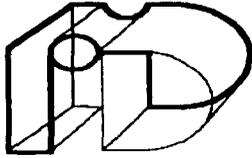


00169



Ergonomía para Diseño Industrial

Métodos y técnicas para
su investigación y optimización

Tesis presentada por
Cecilia Margarita Flores Sánchez
para obtener el grado de
Maestra en Diseño Industrial
en el área de **Ergonomía**



Posgrado en Diseño Industrial
Facultad de Arquitectura

Universidad Nacional Autónoma de México

1997

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Ergonomía para Diseño Industrial

**Métodos y técnicas para
su investigación y optimización**

Director:

Dr. David Sánchez Monroy

Sinodales:

**Prof. Horacio Durán Navarro
Dr. Oscar Salinas Flores
M.D.I. Fernando Martín Juez
M.D.I. Rosalío Avila Chaurand**

Jurado



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ARQUITECTURA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
E INVESTIGACIÓN

Of. No. 70 2.1.1182

Ciudad Universitaria, D.F., Diciembre 3 de 1996.

LIC. ANTONIO DÍAZ GARCÍA
JEFE DE LA UNIDAD DE REGISTRO
E INFORMACIÓN DE LA C.G.E.P.
P R E S E N T E .

Tengo el agrado de comunicar a usted que la Dirección de la Facultad y la Jefatura de la División han aprobado el tema de tesis: **"ERGONOMÍA PARA EL DISEÑO INDUSTRIAL. MÉTODOS Y TÉCNICAS PARA SU INVESTIGACIÓN Y OPTIMIZACIÓN"**, que realizará la D.I. CECILIA MARGARITA FLORES SÁNCHEZ, para obtener el Grado de Maestra en Diseño Industrial (Ergonomía).

Asimismo, comunico a usted el jurado de examen constituido por:

PRESIDENTE:	PROF. HORACIO DURÁN NAVARRO
VOCAL	DR. DAVID SÁNCHEZ MONROY
SECRETARIO:	DR. ÓSCAR SALINAS FLORES
SINODALES SUPLENTE:	M.D.I. ROSALÍO ÁVILA CHAURAND
	M.D.I. FERNANDO MARTÍN JUEZ

Anexo al presente las notificaciones de los sinodales aprobando el trabajo de tesis, artículo 56 del Reglamento General de Estudios de Posgrado de la UNAM.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
EL DIRECTOR DE LA FACULTAD



M. EN ARQ. XAVIER CORTÉS ROCHA

Anexos: 5 votos aprobatorios

XCR/LAS/merr.

INDICE

Introducción i

Parte A: Antecedentes Teóricos de la Ergonomía

Capítulo I. Ergonomía y Diseño Industrial

1.1 El Diseño Industrial como profesión	1
1.2 La Ergonomía en las escuelas de Diseño Industrial	1
1.3 Propuesta para la asignatura de Ergonomía dentro de la carrera de Diseño Industrial	7
1.4 Anexos	11
Bibliografía	34

Capítulo II. Definiciones de Ergonomía

2.1 Definiciones de Ergonomía Reconocidas	36
2.2 Análisis de la Terminología	38
2.3 Definición de Ergonomía para Diseño Industrial.....	45
Bibliografía	47

Capítulo III. Desarrollo Histórico de la Ergonomía

3.1 Orígenes	48
3.2 La Ergonomía como una actividad definida y especializada	51
3.3 La Ergonomía en México	54
Bibliografía	65

Capítulo IV. La Ergonomía como Actividad Profesional

4.1 La Ergonomía y ciencias que la conforman	66
4.2 La Ergonomía como profesión	66
4.3 La Ergonomía y otras profesiones	68
4.4 La Ergonomía y sus componentes	70
4.5 Anexos	73
Bibliografía	76

Parte B: Factores Humanos

Capítulo V. Factor Anatomofisiológico

5.1 Definición	77
5.2 Base Estructural	77
5.3 Sistemas Corporales Básicos para la Ergonomía	77
5.4 Sistema Cardiovascular	80

5.5 Sistema Respiratorio	80
5.6 Sistema Nervioso	82
5.7 Aparato Locomotor	82
5.8 Movimiento Corporal	88
5.9 Posturas y Movimientos	90
5.10 Fatiga	94
5.11 Biomecánica	94
5.12 Funciones Metabólicas	96
5.13 Ergometría	98
5.14 Poblaciones Especiales	99
5.15 Recomendaciones Ergonómicas	107
5.16 Anexos	112
Bibliografía	114

Capítulo VI. Factor Antropométrico

6.1 Orígenes	116
6.2 Definición	120
6.3 La Antropometría y la Variabilidad Humana	121
6.4 Somatotipos	128
6.5 Divisiones de la Antropometría	132
6.6 Antropometría Estática, Clásica o Estructural.....	132
6.7 Antropometría Dinámica o Funcional.....	135
6.8 Antropometría Newtoniana	137
6.9 Recomendaciones Ergonómicas.....	140
6.10 Anexos.....	144
Bibliografía.....	146

Capítulo VII. Factor Psicológico

7.1 Definición	148
7.2 Relación Psicológica	149
7.3 Estímulos	150
7.4 Organos Sensoriales	151
7.5 Sistema Nervioso	152
7.6 Sistema Visual	155
7.7 Oído	161
7.8 Gusto y Olfato	164
7.9 Sistema Somestésico	165
7.10 Sistema Vestibular	173
7.11 Sistema Límbico	173
7.12 Recomendaciones Ergonómicas	174
7.13 Anexos	174
Bibliografía	175

Capítulo VIII. Factor Sociocultural

8.1 Generalidades	176
8.2 Cultura y Sociedad	178
8.3 Relaciones Culturales	182
Bibliografía	191

Parte C. Factores Ambientales

Capítulo IX. Factores Ambientales

9.1 Generalidades	192
9.2 Disciplinas Auxiliares	192
9.3 Medio Ambiente	194
9.4 Factores Climatológicos Naturales	196
9.5 Factores Ambientales Artificiales	198
9.6 Temperatura	199
9.7 Humedad	202
9.8 Ventilación	203
9.9 Iluminación	205
9.10 Color	211
9.11 Sonido y Ruido	217
9.12 Vibración	220
9.13 Contaminación	225
9.14 Anexos	231
Bibliografía	232

Parte D. Métodos y Técnicas Ergonómicas

Capítulo X. Factores Objetuales

10.1 Generalidades	233
10.2 Definición	233
10.3 Factores Objetuales contra Factores Humanos y Ambientales	234
10.4 Funciones Objetuales	237
10.5 Funciones Objetuales y Factores Humanos	237
Bibliografía	238

Capítulo XI. Métodos y Técnicas Ergonómicas

11.1 Generalidades	239
11.2 Proceso Metodológico para Diseño Industrial	239
11.3 Anexos	245
Bibliografía	245

Introducción

Como estudiante de la licenciatura en diseño industrial viví varias situaciones que se han venido convirtiendo en costumbre y que hasta la fecha siguen malformando a los jóvenes universitarios en su preparación profesional. Entre estas situaciones está la lucha que se establece entre el diseño y la ergonomía: ¿es diseño y ergonomía? ó ¿diseño vs. ergonomía?.

