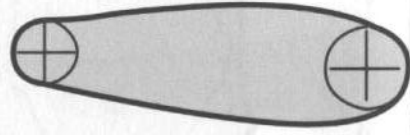
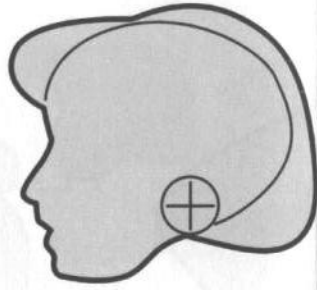
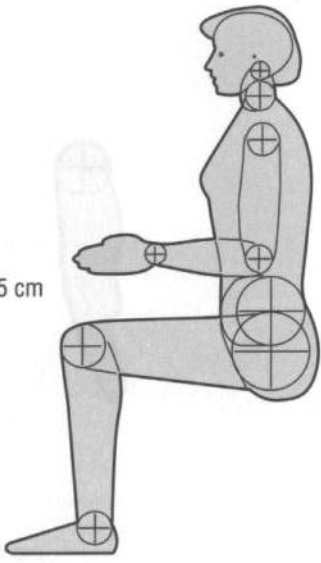
Universidad de Guadalajara  
Centro de Investigaciones en Ergonomía  
Trabajadora industrial Percentil 50





esc. 1: 5 cm

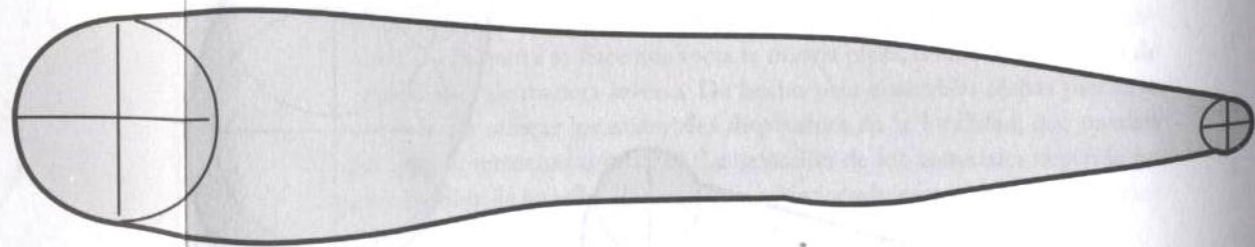
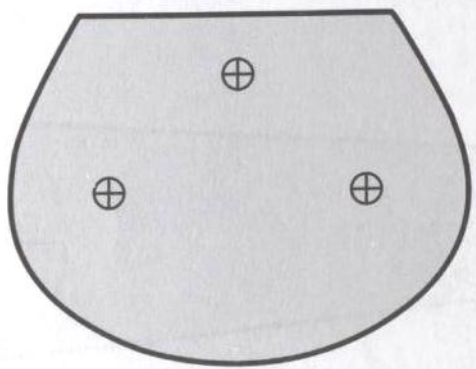
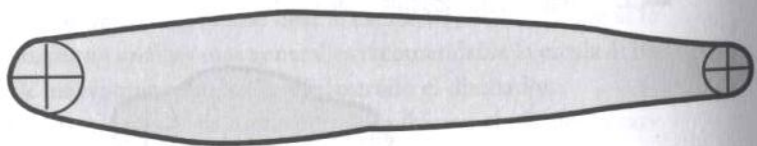
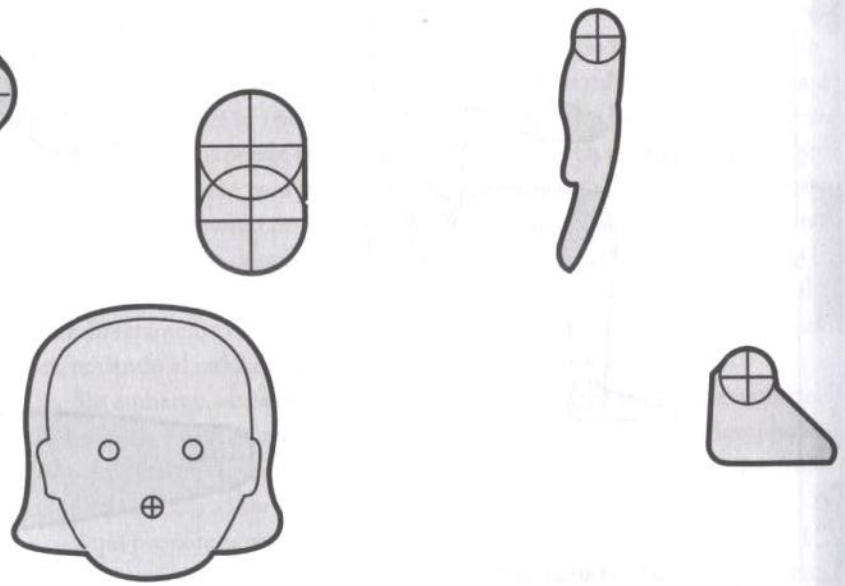
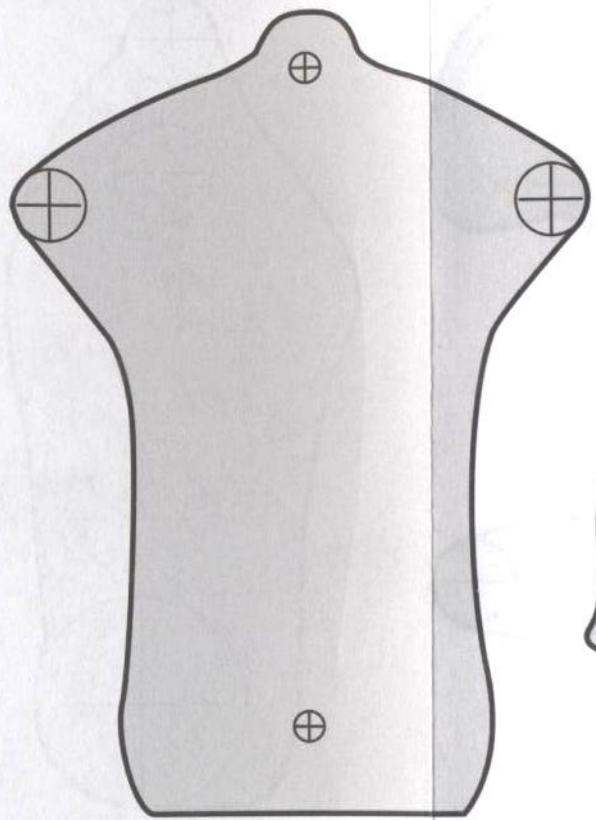
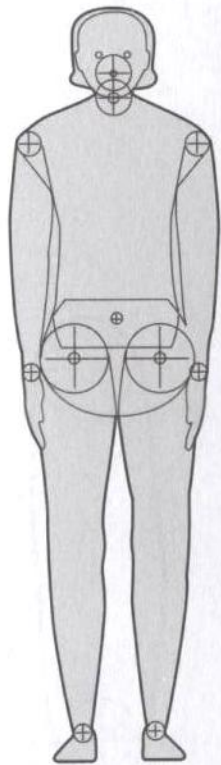
50 cm



Universidad de Guadalajara  
Centro de Investigaciones en Ergonomía  
Trabajadora industrial Percentil 5

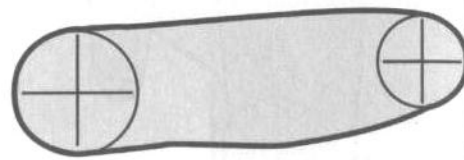
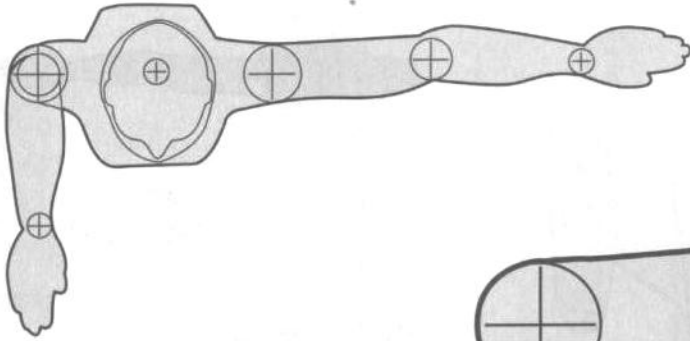


esc. 1: 5 cm



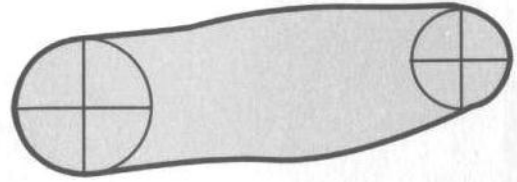
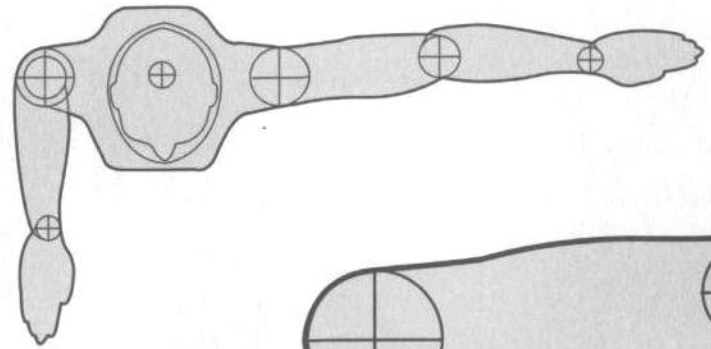
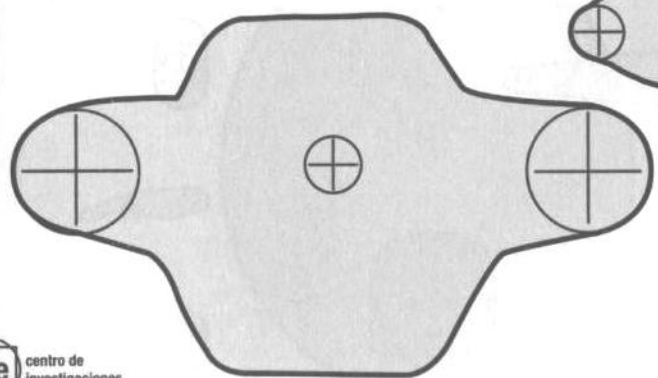
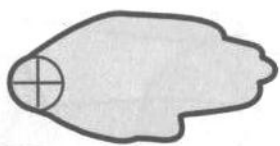
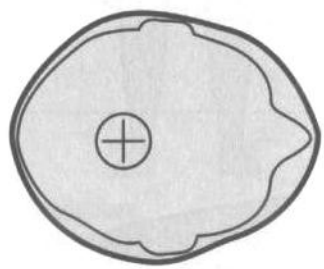
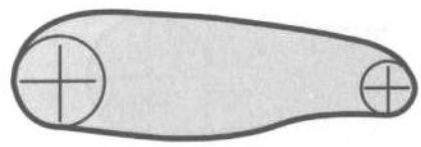
Universidad de Guadalajara  
Centro de Investigaciones en Ergonomía  
Trabajadora industrial Percentil 50





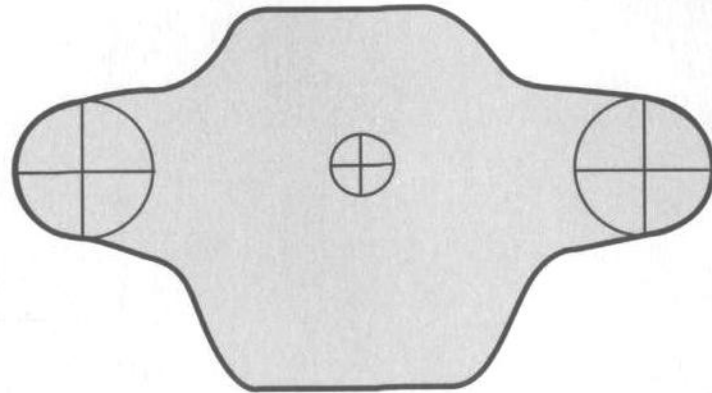
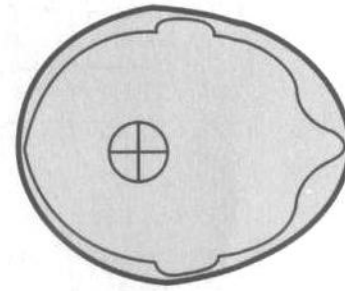
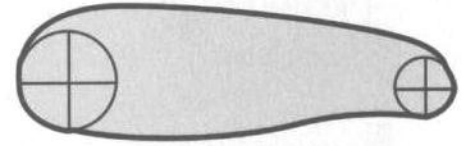
esc. 1: 5 cm

Universidad de Guadalajara  
Centro de Investigaciones en Ergonomía  
Trabajadora industrial Percentil 5



esc. 1: 5 cm

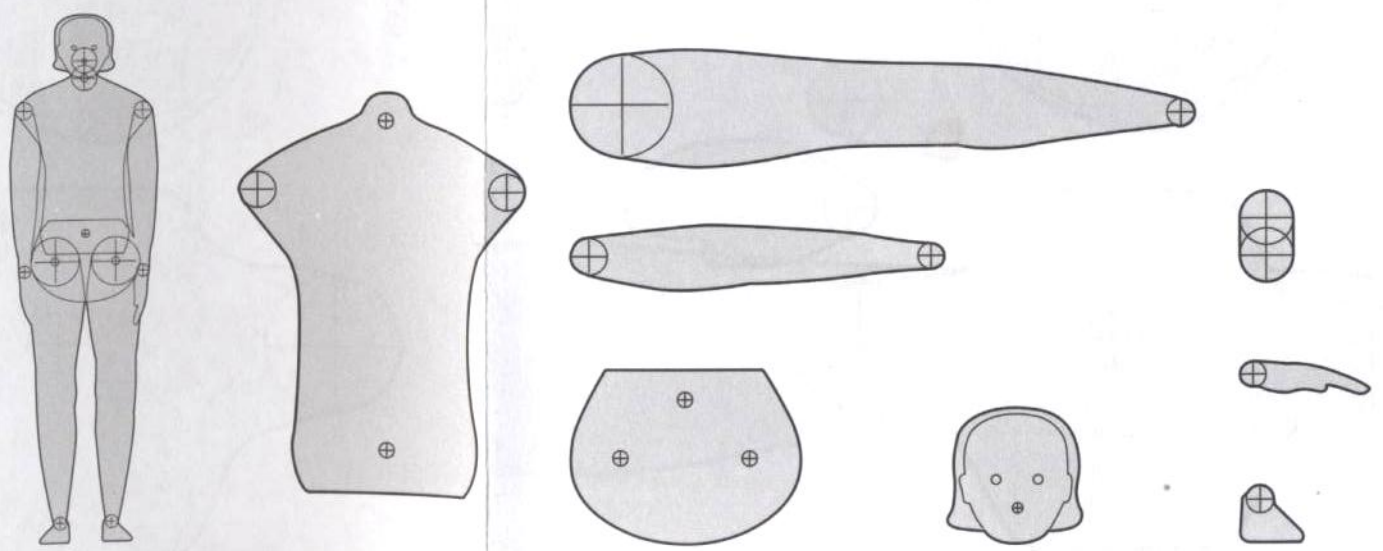
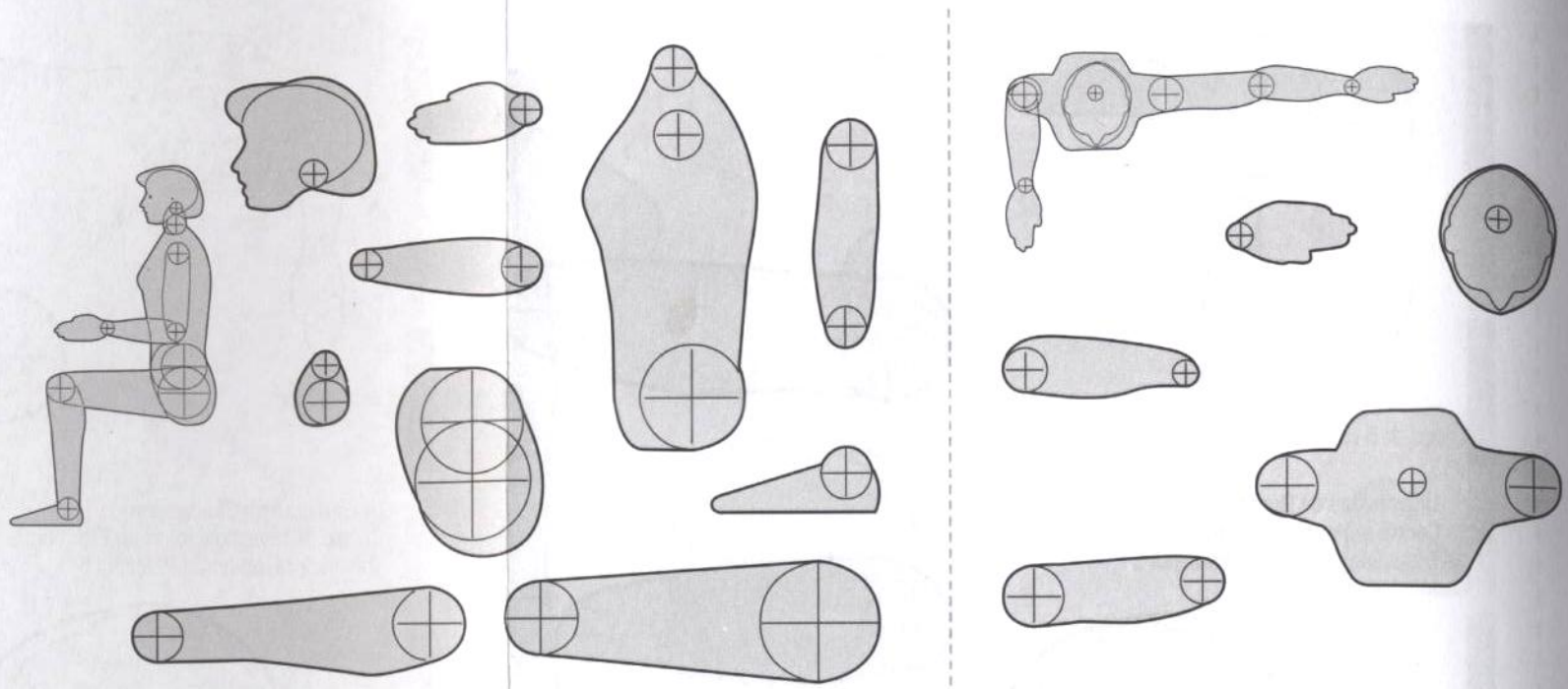
Universidad de Guadalajara  
Centro de Investigaciones en Ergonomía  
Trabajadora industrial Percentil 5





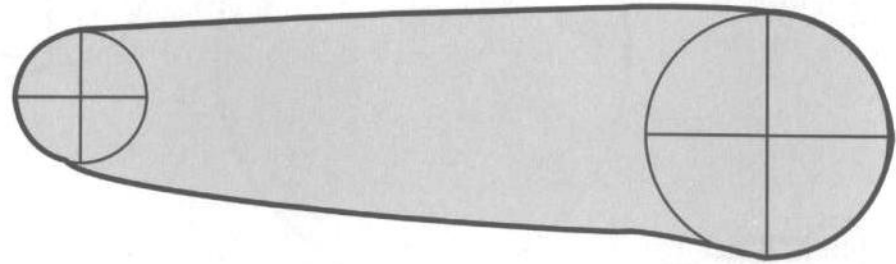
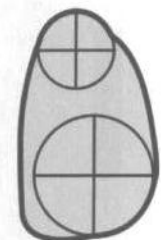
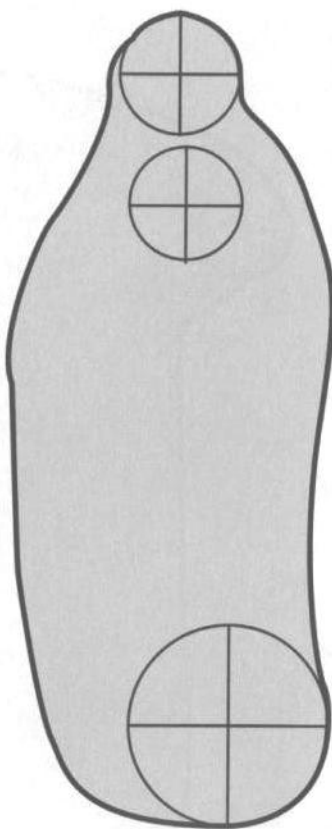
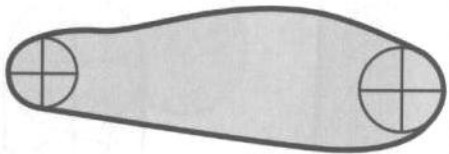
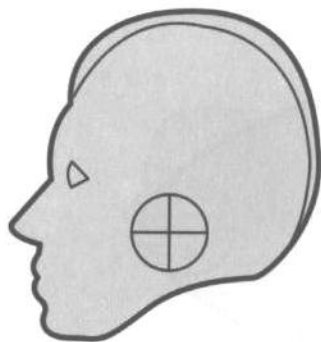
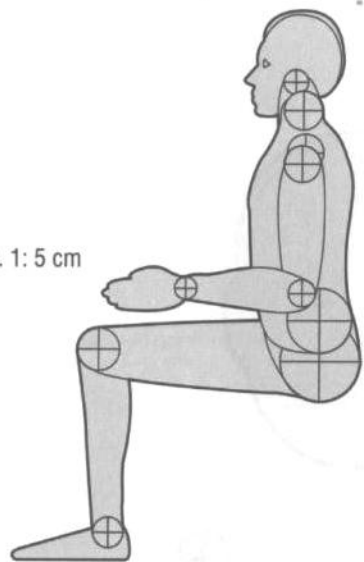
esc. 1: 5 cm

Universidad de Guadalajara  
Centro de Investigaciones en Ergonomía  
Trabajadora industrial Percentil 5

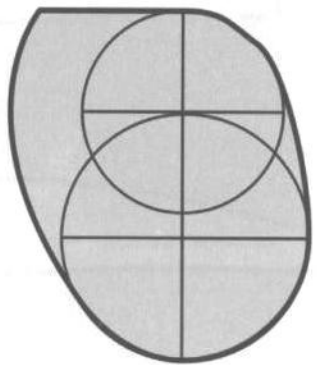
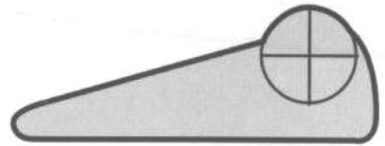




esc. 1: 5 cm

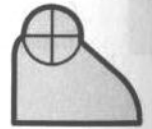
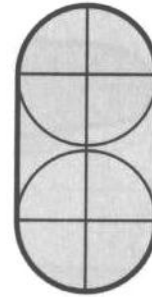
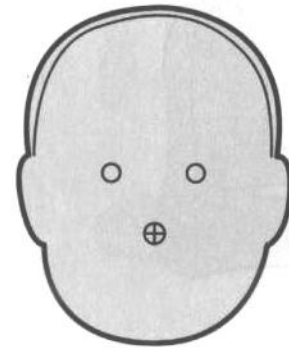
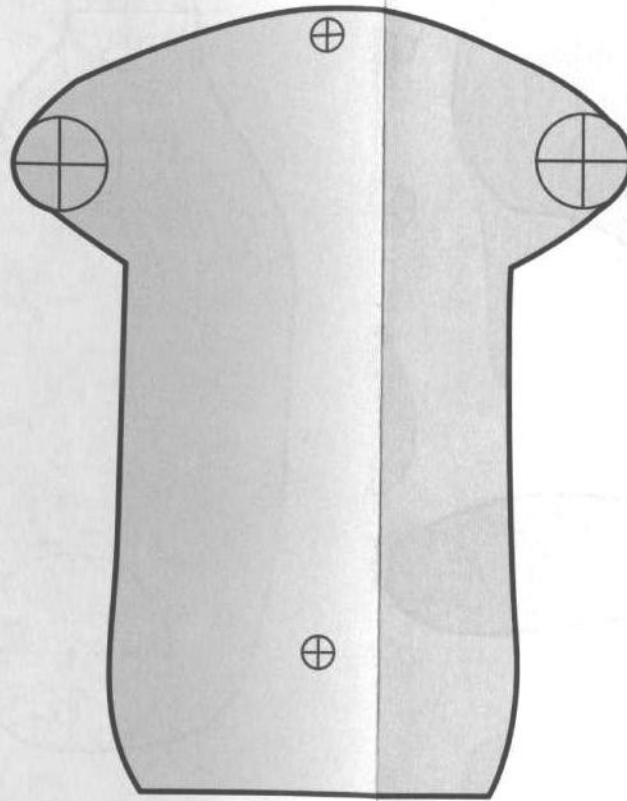
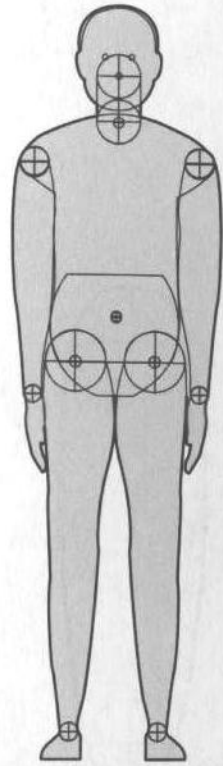


Universidad de Guadalajara  
Centro de Investigaciones en Ergonomía  
Trabajadora industrial Percentil 5

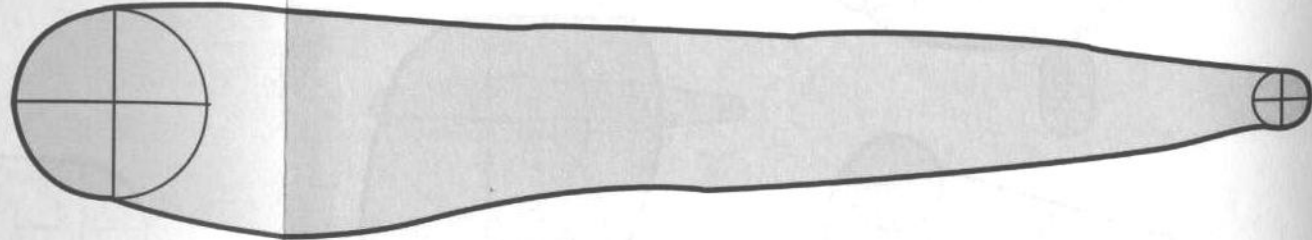
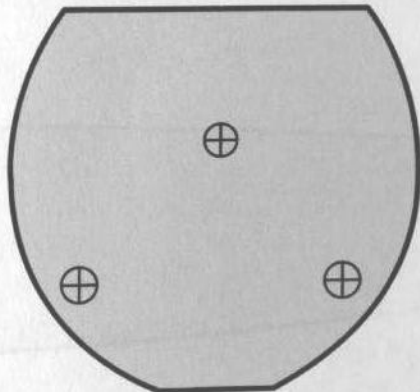


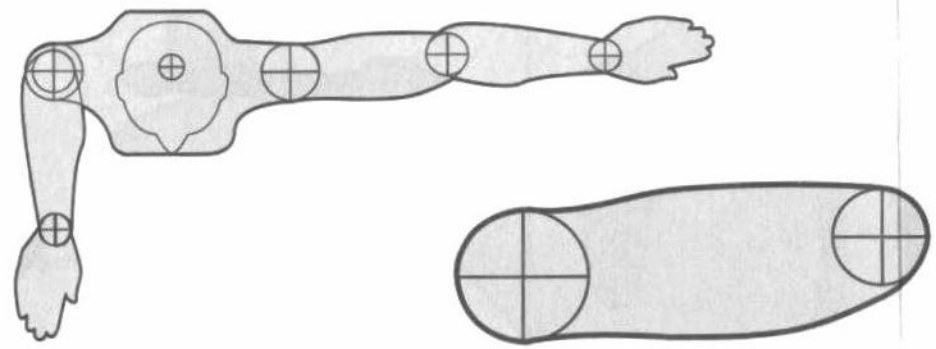


esc. 1: 5 cm



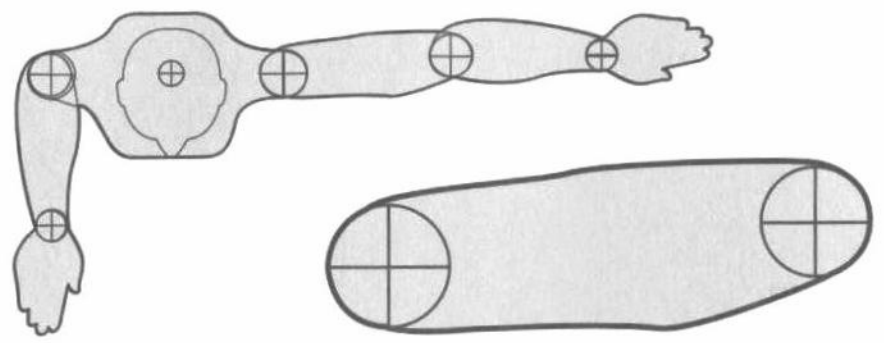
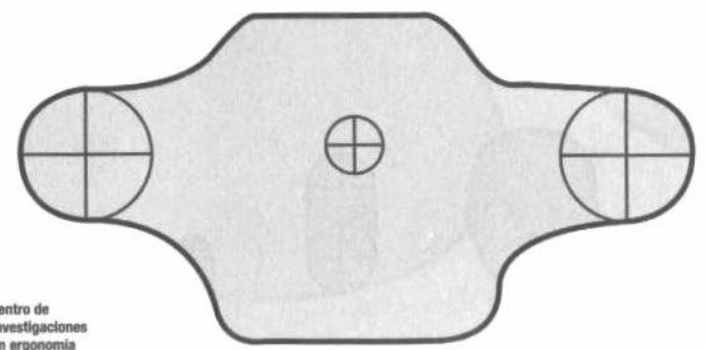
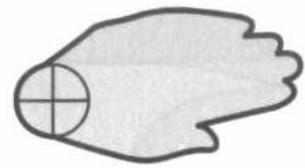
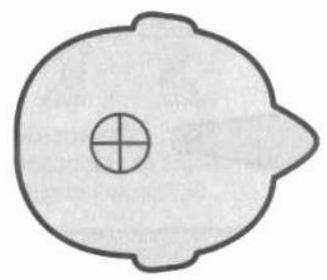
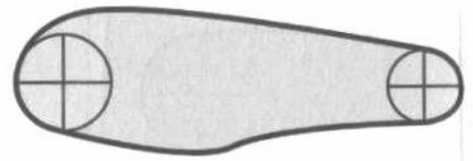
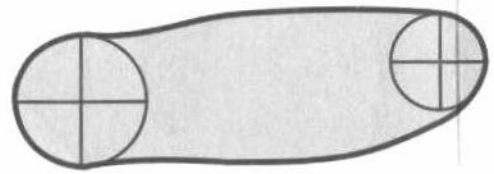
Universidad de Guadalajara  
Centro de Investigaciones en Ergonomía  
Trabajador industrial Percentil 05





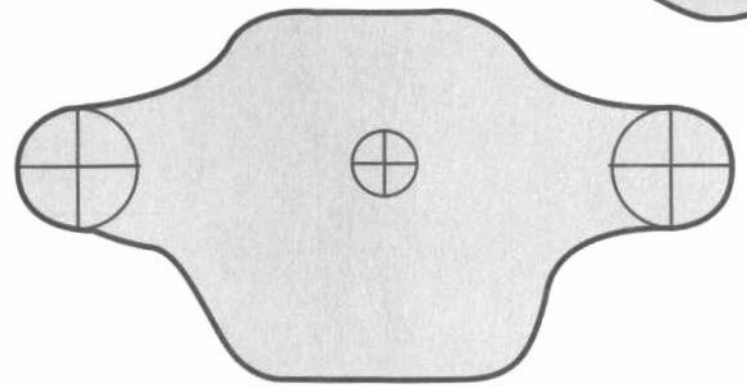
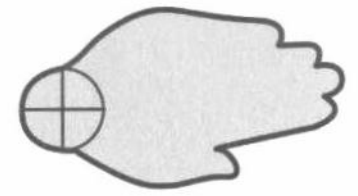
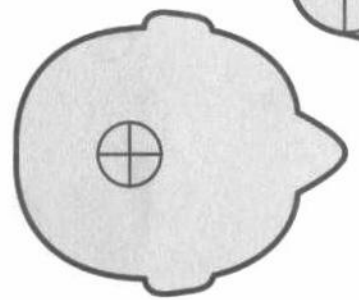
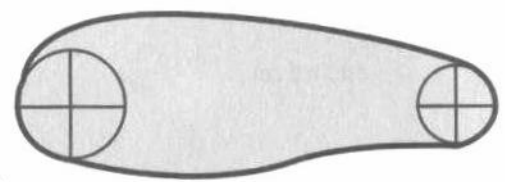
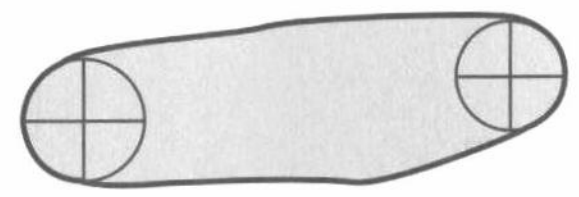
esc. 1: 5 cm

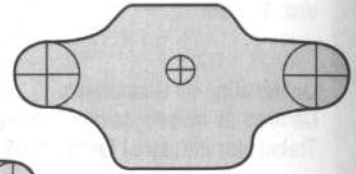
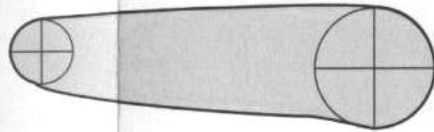
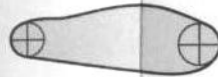
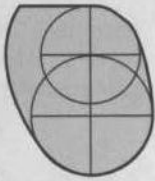
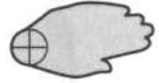
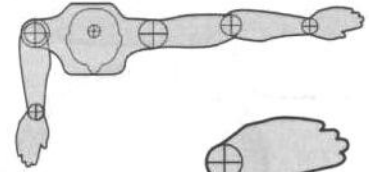
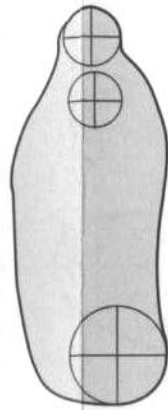
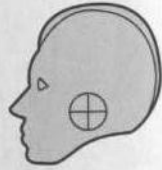
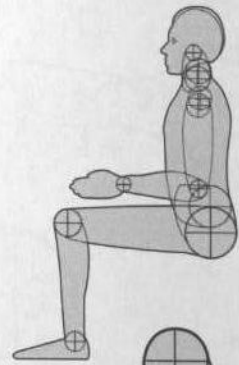
Universidad de Guadalajara  
Centros de Investigaciones en Ergonomía  
Trabajador industrial Percentil 05



esc. 1: 5 cm

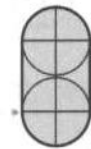
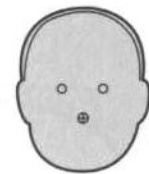
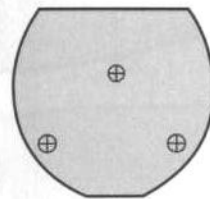
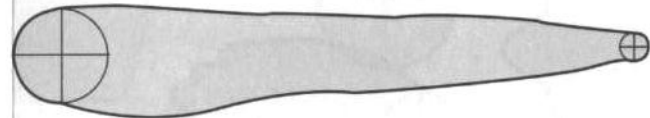
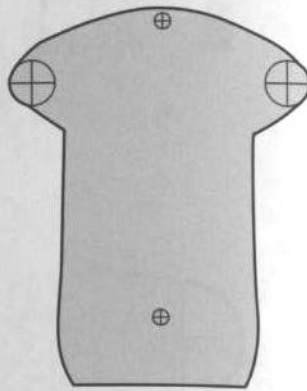
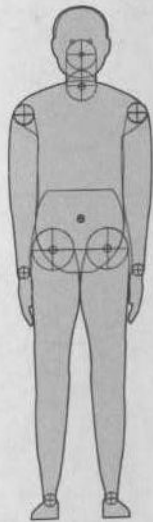
Universidad de Guadalajara  
Centro de Investigaciones en Ergonomía  
Trabajador industrial Percentil 50



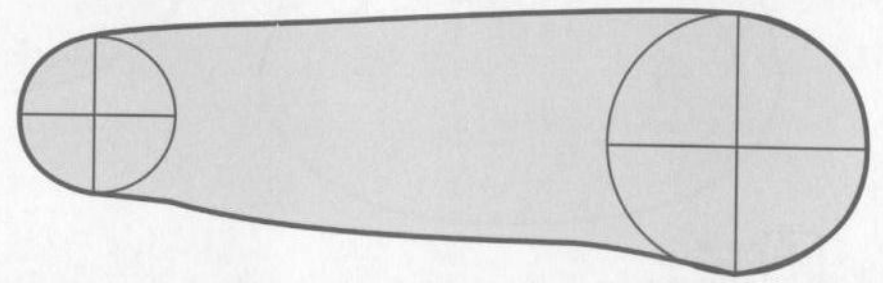
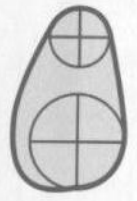
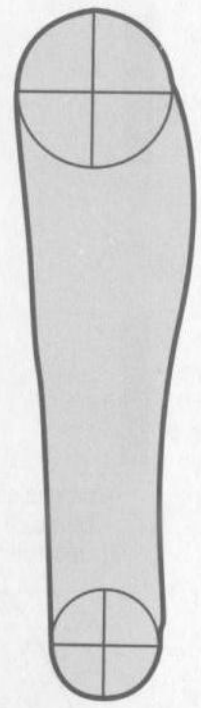
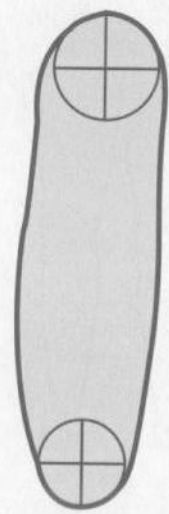
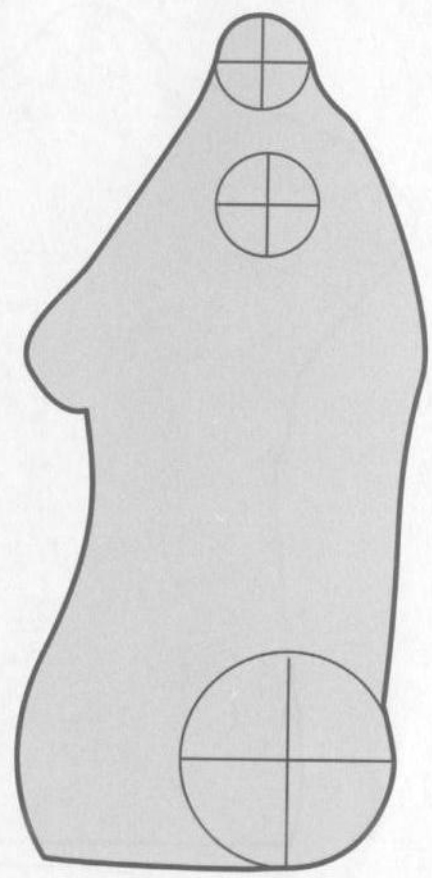
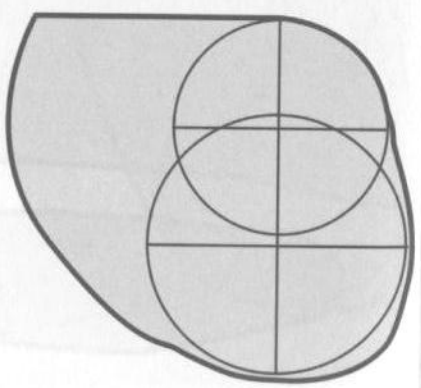
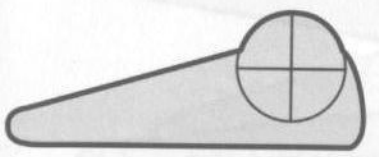
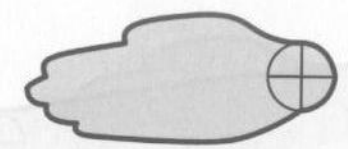
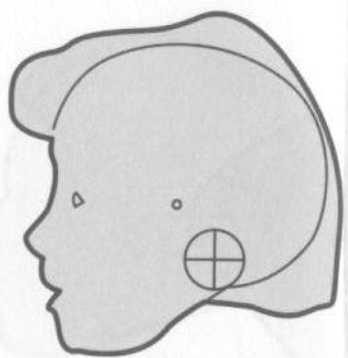
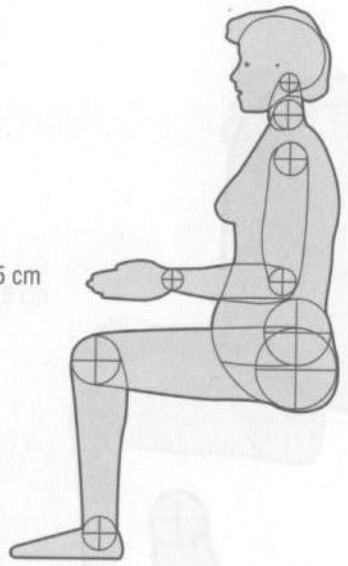


esc. 1: 5 cm

Universidad de Guadalajara  
Centro de Investigaciones en Ergonomía  
Trabajador industrial Percentil 05



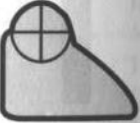
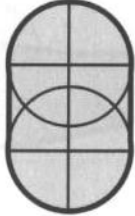
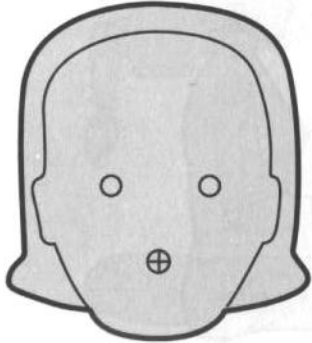
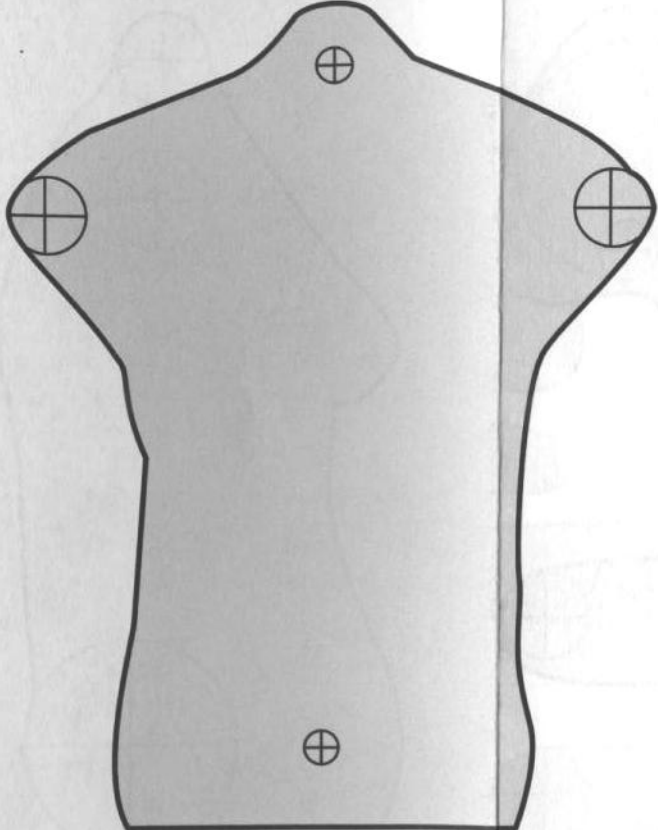
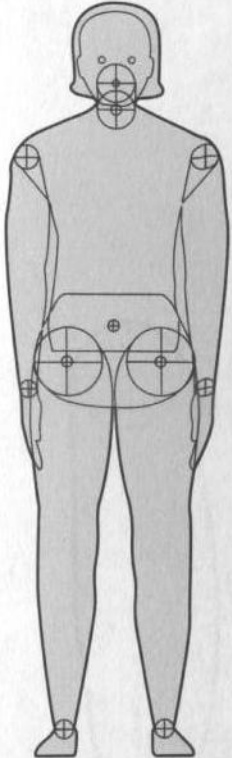
esc. 1: 5 cm



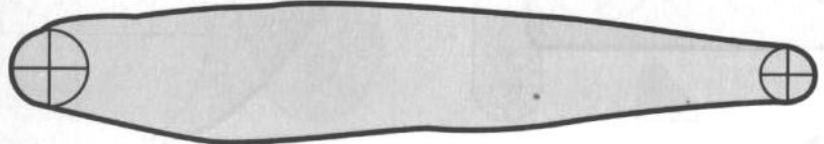
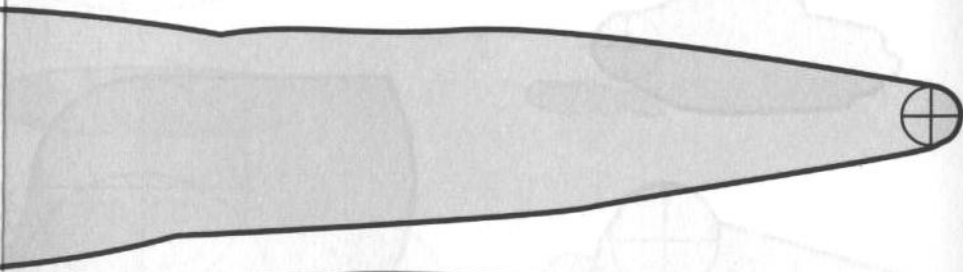
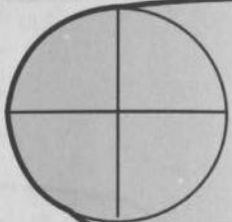
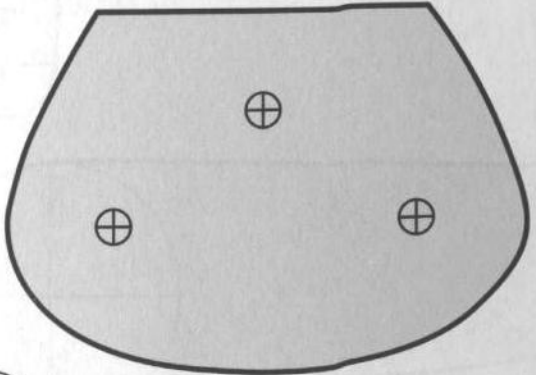
Universidad de Guadalajara  
Centros de Investigaciones en Ergonomía  
Trabajadora industrial Percentil 05



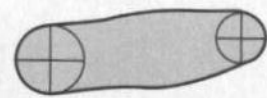
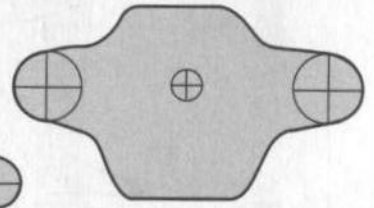
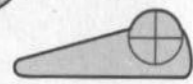
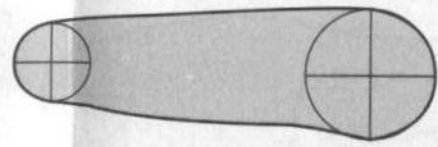
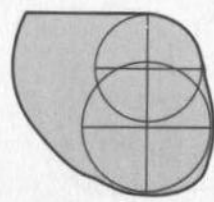
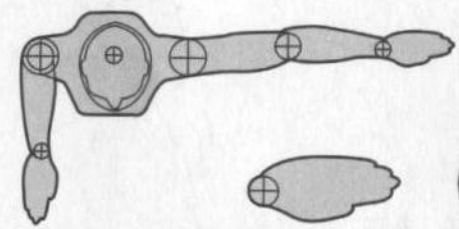
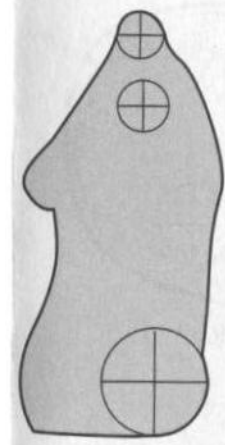
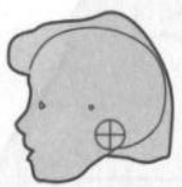
esc. 1: 5 cm



Universidad de Guadalajara  
Centro de Investigaciones en Ergonomía  
Trabajadora Industrial Percentil 50

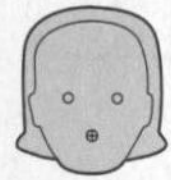
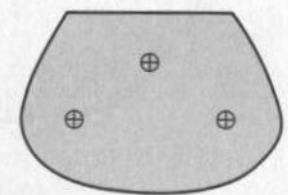
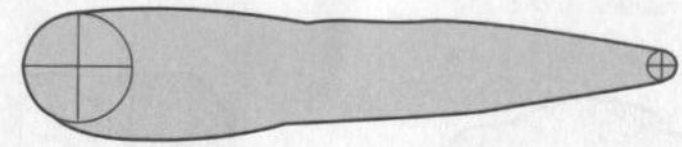
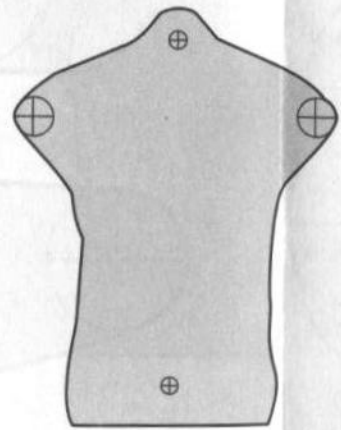
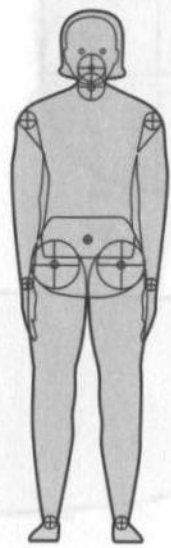






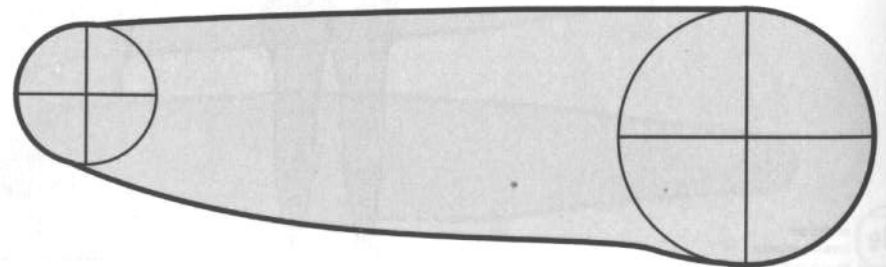
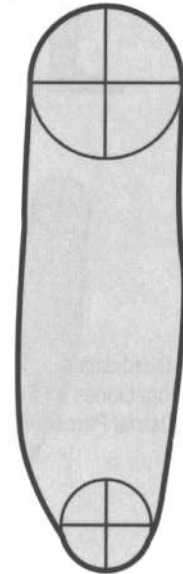
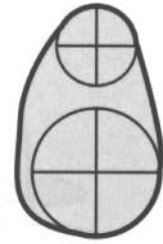
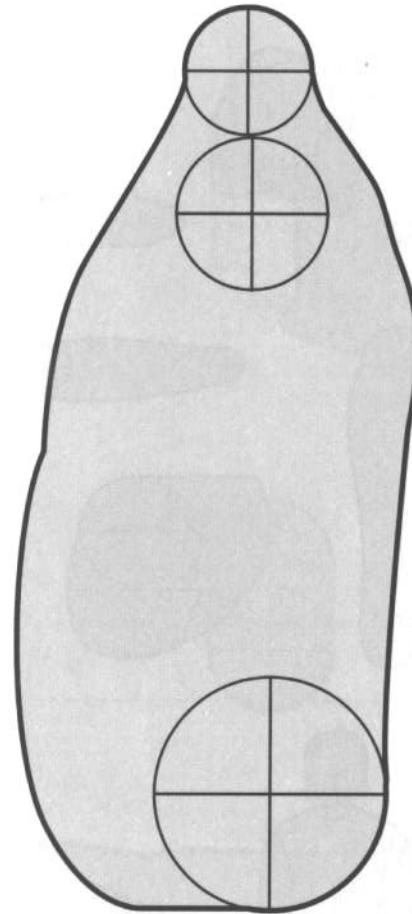
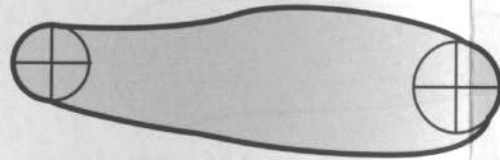
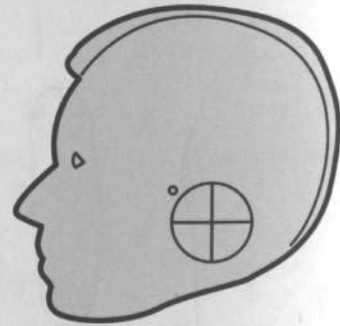
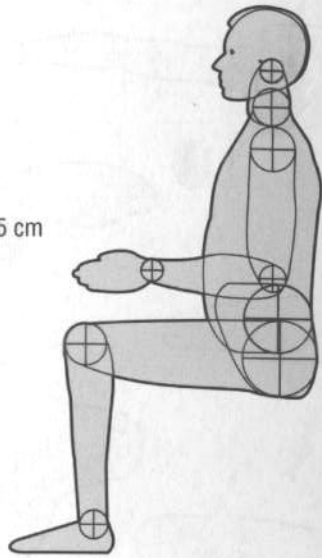
esc. 1: 5 cm

Universidad de Guadalajara  
Centro de Investigaciones en Ergonomía  
Trabajadora Industrial Percentil 50

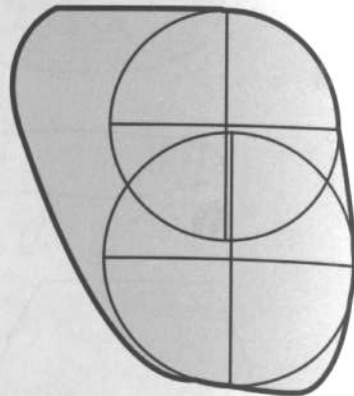
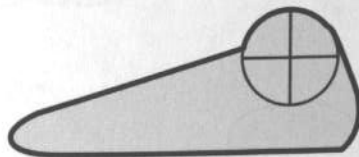




esc. 1: 5 cm

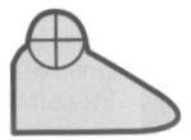
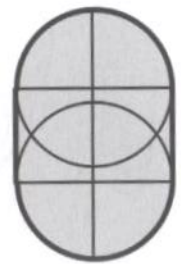
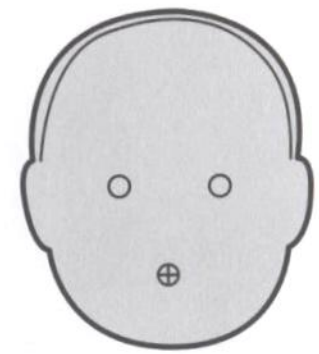
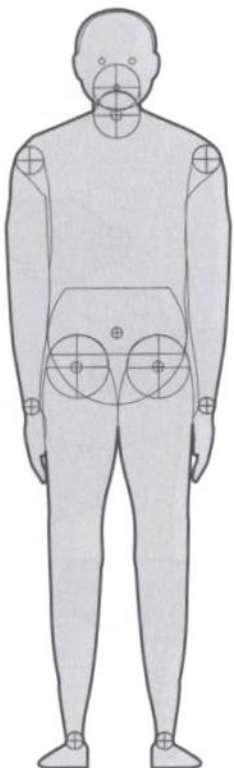


Universidad de Guadalajara  
Centro de Investigaciones en Ergonomía  
Trabajador industrial Percentil 50

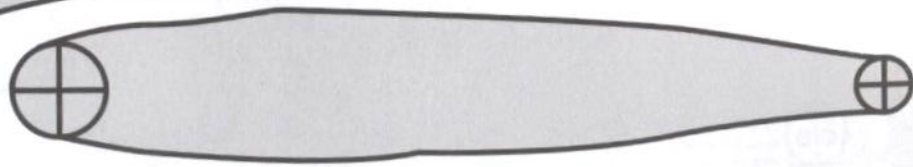
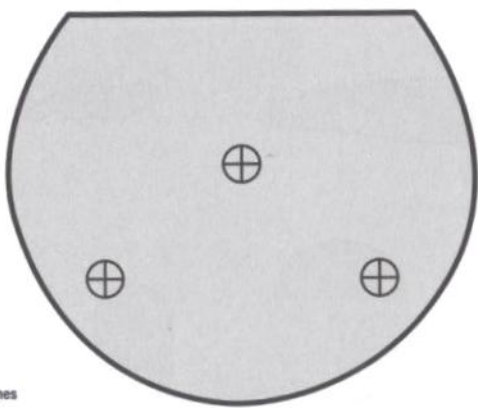




esc. 1: 5 cm



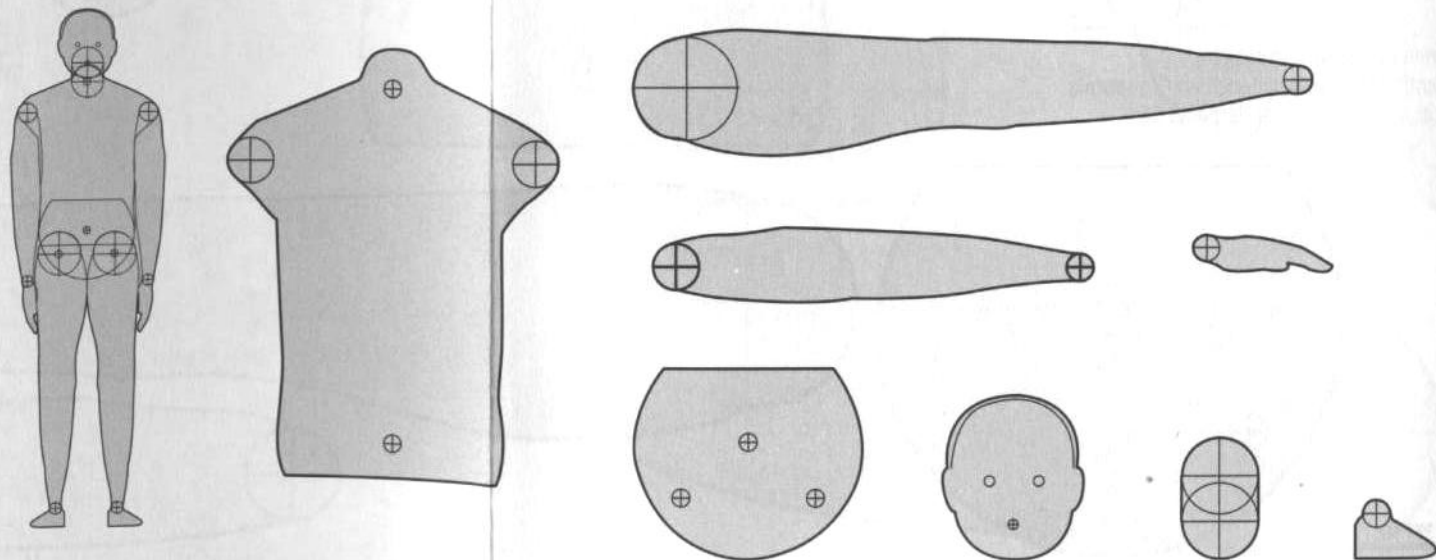
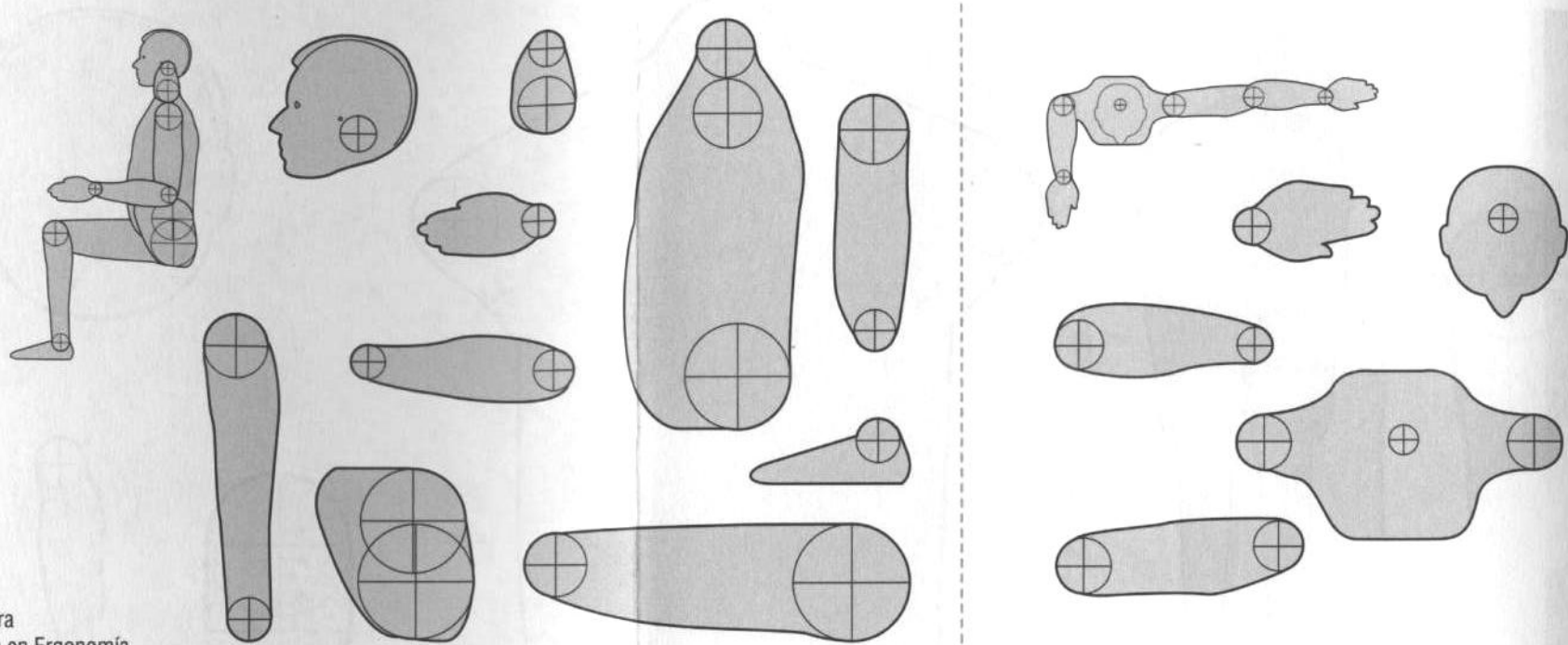
Universidad de Guadalajara  
Centro de Investigaciones en Ergonomía  
Trabajador industrial Percentil 50