Aquí tengo que decir que este comentario introductorio no es una crítica sino una reflexión que me permitió reconsiderar la importancia y el valor de la ergonomía para el diseño industrial, así como analizar las carencias y errores que al respecto cometemos durante el período formativo, manifestándose como una necesidad de grupo (es decir, de la profesión) y no individual.

¿Qué es la ergonomía?, ¿cuál es la relación que tiene con el diseño industrial?; si podemos diseñar "tan fácil", ¿por qué tenemos que investigar?, ¿por qué incluir un capítulo de ergonomía en todos nuestros proyectos de diseño?; ¿por qué los libros de ergonomía hablan en términos propios de otras disciplinas y no de diseño?; ¿cuáles son los datos que se requieren para el capítulo de ergonomía?, ¿por qué los libros no me ofrecen esos datos?; ¿por qué, por qué?... Interminable la cantidad de interrogantes que a todos los alumnos nos asaltan y que no despejamos sino hasta bien avanzada la carrera; o en el peor de los casos no logramos jamás despejar y durante nuestro ejercicio profesional actuamos saturados de dudas y mitos equivocados.

Así, alimentada de esa fuente de incertidumbres "ergonómicas", me propuse el desarrollo de esta tesis con el único objetivo de acercar y aterrizar los conocimientos de la ergonomía al diseño industrial. Es decir, quise reunir en un sólo documento todos aquellos datos y conceptos que forman parte de la ergonomía y que se pueden presentar y aplicar en cualquier proyecto de diseño industrial escolar o profesional. Para ello utilicé un lenguaje técnico sencillo para que los alumnos se identifiquen más con el trabajo y principalmente con la ergonomía, que es sin lugar a dudas una de las herramientas más apreciadas y útiles para nuestra actividad profesional.

La tesis se dividió en cuatro grandes partes con la optimista intención de que se les pueda presentar en forma de cuatro cuadernillos fáciles de consultar:

- A. Antecedentes Teóricos de la Ergonomía
- B. Factores Humanos
- C. Factores Ambientales
- D. Métodos y Técnicas Ergonómicas

Las cuatro partes antes citadas se conforman a su vez de once capítulos que tienen relación exclusivamente con el diseño industrial; y de ellos se analizan los puntos básicos

y relevantes definiendo cada concepto y término con la idea de ubicar al estudiante en dichas áreas del conocimiento. Además, al final de cada capítulo se incluye bibliografía apropiada como orientación para que los alumnos amplíen sus conocimientos en el área deseada.

El contenido de cada tema se explica a continuación:

En la parte A denominada Antecedentes Teóricos de la Ergonomía se analizan cuatro temas teóricos:

Capítulo I. Ergonomía y Diseño Industrial. Este capítulo trata dos puntos:

- a. El primero de ellos se refiere a la situación actual de la ergonomía y al nexo real que mantiene con el diseño industrial en América Latina; y para ello se realizó una encuesta a 20 escuelas de la región.
- b. El segundo punto es una propuesta a dos tópicos fundamentales: contenido de la materia y su ubicación dentro de la curricula general de la carrera de diseño industrial.

Capítulo II. Definiciones de Ergonomía. Aquí se analizan las definiciones más representativas y ya consideradas como clásicas de la ergonomía, con el fin de plantear una definición propia de ergonomía para diseño industrial.

Capítulo III. Desarrollo Histórico de la Ergonomía. Este desarrollo histórico que inicia con el *homo-faber*, y al igual que otros textos hablamos del conocido surgimiento de la disciplina en la industria bélica como resultado del trabajo conjunto de especialistas de las áreas médico-biológica e ingenierías. Sin embargo, también hablamos de la ergonomía en México y aquí la disciplina se circunscribe a las escuelas de diseño industrial.

Capítulo IV. La Ergonomía como Actividad Profesional. En este capítulo se expone la multi y la interdisciplinariedad de la ergonomía, por medio de sus componentes y por la relación que mantiene con otras profesiones además del diseño industrial.

La parte B dedicada a los Factores Humanos presenta las características más relevantes del ser humano por medio de cuatro factores específicos:

Capítulo V. Factor Anatomofisiológico. Trata exclusivamente de las cualidades físicas de forma y función del cuerpo humano.

Capítulo VI. Factor Antropométrico. Analiza las características dimensionales del cuerpo humano.

Capítulo VII. Factor Psicológico. Muestra los fenómenos de la sensación y percepción humanas.

Capítulo VIII. Factor Sociocultural. Habla de las cualidades socioculturales propias de los grupos de usuarios.

La parte C dedicada a los Factores Ambientales contiene solamente un capítulo:

Capítulo IX. Factores Ambientales. Aquí se tratan ocho de los factores o condiciones ambientales más comunes y que positiva o negativamente influyen en la relación ergonómica haciéndose presentes en todo espacio. Además estos sirven para interrelacionar a la ergonomía con otras áreas como la higiene y la seguridad industrial.

La parte D se denomina Métodos y Técnicas Ergonómicas y consta de dos capítulos que pueden ser considerados también como las conclusiones del presente trabajo.

Capítulo X. Factores Objetuales. Este factor trata sobre las características y propiedades de los objetos, así como de las relaciones que estos establecen con los Factores Humanos y los Factores Ambientales.

Capítulo XI. Métodos y Técnicas Ergonómicas. Aquí se exponen algunos métodos para la realización del Análisis Ergonómico dentro de cualquier proyecto de diseño industrial, pero no en un sentido riguroso ni buscando ser una receta infalible; sino simplemente se compone de una serie de consideraciones, detalles y consejos que se deben de cuidar para la mejor realización de dicho análisis.

Pretendiendo hacer un trabajo más específico, intenté siempre cernir la ergonomía por los filtros del diseño industrial, buscando que los diseñadores vean y sientan como ergónomos. Pero también espero dejar dudas y desacuerdos para que alguno de ellos prosiga y mejore los planteamientos hasta ahora realizados.

En diseño industrial y en ergonomía no se ha dicho la última palabra...

Parte A

Esta parte consta de cuatro capítulos dedicados al planteamiento teórico de la Ergonomía.

El capítulo I, se refiere a la situación de la Ergonomía en algunas escuelas latinoamericanas de diseño industrial.

El capítulo II, analiza las definiciones más representativas de la Ergonomía; con el fin de plantear una definición propia de Ergonomía para Diseño Industrial.