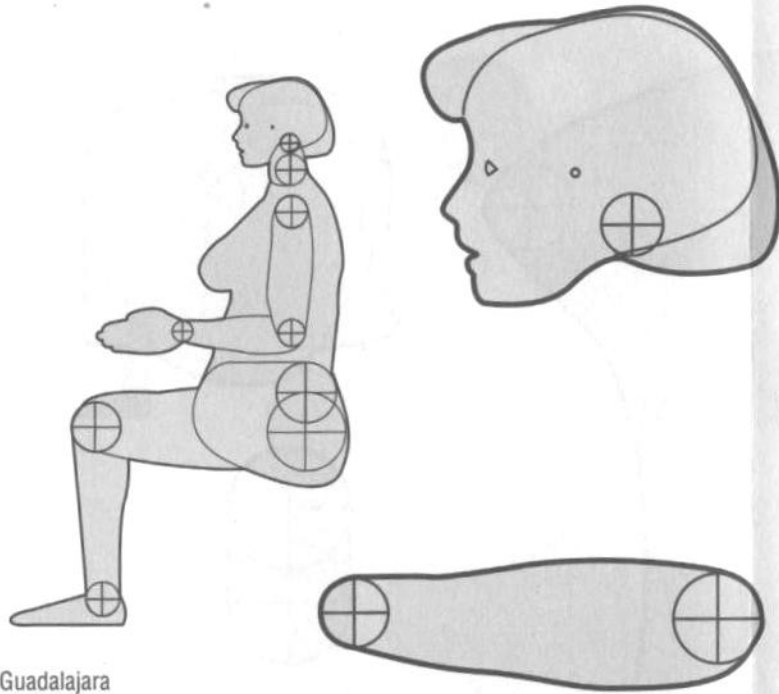


esc. 1: 5 cm

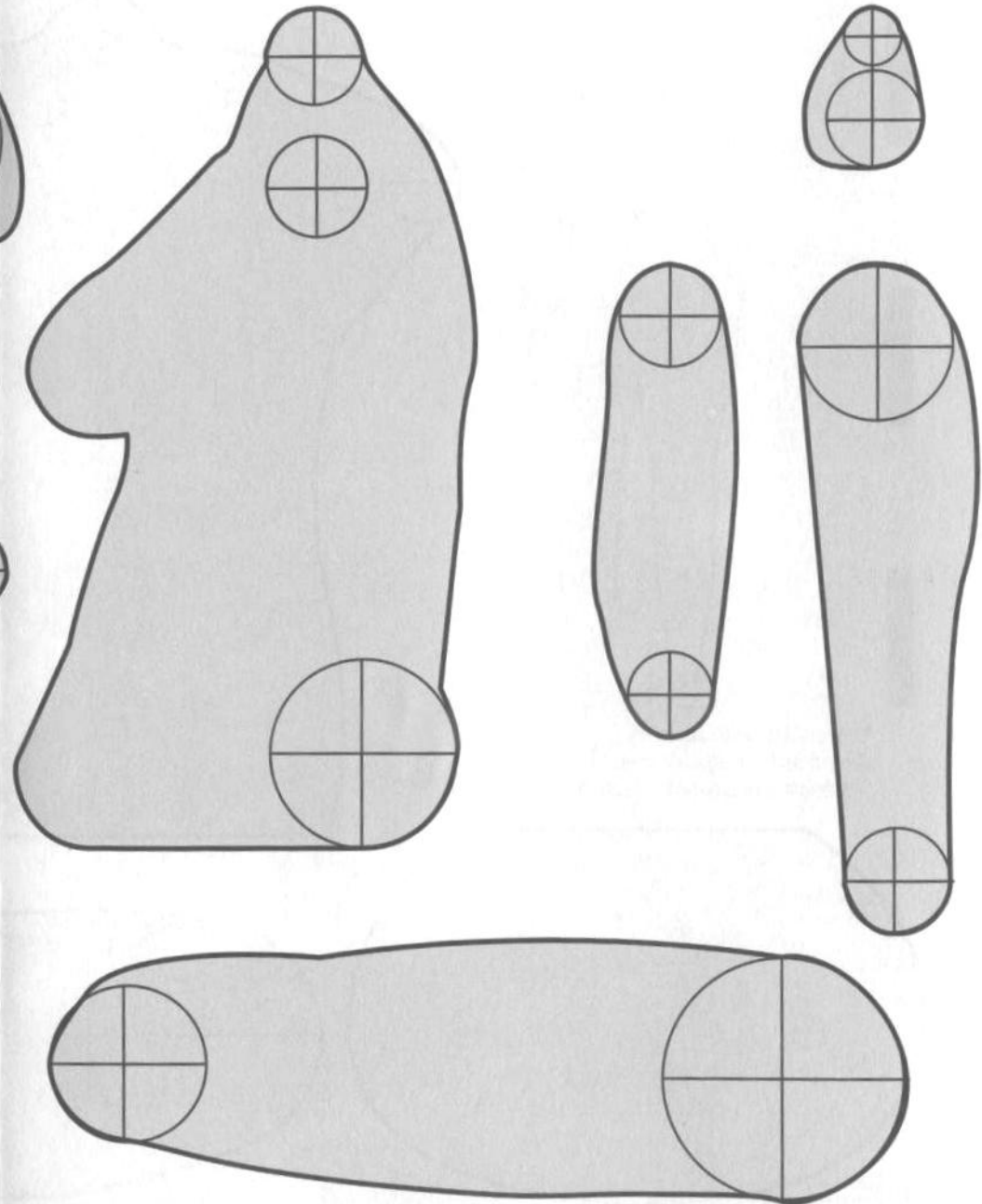
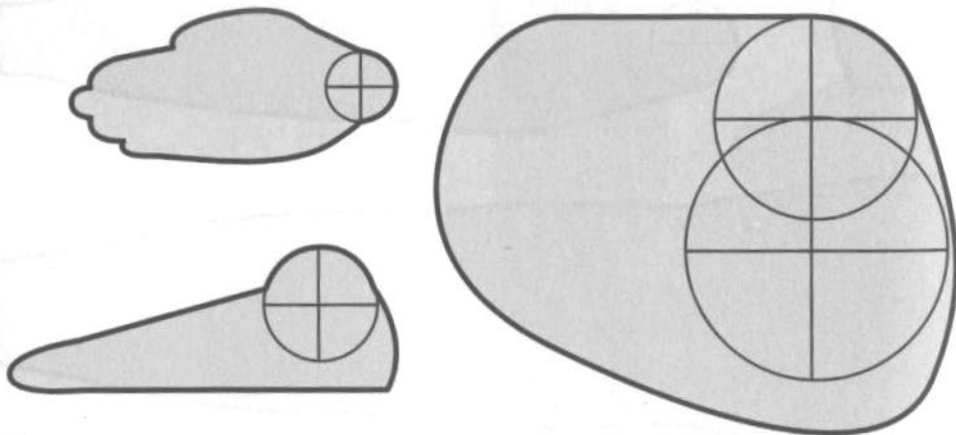
Universidad de Guadalajara  
Centro de Investigaciones en Ergonomía  
Trabajador industrial Percentil 50

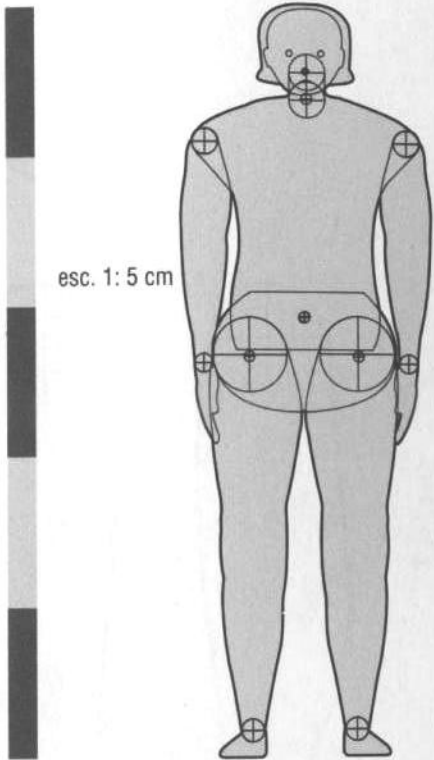


esc. 1: 5 cm



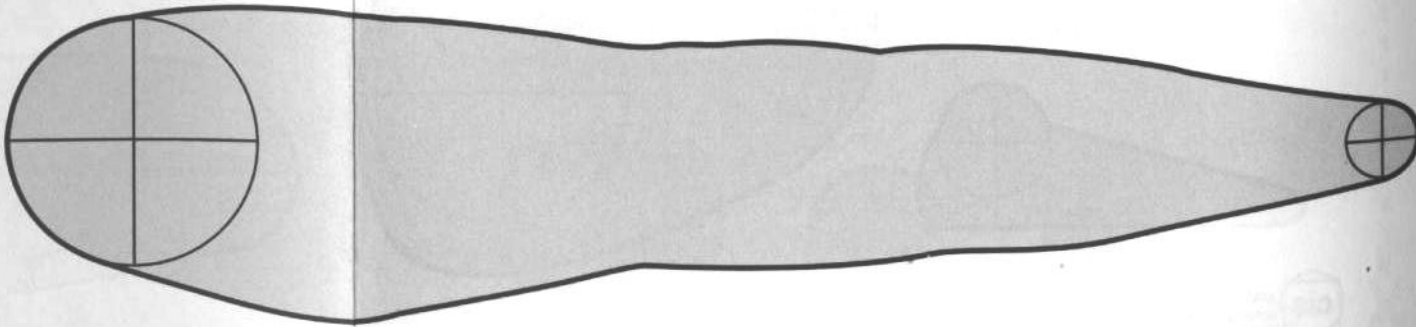
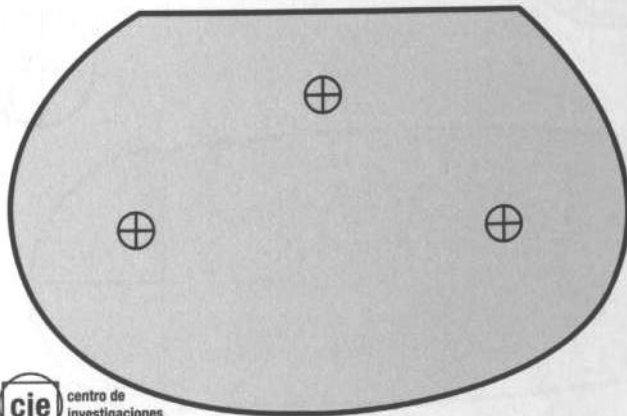
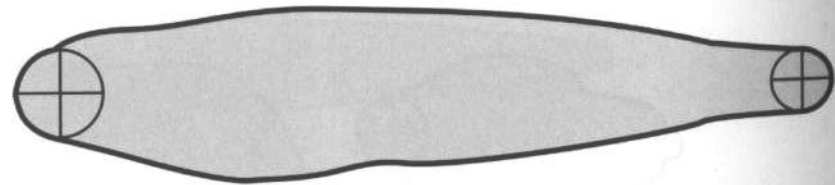
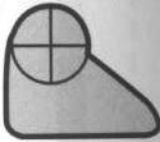
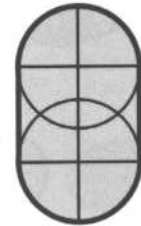
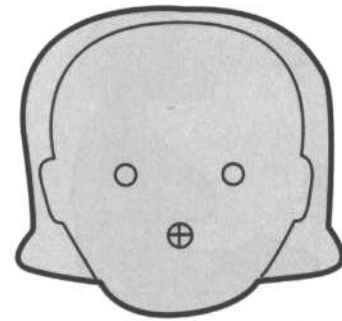
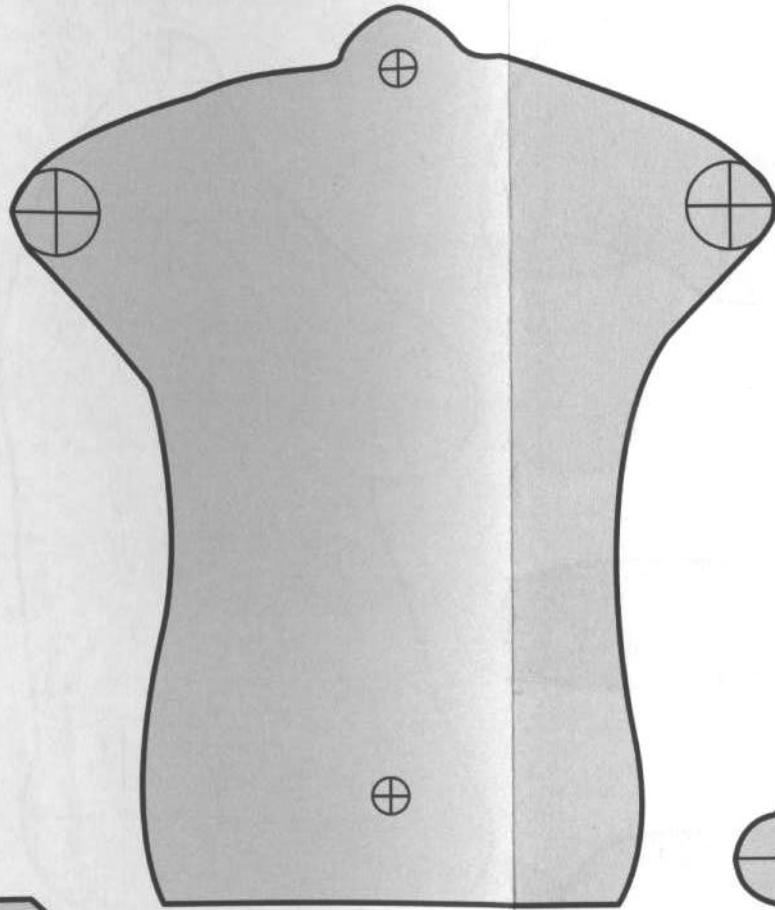
Universidad de Guadalajara  
Centro de Investigaciones en Ergonomía  
Trabajadora industrial Percentil 95

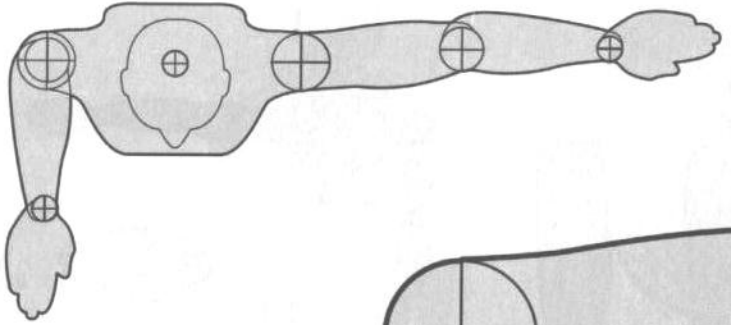




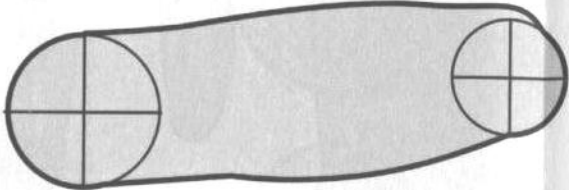
esc. 1: 5 cm

Universidad de Guadalajara  
Centro de Investigaciones en Ergonomía  
Trabajadora industrial Percentil 95

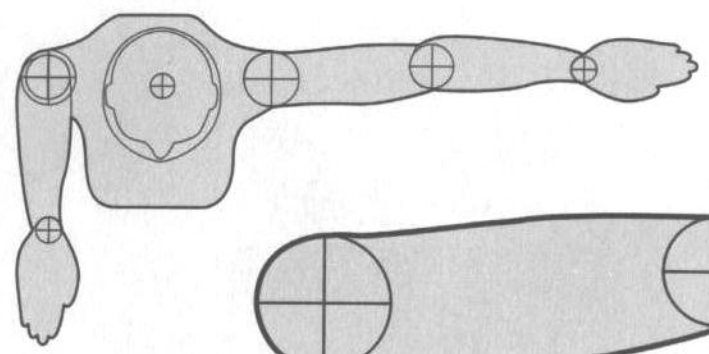
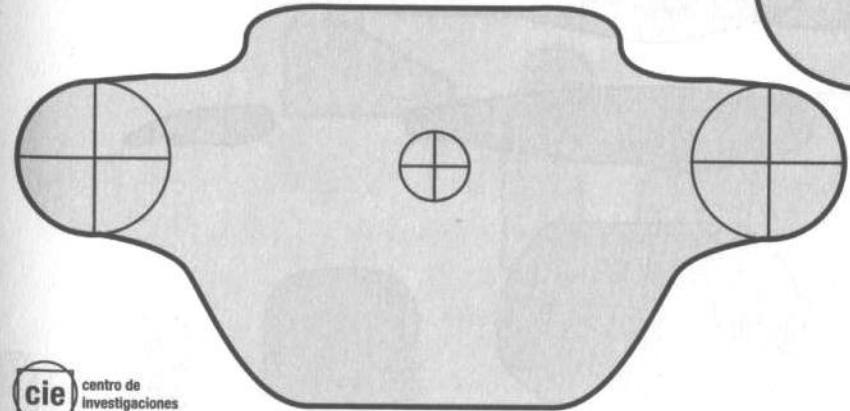
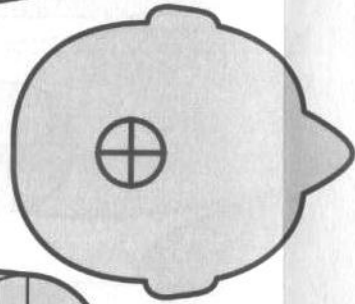
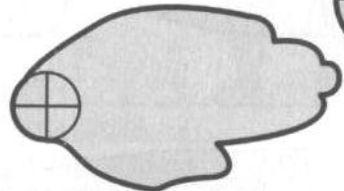
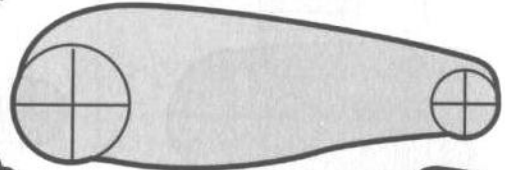




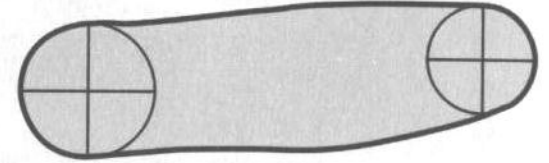
esc. 1: 5 cm



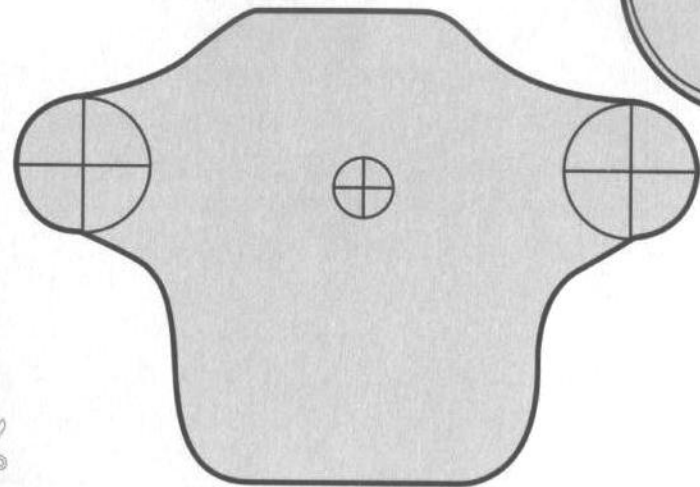
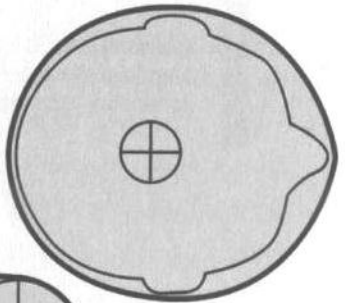
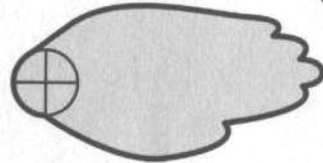
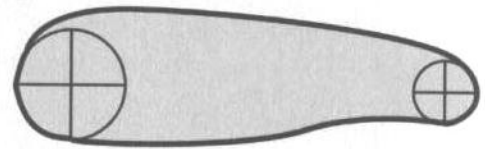
Universidad de Guadalajara  
Centro de Investigaciones en Ergonomía  
Trabajador industrial Percentil 95

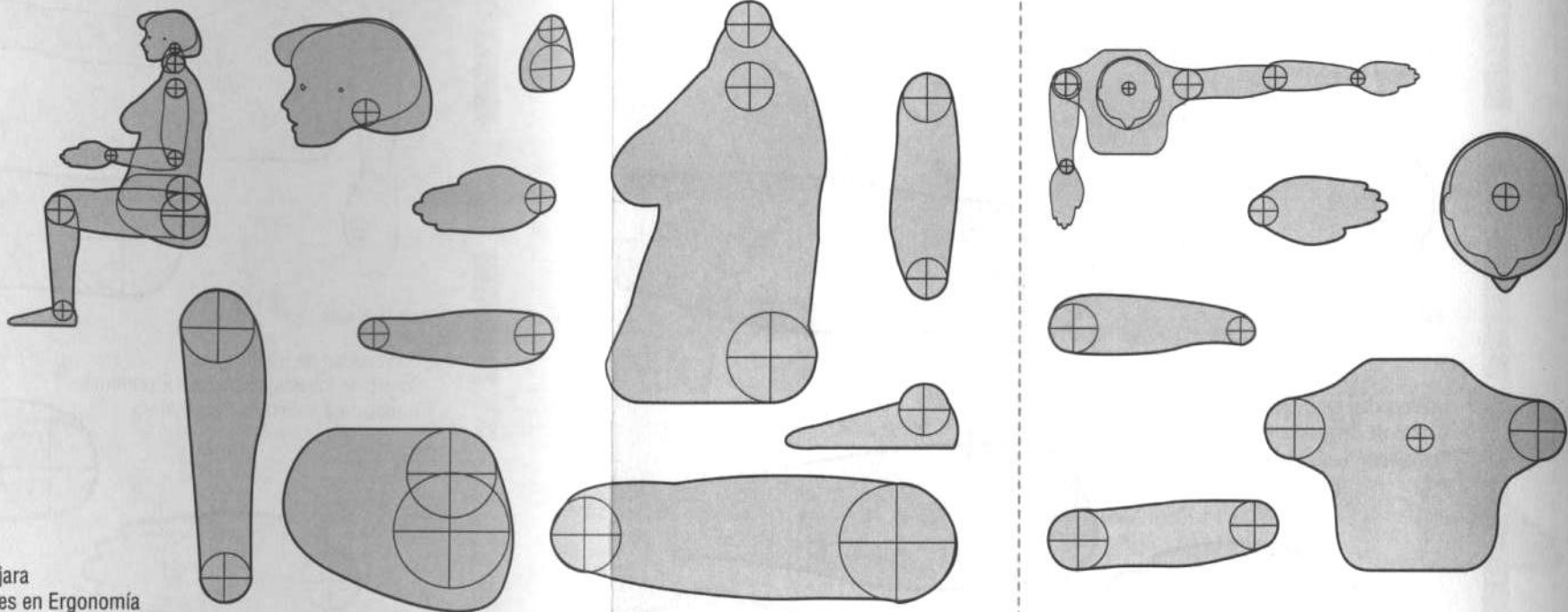


esc. 1: 5 cm



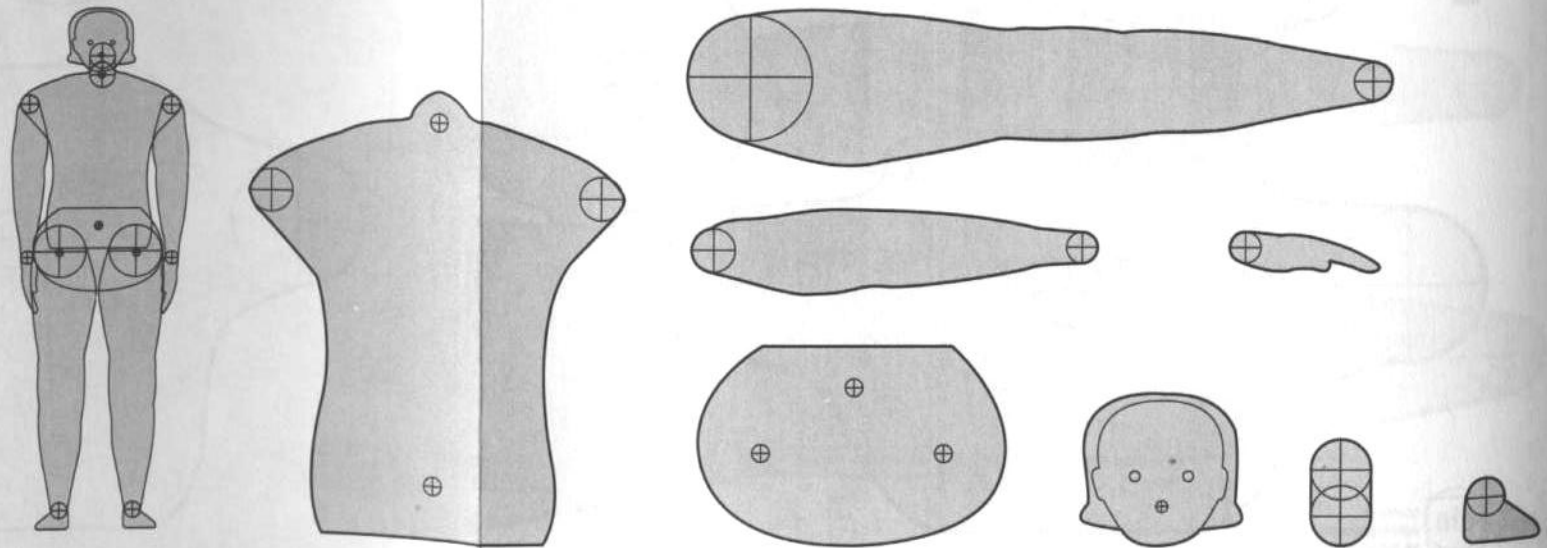
Universidad de Guadalajara  
Centro de Investigaciones en Ergonomía  
Trabajadora industrial Percentil 95





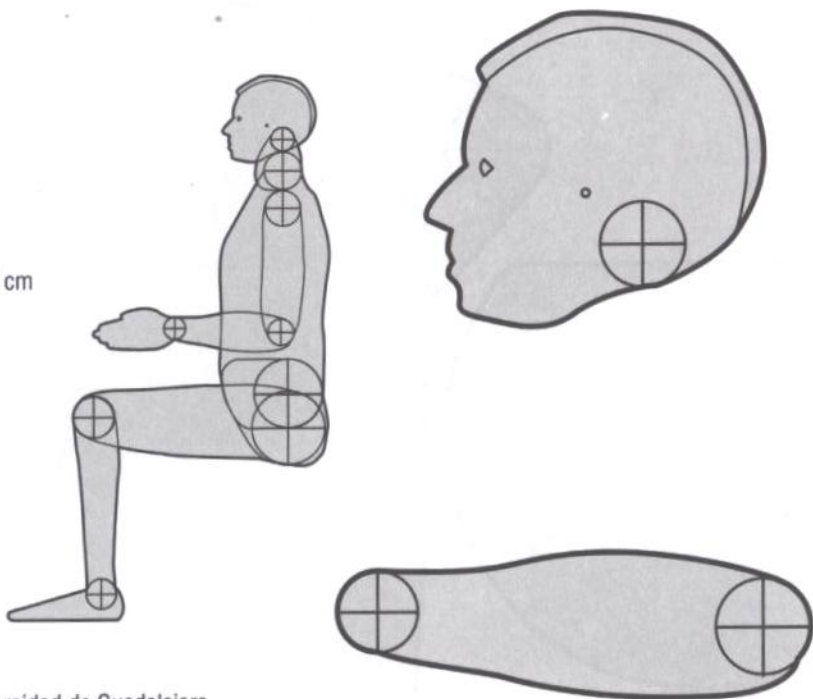
esc. 1: 5 cm

Universidad de Guadalajara  
Centro de Investigaciones en Ergonomía  
Trabajadora industrial Percentil 95

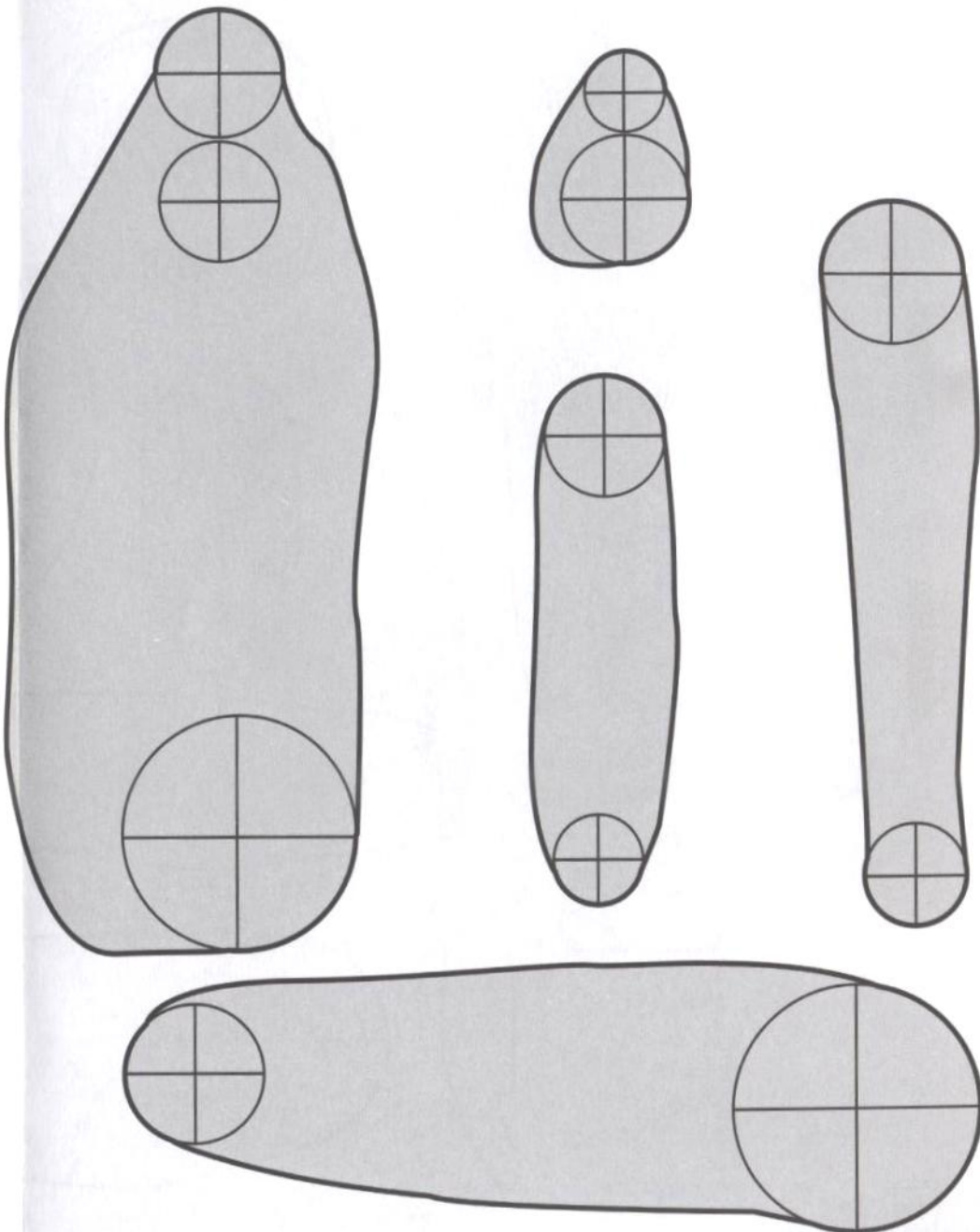
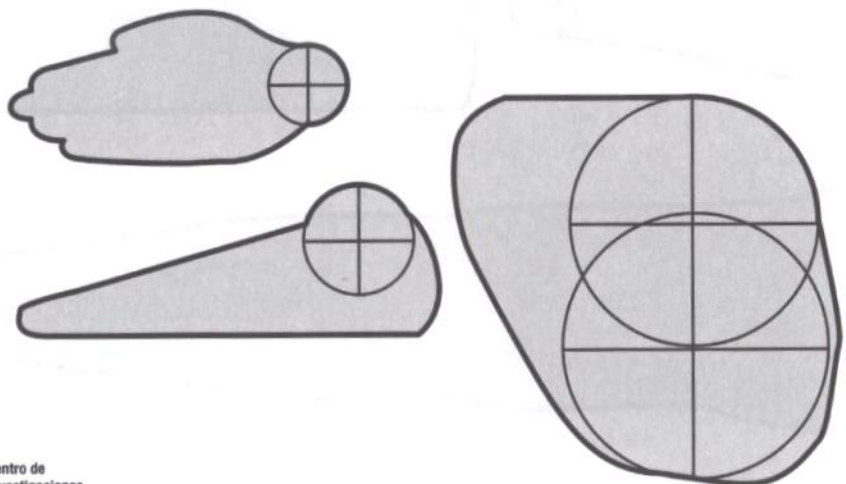




esc. 1: 5 cm

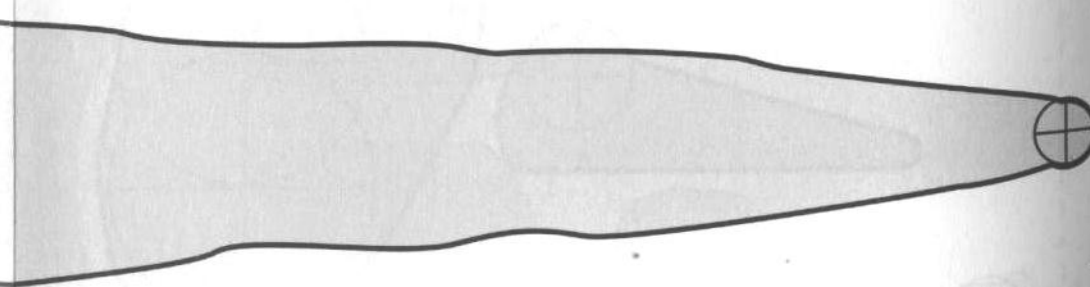
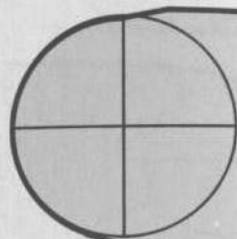
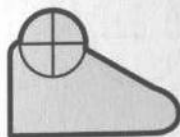
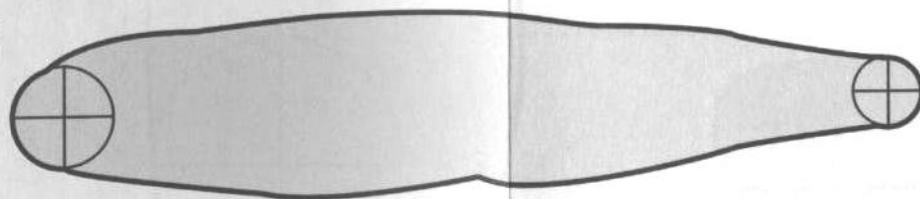
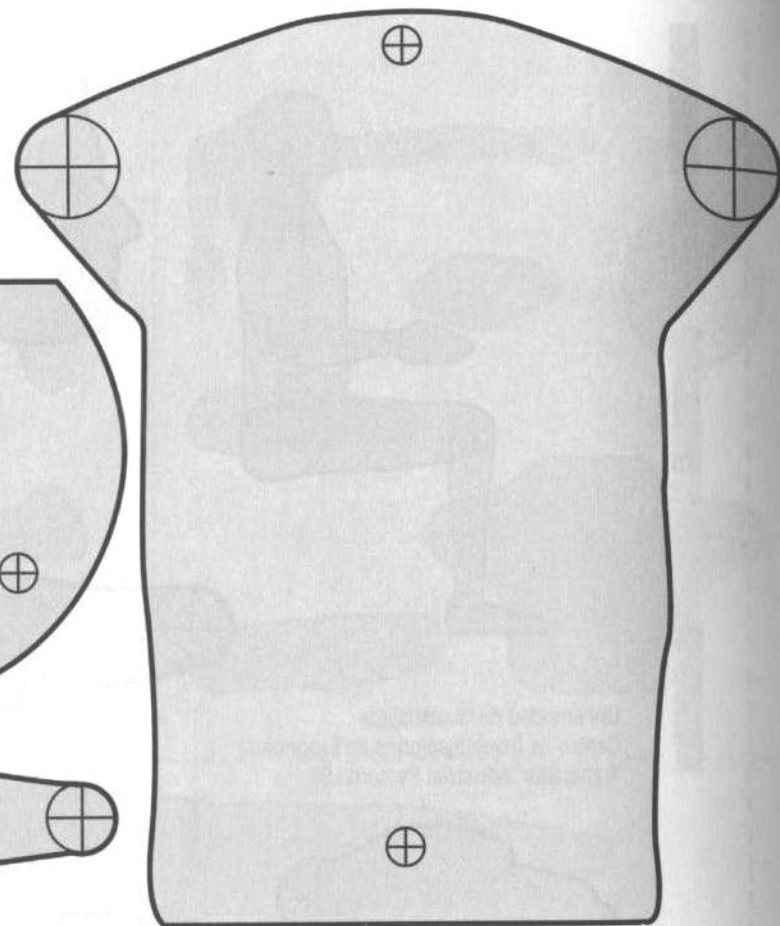
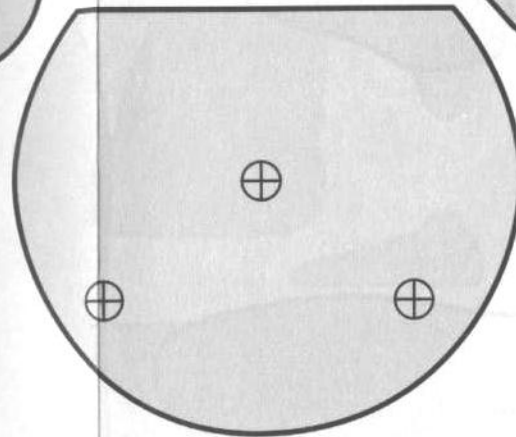
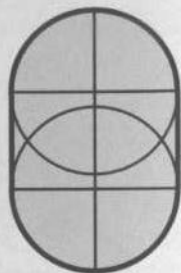
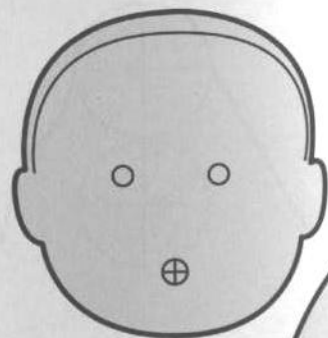
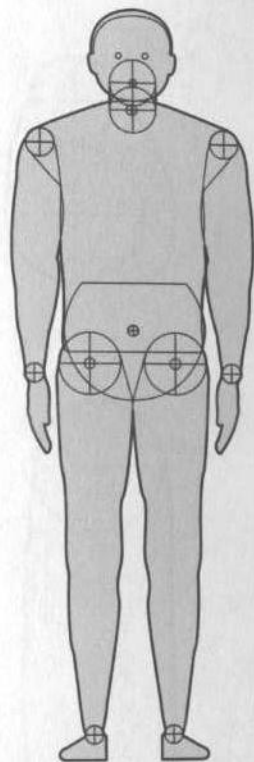


Universidad de Guadalajara  
Centro de Investigaciones en Ergonomía  
Trabajador industrial Percentil 95

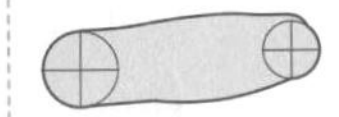
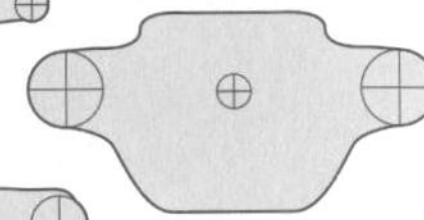
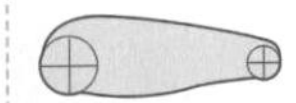
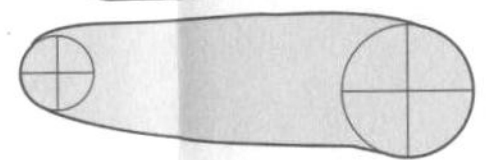
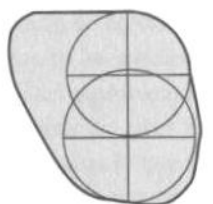
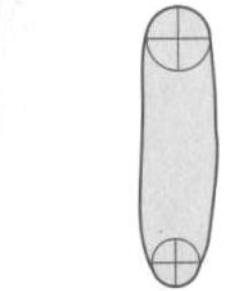
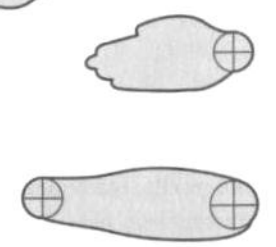
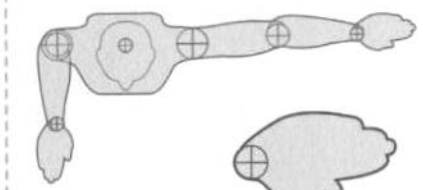
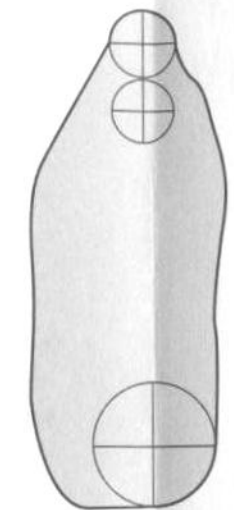
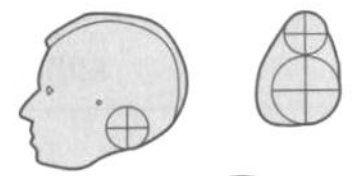
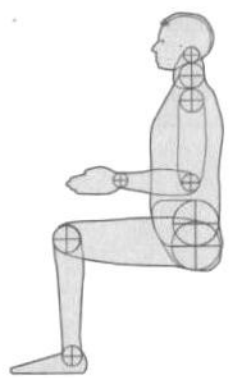




esc. 1: 5 cm

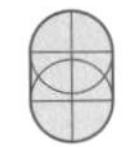
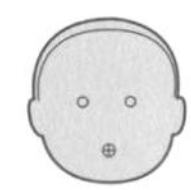
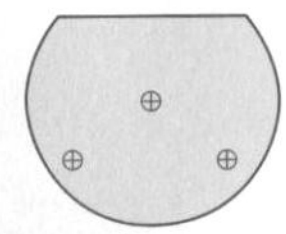
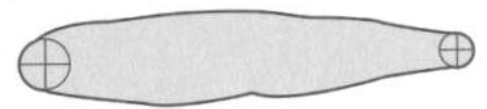
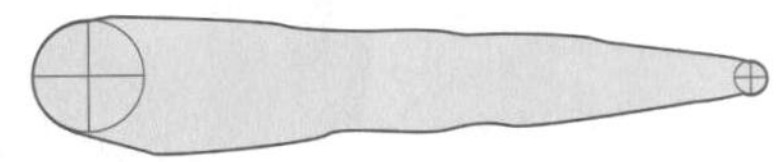
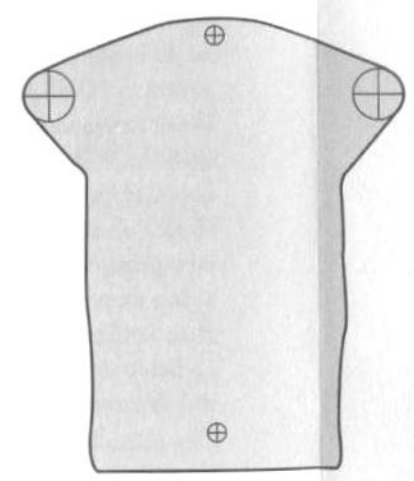
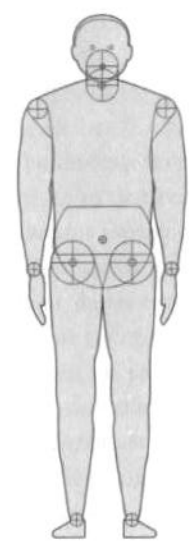


Universidad de Guadalajara  
Centro de Investigaciones en Ergonomía  
Trabajador industrial Percentil 95



esc. 1: 5 cm

Universidad de Guadalajara  
Centro de Investigaciones en Ergonomía  
Trabajador industrial Percentil 95



### 9.1 Introducción

Las personas pasan cerca de dos tercios de su tiempo cada día en los ambientes domésticos. Algunos aspectos de la vida humana están directamente influenciados por la calidad del ambiente doméstico, y muchos factores hechos por el hombre hacen incómoda y cansada la vida de las personas. Aunque la ergonomía se centra principalmente en el ambiente de producción (industrial), también existen problemas de eficiencia y fatiga en los ambientes domésticos. Un ambiente doméstico deficiente puede conducir a problemas sociales.

El trabajo doméstico representa la mayor parte de gasto físico de una familia. Estudios pasados (Grandjean, 1971) han mostrado que una ama de casa consume, en promedio, 3000 kilocalorías diarias. Kraut y colaboradores verificaron estas conclusiones en 1956 y encontraron que aproximadamente 100 días al año, una ama de casa hace un trabajo tan duro como el de un cartero, un operador de línea, etc. El resto de los días del año ella consume la energía equivalente a un trabajo en el rango de ligero a moderado, tal como el de un conductor de autobús. Algunas investigaciones (Grandjean, 1971) muestran el tiempo que consume el ama de casa en diversas tareas, y demuestran que el trabajo en la cocina ocupa la mayor parte de su tiempo. Ward (1971) investigó el tiempo que las personas ocupan en diversos espacios de trabajo en la cocina y encontró que el tiempo gastado por las amas de casa en ella fue de más de tres horas entre semana y fines de semana, de las cuales, pasó más tiempo en el fregadero y el restante en la superficie de trabajo y la estufa. Puesto que la determinación de las alturas de la cocina es un problema fundamental en la racionalización del diseño de ella, influye directamente en, la comodidad de la operación; nosotros aceptamos la asignación del Centro de Desarrollo de

la Tecnología China de Construcción para estudiar las alturas óptimas de las cocinas chinas. Incluimos diferentes ocupaciones, ingresos y composiciones familiares. Los resultados de la investigación mostraron que la cantidad de tiempo ocupado en la cocina es similar al de los hallazgos de Ward: 3.07 en promedio, con un de seis horas máximo. Con el propósito de reducir la intensidad del trabajo y aumentar la eficiencia, no sólo se debe desarrollar la alta eficiencia y el bajo consumo de energía en la cocina, sino que el diseño y acomodo de la cocina también debe estar de acuerdo con los principios ergonómicos.

La tabla 9.1 (Ward, 1971) muestra las recomendaciones de alturas de superficie de trabajo para la postura de pie en una cocina, a partir de varias fuentes. La tabla 9.2 (Ward, 1971) presenta las alturas de las superficies de trabajo recomendadas por Ward.

## 9.2 La selección de los sujetos y el proceso experimental

La costumbre actual es no sólo investigar el promedio de las medidas, sino también indicar los límites de tamaño para diferentes grupos de personas. Es usual indicar el 90% de los límites de confianza y usarlos como medidas de variación de la medida media en cuestión, de manera que el 90% de la población muestreada quede dentro de los límites dados. Nosotros usamos los percentiles 5, 50 y 95 de las dimensiones de mujeres chinas para personas de estatura pequeña, mediana y grande, respectivamente. Estas mediciones vienen de la investigación general de dimensiones anatómicas de las personas de China, la cual fue realizada al mismo tiempo que hacíamos nuestro experimento. Nuestros datos se derivan de tres fuentes: los datos antropométricos de la provincia de Sichuan (1980), datos de 1984, y datos antropométricos japoneses. Como resultado de ellos, el rango de los percentiles 5, 50 y 95 que usamos fueron los siguientes:

1. Percentil 5: 148 ± 3 cm.
2. Percentil 50: 157 ± 3 cm.
3. Percentil 95: 166 ± 3 cm.

Esto coincide con los resultados de la investigación general de la población femenina china (GB 10000-88) (National Estándar of PRC 1988): percentil 5 = 1484 mm, percentil 50 = 1570 mm y percentil 95 = 1659 mm.

**Tabla 9.1**

Recomendaciones de altura de superficie de trabajo para postura de pie en una cocina. (pulgadas)

Fuentes	Tarja	Superficie de trabajo
Work in the home, Steidl and Bratton (1968)	32-33	31.5-36.5
Space in the home, <i>MOHLC Bulletin</i> , núm. 6 (1965)	36	34
Provision of space for domestic kitchen equipment BS 3705 (1964)	36	34
Kitchen storage & working height, J. Long (1934)		
Thesis, Birmingham School of Architecture	30-39	28-39
Woningbous, Powcentru, Holland (1963)	35.5-36.5	35.5-37
Council of Scientific Management in the Home (1961)	36	33
Kok, Planering Inredning Swedish Consumer Institute (1961)	35.5	33.5-35.5
The kitchen, Joan Walley (1960)	36	36
Management in the home, Gilbreth (1965)	38	34
<i>The kitchen book</i> , R.R. Hawkins, EE.UU., (1953)	—	32-36
Birmingham Antropometric Survey (1951)	—	33
Kitchen Fitments & Equipment, BS 1195 (1948)	36	36
Gas Industry (1965)	36	32-36
Ascot Limited (1963)	33-39	33-39
Rango total	30-39	28-39

Nosotros utilizamos 18 sujetos femeninos adultos en este experimento, sus edades fueron: 12 debajo de 25 años, 3 entre 26 y 35 años, 1 entre 36 y 45 años; y 2 de más de 46 años. El promedio de edad fue de 28.1 años. La distribución de estatura se muestra en la tabla 9.3, el promedio de altura fue de 159.52 cm.

**Tabla 9.2**

**Alturas de las superficies de trabajo recomendadas por Ward (pulgadas y milímetros).**

Lugar de trabajo	Tarea	Percentil 2-5	Percentil 50	Percentil 97-5	Recomendaciones para el 95% de las mujeres inglesas adultas	Observaciones
Tarja	Lavar Pelar papas	36 (914)	39 (990)	42 (1,066)	36 (900) 42 (1,050)	4 rangos
Superficie de trabajo	Planchar Cortar papas	33 (838) 36 (914)	36 (914) 39 (990)	39 (990)	33 (850)-39 (1,000) 36 (900)-39 (1,000)	3 o 4 rangos
Cocinar	Freír Hervir	33 (838)	39(900) 39(900)	39 (990)	33 (850)-39 (1,000)	3 o 4 rangos

El experimento se realizó en un cuarto de 3 x 13 m. El equipo utilizado incluyó: una mesa de trabajo ajustable, una tarja de 24 cm de altura y una parrilla con una altura de 11.5 cm. El rango de ajuste de la cocina experimental fue el siguiente:

1. Tarja: 70, 80, 90 y 100 cm.
2. Superficie de trabajo: 70, 80, 90 y 100 cm.
3. Tabla de cocinar: 60,70, 80 y 90 cm.

Es decir, la altura de la tabla de cocinar menos la altura de la parrilla.

Las actividades simuladas en el experimento fueron las típicas de una ama de casa:

1. Tarja: enjuagar trapos y lavar trastes 30 veces.
2. Superficie de trabajo: pelar, cortar y picar papas durante dos minutos.
3. Parrilla: revolver arena en un cazo chino 20 veces.

Cada ejecución de las actividades simuladas se hizo en las cuatro diferentes alturas, con mediciones de cuatro pruebas (tasa cardíaca, evaluación subjetiva, técnica fotográfica, método de límites). La selección de estas pruebas dependió de la condición de nuestro laboratorio. Obtuvimos mediciones tanto psicológicas subjetivas como mediciones fisiológicas objetivas.

Se ha aumentado el uso de la tasa cardíaca en los últimos años para determinar el estrés humano. Esta prueba es válida porque dentro de ciertos límites, la tasa cardíaca se eleva en proporción directa al consumo de energía y esto es particularmente aplicable a condiciones estadísticas. La figura 9.1. muestra los cambios en la tasa cardíaca bajo las condiciones estandarizadas de estrés.

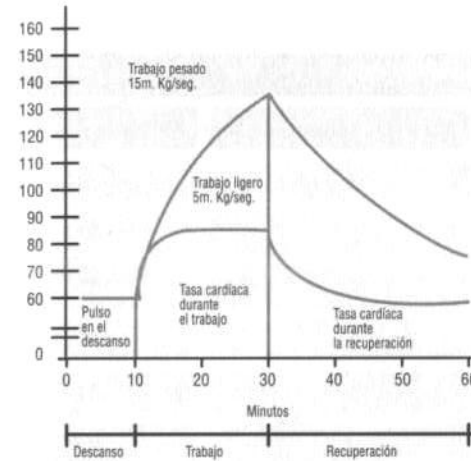


Figura 9.1. La comparación de la tasa cardíaca durante el trabajo ligero y pesado.

Las personas se flexionaban sobre la superficie de trabajo para acercarse a ella cuando trabajaban a diferentes alturas de superficie de trabajo. Nosotros usamos la técnica fotográfica para registrar cambios en el ángulo de flexión del cuerpo de las personas en diferentes alturas. Colocamos una lámina de 1.2 x 2.4 m, dividida en cuadrados de 10 x 10 cm sobre la superficie de trabajo y la usamos como marco de referencia de la postura del cuerpo.

Esta prueba se completó simultáneamente con la prueba de tasa cardíaca.

También efectuamos una evaluación subjetiva. Cuando el sujeto había completado un tipo de actividad, se le pedía que evaluara el grado de comodidad de cada altura utilizando una escala de 7 puntos (1 = muy incómoda, 7 = muy cómoda).

También se les pidió a los sujetos que determinara cada uno la altura óptima cuando trabajaba en una mesa de altura ajustable. Este es el método de

la prueba de límites. El rango de ajuste de la superficie de trabajo fue de entre 40 y 120 cm. El punto inicial de la altura de trabajo se varió con el propósito de eliminar errores debidos a los hábitos de los sujetos y a sus expectativas. Cada sujeto hizo seis ajustes, tres desde el nivel más bajo hacia arriba y otros tres desde el más alto hacia abajo.

**Tabla 9.3**

**Distribución de la estatura de los sujetos**

Valor de la muestra (cm)	Número de la muestra	Porcentaje
150	6	33.3
151-155	5	27.8
156-160	2	11.1
161-165	2	11.1
166-170	3	16.7
Núm. total de muestras	18	100.0

## 9.3 Resultados y discusión

### Técnica fotográfica

La figura 9.2 (Jager y Luttmann, 1986) muestra los valores de estrés en la articulación lumbosacra de una persona, que sostiene, levanta o baja una carga a dos manos. Esto muestra que mientras más se inclina el tronco hacia adelante, más se elevan los valores de estrés en la articulación lumbosacra. Aun cuando el sujeto no estaba cargando una carga (0 kg), la fuerza compresiva en esta articulación también fue mayor que cero.

Cuando se está de pie los músculos frontales se tensan más y los posteriores se relajan más; una pequeña parte de la espalda es normalmente convexa (sifosis), lo cual se debe en parte a la tensión de los músculos en la posición sedente. Comparamos la postura del sujeto en las tres diferentes alturas del mobiliario de cocina. La figura 9.3 muestra las posturas del cuerpo

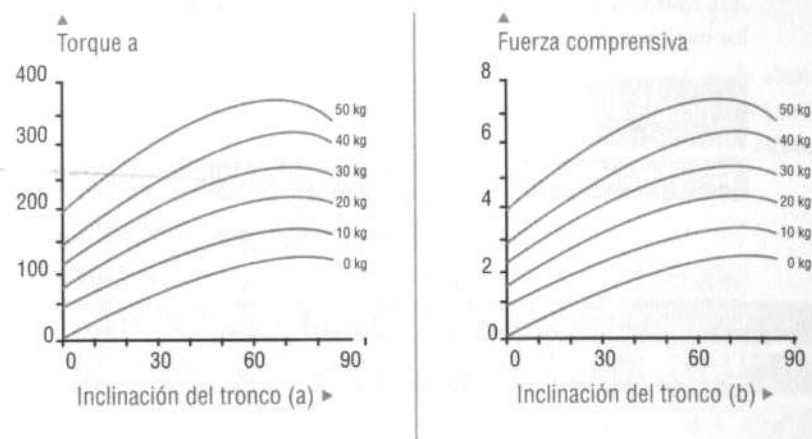


Figura 9.2. Valores de estrés en la articulación lumbosacra mientras: a) El torque lumbosacra está en diferentes inclinaciones; b) La fuerza compresiva lumbosacra está en diferentes inclinaciones.

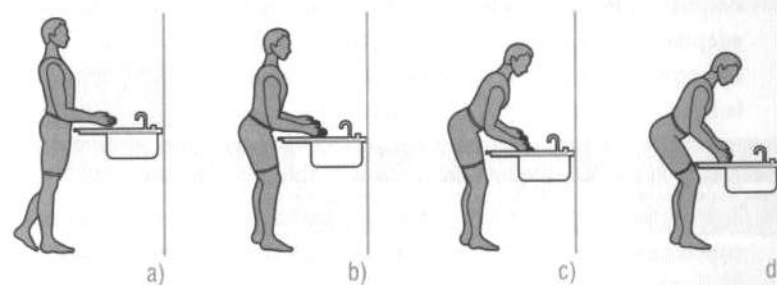


Figura 9.3. Postura del cuerpo a las cuatro alturas de la tarja del percentil 95. Altura de la tarja a) 100 cm; b) 90 cm; c) 80 cm; d) 70 cm.

en las cuatro alturas para la tarja de el percentil 95. El ángulo entre el muslo y la espina lumbosacra es de 150 grados en la figura 9.3 (b) y 180° en la figura 9.3 (a). Estas son mejores que las figuras 9.3 (c) y (d), y la postura de la figura 9.3 (b) es más conveniente por la ejecución de la fuerza. De esta manera, tomamos la media de los valores de las figuras 9.3 (b) y 9.3 (a), lo muestra que los 95 cm de altura de la tarja fue la más adaptable para las personas altas.

Así, obtuvimos las alturas recomendadas para otros mobiliarios de la cocina, los cuáles se muestran en la tabla 9.4.

**Tabla 9.4**

Alturas recomendadas por la técnica fotográfica en (cm)			
	Percentil 5 (baja)	Percentil 50 (mediana)	Percentil 95 (alta)
Tarja	80	90	95
Superficie de trabajo	80	85	95
Parrilla	80	70	75

### Prueba de tasa cardiaca

El aumento de la tasa cardiaca es la diferencia entre la tasa cardíaca antes y después de las actividades. Se probó a cada sujeto en cuatro alturas. Nosotros adaptamos una curva a través de cuatro puntos, y tomamos la altura que correspondía al menor aumento de tasa cardiaca como la altura óptima. Es la ecuación de regresión de la curva. El número de los sujetos y su estatura también se indican al finalizar la curva. La curva punteada es la de la regresión de los siete sujetos. Tomamos el aumento mínimo de la tasa cardiaca de la ecuación de regresión y miramos la tendencia de la curva y a partir de esto concluimos que la altura óptima de la superficie de trabajo para el percentil 50 podría ser de 85 cm. Las alturas recomendadas que se derivan de la prueba de tasa cardiaca se muestran en la tabla 9.5.

**Tabla 9.5**

Alturas recomendadas por la prueba de tasa cardiaca en (cm)			
	Percentil 5 (baja)	Percentil 50 (mediana)	Percentil 95 (alta)
Tarja	85	90	90
Superficie de trabajo	80	85	90
Parrilla	70	75	75

### Evaluación subjetiva

La tabla 9.6 presenta los resultados de la evaluación subjetiva de la altura de la tarja de seis sujetos del percentil 5. A partir de esto aprendimos que la altura preferida de los sujetos es de 80 cm. La tabla 9.7 muestra las alturas recomendadas por la evaluación subjetiva.

**Tabla 9.6**

Clasificación de las alturas de tarja por seis sujetos del percentil 5

Altura (cm)	1	2	3	4	5	6	7
70	•	•		•	•	•	•
80						••••	••••
90		••	•			••	•
100	••••	•					

**Tabla 9.7**

Alturas recomendadas por la evaluación subjetiva en (cm)

	Percentil 5 (baja)	Percentil 50 (mediana)	Percentil 95 (alta)
Tarja	80	80	90
Superficie de trabajo	85	85	90
Parrilla	65	70	75

### Método de los límites

Cada sujeto tenía que hacer ajustes para la altura óptima seis veces. Nosotros relacionamos tres clases de mediciones de cuerpo humano (altura de codo, altura de hombro y estatura) para la altura óptima de la tarja (Ward y Kirk, 1970). La tabla 9.8 muestra los resultados obtenidos a partir del método de límite.



**Tabla 9.8**

Alturas recomendadas por el método los límites en (cm)

	Percentil 5 (baja)	Percentil 50 (mediana)	Percentil 95 (alta)
Tarja	80	85	90
Superficie de trabajo	75	80	85
Parrilla	60	65	70

**Tabla 9.9**

Coeficientes de correlación entre varias pruebas

Pruebas	Coeficientes de correlación
Técnicas fotográficas para la prueba de tasa cardíaca	0.9623
Técnicas de fotografía para evaluación subjetiva	0.9405
Técnicas de fotografía para método de límites	0.9732
Prueba de tasa cardíaca para evaluación subjetiva	0.8834
Prueba de tasa cardíaca para método de límites	0.9800
Evaluación subjetiva para método de límites	0.9236

**Tabla 9.10**

Altura final recomendada para las tres clases de mobiliario de cocina (cm)

	Percentil 5 (baja)	Percentil 50 (mediana)	Percentil 95 (alta)
Tarja	80	85	90
Superficie de trabajo	80	85	90
Parrilla	65	70	75

## 9.4 Conclusiones

Hay algunas diferencias en los resultados (por ejemplo entre los métodos objetivos y subjetivos), pero la correlación entre las cuatro pruebas es muy alta (tabla 9.9). Los resultados dan un rango de recomendaciones. Nosotros podemos, por lo tanto, basar la recomendación final sobre estos datos.

La recomendación final de las alturas son significativamente diferentes a partir de aquellas tabuladas en las tablas 9.1. y 9.2. para la personas occidentales. Esto es debido principalmente a las diferencias tan grandes entre chinos y las personas occidentales. Sin embargo estas alturas concuerdan totalmente con los datos japoneses (Okita y Kambayashi 1980).

## 10 Anexo

# El efecto de la altura de trabajo en la carga sobre el sistema musculoesquelético en los puestos de trabajo de cocina en restaurantes

### 10.1 Resumen

Debido a la alta incidencia de enfermedades y otros signos y síntomas musculoesqueléticos, se realizaron estimaciones de la carga del sistema musculoesquelético de trabajadores en cocinas. El estudio incluyó un cuestionario de salud y el análisis ergonómico de 11 cocinas. Aparecieron con particular frecuencia problemas en la región del cuello y los hombros en trabajadores de estatura baja. Se confirmó que los síntomas estaban asociados con la posición elevada de las extremidades superiores, causada por superficies de trabajo muy altas. La mesa de trabajo con la tabla de cortar también era demasiado alta para la tercera parte de los trabajadores, estimada a partir de la altura de codo. Así mismo, el 34-80% del equipo de cocina era demasiado alto. El trabajo de subir cargas arriba del nivel de los hombros para introducirlas a los hornos, por ejemplo, tiene un efecto de carga en las articulaciones de los hombros. La espalda se estresa especialmente en los levantamientos que se hacen a la altura de la rodilla y la posición de pie continua (78% del tiempo de trabajo). La carga puede ser modificada adaptando la cocina con tablas de trabajo ajustables en altura (800-950 mm) y bajando el equipo de cocina como sigue: altura de la estufa 650 mm, altura de la montura de la vasija para cocinar a partir del piso < 900 mm, altura del horno 500-1400 mm.

*Pekkarinen, A. y Anttonen, H. (1988), «The effect of working height on the loading of the muscular and skeletal systems in the kitchens of workplace canteens», en Applied Ergonomics, Vol. 19 núm.,4, pp. 306-308*

*Traducido y adaptado por Lilia Roselía Prado León.*

## 10.2 Introducción

Estudios hechos mediante un cuestionario han confirmado que los trabajadores de cocinas sufren un gran problema por enfermedades del sistema musculoesquelético y sus síntomas asociados. En un cuestionario de salud sobre las condiciones de trabajo en la industria hotelera y restaurantera (Sépala y cols., 1980), el 26% de los que respondieron reportaron enfermedades musculoesqueléticas diagnosticadas por un médico. En un estudio para indagar las causas del retiro de trabajadores de entre 45 y 57 años (Tuome y cols., 1985), los trabajadores auxiliares de cocina sufrían de enfermedades musculo-esqueléticas diagnosticadas por el médico y enfermedades de la espalda en mayor medida que el promedio de la población; así como dolor continuo en la espalda baja, el cuello y los hombros.

En un estudio amplio sobre las condiciones de los trabajadores en cocinas grandes (K-Konsult, 1974) se encontraron fallas en las dimensiones del lugar de trabajo y los equipos, lo cual tenía efecto en la carga del sistema musculoesquelético del personal de cocina. A partir de este estudio se han dado instrucciones de seguridad del trabajo sobre las dimensiones del equipo y adaptaciones en grandes cocinas y restaurantes (Arbetarskkyddstyrelsen, 1982).

El objetivo de este estudio era medir la carga sobre el sistema musculoesquelético del personal de cocina de un hotel y restaurante para determinar los efectos de tales cargas en ese sistema. El estudio incluyó un cuestionario de salud y el análisis ergonómico de las cocinas.

Se ha confirmado que, en particular, la carga en la región del cuello y el hombro aumenta porque las superficies de trabajo son demasiado altas, por levantar y por hacer movimientos a la altura del hombro o más arriba. El trabajo de pie continuo y el levantamiento más abajo del nivel de los nudillos afecta la carga lumbar.

## 10.3 Materiales y métodos

El cuestionario acerca de las condiciones de trabajo y salud constó de 220 preguntas para determinar la opinión de los trabajadores acerca del ambiente de trabajo, la carga de trabajo de las tareas y que proporcionarían información sobre su salud. El cuestionario se envió a 200 trabajadores de cocina de restaurantes o comedores, que fueron escogidos a partir de una muestra

aleatoria de 1,300 trabajadores de cocina de grupos profesionales relevantes (administradores, cocinero, vendedores, ayudantes de cocina). Las respuestas al cuestionario alcanzan el 83%, y el promedio de edad de los que respondieron fue de 34 años. Se formó una base de datos a partir de las respuestas y se analizó con un programa estadístico. Los resultados se expresan con valores absolutos y porcentajes en tablas de correlaciones transversales subdivididas por grupo profesional.

Los análisis ergonómicos de campo se realizaron en 11 lugares de trabajo de cocinas de restaurantes o comedores en Oulu y Helsinki. Las cocinas representaban diferentes clases de tamaño: en la cocina pequeña se preparaban menos de 150, en la mediana de 150 a 300 y en la grande 500 almuerzos por día.

Las mediciones de mobiliario y equipos fueron evaluadas con bases las mediciones antropométricas de los trabajadores y los movimientos requeridos para hacer el trabajo. Cuando se determinó la altura de las superficies de trabajo, la altura de codo se usó como punto fijo y recomendación ergonómica (Grandjean, 1981). Para la estimación de la carga física, la atención se concentró en las posturas de trabajo, los movimientos de éste y el trabajo de levantamiento. Se usaron fotografías y modelos biomecánicos (Tyoeverystaitos, 1984).

## 10.4 Resultados

De acuerdo con el cuestionario, el 30% de los que respondieron tenía enfermedades musculoesqueléticas confirmadas médicamente, el 76% tenían síntomas en el hombro, el 58% tenía síntomas en el cuello y la región occipital y el 50% en la región lumbar.

El resultado más importante del cuestionario se presenta en la figura 10.1, que muestra la localización de los problemas reportados en la región cuello-hombro y la región lumbar de acuerdo con la estatura de los trabajadores.

La posición de pie fue usada como la medida base para las superficies de trabajo de la cocina, esta postura fue utilizada en el 78% del tiempo de trabajo. En las cocinas nuevas, la altura de la superficie de trabajo estuvo de acuerdo con el estándar de 900 mm (SFS, 1974). En las cocinas antiguas, la superficie de trabajo podría ser más baja (850 mm). La altura de la estufa fue normalmente

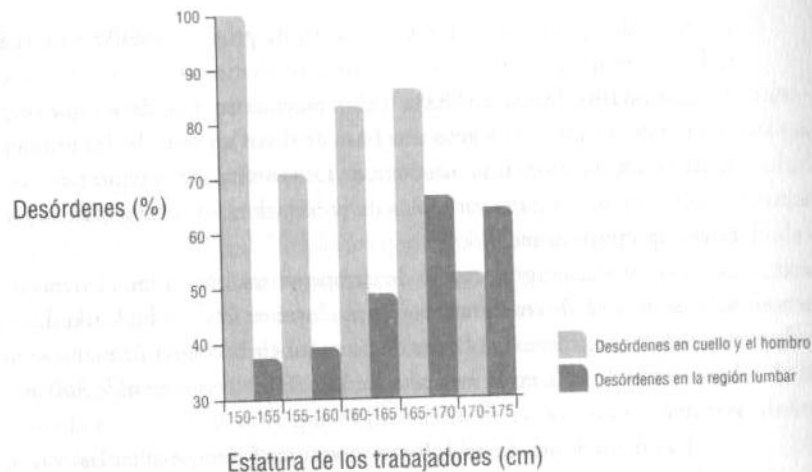


Figura 10.1. Localización de los desórdenes de acuerdo a la estatura de los trabajadores

la misma que la de las superficies de trabajo: el promedio de altura fue de 880 mm (840-910 mm).