El capítulo III, estudia el desarrollo histórico de la Ergonomía en dos tiempos y espacios diferentes: evolución general en el mundo y en México.

El capítulo IV, expone la multi y la interdisciplinariedad de la Ergonomía.

Antecedentes Teóricos de la Ergonomía

I. Ergonomía y Diseño Industrial

1.1 El Diseño Industrial como Profesión

Ya se ha escrito sobre Diseño Industrial, desde luego que no tanto como se debiera; pero en realidad más que escribir es necesario promover un cambio de actitud en los que de una o de otra manera tenemos que ver con el diseño. Es decir, que este cambio tiene que darse tanto en los diseñadores como en los usuarios finales, pues en realidad ambas partes somos responsables directas del diseño.

Así, ya no podemos seguir viendo al diseño industrial como una disciplina de moda o un pasatempo, sino como lo que es: una profesión. Profesión necesaria en nuestros días como proveedora de satisfactores materiales que tienen una demanda real por parte de un grupo extenso de consumidores; aunque estos últimos no estén conscientes de nuestra existencia y en los albores del siglo XXI, presupongan que los objetos que los acompañan en el transcurso de su vida son producto de un proceso de generación espontánea o magia divina.

Es importante recordar que ese cambio de actitud se gesta junto con el "carácter de diseñador" dentro de las aulas universitarias; siendo ahí donde los embriones de diseñador deben concientizar su momento y futuro, por que a partir de ese instante y si otra cosa no sucede serán diseñadores durante toda su vida. Es por eso que la formación y preparación universitaria ha sido y seguirá siendo el punto clave sobre el que hay mucho que hacer.

A casi treinta años del surgimiento del Diseño Industrial como profesión universitaria en América Latina, debemos hacer un recuento sobre lo que ya es historia, analizando nuestro presente para poder definir el futuro. Y hablamos de un futuro como gremio en el que nos debemos de colocar y ubicar dentro del medio productivo, gubernamental, educativo, etc., exigiendo nuestros derechos y haciéndonos indispensables socialmente o ¿seguiremos reuniéndonos diseñadores con diseñadores, para divagar sin mucho actuar? la respuesta no es fácil, pero la debemos de encontrar.

1.2 La Ergonomía en Escuelas de Diseño Industrial

El mundo del diseño y de la ergonomía no son ajenos a las diferencias que el llamado primer mundo nos quiere hacer ver y sentir. Un ejemplo claro de esto es que en Europa y en los Estados Unidos de Norteamérica, la ergonomía se incubó y desarrolló dentro de las disciplinas medicobiológicas que a su vez colaboraron como ciencias auxiliares de las ingenierías y posteriormente de diseño industrial. Por el contrario, en Latinoamérica el virus de la ergonomía brotó y permanece dentro de las escuelas de diseño industrial; razón por la cual en este trabajo analizamos un punto en particular: la enseñanza de la Ergonomía en las escuelas de Diseño Industrial.

Para ello nos apoyamos en la investigación de campo realizada durante el segundo semestre de 1991 a ocho instituciones educativas de la zona metropolitana del D.F.; a una del Estado de México; una del Estado de Jalisco y otra del Estado de Colima. Del resto de América Latina fueron dos de Colombia, y una de cada uno de los siguientes países: Argentina, Costa Rica, Ecuador, Guatemala y Nicaragua. Posteriormente obtuvimos información procedente de las escuelas de Diseño de República Dominicana y de Cuba, ampliándose así nuestro panorama a 20 escuelas en total (ver figura 1).

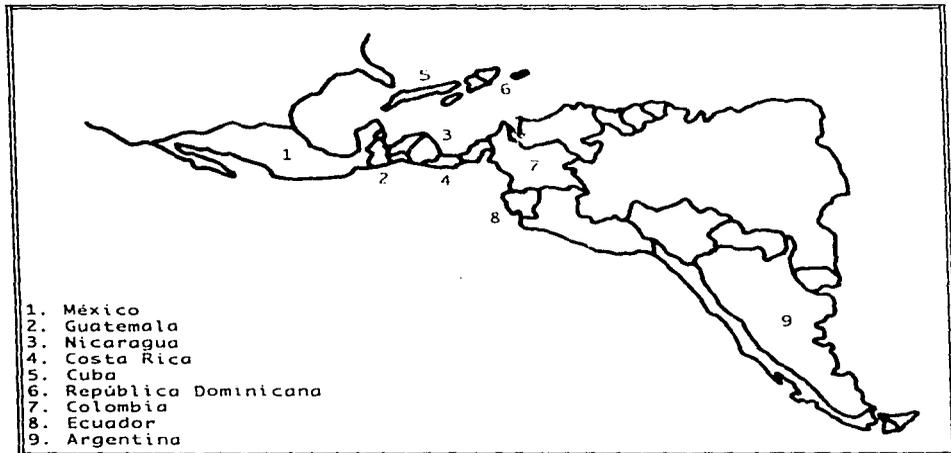


Figura 1. Ubicación geográfica de las escuelas de Diseño Industrial encuestadas.

Esta investigación se realizó con el fin de analizar la situación de la Ergonomía dentro de estas escuelas, tratando cinco puntos fundamentales:

- a. Importancia de la Ergonomía para el Diseño Industrial.
- b. Ubicación de la Ergonomía dentro de la currícula general de la carrera de Diseño Industrial.
- c. Contenido de los programas utilizados en la impartición de la materia.
- d. Textos de Ergonomía más utilizados.
- e. Profesores de Ergonomía.

a. Importancia de la Ergonomía para el Diseño Industrial

Dentro del ámbito educativo, encontramos instituciones que imparten la carrera de Diseño Industrial a nivel licenciatura y a nivel técnico. Entre estas últimas están el CETIS # 2 de la Ciudad de México, y el CORUNIVERSITEC de Bogotá, Colombia en donde la ergonomía se ve superficialmente y este hecho se justifica por ser una carrera temporalmente más corta y además porque los temas teóricos tratados son generales y de carácter informativo.

Por su parte en las instituciones donde se ofrece la carrera a nivel licenciatura, la importancia de la ergonomía es innegable. Desde hace algún tiempo, resulta inconcebible pensar que pueda existir alguna escuela de Diseño Industrial sin la asignatura de Ergonomía dentro de su curricula, básicamente por dos motivos:

El primero de ellos resulta ser casi por tradición, ya que la primera licenciatura fundada en México fue la de la UNAM en 1969 (Durán, 1991) y para la creación de sus curricula tomaron como patrón los programas de la Hochschule für Gestaltung de Ulm, en donde se incluía dicha materia con el nombre que hoy la conocemos. Por lo tanto, en aquel entonces era lógico pensar que la materia era importante para la nueva carrera aunque en nuestro medio no se tuviera mayor conocimiento de ella.