La altura del piso a los montajes de las vasijas pequeñas de cocina fue en promedio de 923 mm (920-1010 mm) y en las vasijas de cocinar grandes 1010 mm (900-1070 mm). El promedio de la vasija de freír fue de 754 mm a partir del piso (670-800 mm). La altura de los hornos y ollas de vapor y de presión se da en la tabla 10.1.

Tabla 10.1

Alturas recomendadas por la prueba de tasa cardiaca en (cm)

Equipo	N	Altura de la parrilla más baja		Altura de la parrilla más alta	
		Promedio	Variación	Promedio	Variación
Olla de presión	8	914	760-1,200	1,491	1,10-1,640
Olla de vapor	3	680	420-1,200	1,490	1,360-1,560
Horno	15	665	380-1,000	1,487	1,280-1,750
Rosticero	2	365	350-300	430	430-450

La altura de codo de los trabajadores desde el piso en posición de pie con zapatos fue en promedio de 1,040 mm (950-1,150 mm). De acuerdo con las recomendaciones basadas en los movimientos de trabajo y el nivel del codo, los hombros deben relajarse al realizar tareas de mezclado y cargado, lo cual se puede lograr con una superficie de trabajo más abajo (150-200 mm) del nivel del codo. Un nivel de trabajo más abajo causa una postura inclinada.

En tabla 10.2 se presentan los porcentajes de altura de trabajo de las superficies y equipo de cocina, los cuales fueron demasiado altos o demasiado bajos. El nivel mayor para poner contenedores en hornos, ollas de vapor o de presión fue arriba del nivel de los hombros de la mujer en el 75% de los casos y el más bajo, más abajo del nivel de los nudillos de las mujeres en el 39% de los casos. Puesto que los síntomas de dolor de hombros y lumbares eran comunes, se analizó la carga en el levantamiento con más precisión con ayuda de modelos biomecánicos. En la figura 10.2 se presentan los momentos de fuerza sobre las articulaciones de los hombros y la compresión lumbar en el levantamiento con un contenedor de 12 kg a la altura de la rodilla, la cintura y el hombro.

Tabla 10.2

Porcentaje de superficies de trabajo demasiado altas y demasiado bajas

Objeto	N	Porcentaje de superficies de trabajo demasiado altas y demasiado bajas	
		Demasiado altas (%)	Demasiado bajas (%)
Superficie de trabajo y tabla para cortar	116	32	6
Estufa	15	80	—
Vasijas de cocinar pequeñas	29	34	—
Vasijas de cocinar grandes	9	78	—
Vasijas para freír grandes	16	—	19

## 10.5 Discusión

De acuerdo con el estudio de cuestionario, los trabajadores de estatura baja se quejan más frecuentemente de problemas de cuello hombro que los más altos. Los problemas en la región cuello-hombro se han relacionado con posturas elevadas de las extremidades superiores (Salonen y Heinsalmi, 1979). Al evaluar la altura de trabajo con base en la altura de codo y los movimientos de trabajo en cocina se confirmó que la superficie de trabajo con la tabla de cortar era demasiado alta para un tercio de los trabajadores. El equipo de cocina fue demasiado alto para el 34-80% de los trabajadores. Trabajar en niveles altos se asocia con elevación de las extremidades superiores y esto causa problemas en la región cuello-hombro.

El logro de una altura de trabajo adaptable demanda la posibilidad de ajustar la altura de la superficie de trabajo entre los 800 y 950 mm. El nivel de trabajo puede bajarse usando una tabla de cortar más delgada. Los trabajadores de estatura baja pueden usar plataformas como ayuda para ajustar la altura.

La altura de la estufa debe reducirse para acomodar las ollas grandes usadas en las grandes cocinas con un aumento en la altura efectiva de éstas. Una estufa de altura adaptable podría ser de 650 mm. El borde de las vasijas debe estar como máximo 900 mm arriba del nivel del piso.

Usando el modelo biomecánico, se examinó la carga en diferentes partes del cuerpo cuando se levantó un contenedor de 12 kg a diferentes alturas en un horno u olla de presión. Cuando el contenedor se levantó más arriba de la altura de los hombros, el momento de fuerza en la articulación del hombro se aumentó en 42% en comparación con el del levantamiento a nivel de la cintura. Con el levantamiento a la altura de la rodilla, la compresión lumbar aumenta al doble, comparada con la del levantamiento a nivel de la cintura. Por lo tanto, la altura de la parrilla de los hornos y las ollas de presión afectan la carga (véase la figura 10.2).

La mejor altura de levantamiento fue al nivel de la cintura. Los hornos no deben situarse uno encima de otro, sino lateralmente. La altura de la parrilla debe estar entre 500 y 1400 mm a partir del piso.

En el trabajo de cocina la carga de la espalda se ve afectada por la postura de pie continua, además de los levantamientos bajos. Debe considerarse un lugar de trabajo sentado cuando se realicen actividades que pueden hacerse en forma sedente, tales como el pelado y el trabajo de limpieza de

los ingredientes. Un lugar de trabajo en el que se esté sentado requiere suficiente espacio bajo la superficie de trabajo y una silla de trabajo con alturas y respaldos ajustables. Un soporte de pies es esencial en el trabajo sedente.

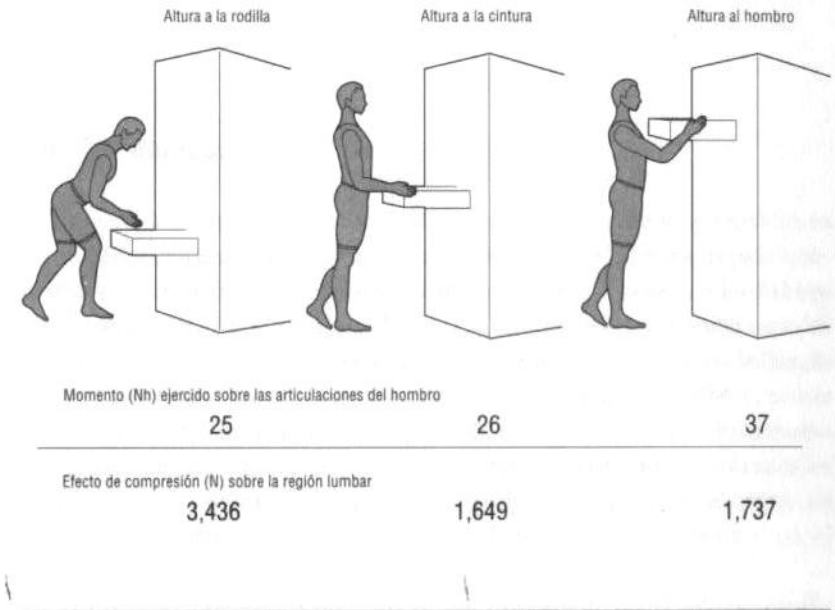


Figura 10.2. Momento de fuerza en la articulación del hombro y compresión lumbar al levantar un contenedor de 12 kg.

## 11 Anexo Hábitos domésticos

### 11.1 Hábitos domésticos

Las investigaciones sobre conducta doméstica utilizan métodos sociológicos combinados con estudios de campo detallados acerca de los hogares para estudiar tipos particulares de arreglos y sus efectos sobre la conducta y los hábitos de los ocupantes. En los últimos 20 años se han llevado a cabo una serie de estudios de campo a gran escala en varios países europeos. Uno de los hallazgos de estos estudios es el descubrimiento de que muchas familias prefieren comer en la cocina, y la frecuencia con la que ellos toman alimentos se incrementa con el área de ésta. La sala es el principal centro de actividades comunales; es difícil de usarla durante el día, pero en la noche se convierte en el centro de las tareas de recreación, entre las cuales ver la televisión desempeña el papel dominante.

Entre los comentarios adversos, el más importante fue el espacio insuficiente y el inadecuado aislamiento de sonido para ruidos originados dentro del edificio. Una alta proporción de los entrevistados coincidieron en señalar que les gustaría vivir en una casa grande. Entre los cambios sugeridos, el más importante fue contar con equipo de cocina adicional, más espacio para guardar la ropa, habitaciones soleadas, con mejor aislamiento del ruido, mejores arreglos para dormir, lavar e higiene personal y mejores facilidades para las compras.

Aunque las investigaciones de otros países revelan algunas diferencias, hay un grado de acuerdo general. A continuación se muestra un cuadro con los acuerdos más significativos.

En todos los hogares, se incluyeron las siguientes actividades:

1. Dormir.
2. Comer y beber.
3. Actividades de tiempo libre.
4. Actividades de limpieza doméstica.
5. Limpieza personal.
6. Cuidado de los niños.

## 11.2 Campos de actividades comunes e individuales

Muchas de las actividades se originan en forma natural en un cuarto particular de la casa, y sólo la limpieza doméstica y el cuidado de los niños tienen lugar en alguno o en todos los cuartos. Aún más, los cuartos pueden clasificarse en aquellos que existen principalmente para actividades individuales y los que reúnen a las personas para algunas actividades (cuartos familiares). Dormir y la limpieza personal son actividades esencialmente individuales y por lo tanto las recámaras y los baños pueden ubicarse en el primer grupo. Comer, beber y muchas actividades recreativas se realizan preferentemente en compañía de algunas otras personas o comúnmente en familia: estas actividades se realizan en la sala o en el comedor, el área que sea la apropiada. La mayoría de las actividades del ama de casa se llevan a cabo en la cocina, pero ésta tiende a volverse un lugar donde se reúne toda la familia, que come en ella y ayuda en la limpieza. [Aunque estos datos son de otros países, podemos suponer que no difieren mucho del contexto mexicano: el comedor y la sala son utilizados con mucha frecuencia para llevar a cabo las reuniones sociales que requieren de un espacio mayor para sentarse a conversar y compartir los platillos que ofrece el anfitrión].

## 11.3 Ingestión de alimentos

Resulta de especial interés la localización del área familiar del comedor. El hecho de tomar los alimentos en la cocina parece ser un hábito extendido. Las observaciones muestran que la frecuencia de tomar los alimentos en la cocina está correlacionada íntimamente con esta área aun en familias con un comedor separado, y esto debe considerarse como un indicador de que podrían ser más las familias que comen en la cocina si ésta fuera suficiente-

mente grande. Esto lo confirma la observación sueca de que la cocina es para ello generalmente más grande y en Suecia los alimentos se toman comúnmente en la cocina. [En el caso de México la cocina probablemente también se utiliza cada vez más, si el espacio lo permite, para otras actividades, fundamentalmente para tomar los alimentos en familia.]

Estos resultados muestran que la cocina de menos de 8 m<sup>2</sup> no está adaptada a los hábitos familiares modernos.

## 11.4 La sala moderna está tomando nuevas funciones

La sala, el espacio principal del círculo familiar, es poco usada durante el día, pero en la noche empieza a ser el centro de las actividades de tiempo libre. En tiempos anteriores, el «salón» era típico de la clase burguesa y se usaba sólo en ocasiones especiales. En casas pequeñas, esta función de «cuarto para mostrar» fue retomado para la sala y se convirtió en un símbolo de estatus por el tipo de mobiliario, cuadros y alfombras, y se refirió a él usualmente como el «mejor cuarto». Al parecer, según las investigaciones, aunque con cambios significativos, se ha convertido en un espacio con propósitos generales, y aún preserva también la función de símbolo de estatus. Esto es evidente por el poco uso que se hace de él durante el día. [En nuestro contexto, aunque carecemos de datos objetivos, suponemos que si la casa no cuenta con otro espacio suficientemente amplio para que la familia se reúna en actividades de ocio, recreativas y/o de convivencia, para realizar tareas escolares, hacer costuras, leer el periódico, etc., la sala será utilizada con frecuencia durante el día. El símbolo de estatus también se conserva ya que es la parte de la casa que en general las familias mexicanas tratan de que esté lo mejor arreglada posible, pues es lo que las visitas «ven»].

## 11.5 ¿Qué es importante para los ocupantes?

La mayoría de las quejas se centran en lo reducido de los espacios y el aislamiento inadecuado contra los ruidos de los vecinos. La primera prioridad la constituyen el equipo de la cocina y el cuarto para la ropa, los cuartos más soleados, los mejores arreglos para dormir y para la higiene personal, así como las mejores facilidades para las compras. [En México, a partir de las micro vi-

viendas que se han construido para que una gran cantidad de familias tengan acceso a una casa propia, este problema se ha generalizado. Los espacios son muy reducidos, se propicia el hacinamiento y la promiscuidad y se reduce en gran medida la privacidad, ya que se utiliza muchas veces una sola pared para dividir dos casas].

## 11.6 Opciones críticas acerca de estos métodos de investigación

Desde el punto de vista sociológico, se puntualiza con frecuencia que las opiniones expresadas por los entrevistados dicen realmente poco acerca de sus necesidades porque se basan sólo en los rasgos que los respondientes conocen quienes responden a los cuestionarios. Una persona no puede ser juez de algo que está fuera de su experiencia. Más aún, es dudoso que, todos los ocupantes entrevistados den una opinión madura y sin prejuicios: sus opiniones están coloreadas por hábitos de años. Los sociólogos también critican los efectos del ambiente indeseable, la conformidad con las normas de grupo y otros factores sociales.

No se puede negar que está justificada en parte la crítica a la investigación, y también es innegable que la interpretación de las investigaciones de campo es muy difícil y abierta a muchas observaciones.

## 11.7 Relaciones entre las opciones expresadas y los hechos físicos

Si bien es correcto que la utilización de los rasgos domésticos tienen un valor limitado como evidencia, porque las personas entrevistadas quizás no tienen estándares de comparación, las opiniones contrarias y adversas tienen considerablemente mayor valor. Esto es cierto especialmente si se puede obtener una correlación entre la frecuencia de una queja y la incidencia de este rasgo registrado objetivamente. El siguiente ejemplo puede ilustrar lo anterior. Si la frecuencia de quejas acerca del ruido se correlaciona estadísticamente con los valores de decibeles registrados, es más probable que exista una relación causal entre el ruido y la quejas, particularmente si los entrevistados han sido escogidos al azar.

Por lo tanto, es importante, a la vez que se pregunta a los ocupantes de las casas, hacer mediciones cuantitativas de detalles domésticos, a partir de los cuales se puede obtener una correlación válida.

## 11.8 La investigación doméstica como sistema de retroalimentación

Como conclusión, se puede emitir un poderoso argumento a favor de los estudios sociológicos en la investigación doméstica. Muchos campos de investigación buscan tener un mecanismo seguro de retroalimentación, lo que proporciona una vía para monitorear el éxito o fracaso de las medidas o distribuciones (arreglos) que se están llevando a cabo. Por retroalimentación se entiende el principio por el cual la información sobre el estado de un proceso que está en marcha es alimentado como respuesta a los centros de control de manera que se puedan comparar los resultados con lo programado. El estudio de los hábitos domésticos y de las opiniones de los ocupantes constituye tal sistema de retroalimentación en el campo de la construcción de viviendas. La investigación permite ver si los hábitos domésticos se establecen de conformidad con el diseño de la vivienda y, por lo tanto, los resultados de la investigación doméstica pueden proporcionar una base para el planeamiento. La investigación doméstica debería analizar siempre las influencias recíprocas entre los detalles domésticos y las reacciones humanas, así como tratar de perseguir averiguar la forma en que los ocupantes reaccionan en relación con su vivienda..

Si se recuerda cuan frecuentemente la forma de un edificio refleja la realización de los sueños del arquitecto o la rentabilidad de los dueños, se verá con claridad cuán importante puede ser la investigación doméstica para el ocupante anónimo para quien se proyectan y construyen los edificios sin consultarlo previamente.



## 12 Anexo Urbanización, movimiento y espacio

### 12.1 Antecedentes

El crecimiento acelerado de la urbanización se debe principalmente al crecimiento de la población. La población mundial se duplica cada 35 años. El 70% de los estadounidenses vive en el 2% del área del país.

La vida en la ciudad es diferente de la vida en el campo. En la ciudad la vida es más estresante. Hay mayor incidencia de la pobreza, el desempleo y el crimen. [el autor se refiere al parecer a las ciudades de los países desarrollados donde estas calamidades, para él, son inevitables]. En las ciudades tienden a aparecer de los conflictos entre grupos y el terrorismo. [Con este criterio se refuerza la idea de que el autor se refiere al campo y las ciudades de los países desarrollados pues en muchos países subdesarrollados, como los africanos y Afganistán, por ejemplo, los conflictos entregrupos y el terrorismo tienen una incidencia fundamental en el campo).

Existen algunas evidencias de que en la ciudad son más frecuentes los desórdenes mentales y que se requiere un periodo de tiempo para adaptarse a las nuevas condiciones. Los habitantes de las ciudades tienden a ser menos amistosos y menos solidarios entre ellos. La cantidad de asaltos a personas es 50 veces mayor en las ciudades mayores de 250, 000 habitantes que en las menores de esa cantidad de personas. El lado positivo de las ciudades es que cuentan con mejores servicios y oportunidades de entretenimiento que el campo. El espacio disponible por persona es mayor en el campo que en la ciudad. [Los diseñadores de ambientes y espacios deben procurar que su trabajo tienda a reforzar los aspectos positivos de las ciudades y a reducir los negativos]. Para el diseño se deben tener en cuenta cuatro aspectos diferenciables pero muy relacionados entre ellos.

## 12.2 El espacio y las personas

Se deben tener en cuenta para el diseño cuatro aspectos diferentes pero muy relacionados: Espacio personal, territorialidad, privacidad y hacinamiento.

Al estudio de los requerimientos de espacio personal se le ha dado el nombre de «proxemia». El espacio personal es como una burbuja que nos rodea, que se infla o desinfla según la interacción con otras personas, y también con la cultura de las personas que interactúan.

Se pueden diferenciar cuatro categorías de espacio personal, cada una de ellas con un nivel cercano y otro lejano, y son:

1. Distancia íntima, de 0 a 45 cm. El nivel cercano supone el contacto personal, como en las relaciones sexuales. El nivel lejano es el propio del cuchicheo.
2. Espacio personal, de 45 a 120 cm. Es el de las conversaciones con los buenos amigos, dependiendo del grado de amistad que se tenga.
3. Distancia social, de 1.2 a 3.5 m. Es el necesario para las transacciones comerciales.
4. Distancia pública, es mayor de 3.5 m y corresponde a la típica con el auditorio.

Estas distancias dependen de las demás personas. Si un extraño las invade nos sentimos molestos y asustados.

La distancia no es igual en todas las direcciones. Es mayor hacia adelante y detrás del cuerpo y menor en los costados. El contacto visual influye en la distancia preferida.

Las características de la distancia personal se reflejan en el lenguaje cuando se habla de «una persona cercana», «mantenerse en contacto», «distanciarse».

También es influida por la edad y el sexo de las personas que interactúan.

Otros aspectos que influyen se ejemplifican con la situación que crea una persona que se sienta cerca en un cine o restaurante cuando sobra espacio para mantener una distancia mayor. También influyen las personas desfiguradas, los prejuicios, la cooperación o la competencia y el estatus relativo. La invasión del espacio personal genera una alerta fisiológica que se puede convertir en pasión si es una persona amada o en ira si se trata de un extraño.

## Territorialidad

Los sentimientos de territorialidad son muy fuertes entre los animales. Están relacionados con la alimentación y la reproducción, que ayudan a la supervivencia de la especie. Las cercas y las barreras son manifestaciones de territorialidad.

Las acciones de colocar libros en las mesas de la biblioteca y toallas en las sillas de la arena de la playa para indicar que están ocupadas son ejemplos sencillos de territorialidad.

Se pueden distinguir tres niveles de territorialidad:

1. Primaria, por ejemplo el hogar, que a una escala mayor puede ser el país.
2. Secundaria, por ejemplo una taquilla, que por cierto tiempo es utilizada para conservar artículos personales.
3. Pública, por ejemplo una playa.

La territorialidad está vinculada con muchos aspectos legales de la propiedad, incluyendo las patentes y el plagio, que se relacionan con la propiedad industrial e intelectual.

El comportamiento territorial es influido por factores personales y situacionales, los hombres prefieren territorios mayores que las mujeres. En el hogar tradicionalmente se han identificado ciertas áreas con el género, por ejemplo la cocina se considera un territorio femenino y el estudio-taller masculino.

Experimentos realizados en playas públicas han encontrado que la competencia por el territorio difiere en distintas nacionalidades. Por ejemplo, los alemanes son más exigentes en relación con el área ocupada.

También se ha comprobado que la exigencia de la preservación del territorio, aunque público, de los dueños de viviendas es mayor que la de quienes los ocupan por renta.

Algunas características de la territorialidad pueden ser usadas en el diseño de ambientes para contribuir al combate contra el crimen. Existen claras evidencias de que los delincuentes prefieren las áreas públicas. En el diseño se deben evaluar cuatro factores:

1. Uso de marcadores que indiquen propiedad privada y no pública.
2. Facilidad para la identificación de extraños.
3. Los edificios altos pierden vinculación con el vecindario.
4. Los edificios aislados propician el vandalismo.

La territorialidad es un factor relevante que se debe tener en cuenta en el diseño de ambientes urbanos para promover las características positivas de las comunidades. El caso de una comunidad que fue dividida por una autopista, lo cual modificó radicalmente el comportamiento de los vecinos, ilustra claramente este asunto. Antes de construirse la autopista los vecinos acostumbraban visitar instituciones sociales en varios lugares de la comunidad, y existía un sentido de pertenencia a ella. Al ser dividida por la autopista el sentido de pertenencia desapareció y las instituciones comunitarias resultaron seriamente afectadas.

El marcado, la personalización, las emociones y el comportamiento son aspectos de la territorialidad.

La territorialidad se expresa con marcas como cercas, bordes y otras indicaciones que no necesariamente informan sobre la propiedad del territorio.

Las fotos colocadas en la oficina y los *graffiti* son manifestaciones de personalización de la territorialidad.

La territorialidad respetada reduce el estrés, y su violación provoca reacciones que tienen su manifestación extrema en las guerras.

## Hacinamiento

El hacinamiento, la aglomeración o el apiñamiento, tanto a nivel de la vivienda como de la comunidad el tiene efectos sensibles en el desarrollo y, comportamiento social de las personas. Los niños, por ejemplo, presentan menor desarrollo físico e intelectual en esas condiciones.

[Aunque frecuentemente la solución al hacinamiento está fuera de las posibilidades de los diseñadores, éstos deben tener en cuenta sus efectos para tratar de reducirlos o compensarlos],

Se ha llamado privacidad al control selectivo del acceso.

Tanto al espacio como a la información. Tiene que ver con otras personas y puede verse como una negociación de la intimidad.

El control de la privacidad reduce el estrés.

En los dos extremos de la escala social se presentan problemas con la privacidad.

También se habla de la privacidad profesional. En relación con los médicos, abogados, sacerdotes, etc. [Y los diseñadores deben procurar que los ambientes contribuyan a dicha privacidad].

Otros factores que influyen en los requisitos de privacidad son: el género, las mujeres son más exigentes; y el aumento de la necesidad de privacidad con el desarrollo sexual.

Otros aspectos situacionales de la privacidad relevantes para los diseñadores de interiores y ambientes son:

1. Las necesidades del cortejo amoroso, por ejemplo, en restaurantes, lo que puede dar lugar a zonas aisladas del resto.
2. La tendencia a la falta de privacidad en los edificios multifamiliares.
3. Las dificultades provocadas por la reducción de la privacidad en las oficinas abiertas o panorámicas.

Todos los aspectos mencionados en este anexo están muy relacionados y deben ser considerados en el diseño de espacios.

### 13.1 Introducción

Los arquitectos, diseñadores de interiores y otros profesionistas de nuestro ambiente construido siempre han asumido que sus productos afectan al usuario. Sólo desde hace algunos años se ha prestado poco de atención a la determinación empírica de la naturaleza y extensión de tales efectos. Un área de interés ha sido la evaluación de los espacios arquitectónicos y los espacios naturales.

Muchos investigadores en este campo han utilizado la técnica de diferencial semántico. En el caso de los espacios interiores, existe alguna evidencia que sugiere que las manipulaciones de las variables ambientales discretas pueden influir en la evaluación que hace un individuo de un espacio arquitectónico (Tognoli, 1973).

El presente estudio incluyó la manipulación de tres variables en un diseño factorial; se usó un gran número de escalas (30). Estas características hacen que este estudio se diferencie de los realizados previamente. Asimismo, la inclusión del sexo de los sujetos como variable constituye otra importante distinción.

En este estudio, hombres y mujeres clasificaron un dibujo de un cuarto de estar representado en perspectiva en acuarela. Los dibujos diferían en términos de tres variables: la presencia o ausencia de una ventana, el acomodo del mobiliario y la densidad del mismo.

## 13.2 Método

**Sujetos.** Fueron 176 estudiantes de un curso de introducción a la psicología (87 hombres y 89 mujeres), ciudadanos canadienses nacidos en Canadá o en un país de habla inglesa. El rango de edad fluctuó entre los 18 y 44 años, pero el 94% tenía de 18 a 25 años. Se agruparon en ocho grupos de igual tamaño, aproximadamente.

**Materiales de estímulo y presentación.** El estímulo consistió en ocho acuarelas de un cuarto de estar. En la tabla 13.1 enlistan los rasgos comunes de todos los estímulos.

**Condiciones manejadas:** condición de alta densidad *sociópeta* y *sociófuga*, de baja densidad *sociópeta* y *sociófuga*, y a éstas se agregó una tercera variante: la condición de ventana.

Tabla 13.1

### Rasgos comunes en todos los estímulos

Librero con libros

Cuadros de pinturas (2)

Mesa lateral con jarrón de flores

Mesa grande de café, con un tazón y un libro

Paredes verdes

Piso amarillo

Instalación de lámparas suspendidas (2)

Chimenea

Borde de la chimenea con tazón de frutas

Silla negra

Sofá tapizado en rosa

Silla giratoria tapizada en rosa

Sillón tapizado en negro

Cuando se incluyeron los rasgos descritos anteriormente y los muebles se orientaron unos frente a los otros, se conformó la condición de baja densidad *sociópeta*. La condición de baja densidad *sociófuga* consistió en que la orientación de los muebles fue dispersa. La figura 13.1. muestra la condición de baja densidad *sociópeta*.

La condición de alta densidad incluyó, además, tres piezas de mobiliario (dos sillas y un sillón). En la condición de la ventana se agregó un dibujo de una gran ventana con cortinas largas casi totalmente abiertas. De esta manera, la figura 13.1 representa la condición ventana/alta densidad/*sociópeta*.

Se hicieron transparencias a color a partir de las ocho acuarelas. Además se sacaron otras transparencias de fotos en blanco y negro y de otros interiores en acuarela a color para que sirvieran de ejercicio y de «relleno». Las transparencias se proyectaron en una pantalla en un salón de clases.

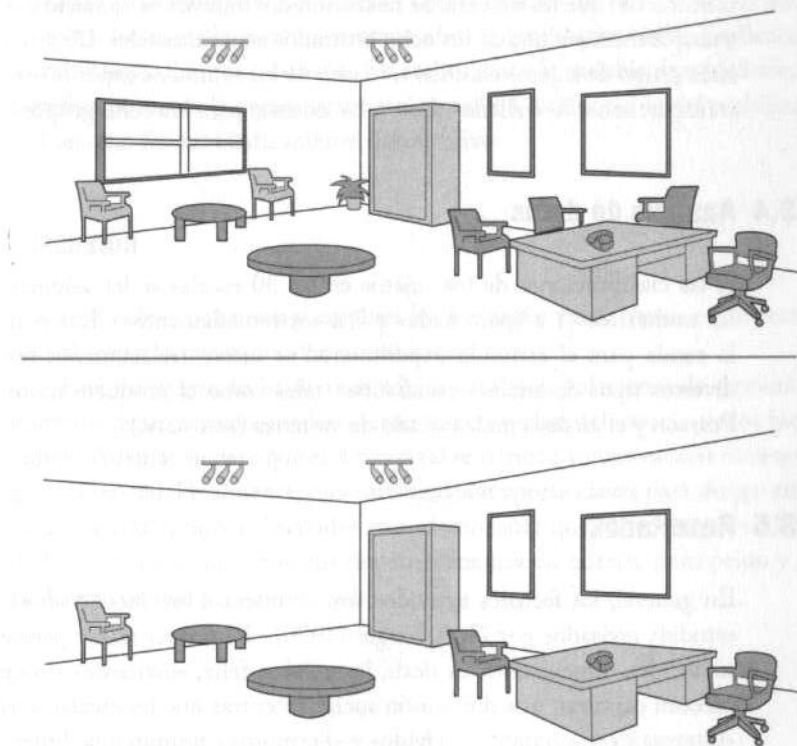


Figura 13.1. En la parte superior, condición de baja densidad *sociópeta*; en la parte inferior, condición de alta densidad *sociópeta*.

La escala de clasificación constó de 30 adjetivos en forma de escala de siete puntos con los extremos de «para nada» y «extremadamente». Se seleccionaron tales escalas para representar seis dimensiones: organización física, humor, color, social, estética y tamaño. Cada dimensión fue representada por dos escalas positivas y dos negativas (por ejemplo, estética: interesante, hermoso, sombrío, inatractivo).

### 13.3 Procedimiento

En el salón de clases se dieron instrucciones a los sujetos acerca de la tarea, que consistía en clasificar o evaluar algunos cuartos tratando de hacer un juicio independiente de cada transparencia, de acuerdo a la primera impresión o sentimiento que les evocara. Se realizaron dos ensayos de ejercicio y la tercera transparencia era una de los ocho estímulos experimentales. De esta manera, cada grupo de sujetos clasificó sólo uno de los estímulos experimentales. Las transparencias de «relleno» fueron las mismas para los ocho grupos.

### 13.4 Análisis de datos

A las clasificaciones de los sujetos en las 30 escalas se les asignaron valores numéricos (1 a «para nada» y 7 a «extremadamente»). Los puntajes de la escala para el estímulo experimental se intercorrelacionaron realizando diversos tipos de análisis estadísticos, tales como el producto momento de Pearson y el análisis multivariado de varianza (MANOVA).

### 13.5 Resultados

En general, los factores extraídos son similares a los encontrados en ocho estudios revisados por Hershberger (1970). El primer factor parece representar dos dimensiones, es decir, las escalas: feliz, «invitante» y «amistoso» parecen capturan una dimensión social, mientras que las escalas «brillante», «interesante», «excitante», «vívido» y «hermoso» capturan una dimensión estética. Este primer factor, etiquetado como social-estético, contó con el 41% de la varianza total y el 67% de la varianza común.

El segundo factor contó con el 10% de la varianza total y el 13% de la varianza común, contenía las escalas «desordenado», «organizado» y «accidental» y ha sido denominado organización física. El tercer factor, con el 7% de la varianza total y el 10% de la común, incluía las escalas de «inatractivo», «grisáceo», «muerto», «cerrado» y «sombrio». Este factor ha sido denominado humor y no sorprende que exista una relación inversa entre éste y el primero. El cuarto factor incluye las escalas de «grande» y «espacioso» y contó con el 5% de la varianza total y el 6% de la común. Por supuesto que este factor puede ser llamado tamaño.

El segundo análisis trató la cuestión de si las manipulaciones introducidas en los dibujos afectaron las clasificaciones de las escalas representadas en los cuatro factores extraídos. El análisis multivariado de varianza indicó un efecto significativo de la presencia o ausencia de una ventana y de la densidad del mobiliario. De acuerdo con el análisis univariado de varianza, en todos los casos la variable ventana afectó significativamente los factores social-estético, humor y tamaño. En ambos casos la variable densidad afectó significativamente la organización y el tamaño. La disposición del mobiliario y el sexo no fue estadísticamente significativo.

### 13.6 Discusión

Los resultados confirman y amplían los hallazgos encontrados en los estudios al respecto realizados con anterioridad.

Esta investigación ha demostrado que las manipulaciones de elementos discretos de un espacio pueden afectar la percepción del espacio de los individuos. Además sugiere que el diferencial semántico y otras escalas tienen un gran potencial. Finalmente, esta investigación aporta claves para dirigir en el futuro investigaciones diseñadas para determinar qué aspectos particulares de los espacios arquitectónicos tienen influencia en nuestra percepción y en la evaluación que hacemos de ellos.

## 14 Anexo Exploración de la compatibilidad

### 14.1 Resumen

Un concepto ergonómico muy relevante para el diseño, cuyos fundamentos son sociales y culturales, es la llamada compatibilidad. En este trabajo se exponen principios y ejemplos de compatibilidad. La presentación utilizada permite usar el material en ejercicios que ayudan en la asimilación del concepto de compatibilidad e ilustra los medios que pueden emplearse en la investigación de casos que se encuentran con frecuencia en la práctica del diseño.

Un grupo de 92 ingenieros masculinos, en comparación con grupos de 80 mujeres y 55 especialistas en factores humanos (ergónomos) respondieron un cuestionario de 18 reactivos que cubría varios problemas de ambigüedad potencial en cuanto a relaciones de *display-control*, etiquetado y uso de palabras. Algunas preguntas tuvieron una respuesta muy generalizada. Otras respuestas ilustraron variabilidades y diferencias grupales.

Un cuestionario de esta naturaleza, desarrollado como ayuda de enseñanza, se puede usar también como herramienta para explorar las relaciones de compatibilidad.

### 14.2 Introducción

Un concepto central en la enseñanza y la práctica de la ingeniería humana (Ergonomía) es la importancia de la compatibilidad en las relaciones *display-control*. Aunque Arnold Small fue el primero en usar el término «compati-

---

*Smith, S.L. (1981), "Exploring compability with words and pictures", en Human Factors, vol. 23, núm.3, pp.305-315*

*Traducido por Lilia Roselia Prado León.*

*Adaptado por Silvio Viña Brito.*

bilidad» en este sentido (Small, 1951), fue Paul Fitts quien inicialmente dio al concepto su significado, afirmando que los *displays* o indicadores deben proporcionar una indicación «natural» de las acciones de control y que las expectativas de los usuarios concernientes a las relaciones naturales entre control y *display* pueden en algunas ocasiones ser uniformes, de manera que se constituyen en un estereotipo popular (Fitts, 1951).

Las investigaciones iniciales exploraron la compatibilidad en términos de relaciones espaciales y dirección del movimiento (Fitts y Seeger, 1953), pero el concepto fue rápidamente ampliado para incluir otras relaciones de estímulo-respuesta abstractas (Fitts y Deininger, 1954). En los años que siguieron, muchos otros investigadores aumentaron el cuerpo de conocimientos, lo que confirmó el principio fundamental de que las personas aprenden más fácilmente una respuesta natural, y la ejecutan de manera más confiable, que cuando sus expectativas naturales son contravenidas.

### 14.3 Relaciones espaciales

Las cuestiones de la compatibilidad espacial a veces son fáciles de definir. Parece razonable, por ejemplo, que un arreglo circular de luces pueda ser controlado efectivamente por un arreglo circular de interruptores, y que por lo tanto un *display* lineal de controles produciría respuestas más lentas y con errores más frecuentes (Fitts y Seeger, 1953). Un ejemplo obvio de buena compatibilidad espacial en la práctica común del diseño es proporcionado por los botones etiquetados de autoiluminación, los cuales combinan con el *display* y su control asociado en un aparato. Otro ejemplo de una buena compatibilidad espacial es la selección de acciones de control por medio de la pluma de luz (*lightpen*), apuntada directamente a etiquetas sobre un *display* generado por computadora. Los malos diseños persisten, sin embargo, con ejemplos notables de compatibilidad espacial deficiente (véase, por ejemplo, Sheridan, 1980).

A veces las consideraciones prácticas del diseño de equipo conducen a la ambigüedad en la selección de relaciones espaciales apropiadas, como en la igualación de un orden lineal de controles para un arreglo de controles bidimensional de quemadores de estufa (Chapanis y Lindenbaum, 1959). Las ambigüedades frecuentemente surgen en situaciones en las que múltiples *displays* y controles deben agruparse juntos, lo que aumenta los problemas de compati-

bilidad de articulaciones en las que la selección de las relaciones *display*-control deben ser consistentes una con la otra (véase, por ejemplo, Morrill y Davies, 1961). Con el propósito de resolver la ambigüedad del diseño, la ingeniería de los factores humanos (ergonomía) puede recurrir a la comprobación empírica para determinar la efectividad relativa de diferentes relaciones espaciales.

### 14.4 Costumbre

En muchos ejemplos, por supuesto, las relaciones espaciales proporcionan poca guía. ¿Por qué los norteamericanos esperan que moviendo hacia arriba un interruptor de pared encienda una luz? Presumiblemente esto es más una razón de costumbre que de geometría, puesto que en Europa la convención en el diseño es al revés. ¿De qué manera debe uno dar vuelta a un cerrojo para abrirlo? Nuestras expectativas adquiridas culturalmente influyen hasta en la manera como pelamos una nuez; sin embargo, su determinación es confusa aún.

Algunas expectativas aprendidas no tienen nada que ver con las relaciones espaciales. ¿Por qué nosotros usamos el color rojo para decir alto o como señal de condición de peligro? Esto es por una asociación cultural, presumiblemente, que ha llegado a ser un estándar de diseño aceptado. Una vez establecido, un estándar de diseño no depende de la asociación: como una concesión a los estándares internacionales, los chinos usan rojo en las luces de alto del control de tráfico, aunque en su cultura el rojo se asocia a la buena fortuna más que al peligro.

La afirmación de que una particular relación de compatibilidad está basada en una expectativa aprendida, o en una costumbre, más que en la congruencia espacial, no significa necesariamente que esta relación sea débil y debe ser ignorada. Las expectativas basadas en la costumbre también pueden estar fuertemente establecidas. ¿Cuántas personas pueden romper fácilmente sus hábitos de toda una vida para leer un reloj cuyas manecillas dan vuelta en sentido opuesto al sentido convencional?

Un diseñador de equipo debe tomar en cuenta muchos estándares de diseño que reflejan usos de costumbre, explícita o implícitamente. En los casos dudosos, es sensato probar el prototipo del equipo en los inicios del proceso de diseño para determinar si las expectativas establecidas en la población usuaria han sido tomadas en cuenta apropiadamente.



## 14.5 Palabras y símbolos

Las consideraciones de compatibilidad afectan otras áreas de la ingeniería humana (ergonomía) relacionadas indirectamente con el diseño de equipo. Un ejemplo podría ser la selección de símbolos gráficos para asegurar la respuesta compatible en uso internacional. En lo concerniente a la estandarización de los símbolos puede extenderse hasta incluir el uso del lenguaje, como en la selección de comandos para controlar la interacción humano-computadora, o la selección de palabras para un manual de mantenimiento. Mucho del ambiente diseñado depende de palabras, desde el etiquetado del equipo hasta los signos y las instrucciones para dar facilidades al público. La selección cuidadosa de estas palabras es un aspecto fundamental concerniente a los especialistas en factores humanos y a otros que están involucrados en el proceso de diseño (Chapanis, 1965).

La compatibilidad puede derivarse de una estructura lingüística simple, como lo demostró Badeley (1964), en el aprendizaje sin sentido de sílabas. Sin embargo cuando se aplica a palabras, el concepto de compatibilidad se aproxima al de significado. Como un tema pragmático, el significado de palabras puede ser definido en términos de las respuestas que ellas evocan, pero tales respuestas no son siempre predecibles. De nuevo, la prueba del prototipo puede ser usada para guiar el diseño. Un manual de instrucciones nuevo, o una forma de impuestos nueva, se pueden presentar como borrador o prueba a los lectores interesados, para determinar si existen secciones confusas que se deben reescribir antes de la publicación final.

## 14.6 Proceso mediacional

Puesto que el concepto de compatibilidad se ha extendido desde las cuestiones de las relaciones espaciales hasta incluir aspectos de hábito y significado, esto presupone la naturaleza de un proceso mediacional general. Esta visión general se refleja en una definición de Small (1977):

Compatibilidad es un estado de congruencia entre los *inputs* ambientales hacia el individuo y las respuestas resultantes. De manera que es un principio y criterio primario el establecer igualaciones efectivas entre los *inputs* ambientales y las respuestas psicológicas, fisiológicas y anatómicas de los individuos.

Pero aquí existe un problema práctico. Puesto que el concepto de compatibilidad se ha extendido, ha perdido mucho de su poder predictivo. En un nivel simplista, la compatibilidad puede ser juzgada comparando diferentes rasgos del ambiente observable, comparando un arreglo de displays con su correspondiente arreglo de controles. Como un proceso mediacional, sin embargo, la compatibilidad de un estímulo externo con un «modelo» interno del individuo no puede ser observada directamente, aunque puede ser inferida. Por lo tanto, existe la necesidad de verificar empíricamente relaciones de compatibilidad inferidas, citadas con frecuencia en los párrafos precedentes. «¡Cuando exista duda, póngalo a prueba!»

## 14.7 Prueba de papel

El desarrollo de las pruebas, y subsecuentemente el rediseño del prototipo, es costoso y toma tiempo. Una alternativa rápida y barata es simplemente preguntar a los usuarios acerca de sus preferencias antes de hacer cualquier diseño de equipo. Algunos investigadores cuestionan la validez de esta aproximación (por ejemplo, Loveless, 1962). Loveless afirma que preguntarle a una persona cómo puede darle vuelta a una perilla no es completamente igual que observar a una persona realizando la actividad. Otros, sin embargo, arguyen que puesto que la cuestión de validez puede por sí misma ser probada, la llamada prueba de lápiz y papel puede ser un predictor bastante eficiente del uso del equipo actual (Brebner y Sandow, 1976).

Sean cuales sean los méritos de tal debate, no hay duda de que los cuestionarios pueden proporcionar un medio conveniente y efectivo de ilustrar las relaciones de compatibilidad en el salón de clases. El cuaderno de trabajo de un estudiante para un libro de ergonomía popular incluye nueve «problemas» que ilustran la ambigüedad de las relaciones de compatibilidad en el diseño de equipo (Sanders y McCormick, 1976). A los estudiantes de ergonomía generalmente les gusta expresar sus puntos de vista sobre cuestiones de ambigüedad en el diseño, se interesan en comparar sus respuestas con las «normas» acumuladas de encuestados previos, y se benefician de las discusiones de clase con los estándares de diseño que implican los datos del cuestionario.

Además del uso instruccional, los cuestionarios parecen ser útiles para resolver las cuestiones de compatibilidad relacionadas con el uso efectivo de las palabras. Por lo tanto, aumenta nuestro interés en evaluar el uso de la palabra por medio de la prueba de lápiz y papel.

## 14.8 Cuestionario de compatibilidad

El autor desarrolló un cuestionario de compatibilidad con propósitos instruccionales, con preguntas seleccionadas para cubrir un amplio rango de temas, ilustrando convenciones de diseño inciertas y con el uso ambiguo de palabras. Este cuestionario abarcó varios años de experimentación, de manera que se dejaron algunas preguntas antiguas y se agregaron otras nuevas. Algunas preguntas fueron adaptadas a partir de un cuestionario anterior, desarrollado en la Universidad de Michigan por T. J. Triggs. Otras han sido sugeridas por los estudiantes. Se acepta con beneplácito que maestros e investigadores realicen réplicas del cuestionario a partir de este reporte publicado y lo modifiquen con sus propias respuestas.

Por un periodo de varios años, el cuestionario fue contestado por 92 ingenieros masculinos de entre 21 y 46 años (media = 30.8). Estudiantes del turno vespertino de un curso de factores humanos de la escuela de graduados de ingeniería de la Universidad del Noroeste. Las respuestas también fueron aportadas por 80 mujeres, de entre los 14 y 52 años (media = 28.1) de edad, quienes eran madres, esposas, hijas, amigas y secretarias de estos ingenieros. Se obtuvieron respuestas adicionales de 55 especialistas en factores humanos, principalmente hombres, con edades entre 25 y 60 años (media = 40.0) de la Reunión Anual de la Sociedad de Factores Humanos en 1977. Aquí se presenta una comparación de respuestas a partir de estos tres grupos de personas. Durante el periodo de prueba se le agregaron al cuestionario algunas preguntas.

En el formato final, el cuestionario empezaba con unos comentarios introductorios y dos preguntas en la primera página, seguidas de tres preguntas por página, que dejaba una pregunta y se concluía con comentarios en la última página. Se pidió a los encuestados que contestaran las preguntas en secuencia, sin saltarse hacia adelante ni hacia atrás. Las preguntas se discuten en las líneas siguientes en el orden de su aparición.

### 1. Dar vuelta a la perilla [para mover la flecha hasta la marca en la escala]

Las respuestas a estas preguntas ilustran un estereotipo muy fuerte entre la población, con el 97% de ingenieros, el 94% de las mujeres y el 91% de los especialistas en factores humanos. Todos ellos contestaron en el sentido contrario a las manecillas del reloj, como si asumieran una vinculación mecánica directa entre la perilla y el indicador de flecha asociado (véase la figura 14.1).

## 2. Etiquetas en cuadrantes

### [ubicar etiquetas en secuencia en los cuatro cuadrantes]

Las respuestas a estas preguntas indicaron la diversidad individual y las diferencias que existen entre grupos ( $X^2 = 67.3$ ,  $p < 0.001$ ). Muchos ingenieros ordenaron los cuadrantes en el sentido contrario al de las manecillas del reloj a partir del superior derecho, de acuerdo con la convención de la geometría analítica, lo cual fue una respuesta poco frecuente en los otros dos grupos. La mayoría de las mujeres siguió una convención de «lectura» (de izquierda a derecha, tope-fondo). Esto también fue popular entre los especialistas de factores humanos (EFH), aunque para este grupo un orden igualmente popular fue en el sentido de las manecillas del reloj a partir del superior derecho (véanse la figura 14.2 y la tabla 14.1).

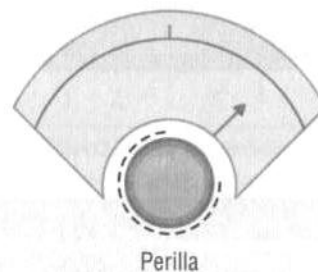


Figura 14.1. Vuelta a la perilla.

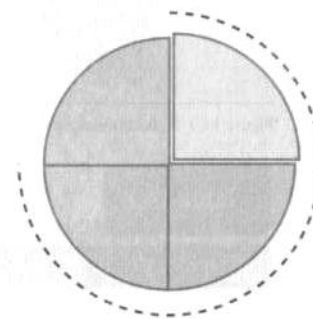


Figura 14.2. Etiquetas en cuadrantes.

Tabla 14.1

Resultados de las etiquetas de un cuadrante

	Ingenieros (%)	Mujeres (%)	EFH (%)
Sentido de las manecillas del reloj a partir del superior derecho	33	26	45
Sentido de las manecillas del reloj a partir del superior izquierdo	19	11	5
En sentido contrario al del reloj a partir del superior derecho	34	3	5
Orden de lectura	14	54	43
Otro	—	6	2

### 3. Teclas numeradas

Los tres grupos no difieren entre sí de manera significativa, pues la mayoría de las personas ordenaron los dígitos en secuencia ascendente de izquierda a derecha, iniciando con 1 o con cero. Las siguientes respuestas más frecuentes dividieron los dígitos en dos subconjuntos numerados en secuencia ascendente a partir de los pulgares (véanse la figura 14.3 y la tabla 14.2).

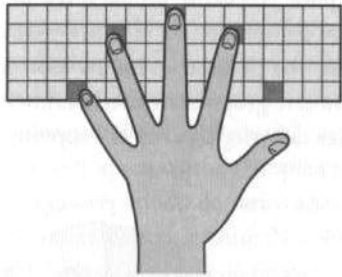


Figura 14.3 Teclas numeración.

Tabla 14.2

#### Resultados de las teclas

	Ingenieros (%)	Mujeres (%)	EFH (%)
Ascendente de izquierda a derecha	70	70	84
Ascendentes a partir de los pulgares	18	16	5
Otro	12	14	11

### 4. Hornillas de estufa

Para las relaciones de orden entre los quemadores y los controles se encontró que por lo general las respuestas no mostraron diferencias significativas en frecuencia relativa entre los tres grupos: en la tabla 14.3 se muestran en la primera columna los dígitos 1, 2, 3 y 4 en la posición de los quemadores correspondientes al control con el mismo número (véanse la figura 14.4 y la tabla 14.3).

Los números romanos que etiquetan el primer patrón de controles son los adoptados por Chapanis y Lindenbaum (1959). El patrón «SA» fue eti-

quetado por Acton (1976) en un estudio de campo de configuraciones de quemadores disponibles en el comercio. Los cuatro patrones contaron para el 65% de la configuración de los quemadores encontrada en la investigación de Acton y son los cuatro patrones seleccionados para probarlos por Ray y Ray (1979). Uno puede concluir que la diversidad de respuestas del cuestionario iguala la diversidad de configuraciones de quemadores disponibles. Sin embargo, este no es el caso. La configuración manufacturada más frecuente es aquella en la cual los dos controles izquierdos operan los dos quemadores frontales. Esta configuración representó el 27% de los rangos de diseño en la investigación de Acton, y no está incluida en estos cuatro patrones de respuesta.

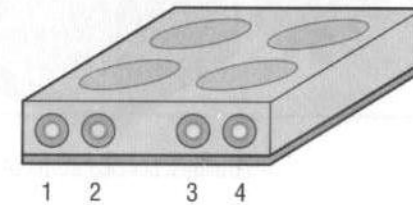


Figura 14.4 Quemadores de estufa.

Tabla 14.3

#### Resultados de quemadores

Igualación quemador/control	Ingenieros (%)	Mujeres (%)	EFH (%)
14 (II)	13	5	7
23			
13 (III)	20	23	33
24			
24 (IV)	41	53	42
13			
23 (SA)	26	16	16
14			
Otra		4	2

## 5. Grifos de cruz

De las cuatro combinaciones posibles de los controles de grifos, hubo diferencia significativa entre los grupos en las frecuencias relativa de selección ( $X^2 = 21.4 p < 0.01$ ). Las mujeres tendieron a especificar giros en el sentido de las manecillas del reloj (R) por pares, mientras que los otros dos grupos prefirieron pares en sentido contrario (CR) (véase la figura 14.5 y tabla 14.4):

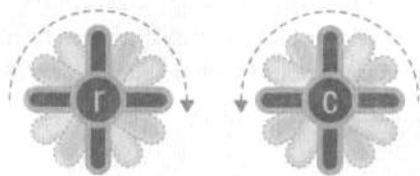


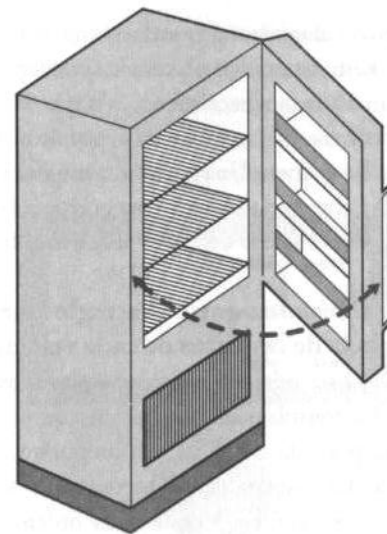
Figura 14.5. Grifos en cruz.

Tabla 14.4

### Resultados de grifos en cruz

Grifo izquierdo	Grifo derecho	Ingenieros (%)	Mujeras (%)	EFH (%)
R	R	17	34	22
R	CR	23	20	13
CR	R	13	26	16
CR	R	47	20	49

Los tres grupos respondieron de manera similar esta pregunta. Aparentemente, la gran tendencia de los especialistas en factores humanos para seleccionar la función («apertura a la izquierda») sobre la estructura no tuvo significancia estadística (véanse la figura 14.6 y tabla 14.5):



Abertura hacia la izquierda

Figura 14.6. Puerta del refrigerador.

Tabla 14.5

### Resultados de puerta del refrigerador

	Ingenieros (%)	Mujeras (%)	EFH (%)
Abertura a la izquierda	36	41	56
Abertura a la derecha	64	59	44

## 6. Puerta del refrigerador

En esta pregunta la ambigüedad no consiste en cuál dirección es derecha y cuál es izquierda, sino más bien la posición de la puerta o la abertura, que es el problema. La fraseología viene de un catálogo de pedidos por correo. Quizá la confusión del cliente obligue a hacer el cambio, porque las ediciones comunes de dichos catálogos ahora refieren la puerta del refrigerador como «sujetada sobre la derecha (o sobre la izquierda)».

Para puertas ordinarias, como las de un edificio, la pregunta de izquierda y derecha es más complicada, dependiendo de dónde está parado el observador (en el caso del refrigerador sólo se puede estar fuera). Los estándares norteamericanos de

arquitectura aclaran la terminología con diagramas de puertas y con instrucciones (Ranmsey y Sleeper, 1970): «Para determinar su mano, la cara hacia afuera es la del lado de la calle. En una puerta de entrada la cara hacia afuera es la que da a la calle y la del lado del corredor es la que da al cuarto. La cara hacia afuera de una puerta comunicante es la del lado opuesto a los goznes». Una puerta a mano derecha es la que tiene los goznes sobre la derecha y abre hacia adentro. Una puerta «a la reversa de la mano derecha» (...) tiene los goznes sobre la derecha y abre hacia afuera».

### 7. Transmisión automática [seleccionar entre el arreglo lineal horizontal y el vertical y la secuencia de las letras de cada velocidad]

Nunca [hasta la fecha del artículo] han sido aceptados estándares para este tipo de control en la industria, y las transmisiones con botones de presión se encuentran muy raramente. Quizá por esta razón se han propuesto muchos arreglos diferentes, unos 69 en total. La mayoría de las respuestas se refieren a un arreglo lineal, ya sea horizontal o vertical. De 15 diferentes ordenamientos lineales propuestos, el ordenamiento más frecuente fue RNDL (50%), siguiendo el DLNR (17%) y RNL D (11%). No hubo diferencias significativas entre los grupos (véanse la figura 14.7 y tabla 14.6).

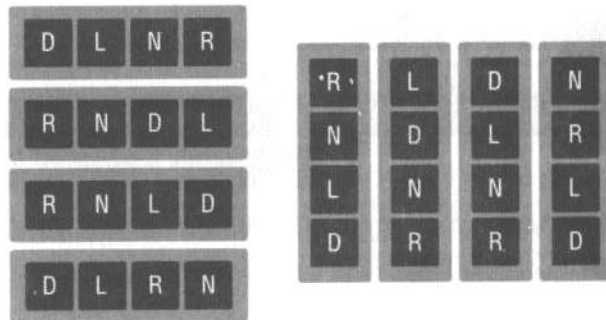


Figura 14.7. Transmisión automática.

Tabla 14.6

Resultados de transmisión automática

	Ingenieros (%)	Mujeres (%)	EFH (%)
Línea horizontal	25	38	29
Línea vertical	51	39	36

### 8. Contador digital [seleccionar el sentido del giro de la perilla para que aumente la cantidad expresada con los números]

Todos los grupos fueron similares, con una preponderancia de respuestas de rotación de la perilla en el sentido de las manecillas del reloj para aumentar la aparición de los números (véanse la figura 14.8. y tabla 14.7):

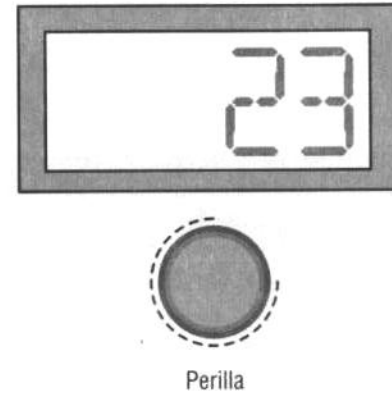


Figura 14.8. Contador digital.

Tabla 14.7

Resultados del contador digital

	Ingenieros (%)	Mujeres (%)	EFH (%)
Sentido de las manecillas del reloj	87	79	95
Sentido contrario al de las manecillas del reloj	13	21	5

Aunque el estereotipo del aumento en el sentido de las manecillas del reloj es fuerte, al parecer existe alguna ambigüedad en comparación con la respuesta casi universal de «dar vuelta a la perilla» de la pregunta 1.

*Nota:* Sólo a 46 ingenieros y 43 mujeres se les hizo esta pregunta.

### 9. Presión alta [trabajando con una tripulación de bomberos el encargado de la manguera gritó "presión alta"]

¿Qué debe hacer el bombero que controla la presión del agua?:

- \_\_\_\_\_ Bajar la presión.  
 \_\_\_\_\_ Aumentar la presión.

Las mujeres la interpretaron relativamente más como un comando. La diferencia entre grupos fue estadísticamente significativa ( $X^2 = 13.96$ ,  $p < 0.001$ ) (véase la tabla 14.8).

**Tabla 14.8**

Resultados de presión del agua

	Ingenieros (%)	Mujeres (%)	EFH (%)
Bajar la presión (error)	66	48	73
Elevar la presión (comando)	34	53	22

Parece que la ambigüedad inherente a esta pregunta es tan grande que las respuestas son influenciadas por diferencias menores en los términos utilizados, o por casualidad, más que por cualquier lógica subyacente estable.

### 10. Ribera del río

Todos los grupos respondieron predominantemente que la iglesia estaba en la ribera derecha. Al parecer existe la expectativa común de que la ribera debe ser vista río abajo, yendo con la corriente (véanse la figura 14.9 y tabla 14.9).

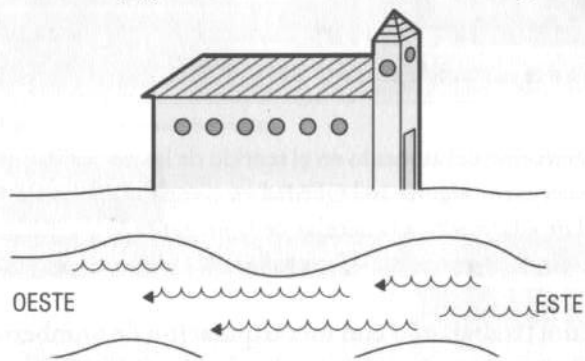


Figura 14.9. Ribera de río.

**Tabla 14.9**

Resultados de ribera del río

	Ingenieros (%)	Mujeres (%)	EFH (%)
Ribera izquierda	18	16	13
Ribera derecha	82	84	80
Otras (no contestadas)	—	—	7

Esta pregunta fue motivo del editorial de un periódico local preguntaba si Cambridge estaba sobre la ribera derecha o la izquierda del río Charles. En una clase, todos los estudiantes, excepto uno, ubicaron la iglesia sobre la ribera derecha. El único que no lo hizo explicó que la medición de las distancias en hidrología a lo largo de un río es río arriba, a partir de su desembocadura. El problema general persiste: cuál manera es la correcta depende de la manera en la que usted esté encarando la situación. Aparte de tales aspectos filosóficos, esto tiene problemas prácticos tanto de observación como de descripción verbal.

### 11. Carriles de autopista, ¿cuál es el carril externo, A ó B?

Los ingenieros y las mujeres fueron igualmente divididos en la selección de A como el carril externo, presumiblemente con la función de carril de alta velocidad (*passing lane*) de Estados Unidos. Los especialistas en factores humanos escogieron con más frecuencia la opción B, la cual es la más externa en términos de la referencia visual en el diagrama. Esta diferencia entre los grupos es estadísticamente significativa ( $X^2 = 13.40$ ,  $p < 0.01$ ), lo que indica una preferencia distinta para el uso de la palabra (véanse la figura 14.10 y tabla 14.10).

*Nota:* Sólo a 46 ingenieros y 43 mujeres se les hizo esta pregunta.

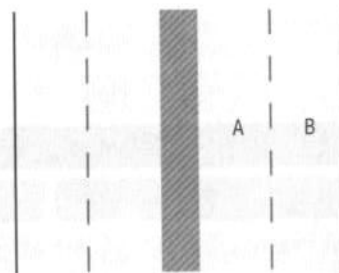


Figura 14.10. Carriles de autopista.

**Tabla 14.10**

**Resultados de carriles de autopista**

	Ingenieros (%)	Mujeres (%)	EFH (%)
A exterior	50	51	20
B exterior	50	49	80

Asumiendo que la frase alternativa «carril de alta velocidad» podría ser ambigua, ¿de qué otra manera debería ser llamado el carril?

**12. Caja con cerradura ¿la llave debe insertarse con los dientes hacia arriba ó hacia abajo?**

Los tres grupos mostraron una fuerte expectativa de que la llave debería ser insertada con los dientes hacia abajo, lo cual puede reflejar la experiencia común con mecanismos de cerradura con la base en una caja más que en una tapa (véanse la figura 14.11 y tabla la 14.11).

*Nota:* Sólo a 46 ingenieros y 43 mujeres se les hizo esta pregunta.

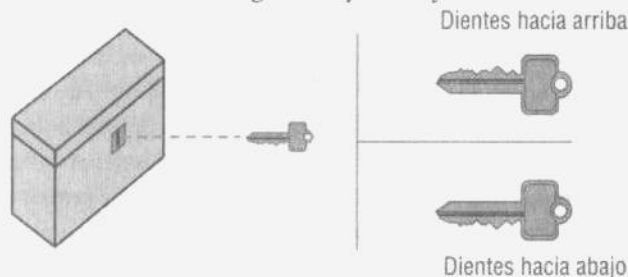


Figura 14.11 Caja con cerradura.

**Tabla 14.11**

**Resultados de caja de cerradura**

	Ingenieros (%)	Mujeres (%)	EFH (%)
Dientes hacia arriba	17	23	20
Dientes hacia abajo	80	77	80

**13. Agarradera de puerta [¿debe la agarradera moverse hacia arriba o hacia abajo para abrir la puerta?]**

De nuevo todos los grupos tuvieron una expectativa común, la denominada movimiento hacia abajo de la agarradera, para abrir la puerta (véanse la figura 14.12 y la tabla 14.12.).

*Nota:* Sólo a 46 ingenieros y 43 mujeres se les hizo esta pregunta.

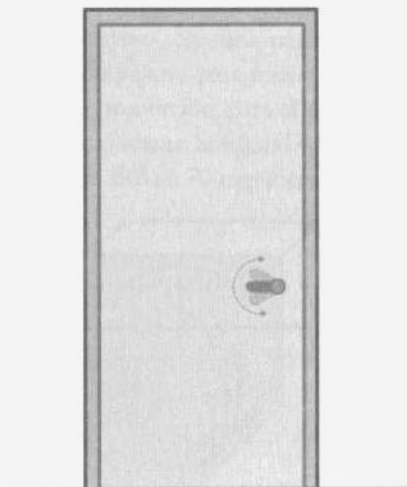


Figura 14.12. Manija de puerta.

**Tabla 14.12**

**Resultados de manija de puerta**

	Ingenieros (%)	Mujeres (%)	EFH (%)
Para arriba	13	16	11
Para abajo	87	84	82
Otras (no contestadas)			7

Uno puede imaginar que la expectativa podría ser a la inversa, en términos del movimiento de rotación, si la agarradera de la puerta cerrada fue mostrada siempre orientada hacia abajo, como ocurre en muchos gabinetes de oficina.

#### 14. Máquina sumadora ¿cuál es el orden preferido de la numeración?

En total, se propusieron 54 diseños diferentes. El más común fue el diseño A, similar al de la sumadora comercial (línea superior 789) y el diseño B, similar al teléfono estándar de botones (línea superior 123). Hubo diferencia significativa entre los grupos ( $X^2 = 27.68, p < 0.001$ ). Las mujeres especificaron un arreglo de teléfono relativamente menos frecuente que los otros grupos y propusieron «otros» diseños menos frecuentes (véanse la figura 14.13 y tabla 14.13):

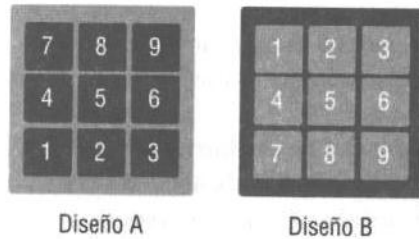


Figura 14.13. Máquina sumadora.

Tabla 14.13

#### Resultados de la máquina sumadora

	Ingenieros (%)	Mujeres (%)	EFH (%)
Sumadora estándar	25	33	36
Para abajo	49	14	35
Otras (no contestadas)	26	54	29

La selección de los diferentes diseños probablemente reflejó experiencias personales diferentes. Los ingenieros posiblemente fueron influenciados por la disposición recomendada en los teléfonos para su texto de ergonomía, aunque Lutz y Chapanis (1955: 317) atribuyen un resultado similar a diferencias más penetrantes en la experiencia entre los grupos de hombres técnicos y las mujeres no técnicas. Esto sorprende un poco porque los especialistas en factores humanos no seleccionaron la disposición del teléfono con mayor frecuencia, considerando la recomendación de Seibel (1972: 326)

de que las teclas del teléfono sean adoptadas como un diseño estándar para entrada de datos numéricos, con base en la evidencia reportada por Conrad y Hull (1968).

#### 15. Palanca de control. Para mover la flecha hacia la derecha ¿se debe empujar o jalar la palanca?

En esta situación de diseño ambiguo se evidenció alguna consistencia en las expectativas, con una mayoría de cada grupo indicando que la palanca debería empujarse para mover el indicador a la derecha. Al parecer la diferencia en proporción, para el grupo de mujeres no proporciona significancia estadística (véanse la figura 14.14 y la tabla 14.14).

*Nota:* Sólo a 70 ingenieros y 63 mujeres se les hizo esta pregunta.

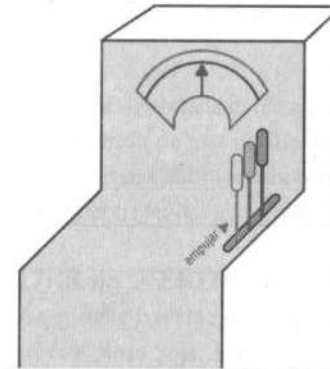


Figura 14.14. Palanca de control.

Tabla 14.14

#### Resultados de palanca de control

	Ingenieros (%)	Mujeres (%)	EFH (%)
Empujar	76	59	71
Jalar	24	41	25
Otras (no contestadas)			4



En una forma inicial de esta pregunta, los ingenieros (86%) y las mujeres (94%) estuvieron de acuerdo en que la palanca debería ser jalada para centrar un indicador desplazado hacia la derecha, lo cual es consistente con las respuestas anteriores.