El segundo motivo es que actualmente la ergonomía ya se considera parte fundamental de la preparación y del oficio del diseñador. En estos momentos estamos conscientes de que como creadores de productos o bienes de consumo, el ser humano se convierte en nuestro usuario y consumidor, porque de él parten las necesidades que posteriormente se transformarán en problemas de diseño para nosotros. Pero es necesario que este segundo punto quede bien claro para el alumno desde el inicio de la carrera, para que no siga incurriendo en el error de pensar que hay proyectos de diseño que no poseen problemas ergonómicos: si existe un ser humano frente a un objeto de uso, no hay duda de que ahí hay Ergonomía y por ende son objetos de diseño industrial.

Desde luego que este mismo error ocurre en la práctica profesional, sobre todo si recordamos que en la primera etapa de las escuelas no había profesores especializados en el área ni mucho conocimiento de ella por parte de los profesores de diseño. De ahí que la materia de Ergonomía fuera más de lógica y de sentido común por la falta de información y por la subjetividad de algunos aspectos; siendo lo más rescatable por su objetividad las tablas antropométricas junto con las representaciones gráficas del cuerpo humano, ya que algo sobre lo que nunca se ha discutido es sobre la utilidad de las dimensiones humanas. Y esto ha provocado que aún en la actualidad existan diseñadores profesionales y profesores de diseño que al referirse a la ergonomía la limitan a datos antropométricos, y lo peor del caso es que los alumnos llegan a utilizar erróneamente los términos de ergonomía y antropometría como sinónimos, creándose un verdadero problema; porque si estamos hablando de un gremio y una profesión debemos de tener y respetar un lenguaje técnico propio y definido para poder comunicarnos sin mayores complicaciones y realmente forjar una unidad.

Aquí cabe hacer mención que de las 20 escuelas encuestadas, 16 de ellas tienen la asignatura de ergonomía bajo ese mismo nombre; otras tres (UAM - Xochimilco de México, D.F.; CETIS # 2 del D.F. y la U. Jorge Tadeo Lozano de Bogotá, Colombia) la bautizaron como "Factores Humanos", nombre que nos remonta al "*Human Factors Engineering*" de los Estados Unidos de Norteamérica; pero el colmo de la falta de integración se reflejó en los programas de la Universidad de Guadalajara donde se le denominó "Etología Humana" y por la dificultad burocrática y administrativa se pudo corregir el nombre hasta septiembre de 1994 con el nuevo plan de estudios.

b. Ubicación de la Ergonomía dentro de la curricula general de la carrera de Diseño Industrial

Aquí el punto a tratar es en qué grado y durante cuánto tiempo se imparte dicha materia dentro de la carrera, con el fin de detectar el momento en que se le presenta al alumno y la extensión con que se estudia (ver Anexo A).

En las escuelas a nivel técnico la clase de ergonomía se imparte en un grado únicamente a la mitad de la carrera por los motivos que ya expusimos anteriormente. Donde se complica la situación es a nivel licenciatura ya que la heterogeneidad es significativa. En lo que se refiere a su duración vemos que la mayoría imparte la asignatura de dos a cuatro grados, pero hay casos extremos como la Universidad Autónoma Metropolitana - Azcapotzalco y la Universidad Politécnica de Nicaragua, donde se imparte durante uno solo. Y hay escuelas como la Universidad Autónoma Metropolitana - Xochimilco y la E.N.E.P. - Aragón donde la materia se imparte durante tres cuartas partes de la carrera. Ambos casos originan problemas de apreciación por parte de los alumnos; los del primer tipo la consideran como materia de segunda categoría y los del segundo tipo se saturan de ella. Otro caso grave es cuando la materia se presenta como optativa y los alumnos pueden cursarla cuando deseen. Esto da como resultado que los grupos que se forman son muy heterogéneos, ya que algunos alumnos son de niveles básicos y otros están por terminar la licenciatura y para el profesor es difícil equilibrar los conocimientos y criterios de todos ellos.

En cuanto a su ubicación tampoco hay uniformidad; por ejemplo, en la Universidad de Colima se imparte en segundo y tercer grado, mientras que en la UNAM se impartía en sexto y séptimo semestres y a partir de las reformas educativas de 1995 la materia se presenta exclusivamente en octavo semestre; siendo estos los casos extremos, porque la mayoría de las escuelas la ubican aproximadamente a la mitad de carrera. El riesgo que se corre al colocar la materia al principio es que los alumnos no le dan la importancia y el valor necesario, sobre todo si en las posteriores clases de diseño no se le exige continuidad y aplicación. Por otro lado, el riesgo de ubicar la materia en la segunda mitad o parte final de la carrera es que a los alumnos se les dificulta integrar los nuevos conocimientos ergonómicos en sus proyectos, por que en los grados anteriores prácticamente también pudieron diseñar sin ergonomía.

c. Contenido de los programas utilizados para la impartición de la materia

La situación que encontramos con respecto a los contenidos de los programas de la clase de ergonomía en las diferentes escuelas, no difiere mucho de los resultados que obtuvimos en los dos puntos anteriores: también aquí es evidente la falta de uniformidad en la selección de los temas que se imparten.

Es de resaltar como se puede ver en los Anexos B y C, que los aspectos físicos del ser humano (anatomía, antropometría y bionecánica) son temas permanentes en todas las instituciones; detalle que refleja que las personas que elaboran dichos programas e imparten la materia se han quedado rezagados y siguen manejando los temas tratados en los textos de la "ergonomía clásica" sin profundizar en temas que ya son competencia de la "ergonomía moderna" como los referentes a las características psicológicas y socioculturales del hombre.

d. Textos de Ergonomía más utilizados

La preparación y formación del diseñador industrial se compone de teoría y práctica. Pero parece que estudiantes y profesores se inclinan más hacia la parte práctica, principalmente por la carga horaria de la clase de diseño en relación con el resto de las asignaturas; y porque en los proyectos suele tener más alta evaluación la técnica y la realización del proyecto que la parte teórica formada por la investigación y el análisis de la información. Esto, origina que el alumno dedique más tiempo e interés al trabajo de restirador o computadora y al taller de procesos que a la preparación general e intelectual; así, la lectura queda en un segundo o tercer plano y más, cuando quieren encontrar soluciones efectivas y exactas en los libros y no las encuentran tal y como ellos esperan.