### 16. Grifos de palanca. ¿Hacia donde se deben mover las palancas para abrir el grifo, hacia adelante o hacia atrás?

De manera diferente a los resultados de la pregunta «grifos en cruz», las respuestas de esta pregunta no difirieron significativamente entre los tres grupos. La expectativa más frecuente en todos los grupos fue que jalando las palancas hacia adelante deberían abrirse los grifos (véase la figura 14.5 y la tabla 14.15 y 14.16).

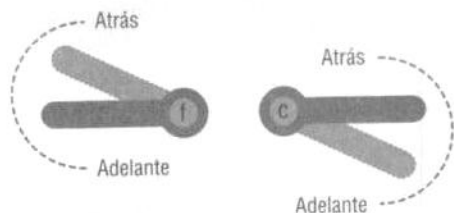


Figura 14.15.

Tabla 14.15

#### Resultados de grifos de palanca atrás/adelante

Grifo izquierdo	Grifo derecho	Ingenieros (%)	Mujeres (%)	EFH (%)
Atrás	Atrás	25	33	16
Atrás	Adelante	3	3	5
Adelante	Atrás	10	4	7
Adelante	Adelante	62	60	71

Es obvio que la simetría bilateral en el movimiento hacia adelante o hacia atrás tiene mucho más preferencia aquí, más que la lógica de rotación subyacente en muchas respuestas a la pregunta 5. En comparación con las respuestas a la pregunta «grifos en cruz», más personas en todos los grupos

tuvieron alguna expectativa de reversión en la operación (considerada como rotación del tallo del grifo), tanto para el grifo izquierdo como para el derecho o para ambos:

Tabla 14.16

#### Resultados de grifos de palanca: rotación

Reversiones	Ingenieros (%)	Mujeres (%)	EFH (%)
Grifo izquierdo	24	31	29
Grifo derecho	26	20	36
Ambos grifos	22	14	9

Esta diferencia contrastante en las expectativas del usuario, inducida sólo por la forma de una perilla, puntualiza un problema en la estandarización de la plomería. Cambiar una perilla es fácil, pero cambiar la lógica subyacente a una operación del grifo puede ser costosa.

### 17. Rojo “VERDE” verde “ROJO” ¿qué color es este?

Aquí debe hacerse notar que la palabra VERDE en mayúsculas fue impresa con tinta roja. La pregunta fue incluida para ilustrar una interferencia bien conocida de un efecto estudiado en el laboratorio de psicología (Stroop, 1935). Muchas personas lo encuentran divertido. Parece haber poca incertidumbre acerca de la respuesta apropiada; sin embargo, hubo un acuerdo general en todos los grupos (véase la tabla 14.17).

Tabla 14.17

#### Resultados de rojo «VERDE»

	Ingenieros (%)	Mujeres (%)	EFH (%)
Rojo	87	85	87
VERDE	12	14	11
Otro	1	1	2

Un estudiante de ingeniería votó con la mayoría y escribió una explicación: «El color es rojo, la palabra es verde, lo cual resume la situación». Una mujer reconcilió el conflicto con una respuesta diferente: «Amarilla».

## 14.9 Discusión

La diversidad de problemas que se abordan en este cuestionario ilustra diversos aspectos del concepto de compatibilidad. Parece estar claro que debe desarrollarse alguna taxonomía o categorización de diferentes clases de problemas de compatibilidad por el concepto para lograr un poder predictivo.

El problema que ilustra este cuestionario no significa un rango exhaustivo de posibilidades. He aquí un problema proporcionado por un estudiante: ¿cuál cordón vertical se tira o baja para cerrar las cortinas a lo largo de una varilla transversal? Es este problema similar al de la pregunta «palanca de control», o es la selección entre dos controles una dimensión más de ambigüedad?

Usted ve un signo que dice «Rocas cayendo». ¿Usted baja despacio y mira a ver si hay rocas que han caído o acelera para evitar que le caigan rocas? Esto es semejante a la ambigüedad comando *vs.* error de la pregunta «a la izquierda baja» y «presión alta», pero la naturaleza probabilística de la amenaza contribuye a la incertidumbre de la acción apropiada.

¿Cuál extremo de una sala de cine es el frente? ¿Este problema es análogo al etiquetado del carril de autopista, o la dualidad funcional (un extremo para entrar y otro para mirar hacia el frente) significa una diferencia?

¿Cuál número es más grande, 5 o 2? (donde el 2 es impreso notablemente más grande que el 5). Este problema parece directamente análogo al de rojo VERDE, pero esta respuesta ¿puede ser predecida con seguridad? Una diferencia en el contexto puede hacer que haya respuestas diferentes. Considere el problema de la caja cerrada. ¿Podría la respuesta predisponer en gran medida para la cerradura de un carro, una cerradura de puerta, etcétera?

La importancia del contexto se ilustra en forma convincente en una comparación del etiquetado del cuadrante con el ordenamiento de los controles de los quemadores.

Aunque la ambigüedad lógica parece la misma en los dos casos (igualación con arreglos bidimensionales con un conjunto lineal) ninguno de las cuatro respuestas más frecuentes a la pregunta «dar vuelta a la perilla» es

común a la pregunta «hornillas de estufa». El cambio de geometría abstracta a cocinar en una estufa trae consigo expectativas completamente diferentes.

Aun en una simple regla como «verde significa seguro/operable, rojo significa peligro «inoperable» puede conducir a la ambigüedad de interpretación en situaciones donde los contextos alternativos son supuestos. Un ejemplo, en que la función del componente contradice el estatus del sistema ha sido reportado por Lavender y Ekstrom (1968).

Una pregunta particular, como la referente al etiquetado de las puertas del refrigerador, puede presentar dificultades en la categorización. Las respuestas presumiblemente son influenciadas por la geometría de la situación esbozada, el estado o la implicación de la funcionalidad, y probablemente por la confusión de sustantivo o el verbo en el uso de las palabras. Todos estos factores pueden contribuir en algún grado a la ambigüedad.

En el presente cuestionario de compatibilidad, los problemas de categorización aumentan pero no se solucionan. La variedad de temas cubiertos despiertan el interés de los alumnos y dan una ayuda efectiva a la enseñanza. Más que esto, las preguntas se refieren al etiquetado y el uso de las palabras que muestran una prueba razonable de compatibilidad. Tales preguntas elicitan respuestas consistentes en algunos casos, muestran diferencias grupales confiables en otros y confirman los estereotipos de la población, muchos de ellos relacionados con cuestiones de diseño de equipos.

Los resultados presentes, sin embargo, no ofrecen mucho para proclamar la ruptura de un nuevo campo, como lo sugieren quienes practican los factores humanos enfocados al cambio. Viendo hacia adelante, en tanto que el concepto de compatibilidad es ampliado hasta incluir palabras y significados, se abre un gran territorio inexplorado. Esto proporciona posibilidades infinitas de estudio.

### 15.1 Introducción general

La construcción del nuevo aeropuerto de Schiphol, Amsterdam, requirió que grandes secciones del personal de KLM fueran transferidas con nuevas condiciones de trabajo y de equipo.

Debido a la gran cantidad de equipo nuevo, que fue desarrollado en gran medida con base en las especificaciones de la dirección y los métodos nuevos o modificados que se tenían que aplicar, pronto resultó obvio que había una necesidad urgente de colaboración de expertos en ergonomía en este proyecto. Aquí hubo una oportunidad única para dar a la ergonomía entrada en el diseño de sistemas, producción y lugares de trabajo.

Hubo 12 proyectos en los cuales se aplicó un punto de vista ergonómico, pero aquí sólo presentaremos uno de ellos.

### 15.2 Manejo del equipaje

#### Establecimiento del problema

Los requisitos fueron:

1. Que el manejo de equipaje lo pudiera llevar a cabo un solo empleado.
2. Que los contadores se colocaran en hileras a ambos lados de las bandas de 17 m de longitud para movilizar el equipaje del centro de clasificación, con las maletas transferidas en posición erguida en estas bandas.

3. Que cada contador ocupara 1.7 m de longitud. Esto se determinó por el conocimiento de que se necesitaban 40 unidades de manejo para procesar el flujo de pasajeros en los periodos pico, dentro de tiempos de espera aceptables.

Al trabajar en el diseño, se necesitó responder a dos preguntas:

1. ¿Cómo se transferiría el equipaje de las escalas de peso a la banda principal sin la ayuda de cargadores?
2. ¿El empleado debe llevar a cabo sus actividades de pie o puede hacerlo sentado?

### 15.3 Aplicación de pruebas y diseño

Para contestar la primera pregunta se llevaron a cabo algunas pruebas. Una serie aleatoria de mediciones y pesos de maletas mostró que los tamaños más comunes eran de 60 cm x 45 cm x 20 cm, con un peso máximo de 66, (8% tenían un peso de 20 a 25 kg). Obviamente, este peso no es aceptable para empleadas de sexo femenino que tienen que levantar las pesadas maletas y transferirlas aproximadamente 1.5 m.

Se hicieron pruebas para cruzar el espacio entre las básculas y la banda con una resbaladilla de acero. Se probaron dos variantes, una horizontal y una inclinada. Los resultados pueden resumirse como sigue:

1. Si las maletas se apilan una sobre otra en las básculas, es muy difícil levantarlas para colocarlas en la resbaladilla.
2. Es posible transportar las maletas sobre la resbaladilla, pero esto con frecuencia demanda un esfuerzo considerable, en este caso es preferible una resbaladilla inclinada.
3. Se consideró la posibilidad de usar una banda de rodillo o una banda deslizante

Como consecuencia, de ello, se pidió al proveedor de la banda principal que investigara si era posible hacer una transferencia mecánica entre la báscula y la banda principal. Esto tuvo éxito y se adoptó una banda como la mejor solución para transportar el pasaje a la banda principal.

La segunda pregunta sobre el tipo de trabajo, de pie o sedente, se presentó a los servicios médico y al cliente. El servicio médico no puso objeción a la posición de pie siempre que hubiera tiempo suficiente para sentarse entre los periodos de trabajo. El departamento de servicios al cliente prefirió una posición de pie, ya que esto le da mejor impresión de servicio a los pasajeros.

Se encontró que el tiempo promedio en posición de pie por empleado podría ser de aproximadamente de cinco horas.

Nosotros establecimos que si el servicio es exacto y rápido, al pasajero no le interesa si el empleado está de pie o sentado. En muchos de los mobiliarios utilizados en otras oficinas similares y en otros aeropuertos, de Inglaterra y Francia, no se puede saber si el empleado está de pie o sentado. Puesto que en el futuro una gran cantidad de pasajeros puede requerir los servicios, muchas horas de manejo en una posición de pie podría conducir a una fatiga innecesaria. El trabajo de pie aumenta la libertad de movimiento en alguna medida, pero si esto no es necesario, es mejor el trabajo sedente. Éste no sólo reduce la fatiga, sino también deja los pies libres para operar cualquier pedal. En general, la exactitud del trabajo es mayor si se lleva a cabo en posición sedente. Esto es de gran importancia en el manejo de pasajeros, ya que los errores, además de ser inconvenientes, causan mala impresión.

El tiempo de espera por pasajero se determinó para tres disposiciones:

1. Con 20 mostradores, cada uno con un empleado; el promedio de tiempo de manejo para cada pasajero fue de 1.3 minutos.
2. Con 13 mostradores, cada uno con dos empleados, el promedio de tiempo de manejo para cada pasajero fue de 0.85 minutos.
3. Con 20 mostradores, cada uno con dos empleados; el tiempo promedio de manejo para cada pasajero fue otra vez de 0.85 minutos., como en 2.

El promedio de tiempo de espera por pasajero se muestra en la figura 15.1, en relación con el número de pasajeros. Si se observa la figura, aparentemente que hay diferencias en el tiempo de espera por pasajero cuando se usan los 20 mostradores con un empleado, en comparación con 13 mostradores, cada uno manejado por dos empleados.

Si los 20 mostradores se usan con dos empleados en cada uno de ellos, el tiempo de espera por cada pasajero se reducirá, como se muestra en la figura. 15.1.

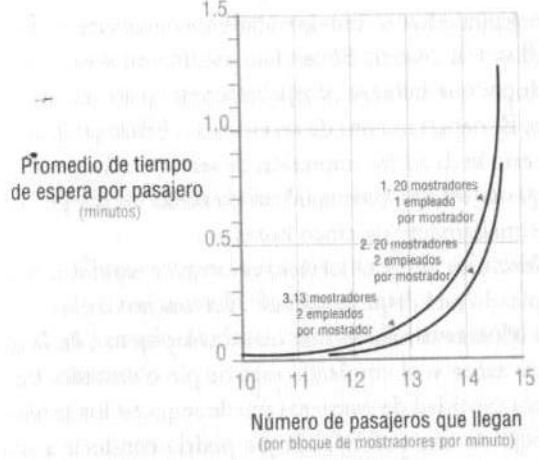


Figura 15.1. Promedio de tiempo de espera de los pasajeros en relación con el número de mostradores y el número de empleados por mostrador.

Por lo tanto, es de interés comparar los costos de los dos acomodos:

1. Con 20 mostradores y un empleado en cada uno de ellos.
2. Con 13 mostradores y dos empleados por mostrador.

En el primer caso hay un ahorro de seis empleados por bloque de mostradores, pero se requiere más equipo. Puesto que el costo por seis empleados es mayor, a largo plazo que el costo del equipo, se demostró que el primer acomodo es el más efectivo en costo.

Una vez que se decidió el mecanismo de transporte de equipaje y la postura sedente, se pudo examinar el acomodo actual del lugar.

## 15.4 Disposición actual

### Establecimiento del problema

Los requerimientos de la disposición del trabajo de los empleados surgen de los componentes del proceso de manejo adoptado finalmente. La figura 15.2 muestra las particularidades de las funciones de entrada (*input*) y de salida

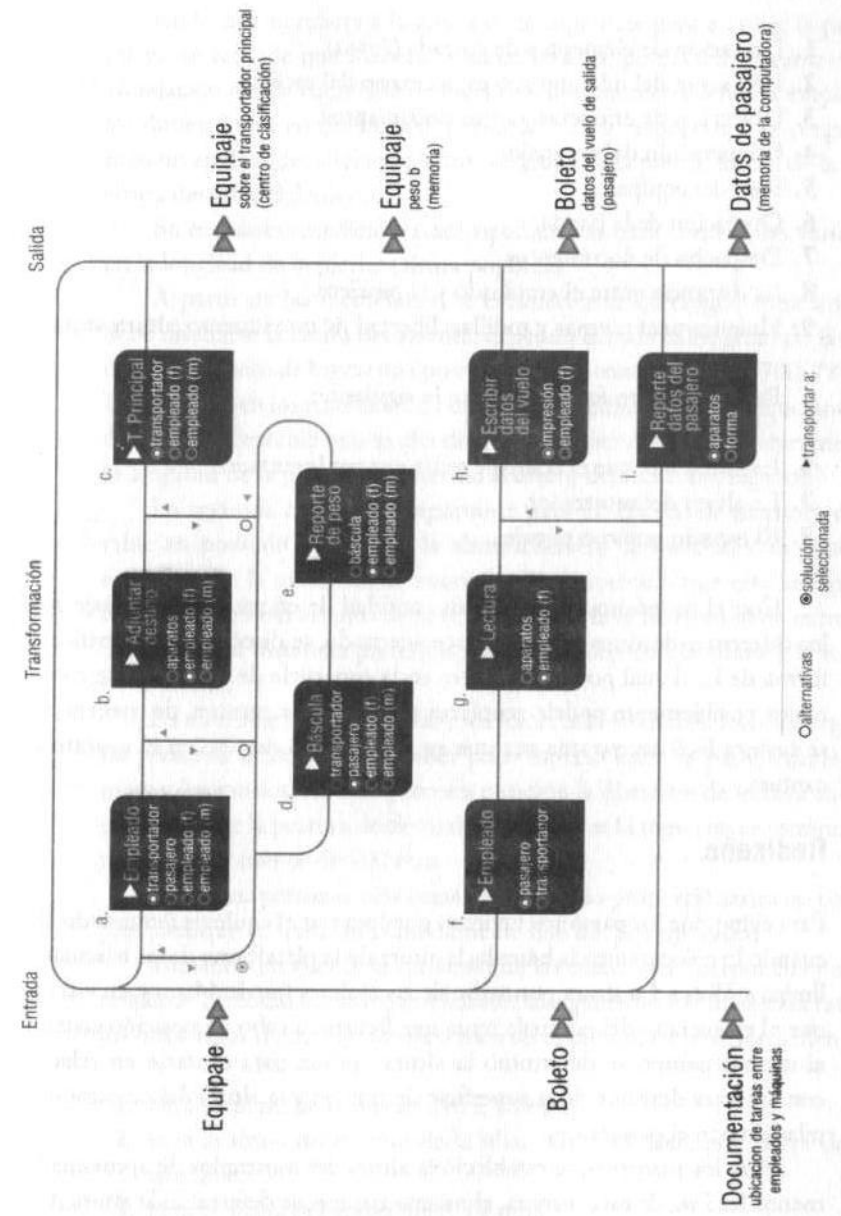


Figura 15.2. Proceso de documentación de los pasajeros.

(*output*). Los aspectos ergonómicos y antropométricos más difíciles que se toman en cuenta se discuten a continuación:

1. Ubicación de elementos de entrada (*input*).
2. Ubicación del teléfono y, si es necesario del teclado.
3. Ubicación de etiquetas y otros documentos.
4. Etiquetación del equipaje.
5. Peso del equipaje.
6. Operación de la banda.
7. Despacho de documentos.
8. La distancia entre el empleado y el pasajero.
9. Holgura para piernas y rodillas; libertad de movimiento, altura sentado.

Para el pasajero fue importante lo siguiente:

1. La altura a la que el equipaje tenía que ser levantado.
2. La altura del mostrador.
3. El espacio mano-equipaje.

Con el propósito de tener gran cantidad de etiquetas de equipaje para los diferentes destinos con el alcance adecuado, se diseñó un contenedor en forma de L, el cual podría colocarse en la superficie de trabajo. Este contenedor posiblemente podría acoplarse al aparato de captura, de manera que se tuviera fácil acceso una vez que se registrara el destino en el aparato de captura.

## 15.5 Rediseño

Para evitar que los pasajeros tuvieran que levantar el equipaje demasiado alto cuando lo colocaran en la báscula, la altura de la plataforma de las básculas se limitó a 35 cm. La altura promedio de las maletas fue de 44 cm y, en vista de que el etiquetado del equipaje tenía que llevarse a cabo en posición sedente, al mismo tiempo se determinó la altura óptima para sentarse en relación con la altura deseable de la superficie de trabajo y la altura del empleado en relación con el pasajero.

Para los pasajeros, se estableció la altura del mostrador de aproximadamente 1.15 m; de esta manera, al mismo tiempo, se determinó la altura de la

superestructura más arriba de la superficie de trabajo. La longitud disponible por mostrador fue de 1.7 m.

En lo que se refiere a la altura de la superficie para escribir, la pregunta relevante fue: ¿de qué manera la altura sedente podría encontrarse cómoda en relación con la superficie de escritura, tomando en cuenta la amplitud de las dimensiones corporales del personal? Para responder esta pregunta se hizo un análisis de la relación entre longitud de la pierna, altura de la mesa y altura deseable del asiento.

Se realizaron mediciones antropométricas para conocer las variaciones en la longitud de la pierna (altura poplítea).

A partir de las mediciones, se establecieron los rangos entre los cuales debe diseñarse la altura del asiento, dependiendo de la longitud de la pierna, con el propósito de lograr una postura sedente confortable (de 700-780 mm). Esto se basó en los resultados de una investigación que mostró que una altura de asiento aceptable más arriba del piso debe ser de 10 a 120 mm menos de la longitud de la pierna (incluyendo la altura del tacón del zapato).

La segunda condición importante para un trabajo de escritura confortable en posición sedente es la altura correcta de los codos en relación la superficie de la mesa. Varias encuestas han mostrado que esto se logra con distancias entre el asiento de la silla y la superficie de la mesa de entre 210 y 300 mm. La distancia preferida, se correlaciona con la altura y la longitud de la pierna.

La altura de la mesa de 700 mm fue la más favorable. Sin embargo, para las personas altas, tiende a haber poco espacio entre la parte inferior de la mesa y los muslos. Además, en esta posición la distancia de lectura adecuada puede afectar la postura desfavorablemente. Por lo tanto, no se recomendaría una mesa de menos de 700 mm.

A algunas personas más bajas fue necesario proporcionarles un descanso pies para que se sentaran cómodamente con los pies apoyados.

Tomando en cuenta la variación de las mediciones corporales y la tolerancia de comodidad, se recomendaron las siguientes medidas para escribir y los otros tipos de trabajo involucrados en el puesto, en posición sedente:

1. Para la altura de la mesa:  $710 \pm 10$  mm.
2. Para la altura del asiento de la silla:  $470 \pm 60$  mm; esta altura debe ser ajustable.
3. Para la altura del apoya pies: 70 mm.

Se adoptaron dos métodos entre los posibles para ajustar las dimensiones al individuo:

1. Ajuste para la altura del asiento.
2. Un apoya pies (sólo para el pequeño número de empleados que lo necesitaron).

En la distribución del espacio de trabajo se encontró una buena solución combinando las básculas y la banda transportadora: esto facilitó el pesado del equipaje y la operación del transportador.

Con todos estos datos se llegó al diseño que ilustra la figura 15.3. Con este diseño se construyó un modelo de madera (véase la figura 15.4). Este modelo proporcionó información muy importante, particularmente para la ubicación del contenedor de etiquetas en relación con la holgura de las piernas.

Con el propósito de probar el proceso completo de manejo para familiarizar al personal con este sistema, se colocó un modelo de trabajo en la sala de documentación de vuelos, entre los mostradores existentes. Los miembros del personal dió sus opiniones sobre el lugar y el método de trabajo, a partir de las cuales se obtuvo una solución definitiva.

Como se pudo observar, no fue fácil acomodar todos los requerimientos de los accesorios o elementos de sistema, tales como transportador, aparatos de entrada, básculas, teléfono y contenedor de etiquetas en un espacio de 1.70 m, sin descuidar los requerimientos ergonómicos de accesibilidad, holgura, eficiencia, comodidad y reducción de esfuerzos.

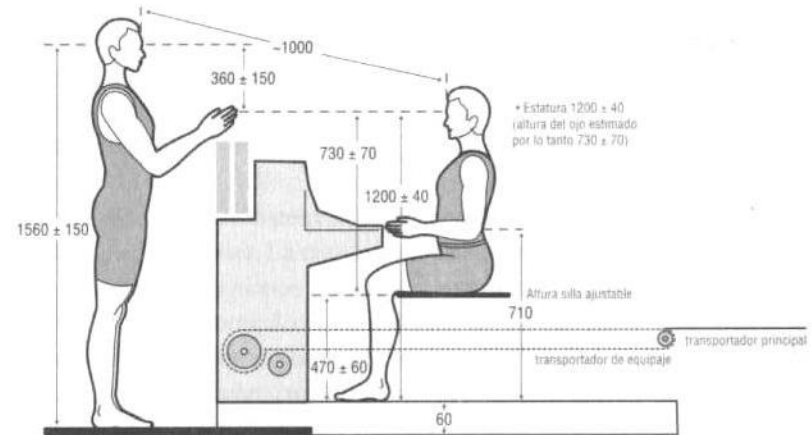
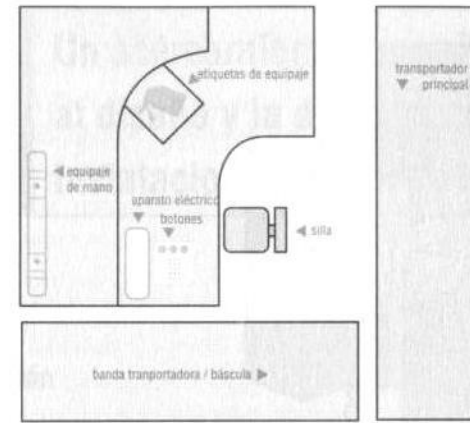


Figura 15.3. Puesto de trabajo con empleado sentado y pasajero de pie. Las dimensiones (media de dos desviaciones estándar)

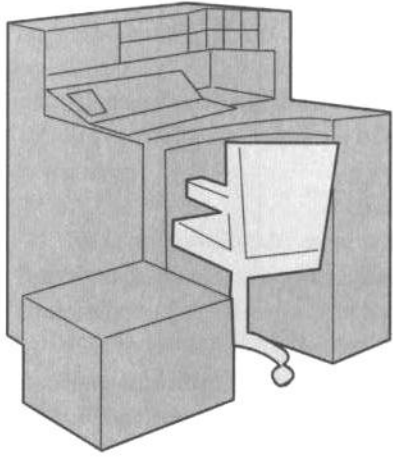


Figura 15.4. Modelo de madera para el manejo de equipaje.

## 16 Anexo **Un acercamiento ergonómico al diseño y la distribución de instalaciones de clínicas**

### 16.1 Introducción

El diseño de instalaciones y su disposición es un área que puede resultar muy beneficiada por los factores humanos y la ergonomía. Con mucha frecuencia las instalaciones son diseñadas sin pensar en la utilización general del espacio. El siguiente caso de estudio demuestra el impacto del acercamiento al diseño de espacios desde el punto de vista ergonómico.

#### 16.1.1 Antecedentes

Una clínica de ginecología tenía interés en expandir su área de 7,000 a 12,000 pies cuadrados. La clínica ya estaba trabajando con algunos arquitectos para realizar los planos y diseñar el concepto. Ninguno de los arquitectos ni de los trabajadores de la clínica estaban conformes con el trabajo que estaban haciendo con el plano de construcción. Tampoco sabían cómo medir la eficiencia del diseño con respecto al flujo de trabajo, la productividad o la comodidad de los trabajadores y los pacientes.

Como el profesional en factores humanos del equipo, me uní al esfuerzo después de que se creó un plan inicial y hubo problemas asociados al mismo. Los arquitectos y los trabajadores de la clínica entendieron que sería más fácil invertir un poco más de esfuerzo para crear una solución con la que estuvieran más satisfechos que proceder y terminar con algo que sabían que no funcionaría.

---

*Brown, B. (2001), «An Ergonomic approach to facility design», en Applied Ergonomics, editado por Alexander, D. y Rouborn, R.L., Taylor & Francis, Gran Bretaña. pp. 293-305.  
Traducido por Adriana María Elías Maxil y Lilia Roselia Prado León.  
Adaptado por Dra. Lilia Roselia Prado León.*



## 16.1.2 Objetivos

La intención de incorporar un ingeniero en factores humanos al equipo de diseño significó aplicar principios de diseño de ingeniería y psicología para:

1. Entender las necesidades de los trabajadores que utilizarán el espacio.
2. Entender las necesidades de los pacientes/clientes que visitaran las instalaciones.
3. Entender las metas del comité de diseño.
4. Trabajar con el comité de diseño para identificar conceptos de diseño alternativos.
5. Crear un espacio de trabajo que ayude a los trabajadores a llevar a cabo su labor.
6. Identificar áreas de problemas potenciales en el diseño de las nuevas áreas.
7. Evaluar el diseño para determinar en qué medida se lograron las metas.

## 16.2 Metodología

El equipo de diseño estuvo constituido por arquitectos, doctores y trabajadores administrativos de la clínica, los profesionales en factores humanos. El equipo de diseño fue conformado para resolver áreas de problemas ya identificadas y otros que fueran surgiendo en el desarrollo del proyecto. El apoyo de los factores humanos consistió en la recopilación de datos, el diseño conceptual y el análisis.

### 16.2.1 Recopilación de datos

Probablemente la fase más importante del proyecto fue la de encontrar información acerca del trabajo que tendría que ser desarrollado en las instalaciones. Conversamos con las personas que estarían haciendo uso de las áreas. Puesto que las personas estaban haciendo su trabajo en las instalaciones existentes, estábamos preparados para observarlos en su ambiente. Nuestra recopilación de datos estaba encaminada a entender las prioridades y los principios de las personas (doctores, enfermeras y pacientes) que utilizarían el espacio, así como el proceso de trabajo utilizado en las diferentes áreas

funcionales y sus limitaciones. Tratando de encontrar lo que los trabajadores hicieron, tuvimos que preguntarnos por qué hicieron dichas actividades. Tuvimos que distinguir entre lo hecho por alguna razón y lo hecho simplemente porque siempre se ha efectuado de ese modo. Las actividades de recopilación de datos incluyeron un recorrido a través de las áreas, reuniones con los arquitectos y con el comité para discutir las metas, así como entrevistas con los trabajadores.

**Recorrido de instalaciones.** Se incluyó un recorrido por las instalaciones actuales y el nuevo espacio adquirido. En el transcurso del mismo, aprendimos cómo se desarrollaba el trabajo. Tratamos de aprender lo más que acerca del trabajo que se realizaba correctamente y aquel que no. La nueva área inicialmente fue un espacio abierto y vacío con pilares distribuidos en el suelo para soportar el piso superior. Un eje de elevador se ubicaba en el centro. Un escape de fuego se colocó a lo largo de la pared trasera. Algunas de las ventanas tienen vistas más deseables que otras. Al visitar la nueva propiedad identificamos algunos de los requerimientos estructurales y las limitaciones que necesitábamos entender antes de hacer recomendaciones de diseño.

**Entrevistas con los arquitectos.** Nos reunimos con los arquitectos para entender cuáles áreas eran flexibles y cuáles físicamente limitadas. Necesitábamos entender las metas que los arquitectos tenían establecidas para que nuestras recomendaciones no entraran en conflicto con los valores ya asignados al proyecto. También fue necesario entender qué forma de comunicación sería la más útil para que los arquitectos incorporaran nuestras recomendaciones en el plan de construcción final.

**Reuniones con el comité de diseño.** El comité de diseño estuvo constituido por personas que entendieron el trabajo de las instalaciones y las metas del proyecto. Durante las reuniones, discutimos las metas actuales, las áreas problemáticas identificadas, y presentamos algunos conceptos de diseño para determinar qué tan bien conocían las necesidades de las personas que utilizarán el espacio. Trabajamos con el equipo de diseño para evaluar los conceptos de éste y crear límites que ayudaran a encaminarlo hacia un plan de construcción final. El equipo de diseñadores tenía enfrente el desafío de tratar de representar y resolver los pros y contras de cada una de las áreas funcionales.

**Entrevistas con los empleados.** Nos reunimos con los trabajadores de la clínica, quienes representaban todas las funciones desarrolladas en el consultorio de doctor. Las personas se reunieron con nosotros una por una, y en grupo, para discutir la manera en que realizaban su trabajo y sus expectativas de las nuevas instalaciones. Hicimos una tarea basada en el acercamiento con los empleados en forma individual y les pedimos que nos hablaran acerca de los pasos de la tarea que debían realizar. Las discusiones estuvieron encaminadas a hacer que el personal se expresara más abiertamente. ¿Qué requerimientos físicos eran necesarios para ayudarlos a completar su trabajo? ¿Dónde se necesitaba colocar el equipo y los suministros para facilitar la productividad? ¿De qué manera necesitaban interactuar con otros empleados funcionales? ¿En qué parte de la tarea era posible cometer errores?

## 16.2.2 Diseño conceptual

Se utilizó un diseño conceptual para ayudar al equipo de diseño a retroceder a partir de los detalles hasta obtener una solución al problema mayor. Usamos una modificación del método utilizado en Japón llamado ingeniería *Kan-sei* para facilitar este proceso.

El de ingeniería *Kan-sei* es el término japonés utilizado para describir un conjunto de principios especializados, técnicas y procesos que han ayudado a conducir el diseño de tecnología y producción japonesa a desempeñar un importante papel a nivel mundial.

Un producto diseñado a la manera *Kan-sei* se distingue por su deliberada capacidad de responder a una actitud característica de los usuarios que predispone a apreciar las cosas de un cierto modo. Al diseño *Kan-sei* se deben algunos de los productos técnicos más exitosos que Japón ahora comercializa en Estados Unidos y Europa Occidental.

Nuestros procesos empezaron con simples figuras que podían satisfacer las necesidades de funcionalidad. Evaluamos las alternativas para establecer los pros y contras de cada concepto. Hicimos pruebas combinando formas de capturar las ventajas características de cada una para ver si podíamos obtener un mejor resultado global. Empezamos insertando más detalles para asegurarnos de que los resultados funcionarían como lo teníamos planeado, sin distorsionar el tamaño ni afectar negativamente las relaciones espaciales.

## 16.2.3 Factores humanos y el análisis ergonómico

Las actividades de recolección de datos ayudaron a identificar el tipo de tareas (o usuarios) que las instalaciones necesitaban alojar. En nuestro análisis del espacio, estuvimos tratando de asegurarnos de que las actividades identificadas pudieran ser llevadas a cabo y de que los resultados ayudaran a conocer las metas y valores establecidos.