Por otro lado, podemos decir que la literatura existente sobre Diseño y áreas afines es poca, y en más de un 90% es literatura extranjera. Con esto nos damos cuenta que es casi nula la investigación y la publicación de trabajos latinoamericanos que podrían estar realizados con base en nuestras necesidades y para nuestro contexto. Además, estos problemas se agravan en áreas más particulares como la ergonomía, en la que podemos decir que el 95% de la información es de importación (ver Anexos D y E); así tenemos que los textos más utilizados y difundidos en las escuelas de diseño de América Latina son:

- ♦ "Ergonomía" de Ernest J. Mc Cormick.
- ♦ "Ergonomía en Acción" de David Osborne.
- ♦ "Las Dimensiones Humanas en los Espacios Interiores" de Julius Panero y Martín Zelnik.

Los tres libros tienen una distribución comercial importante y están traducidos al español. Sin embargo, nos enfrentamos a varios problemas: existe una disparidad notable entre las dimensiones humanas de latinos, europeos y anglosajones; además poseemos culturas propias perfectamente definidas y distinguibles y esto hace que la información

sea inaplicable. Por último, casi siempre los libros nos llegan con información retrasada en comparación con las ediciones realizadas en su lengua original.

También, debemos reconocer que en Latinoamérica se han publicado algunos textos, por ejemplo tenemos el muestreo antropométrico realizado por la Universidad de Colima, publicado bajo el nombre de "Con la vara que midas...", pero que difícilmente rebasan su región y no tienen mayor continuidad, por lo que se consideran casi inexistentes; además de las carencias metodológicas, teóricas y prácticas que presenta dicho libro.

● Profesores de Ergonomía

Actualmente nuestro país cuenta con 21 escuelas de Diseño Industrial (recientemente se fundaron las escuelas de la Universidad Iberoamericana plantel Laguna y de la Universidad Autónoma de Aguascalientes) y todas ellas han vivido o vivirán varias etapas que podríamos denominar como: fundación, formación y consolidación. En la primera de ellas, el profesorado estaba formado por arquitectos, ingenieros, profesionales de otras disciplinas y muy pocos diseñadores (algunos extranjeros y otros nacionales con estudios fuera del país). Dentro de la segunda etapa se fueron agregando recién egresados de las mismas escuelas formando así un grupo docente más unificado; y finalmente existen varias escuelas que ya están viviendo la etapa de consolidación y cuentan con la colaboración de profesores que además de ser diseñadores industriales poseen títulos de posgrado en áreas más específicas.

La materia de ergonomía en este sentido no ha sido la excepción; y en la encuesta realizada vimos que las escuelas poseen entre un 50 o 60 % de diseñadores industriales con nivel licenciatura al frente de la materia, y el grupo restante lo forman médicos, antropólogos, arquitectos y psicólogos. Algunos de ellos ya cuentan con algún posgrado en el área de ergonomía.

Sin embargo, es evidente otro problema que no podemos seguir evadiendo y que es de competencia directa de los administrativos de las diferentes escuelas: El personal docente dedicado a la ergonomía en cada escuela es mínimo. Podríamos decir que en la mayoría de las escuelas hay sólo un profesor para dicha materia y esta carencia de personal provoca que la asignatura se personalice conceptual y verdaderamente; algunos ejemplos de esta situación son:

◊ Al existir un solo profesor, la carga horaria y el trabajo resultan tan excesivos que no les queda tiempo para actualizar sus conocimientos, y así la creación de los programas y la impartición de la materia giran en torno a un círculo vicioso.

◊ La falta de actualización provoca que se sigan manejando los conceptos de la llamada "ergonomía clásica" y que se desconozcan los referentes a la "ergonomía moderna" que tienen más de diseño industrial que de ingeniería.

◊ Institucionalmente parece no tener importancia la ergonomía y esto se refleja en que no se destinan los recursos humanos ni económicos necesarios para la creación de

laboratorios y por lógica tampoco se fomenta la investigación ni la publicación de trabajos propios.

◊ Bajo una óptica real, el conflicto se manifiesta cuando el profesor de ergonomía tiene que retirarse de su cargo por X motivo, y en ese momento la escuela se queda no sólo sin profesor sino que se queda literalmente sin ergonomía. Desgraciadamente hoy en día la ergonomía no es una asignatura sistematizada sino personas; y para salir de esta situación tan negativa las instituciones deben difundir más la materia entre sus egresados o futuros egresados para que estos a su vez continúen estudios de posgrado y en cada escuela exista un grupo responsable de consolidar la materia.

1.3 Propuesta para la asignatura de Ergonomía dentro de la carrera de Diseño Industrial

La finalidad de toda crítica debe ser el planteamiento de propuestas. Así nosotros de los cinco puntos anteriormente analizados elaboramos propuestas sobre dos tópicos fundamentales:

- a. Contenido de los programas para la asignatura de Ergonomía.
- b. La ubicación de la asignatura dentro de la curricula general.

a. Contenido de los programas para la clase de Ergonomía

Los conocimientos que se imparten dentro de la educación superior o universitaria pueden dividirse en tres bloques o tipos de enseñanza: "enseñanza básica general, básica profesional y especializada..." (Lewovicki, 1983: 156). Y en la licenciatura de diseño industrial las cosas no son diferentes; pero aquí las preguntas son: ¿a qué tipo de enseñanza pertenece la ergonomía? y ¿cuáles son "esos conocimientos" que deben formar parte de la ergonomía para diseño industrial?.

En primer lugar descartamos la posibilidad de que la ergonomía pertenezca al bloque de la enseñanza básica general, porque a este rubro pertenecen todos aquellos conocimientos denominados como cultura general y que se imparten por igual en todas las profesiones; es lo que todo profesionista a nivel licenciatura debe saber sin importar su orientación particular.

Dentro del grupo de conocimientos básicos profesionales se encuentran todas aquellas disciplinas que diferencian una profesión de otra. Aquí ubicamos los conocimientos que definen el perfil y las características del diseñador industrial; es decir, **que están los conocimientos forjadores del oficio de diseñador o creador de objetos de uso. Pero ¿qué necesitamos conocer para aprender a diseñar?**

Sabemos que para proyectar y realizar cualquier objeto de uso requerimos respondernos algunas preguntas elementales: qué necesidad vamos a satisfacer por medio de nuestro objeto; quién lo va a usar; cómo lo va a usar; cómo va a funcionar; de qué material será y cómo se va a producir. Y en cuanto damos respuesta a estas interrogantes iniciamos el proceso de diseño propiamente dicho, dando forma y cualidades estéticas al objeto; llegando así a la culminación y materialización del proyecto en cuestión.

Ahora, si conceptualizamos las preguntas originales veremos que para su respuesta requerimos de conocimientos tecnológicos, estéticos y ergonómicos; manifestándose este último punto con "¿quién lo va a usar?". En otras palabras, no hay objeto de diseño sin usuario porque finalmente a nadie le interesa diseñar para guardar en algún archivo su proyecto, sino que diseñamos para que las personas comprendan y utilicen nuestros objetos; y bajo esta premisa la ergonomía se convierte en asignatura creadora del oficio de diseñador. El estudiante tiene que aprender a pensar "ergonómicamente" y esto lo hace en la medida en que piensa en su futuro usuario. Por esto la ergonomía más que un conjunto de libros con datos algunas veces indescifrables, debe ser una actitud que caracterice al diseñador industrial y lo distinga de otros creadores de objetos como los artesanos y algunos ingenieros.

Al mismo tiempo, la ergonomía resulta tan particular y específica que también forma parte de los conocimientos propios de la enseñanza especializada; y el ejemplo más claro lo tenemos en el Posgrado en Diseño Industrial de la UNAM, donde a dicha asignatura se le considera como una especialidad dentro del gran abanico de posibilidades que es el diseño industrial. Y este mismo criterio podría utilizarse en la currícula de la licenciatura con el fin de que tanto las instituciones como los estudiantes capten su importancia y esto a su vez se aproveche para fomentar la preparación docente, la creación de laboratorios y la investigación.

Después de haber catalogado a la ergonomía como parte de la enseñanza básica profesional, podemos decir que sus objetivos generales dentro de la licenciatura en Diseño Industrial, son:

- Difundir su importancia como la disciplina responsable de exponer y definir la relación usuario-objeto-entorno.
- Al ser una disciplina teórico-práctica debe fomentar la realización de investigaciones bibliográficas, de campo y experimentales con el fin de crear datos con aplicación real en los proyectos de diseño industrial. Por lo tanto, los datos ergonómicos que no tengan aplicación en los proyectos de diseño no tendrán validez para la materia ni para el alumno.
- Promover la sistematización de la materia para que los temas tratados tengan aplicación y seguimiento en las clases de diseño, buscando que los conceptos sean iguales para manejar un mismo lenguaje técnico; garantizando así que la ergonomía verdaderamente sea un conocimiento forjador del oficio, actitud y personalidad del diseñador industrial.

De estos objetivos generales extrajimos cuatro objetivos particulares, que son los que nos dan las pautas para la creación de los programas escolares; además, los capítulos

en que está dividido este trabajo tratan los temas correspondientes a cada objetivo particular:

◆ **Primer objetivo particular: Programa Ergonomía I (ver Anexo F):**

Que el alumno conozca las generalidades de la ergonomía y comprenda y valore su utilidad para el diseño industrial (capítulos II, III, IV).

◆ **Segundo objetivo particular: Programa Ergonomía II (ver Anexo G):**

Que el alumno identifique al ser humano como futuro usuario de sus diseños; y lo estudie y conozca por medio de investigaciones bibliográficas, de campo y experimentales, dirigiéndolas desde la perspectiva de los cuatro Factores Humanos: Factor Anatomofisiológico (cap. V), Factor Antropométrico (cap. VI), Factor Psicológico (cap. VII) y Factor Sociocultural (cap. VIII).

◆ **Tercer objetivo particular: Programa Ergonomía III (ver Anexo H):**

Que el alumno conozca y evalúe las características del entorno donde se presenta la relación ergonómica (cap. IX).

Que el alumno conozca y evalúe las características de los objetos de uso (cap. X).

◆ **Cuarto objetivo particular: Programa Ergonomía IV (ver Anexo I):**

Que el alumno realice y demuestre la optimización ergonómica de la relación usuario-objeto-entorno en sus proyectos de diseño industrial.

b. La ubicación de la asignatura dentro de la currícula general

Ya definidos los contenidos de los cuatro programas, haremos una propuesta de ubicación de la materia dentro de la currícula general, teniendo como base el criterio propio de cada institución. Es decir, que no diremos que la clase deba impartirse en tal o cual grado, porque como vimos (Anexo A) las escuelas tienen diferentes duraciones, tipos de niveles (trimestres, cuatrimestres, etc.) y orientaciones o tendencias. Por lo tanto, nuestras recomendaciones son:

◊ El criterio para la ubicación de la materia dentro de la carrera, debe tener como base la misma visión con que se estructura y presenta la clase o taller de diseño; para que ambas áreas caminen a la par y no como disciplinas antagónicas donde el profesor de diseño no tiene referencias ni bases para exigir ni evaluar el capítulo de ergonomía en sus proyectos, y por su parte el profesor de ergonomía nunca sabe que tema u objeto se está proyectando en la clase correspondiente.

◊ Cada institución puede hacer su propia evaluación e iniciar la impartición de la asignatura al mismo tiempo en que en la clase o taller de diseño se empiezan a manejar los conceptos correspondientes al usuario y al uso de los objetos. Afortunadamente, estos se presentan casi siempre al inicio de la carrera, cosa que permite exponer las generalidades de la ergonomía junto con los conceptos básicos de diseño.

◊ Para facilitar la sistematización de la materia y fomentar la investigación, se recomienda que los temas de diseño en los grados subsecuentes den prioridad a los temas tratados en los programas de ergonomía y que se exija su aplicación.

◊ Las clases de ergonomía deben ser seriadas.

◊ Los programas aquí presentados pueden compactarse, ya que eso depende de las hora/semana/clase que cada escuela pueda dedicarle a la materia. Pero enfáticamente recomendamos que nunca se compacte en un sólo grado, porque por querer abarcar todo el contenido no se ve absolutamente nada.

◊ Las clases de ergonomía deben ser obligatorias en los grados que cada escuela las ubique; y no ser de carácter optativo porque así se perdería la correlación con las clases de diseño.

◊ La clase de ergonomía nunca debe presentarse al finalizar la carrera porque se corren los mismos riesgos que ya hemos expuesto.

1.4 Anexos

A continuación presentamos los anexos con la información correspondiente a los de los puntos tratados anteriormente.

Anexo A. Ubicación de la asignatura de Ergonomía dentro de la currícula general de la carrera de Diseño Industrial.

Anexo B. Temas tratados en la clase de Ergonomía.

Anexo C. Estadística de los temas de Ergonomía estudiados en las escuelas de Diseño Industrial encuestadas.

Anexo D. Textos más utilizados en las escuelas de Diseño Industrial encuestadas.

Anexo E. Estadística de los textos de Ergonomía más utilizados en las escuelas de Diseño Industrial encuestadas.

Anexo F. Programa propuesto para la clase de Ergonomía I.

Anexo G. Programa propuesto para la clase de Ergonomía II.

Anexo H. Programa propuesto para la clase de Ergonomía III.

Anexo I. Programa propuesto para la clase de Ergonomía IV.

Anexo J. Bibliografía localizada.

Anexo K. Temas tratados en la bibliografía localizada.

Anexo L. Estadística de los temas tratados en la bibliografía localizada.

Anexo A. Ubicación de la asignatura de Ergonomía dentro de la curricula general de la carrera de Diseño Industrial.