**Análisis centrado en el usuario.** Todos los individuos de la clínica tenían metas que debían cumplir al llevar a cabo su trabajo y contribuir positivamente al proceso global. Nuestro análisis se centró en identificar sus responsabilidades de trabajo y las metas finales. La clave para este análisis fue identificar la meta final de los individuos y las posibles alternativas que les permitirían efectuar las subtareas a lo largo del camino. Conforme documentábamos las metas y los pasos requeridos para completarlas, buscábamos:

1. Información necesaria para saber qué se hacía en cada paso.
2. Requerimientos físicos (ubicación espacial, color, tamaño, forma, etcétera).
3. Secuencias que deben ocurrir en un orden específico.
4. Asuntos de seguridad.
5. Pasos que pueden ser dados incorrectamente.
6. Retroalimentación requerida para que el individuo sepa cuándo se han dado o completado (o no) los pasos.

**Análisis de las estaciones de trabajo.** Muchas de las áreas funcionales fueron similares a las actuales, pero las columnas y otras estructuras de soporte en el espacio crearon algunas situaciones únicas. Analizamos las estaciones de trabajo para asegurarnos de que habían colocado a los trabajadores actuales. También tratamos de organizar soluciones que colocaran a los nuevos trabajadores en caso de que cambiaran las necesidades o se unieran nuevos colaboradores al equipo. Debido a que el presupuesto era limitado, nos concentramos en que las estaciones de trabajo fueran similares para todas las instalaciones y en aquellas que se corría el mayor riesgo (las estaciones de trabajo que eran más utilizadas). Aunque habría sido útil una evaluación de todas las estaciones de trabajo.

**Análisis del flujo del trabajo.** La evaluación del flujo de trabajo incluyó el análisis del rol que desempeñaba cada persona y el flujo de comunicación entre el personal y los pacientes. Analizamos los flujos de trabajo actuales y nos aseguramos de que las nuevas áreas funcionarían en el proceso actual. En resumen, hicimos sugerencias que intentaban mejorar el flujo de trabajo global.

**Análisis del plan de construcción.** Comparamos la lista de tareas que deberían ser llevadas a cabo en el actual plan de construcción, para asegurarnos que éste permitiría al personal lograr sus metas. Conforme cambiaba el plan con respecto al tiempo, proporcionábamos sugerencias de diseño para las áreas problemáticas y analizábamos el plan para asegurarnos de que no se incluyeran nuevos problemas.

## 16.3 Resultados

Platicamos con las personas de cada una de las áreas funcionales para entender el flujo de trabajo a través de la clínica y en las estaciones de trabajo específicas. Los resultados fueron compartidos y discutidos con el comité de diseño para determinar el impacto en el plan de construcción. El comité de diseño utilizó los resultados para llevar a cabo una lluvia de ideas acerca de las posibles soluciones y tratar de resolver los conflictos que fueran identificados.

### 16.3.1 Metas del usuario

El análisis centrado en el usuario identificó algunas metas que el usuario de las instalaciones podría tener. Los usuarios incluían doctores, enfermeras, personal administrativo y pacientes. Algunas de las metas se referían a sólo un usuario, mientras otras describían interacciones entre muchos de ellos. Algunos ejemplos de las metas identificadas eran los siguientes:

1. Meta del personal administrativo: localizar la carta del paciente.
2. Meta del paciente: acceder a la clínica.
3. Meta del paciente, involucrando la del personal administrativo: registro.
4. Meta de la enfermera, involucrando al paciente: llevar a éste a su destino.

5. Meta del doctor, involucrando a la enfermera y a paciente: llevar a cabo la revisión médica.
6. Meta de la enfermera, que involucra al paciente: proporcionar inyecciones.
7. Meta del técnico, involucrando al paciente: llevar a cabo el ultrasonido.
8. Meta del paciente, junto con la del personal administrativo: pagar.
9. Meta del paciente, involucrando al personal administrativo: programar una cita subsecuente.
10. Meta iniciada por el paciente o el personal administrativo: resolver las preguntas administrativas.

Al entender los pasos requeridos para alcanzar las metas, identificamos algunas limitaciones de diseño que influyeron en las relaciones espaciales entre las áreas funcionales y el equipo. Puesto que esto puede ser útil para el lector, utilizaremos el ejemplo de «Registro del paciente». Los pasos para registrarse son:

1. Arribo de pacientes.
2. La recepcionista localiza el expediente paciente.
3. El paciente actualiza la información si es necesario.
4. La recepcionista copia la tarjeta médica o autoriza la tarjeta de auxilio médico.
5. La recepcionista identifica el propósito de su visita (golpes, exámenes, facturación, etcétera.).
6. La recepcionista anota la hora de arribo y cualquier información proporcionada por el paciente en una tarjeta.
7. La recepcionista coloca la tarjeta en el depósito apropiado para archivarla.
8. La recepcionista notifica a la partes apropiadas (la contabilidad, la enfermera, etcétera).

El trabajo de enlistar las necesidades del usuario y los problemas potenciales en cada paso ayudó a identificar los requerimientos de diseño para las instalaciones. Para ilustrar en las secciones siguientes el tipo de información que resultó útil se proporcionan algunas pistas utilizando el ejemplo del registro anterior.

Para el paso 1 (arribo de pacientes) el paciente necesita saber adonde dirigirse para iniciar con el propósito de su visita. La recepcionista debe estar preparada para saber que ha entrado una nueva persona y ponerse al alcance

del paciente. Antes de proceder, quien llega debe proporcionar su nombre y propósito de su visita a la recepcionista. Algunos pacientes facilitarán esta información sin una solicitud, a otros se necesitará preguntarles para obtener la información requerida.

Para el paso 2 (la recepcionista localiza el expediente del paciente) el personal ha establecido ya un procedimiento. Las carpetas para todas las citas previamente estaban en un sitio clasificado por doctores y la hora de la cita. Si la cita fue hecha de última hora o el paciente era un residente, la recepcionista puede necesitar acceder a los registros para solicitar el expediente. Dado que esto se volvió común en un día normal, se convirtió en una prioridad colocar los registros cerca del área de recepción.

Para el paso 3 (el paciente actualiza la información) la clínica necesitaba la información más reciente, particularmente verificar que la dirección y aseguradora de procedencia fueran las correctas. Al paciente se le pedía que revisara la información, particularmente si habían pasado tres meses desde su última visita. Puesto que la información se capturaba a mano durante la primera visita y se anotaban algunas actualizaciones, siempre existía un cambio en la escritura que no se podía interpretar cuando se introducía al sistema. Sin embargo, el porcentaje de errores nunca fue tan severo ni tan frecuente que para justificara un sistema más automatizado.

En el paso 4 (la recepcionista copia la tarjeta o autoriza la tarjeta de auxilios médicos) se necesitaba una máquina copiadora y una máquina de autorización médica en las intermediaciones. Una copia de la tarjeta era necesaria sólo si no existía ya una en el expediente. Puesto que es más fácil responder a una señal para hacer algo que reconocer que algo está faltando, sería mejor incluir una nota en las tarjetas de que se necesita una copia de la tarjeta o autorización médica cuando la tarjeta fuera anexada. Esta señal podría quitarse cuando la copia fuera colocada en el expediente.

El paso 5 (la recepcionista identifica el propósito de la visita) requiere que la recepcionista determine el propósito de la visita. Aunque el paciente pudo haber indicado un propósito, puede haber la necesidad de llevar a cabo otras tareas durante la visita que pueden ser conocidas o no por el paciente. La recepcionista debe determinar el propósito completo e iniciar cada tarea en la secuencia óptima. Por ejemplo, si el paciente está ahí para un examen y también requiere consultar el archivo, la recepcionista necesita determinar si el paciente tiene tiempo de acceder al archivo antes del examen o si deben esperar hasta después.

El paso 6 (la recepcionista captura la hora y cualquier otra información proporcionada) requiere que la recepcionista anote la hora de llegada. Algunos procedimientos se deben realizar dentro de un cierto límite de tiempo. Esto puede requerir de un reloj que esté visible en el área de recepción, en la de pacientes y de la de enfermeras. Algunos pacientes creen que lo que le dicen a la recepcionista será comunicado a la enfermera o al doctor. Algunos pacientes se molestan cuando tienen que repetir su historia. Para proporcionar un aviso a la enfermera o al doctor, cualquier información proporcionada en la recepción deberá ser registrada de algún modo en la tarjeta. La nota puede no ser una parte oficial de la tarjeta, pero notificaría a la enfermera o al doctor de la situación.

En el paso 7 (la recepcionista coloca la tarjeta en el lugar destinado a su manejo) se requiere de un lugar específico para cada tarjeta. Puede ser necesario que la tarjeta sea pasada a la enfermera, al archivo o los técnicos de ultrasonido, etc. Si la tarjeta es colocada en un lugar equivocado, puede causar un atraso en el proceso.

En el paso 8 (la recepcionista notifica a las partes apropiadas) se requiere que la recepcionista notifique a todas las partes que pueden estar involucradas y coordine la visita. Muchos pacientes desean tener un tiempo estimado de espera. La recepcionista debe estar preparada para estimar el tiempo de espera y el tiempo antes de que el paciente haya terminado, con el propósito de darle esta información. El proceso completo puede ser complicado, por la participación de muchas personas durante la visita médica.

### 16.3.2 Flujo de trabajo

El flujo de personas y sus funciones en las instalaciones contribuyó en gran medida a determinar la distribución adecuada del nuevo espacio. Los modelos de flujo de trabajo fueron desarrollados desde la perspectiva de cada persona involucrada en el proceso tanto para las relaciones físicas como para las comunicacionales. El diagrama del flujo de trabajo nos ayudó a dialogar acerca de cómo y cuándo serían manejados los aspectos administrativos y los pacientes.

Las relaciones físicas se muestran en la figura 16.1. El modelo se desarrolló considerando las áreas que necesitaban interactuar físicamente. Las burbujas representan las áreas funcionales que fueron movidas para reducir la distancia y la cantidad de traslapamiento.

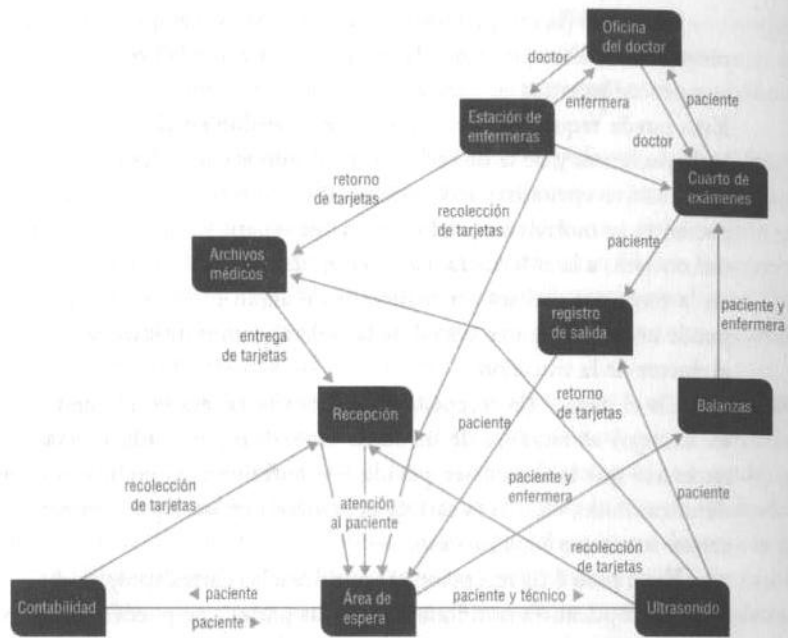


Figura 16.1. Modelo de relaciones físicas.

Las relaciones de comunicación se muestran en la figura 16.2. El modelo fue desarrollado observando cuáles áreas funcionales necesitaban comunicarse por algún motivo. Si la comunicación no incluía una forma visual, de comunicar, el modelo físico no era cambiado. Las áreas funcionales con líneas sólidas indican aquellas que pudiera ser necesario colocar cerca de alguna otra para una lograr una comunicación visual.

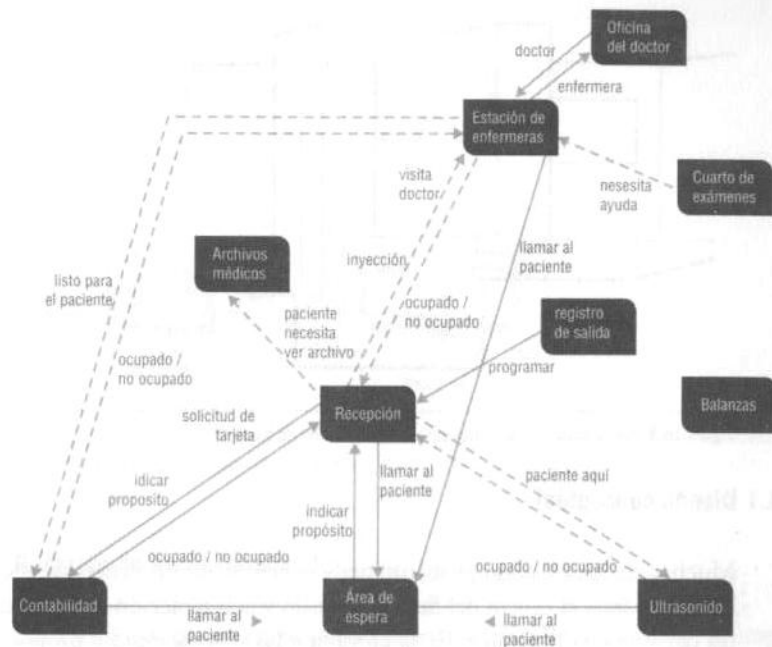


Figura 16.2. Modelo de comunicación.

## 16.4 Conclusiones y recomendaciones

Nuestras recomendaciones de diseño se basaron en nuestra interpretación de las metas del comité de diseño, las necesidades del personal y las expectativas de los pacientes. Para encontrar los equilibrios en el diseño de soluciones entre las áreas funcionales, regresamos al análisis centrado en el usuario y los diagramas de flujo de trabajo. A continuación se muestran sólo unos cuantos ejemplos de las recomendaciones, aunque fueron hechas en todas las áreas del hospital.

### 16.3.3 Comunicación con el comité de diseño

Para la acreditación del comité, muchos aprendieron a interpretar los planos arquitectónicos. Sin embargo, para todo el proceso de diseño encontramos ventajoso elaborar las perspectivas tridimensionales del espacio para el comité de diseño. Las perspectivas hicieron más fácil para el comité entender e interpretar los conceptos y detalles específicos. Un ejemplo de estas perspectivas se muestra en la figura 16.3.

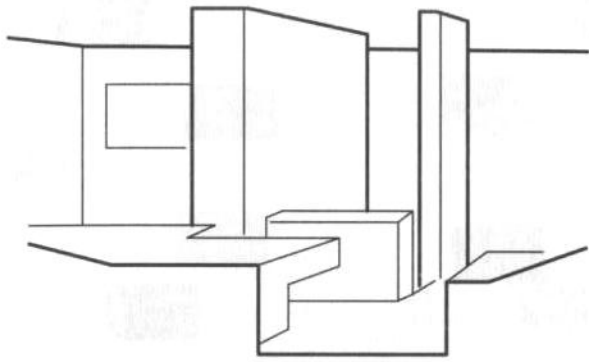


Figura 16.3. Ejemplo de dibujos proporcionados al comité de diseño.

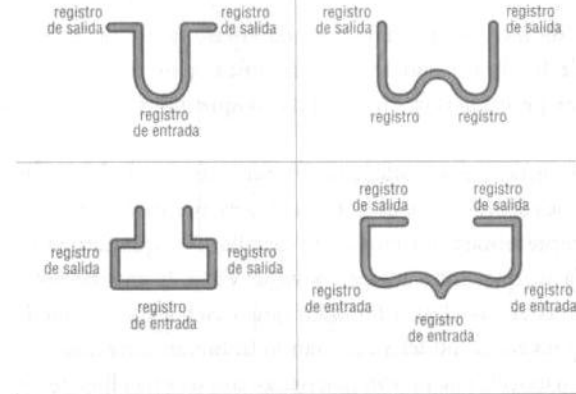


Figura 16.4. Conceptos del área de recepción.

### 16.4.1 Diseño conceptual

Muchos de los espacios problemáticos se centraban en el área de recepción. Esta área sería el centro del flujo de trabajo y la interacción entre las diferentes personas en la clínica. Es la entrada a las instalaciones y proporciona la primera interacción del paciente con el área. Ésta tiene que invitar al cliente a entrar, señalar espacios definidos claramente para entrar y salir, y eliminar, o al menos reducir la congestión. En el área de recepción empieza el papel de registro para la visita del paciente. La recepcionista debe interactuar con los archivos médicos, las enfermeras y la contabilidad.

El área de recepción tenía muchos puntos difíciles. Necesitábamos estar listos para regresar de los detalles a ver la gran imagen global. Las técnicas de la ingeniería *Kan-sei* fueron utilizadas para dibujar posibles alternativas que nos mostrarían las necesidades del espacio. Nuestro objetivo era crear una solución que permitiera desempeñar cada una de las funciones enlistadas anteriormente. Algunos de los conceptos propuestos empezaron más como una forma que permitió interacciones en múltiples sentidos (véase la figura 16.4). Nuestro diseño final combinó un conjunto de conceptos para concentrar todas las ventajas.

### 16.4.2 Relación de áreas funcionales

Las relaciones físicas entre áreas funcionales pueden tener un gran impacto en la manera en que los individuos de la clínica llevan a cabo su trabajo. Siempre existe una especie de negociación en el diseño final, pero una localización puede ser óptima para un grupo y producir un efecto negativo en otro. Queríamos la mejor solución posible para todos los involucrados. Un buen ejemplo de cómo determinamos las relaciones entre las áreas funcionales fue la contabilidad.

La contabilidad maneja las interacciones financieras con el paciente. Los contadores platican con cada paciente para establecer el plan de pago, si es necesario, antes o después de visitas futuras. Muchos pacientes saben que será necesario tratar con la contabilidad cuando lleguen a una visita.

Desde el modelo físico del flujo de trabajo, la gran revelación fue que la tradición de poner la contabilidad al final de las necesidades tenía que cambiar. Dado que la contabilidad necesitaba interactuar con la recepción, los archivos médicos y los pacientes en el área de espera, la hicimos accesible desde el área de espera y visible para la recepción. Esto permitiría a algunos pacientes permanecer en la contabilidad y al mismo tiempo mantener el contacto con la recepción.

### 16.4.3 Manejo de la congestión

La clínica había tenido siempre una entrada (véase la figura 16.5) desde el área de espera de la clínica. No era ésta la única manera de entrar y salir, pero los pacientes permanecían en la salida bloqueándola continuamente a los demás.

La clínica ya estaba operando con 30 pacientes, cada hora llegaban y salían. Dado que se esperaba que el tráfico creciera, tuvimos que reducir cualquier área que representara un cuello de botella. No queríamos pacientes esperando en fila ni que tuvieran que navegar entre la muchedumbre. Por razones administrativas, la clínica también quiso asegurarse de que fuera accesible la salida para todos poder salir cuando hubieran terminado.

Las nuevas instalaciones fueron diseñadas con dos pasillos desde el área de espera de la clínica. Pensamos crear caminos circulares dentro de las instalaciones que condujeran a un solo registro de salida. Sin embargo, a los pacientes se les permitía generalmente vestirse e irse cuando estaban listos, y se sentían más cómodos si regresaban por el camino por el que habían entrado a las instalaciones. Decidimos colocar el registro de salida cerca de la entrada y salida pero dejar un área para que los pacientes salieran de los pasillos principales (véase la figura 16.6).

Con una simple división del lugar donde los pacientes entraban del área de espera, el tráfico se redujo a la mitad. Otra ventaja del concepto fue que en días ligeros la clínica podía operar en uno solo de los lados de las instalaciones. Si alguna vez en el futuro necesita cambios, la clínica se podría reducir a un lado de la construcción.

### 16.4.4 Reducción de la confusión al utilizar espacios definidos

Con el gran mostrador del área de recepción, queríamos permitir a los pacientes interactuar con la recepcionista desde cualquier posición que fuera conveniente. Sin embargo, queríamos crear un lugar que indicara dónde debería permanecer el paciente durante el registro, para que la recepcionista pudiera hablar con él y ver el monitor de la computadora sin voltear ni girar.

Decidimos integrar las siguientes características en el mostrador. Más que una gran superficie, creamos tres áreas marcadas para la interacción. Espaciando tres cápsulas circulares dentro del mostrador (véase la figura 16.6). La mayoría de los mostradores estaban contruidos con 43" de altura para

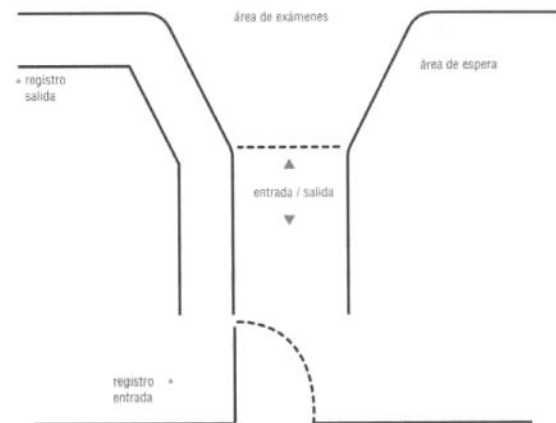


Figura 16.5. Entrada a la clínica en las instalaciones.

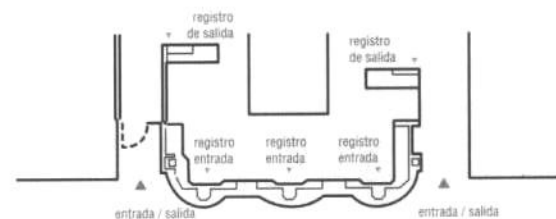


Figura 16.6. Área de recepción de las nuevas instalaciones.

crear una superficie de escritura para los pacientes. La superficie para escribir ocultaba el equipo, particularmente el cableado, utilizado por las recepcionistas. La parte superior del monitor, era visible desde el área del lado de espera. Una abertura al lado de la monitor a la altura de la superficie de escritura del recepcionista, invita al paciente a que se coloque al lado del monitor y así la recepcionista no tenga que mirar por arriba de la pantalla.

### 16.4.5 Combinar estética y funcionalidad

La clínica necesitaba centralizar copadoras, impresoras y otros equipos en un lugar donde todos los recepcionistas pudieran utilizarlos fácilmente. El lugar mas óptimo para este equipo era, sin embargo, también el sitio que verían todos los que entraran a las instalaciones a través del área de recepción.

Aun cuando la gente necesitaba el equipo para que funcionaran las instalaciones, no quería verlo todo el tiempo. Queríamos dar la mejor primera impresión posible a todos los que visitaran las instalaciones, y que no sólo recordaran el equipo.

Los gabinetes fueron diseñados para ocultar el equipo mientras lo hacían accesible.

Tanto desde el frente como desde el área de espera, los pacientes ven columnas suaves y simétricas. Un mostrador entre las columnas proporciona un depósito adicional y oculta otro conjunto de equipos, que es también fácilmente accesible para las recepcionistas. Sobre el mostrador está un espejo, estampado con el logotipo de la compañía, el cual le permite al personal monitorear el área de recepción sin ser visto por el paciente (véase la figura 16.7).

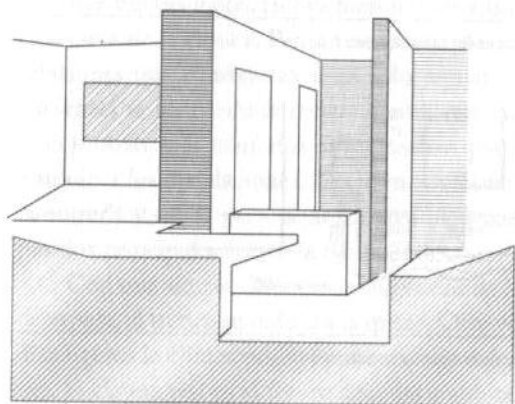


Figura 16.7. Mostrador para incitar al paciente a interactuar.

## 16.5 Conclusión

El análisis ergonómico se realizó pensando en causar un gran impacto en muchas áreas de la clínica de doctores, incluyendo la recepción, la contabilidad, el cuarto de exámenes, el ultrasonido y las oficinas administrativas. Este proyecto nos permitió desarrollar el análisis necesario para hacer las recomendaciones apropiadas antes de proceder a la construcción. La flexibilidad del equipo de diseño hizo posible una influencia positiva en el proyecto global.

El número máximo de pacientes de la clínica visto en un día en las instalaciones previas fue de 225. Ese día estuvo lleno de caos y ruido. Cuando la clínica se mudó a las nuevas instalaciones, en el segundo día de funcionamiento, el personal atendió 210 pacientes. A lo largo de la primera semana, la clínica atendió un promedio de 260 pacientes al día, y el personal se sintió cómodo. El caos fue mínimo. Los pacientes no tuvieron que esperar en filas. Los suministros fueron localizados en áreas naturales que redujeron la confusión y permitieron al personal manejar la situación. El máximo número de pacientes que estaban preparados para atender en las nuevas instalaciones sería significativamente mayor.

Puesto que las distintas instalaciones tienen diferentes necesidades, cada solución debe ser diferente involucrar en el proceso de diseño a las personas que harán uso de ellas. Este proyecto demostró que el obtener la mejor solución significó considerar a las personas que la utilizarían. El hecho de comunicar estas necesidades en las áreas funcionales ayudaron al personal a entender cómo su trabajo afecta el de los otros y cómo podrían ayudarse la manera en que mutuamente. Si los diseñadores pueden extraer las ideas de las personas que harán uso de las instalaciones y crear conciencia de que lo que hacen afecta a otros que trabajan en las instalaciones, puede surgir una solución responsable que resulte atractiva para todos.



## Bibliografía

Ávila Chaurand, R., Prado León, L. y González Muñoz, E. (2001) *Dimensiones antropométricas de población latinoamericana. México, Cuba, Colombia, Chile*, Universidad de Guadalajara, Guadalajara.

Barnes, R.M. (1979) *Estudio de movimientos y tiempos*, Aguilar, México.

Bridger, R.S. (1995) *Introduction to ergonomics*, McGraw Hill, Estados Unidos.

Brown, B. (2001), <<An ergonomic approach to facility design and layout>>, en *applied ergonomics*, editado Por Alexander, D. y Rouborn, R. L., Taylor & Francis, Gran Bretaña.

Cassidy, T. (1997), *Environmental psychology*, Psychology Press, Reino Unido.

Choong, Y. (2001) «Problemas transculturales en la interacción humano-computadora», en *International encyclopedia of ergonomics and human factors*, editada por Waldemar Karwowsky, Taylor & Francis, Londres.

Corlett, E. N. y Clark, T. S. (1995), *The ergonomics of workspace and machines. A design manual*, Taylor & Francis, Gran Bretaña.

*Diccionario de Psicología*, editado Por Warren, H.C., Fondo de Cultura Económica, México, 1979.

Dul, J. y Weerdmeester, B. (1998) *Ergonomics for beginners. A quick reference guide*. Taylor & Francis, Londres.

Dunckley L. y Smith, A. (2000) «Cultural factors and user interface design». en *Proceedings of the IEA 2000/HFES 2000 Congress*

Frutcher, B. (1978) *Estadística aplicada a la psicología y la educación*, McGraw Hill, México.

Grandjean, E. (1973) *Ergonomics of the home*, Taylor & Francis, Londres.

Hertzberg, H. T. E. (1968) <<The Conference on Standardization of Anthropometric Techniques and Terminology>>, en *Amer J Physical Anthropol* núm. pp.1-15.

*Industrial ergonomics. The School of Human Biology*, University of Guelph Ontario, 1982.

Kaye, S. M. y Murray, M.A. (1982), <<evaluaciones de un espacio arquitectónico como una función de las variaciones en la disposición del mobiliario, densidad de mobiliario y ventanas>>, en Prado L., L., Ávila C., R., (1997), factores ergonómicos en el diseño, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, 1982.

Kroemer, K., Kroemer, H., Kroemer-elbert, K. (1994), *Ergonomics. How to design for ease & efficiency*, Prentice Hall, Londres.

Maule, H.G. y Weiner, J.S., (1981) *Design for work and use. Case studies in ergonomics practice*, Taylor & Francis, Londres.  
McCormick, E. J. (1980) *Ergonomía*, Gustavo Gilli, Barcelona.

Meister, D. (1999), The history of human factors and ergonomics, Lawrence Erlbaum Associates, Londres.

Nowak, E., (1982) <<Two-dimensional manikins of children-models for design. Research Note>>, en *Applied ergonomics*, vol. 20, núm. 2, pp 136-139.

Osborne, D. J. (1987) *Ergonomía en acción. La Adaptación del medio de trabajo al hombre*, Trillas, México.

Panero, J. y Zelnik, M. (1981) *Las dimensiones humanas en los espacios interiores. Estándares antropométricos*, Gustavo Gilli, Barcelona.

Pekkarinen, A. y Anttonen, H. (1988), <<The effect of working height on the loading of the muscular and skeletal systems in the kitchens of workplace canteens>>, en *Applied ergonomics*, vo. 19, núm. 4, pp. 306-308.

Pheasant, S., (1996) *Body space. Anthropometry, ergonomics and the design of work*, Taylor & Francis, Londres.

Pheasant, S. (1991) *Ergonomics, work and health*, McMillan Press, Scientific and Medical, Hong Kong.

Roebueck, J.A., Kroemer, K.H.E. y Thomson, W.G. (1975), *Engineering anthropometry methods*, John Wiley & Sons, Estados Unidos.

Salvendy, G. (1997), *Handbook of human factors and ergonomics*, John Wiley & Sons, Nueva York.

Sánchez, M.D., (1984), *Crítica a la materia de ergonomía (factores humanos) de la carrera de diseño industrial. la enseñanza de la ergonomía en México. relación entre ergonomía y diseño gráfico e industrial*, Universidad Nacional Autónoma de México, Postgrado en Diseño Industrial, México.

Smith, S.L. (1981) <<Exploring compatibility with words and pictures>>, en *Human Factors*, vol. 23, núm. 3, pp. 305-315.

Stammers, R.B. y Shephard, A. (1995) <<Task analysis>>, en Wilson, J.R. y Corlett, E.N., *Evaluation of human work. A practical ergonomics methodology*, Taylor & Francis, Gran Bretaña.

Vargas, L. y Casillas, L. (1982) Antología de lecturas de antropometría, mimeografiado, del Postgrado en Diseño Industrial, UNAM, México.

Wilson, J.R. y Corlett, E.N., (1995), *Evaluation of human work. A practical ergonomics methodology*, Taylor & Francis, Gran Bretaña.

Woodson, W.E., (1981) *Human factors design handbook*, McGraw Hill, Estados Unidos.  
Www.iea.cc

Yang, G. y Yu, L. (1990) <<The determination of optimum heights for Chinese kitchen facilities>>, en *Ergonomics*, vol. 33, núm. 7, pp. 945-957.

Zinchenko, V. y Munipov, V. (1985) *Fundamentos de ergonomía*, Editorial Progreso, Moscú.

## Universidad de Guadalajara

Lic. José Trinidad Padilla López  
RECTOR GENERAL

Dr. Raúl Vargas López  
VICERRECTOR

Mtro. Carlos Jorge Briseño Torres  
SECRETARIO GENERAL

### Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño

Mtro. Arq. Carlos Correa Ceseña  
RECTOR DEL CENTRO

Arq. Carlos Muñoz Botello  
SECRETARIO ACADÉMICO

Mtro. Isidro Velázquez Garza  
SECRETARIO ADMINISTRATIVO

Dr. Mario Orozco Abundis  
DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE TECNOLOGÍA Y PROCESOS

Mtro. Héctor Flores Magón y Jiménez  
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN Y DESARROLLO

*Factores antropométricos y socioculturales*  
*Ergonomía y diseño de espacios habitables*

Se terminó de imprimir en el mes de agosto de 2006  
en los talleres Grupo Gráfico de Occidente, S.A. de C.V.

Para su formación se utilizaron los tipos Adobe Caslon 10 puntos para textos  
y Helvética bold condensed 12 puntos para títulos.

Cuidado de la edición:  
Lilia R. Prado León, Rosalío Ávila Chaurand y Edgardo López Martínez.

El tiraje fue de 1,000 ejemplares

La ergonomía es una disciplina joven cuyo reconocimiento es cada vez más amplio. Desde sus orígenes en la mitad del siglo xx hasta la actualidad, ha extendido sus campos de investigación y aplicación a casi todas las áreas de la actividad humana. En este caso, el texto presenta los lineamientos básicos de esta ciencia interdisciplinaria en sus aplicaciones al diseño de espacios habitables, considerando los aspectos más generales de las consideraciones relacionadas con la distribución del espacio físico en función de la actividades de los usuarios, las adecuaciones antropométricas necesarias a éstos, así como un análisis de los factores psicosociales ligados al sistema hombre-objeto-entorno.

Buena parte del texto está dedicado a la presentación de 14 anexos que constituyen traducciones adaptadas de artículos y capítulos de textos en inglés, con el objeto de que este disponible para el lector una serie de investigaciones, recomendaciones, ejemplos de diseño de espacios habitables con incorporación explícita de factores ergonómicos, así como plantillas de maniqués elaboradas con datos antropométricos mexicanos para realizar adecuaciones antropométricas. El texto está dirigido a aquellos que se dedican al campo de la ergonomía de diseño, a arquitectos como a diseñadores de interiores y a otras profesiones afines, pero principalmente a los que se encuentran en proceso de formación profesional.



centro de  
investigaciones  
en ergonomía

ISBN 970270982-2



9 789702 702825