	NIVEL	ESCUELA	GRADO
	u.am. - arcopatzaco		
	u.am. - xochimilco		
	u. tec. de sio. domingo		
	celtis. # 2		
	edlinba.		
	enepi. - aragón		
	idil. - ecuador		
	u. de guadalajara		
	u.nam		
	u.nam		
	u. r. tandívar - guatemala		
	u. iberoamericana		
	u. de colima		
	l. sup. d. i. - cuba		
	u.aem. - toluca		
	u.jt. lozano - colombia		
	u. politécnica - nicaragua		
	u. nal. de cuyo - argentina		



Trimestres



Semestres



Años



Grados en que se imparte la materia

Anexo B. Temas tratados en la clase de Ergonomía.

NUMERO	TEMAS
1	Anatomía
2	Antropometría
3	Biomecánica
4	Controles e Indicadores
5	Espacio de Trabajo
6	Fisiología
7	Higiene y Seguridad
8	Historia de la Ergonomía
9	Medio Ambiente
10	Percepción y Sensación
11	Psicología
12	Relación Ergonomía - Diseño Industrial
13	Relación Objeto - Usuario
14	Riesgos de Trabajo
15	Sistema Hombre - Máquina
16	Sociología
17	Somatotipología
	El profesor no especificó los temas

Anexo C. Estadística de los temas de Ergonomía estudiados
en las escuelas de Diseño Industrial encuestadas.

	TEMAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
ESCUELA																			
c.e.t.i.s. # 2																			
e.n.e.p. - aragón																			
e.d.i.n.b.a.																			
u.a.m. - azcapotzalco																			
u.a.m. - xochimilco																			
universidad de guadalajara																			
universidad de colima																			
u. iberoamericana																			
u. del nuevo mundo																			
u. nacional autónoma de méxico																			
u. a. estado de méxico - tolúca																			
u. rafael landivar - guatemala																			
u. politécnica - nicaragua																			
u. j. tadeo lozano - colombia																			
u. nacional de cuyo - argentina																			
i.d.i. - ecuador																			
i. tecnológico de sto. domingo																			
i. sup. de diseño ind. - cuba																			
coruniversitec - colombia																			

Anexo D. Textos más utilizados en las escuelas de Diseño Industrial encuestadas.

N°	TITULO	AUTOR
1	Human Factors in Product Design	Cushman y Rosenberg
2	Anatomía, Fisiología e Higiene	Rodríguez Pinto
3	Antropometría para Diseñadores	John Croney
4	Applied Ergonomics (publicación)	Surrey Butterworth Scientific
5	Con la Vara que Midas...	Gabriel Gómez Azpeitia
6	Ergonomía	Ernest McCormick
7	Ergonomía en Acción	David Osborne
8	Ergonómica (publicación)	Asociación Mexicana de Ergonomía
9	Fitting the Task to the Man	Etienne Grandjean
10	Fundamentos de Ergonomía	Zinchenko y Munipov
11	Human Factors Engineering	Sanders y McCormick
12	Humanscale	Henry Dreyfuss
13	La Biología del Trabajo	Otto Edholm
14	Las Dimensiones Humanas en los Espacios Interiores	Panero y Zelnik
15	El Arte de Proyectar en Arquitectura	Ernest Neufert
16	Manual de Antropología Física	Juan Comas
17	Sensación y Percepción Visual	Cohen y Jozet
	Antología propia del profesor	U.A.M. - Azc.

Anexo E. Estadística de los textos de Ergonomía más utilizados en las escuelas de Diseño Industrial encuestadas.

TEXTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ESCUELA																	
c.e.t.i.s. # 2																	
e.n.e.p. - aragón																	
e.d.i.n.b.a.																	
u.a.m. - azcapotzalco																	
u.a.m. - xochimilco																	
universidad de guadalajara																	
universidad de colima																	
u. iberoamericana																	
u. del nuevo mundo																	
u. nacional autónoma de méxico																	
u. a. estado de méxico - tolúca																	
u. rafael landivar - guatemala																	
u. politécnica - nicaragua																	
u. j. tadeo lozano - colombia																	
u. nacional de cuyo - argentina																	
i.d.i. - ecuador																	
i. tecnológico de sto. domingo																	
i. sup. de diseño ind. - cuba																	
coruniversitec - colombia																	

Anexo F. Programa propuesto para las clase de Ergonomía.

PROGRAMA PARA ERGONOMIA I	
TEMA	SUBTEMA
Presentación.	-Presentación del profesor y de cada uno de los alumnos. - Presentación del curso (programa y objetivos)
I. Introducción.	1.1. Definiciones de Diseño Industrial. 1.2. Delimitación del quehacer del diseñador. 1.3. El diseñador como creador de objetos de uso. 1.4. Importancia del ser humano como creador de necesidades (problemas de diseño) y como usuario de satisfactores (objetos de diseño industrial).
II. Definiciones de Ergonomía.	2.1. Investigación bibliográfica para recopilar las definiciones de Ergonomía más reconocidas. 2.2. Análisis de las definiciones clásicas. 2.3. Análisis de la terminología empleada en las definiciones. 2.4. Creación por parte del grupo de una definición de Ergonomía para Diseño Industrial.
• Primera evaluación	- Criterios y definiciones de Ergonomía.
III. Desarrollo histórico de la Ergonomía.	3.1. La aplicación cotidiana de la Ergonomía en los objetos de uso desde la aparición del homo-faber hasta la Revolución Industrial. - Trabajo de investigación bibliográfica y exposición en clase por parte de los alumnos, analizando algún objeto de uso durante este periodo histórico haciendo énfasis en la Ergonomía (uso del objeto). 3.2. La aplicación cotidiana de la Ergonomía en los objetos de uso desde la Revolución Industrial hasta 1949. - Trabajo de investigación bibliográfica y exposición en clase por parte de los alumnos, analizando algún objeto de uso durante este periodo histórico haciendo énfasis en la Ergonomía (uso del objeto). 3.3. La aplicación cotidiana de la Ergonomía en los objetos de uso desde 1949 hasta nuestros días. - Trabajo de investigación bibliográfica y exposición en clase por parte de los alumnos, analizando algún objeto de uso durante este periodo histórico haciendo énfasis en la Ergonomía (uso del objeto).

	3.4. Incursión de la Ergonomía en el Diseño Industrial. - Ejemplos de los conceptos de Ergonomía en las principales Escuelas de Diseño Industrial (Staatliche Bauhaus; Hochschule für Gestaltung de Ulm; y principales escuelas de América Latina).
• Segunda evaluación	- Los conceptos de Ergonomía y su aplicación a lo largo de la historia.
IV. Ergonomía y Diseño Industrial.	4.1. La utilidad de la Ergonomía para el Diseño Industrial. 4.2. La aplicación de la Ergonomía en los proyectos de Diseño Industrial (ejemplos).
V. La Ergonomía como actividad multi e interdisciplinaria.	5.1. La Ergonomía y ciencias que la conforman. 5.2. La Ergonomía y su aplicación en otras profesiones. 5.3. La Ergonomía y sus divisiones.
VI. La Ergonomía y sus divisiones.	6.1. El sistema Usuario - Objeto - Entorno. 6.2. Factores Humanos. 6.3. Factores Ambientales. 6.4. Factores Objetuales. 6.2. Factores Humanos. 6.2.1. Factor Anatomofisiológico. 6.2.2. Factor Antropométrico. 6.2.3. Factor Psicológico. 6.2.4. Factor Sociocultural. 6.3. Factores Ambientales. 6.3.1. Temperatura, ventilación y humedad. 6.3.2. Iluminación y color. 6.3.3. Sonido, ruido y vibración. 6.3.4. Contaminación. 6.4. Factores Objetuales. 6.4.1. Exposición de las características formales de los objetos que tienen relación directa con la Ergonomía: peso, volumen, forma, textura, color, etc.
• Tercera evaluación	- Factores humanos, ambientales y objetuales reflejados en objetos de diseño industrial.

Anexo G. Programa propuesto para la clase de Ergonomía.

PROGRAMA PARA ERGONOMIA II	
TEMA	SUBTEMA
Presentación.	<ul style="list-style-type: none"> - Presentación del profesor y de cada uno de los alumnos. - Presentación del curso (programa y objetivos).
I. Introducción.	<ul style="list-style-type: none"> 1. Recordatorio del curso anterior. 1.1. Factores Humanos. 1.2. Factores Ambientales. 1.3. Factores Objetuales.
II. Factor Anatomofisiológico.	<ul style="list-style-type: none"> 2.1 Definición. 2.2. Estructura corporal. 2.3. Sistemas y órganos. 2.4. Fisiología y anatomía de todos los sistemas corporales. - Investigación bibliográfica y exposición por parte de los alumnos. 2.4. Fisiología y anatomía de todos los sistemas corporales. - Investigación bibliográfica y exposición por parte de los alumnos.
• Primera evaluación	<ul style="list-style-type: none"> - Definir la importancia de los sistemas y órganos corporales para la Ergonomía y su aplicación en el Diseño Industrial. 2.5. Aparato locomotor. 2.6. Biomecánica. 2.7. Poblaciones especiales.
III. Factor Antropométrico.	<ul style="list-style-type: none"> 3.1. Definición. 3.2. Variabilidad humana. 3.3. Tipos de antropometría. 3.4. Técnica de antropometría estática. 3.5. Muestro antropométrico del grupo. 3.6. Tratamiento estadístico de los resultados del muestreo antropométrico. 3.7. Percentiles y recomendaciones.
• Segunda evaluación.	<ul style="list-style-type: none"> - Manejo de conceptos y criterios de la Antropometría.

<p>IV. Factor Psicológico.</p>	<p>4.1. Definición. 4.2. Sistema nervioso. 4.3. Organos sensoriales. 4.4. Definiciones de percepción y sensación.</p>
	<p>4.5. Sistema visual. 4.6. Sistema somestésico. 4.7. Sistema auditivo. 4.8. Sistema vestibular. 4.9. Sistema gustativo. 4.10. Sistema olfativo.</p>
<p>V. Factor Sociocultural.</p>	<p>5.1. Definición. 5.2. Cultura y sociedad. 5.3. Manifestaciones materiales.</p>
<p>• Tercera evaluación</p>	<p>5.4. Comportamiento social. 5.5. Investigación de campo sobre el comportamiento social al hacer uso de objetos y espacios. - Evaluación y crítica de algunos objetos de uso cotidiano para detectar aciertos y errores desde cualquiera de los Factores Humanos.</p>

Anexo H. Programa propuesto para la clase de Ergonomía.

<p>PROGRAMA PARA ERGONOMIA III</p>	
<p>TEMA</p>	<p>SUBTEMA</p>
<p>Presentación</p>	<p>- Presentación del profesor y de cada uno de los alumnos. - Presentación del curso (programa y objetivos).</p>
<p>I. Introducción</p>	<p>1.1 Recordatorio del curso anterior. 1.2. Factores Humanos.</p>
<p>II. Factores Ambientales.</p>	<p>2.1. Definición. 2.2. Generalidades. 2.3. Medio Ambiente Natural y Medio Ambiente Artificial. - Investigación de campo por parte de los alumnos para analizar los diferentes tipos de espacios en que habitamos.</p>

• **Primera evaluación.**

III. Factores Objetuales.

• **Segunda evaluación.**

2.4. Temperatura.

2.5. Humedad.

2.6. Ventilación.

- Los alumnos expondrán los datos más relevantes de cada uno de los factores anteriores.

2.7. Iluminación.

2.8. Color.

- Los alumnos expondrán los datos más relevantes de cada uno de los factores anteriores.

2.9. Sonido y ruido.

2.10. Vibración.

2.11. Contaminación.

- Los alumnos expondrán los datos más relevantes de cada uno de los factores anteriores.

2.12. Método de evaluación ergonómica del entorno.

- Con ejemplos los alumnos definirán los Factores Ambientales que tienen mayor relación con algunos objetos de diseño industrial y espacios donde se presenta la relación ergonómica.

3.1. Definición.

3.2. Exposición de las propiedades cualitativas y cuantitativas de los objetos de diseño industrial.

- Con ejemplos los alumnos definirán las propiedades de los objetos.

3.3. Métodos de evaluación ergonómica para productos ya existentes.

- Con ejemplos los alumnos podrán realizar una crítica y evaluación ergonómica de productos ya existentes

- A manera de proyecto de diseño los alumnos realizarán la evaluación ergonómica del entorno y de los objetos y deberán de proponer soluciones de diseño.

Anexo I. Programa propuesto para la clase de Ergonomía.

PROGRAMA PARA ERGONOMIA IV	
TEMA	SUBTEMA
Presentación	<ul style="list-style-type: none"> - Presentación del profesor y de cada uno de los alumnos. - Presentación del curso (programa y objetivos).
I. Introducción	1.1. Recordatorio del curso anterior.
II. Proceso metodológico de la Ergonomía dentro de un proceso de Diseño Industrial.	2.1. Generalidades. 2.2. Propuesta de un proceso metodológico para Diseño Industrial. 2.3. Análisis y correlación entre el método propuesto y el propio de la institución.
• Primera evaluación.	<ul style="list-style-type: none"> - Cada alumno elegirá un problema de Diseño Industrial para desarrollarlo como proyecto durante el resto del curso.
	2.4. Definición de cada etapa del proceso metodológico.
	2.5. Etapa de Estructuración.
	- A partir de este punto se trabajará coordinadamente sobre el proyecto elegido por cada alumno.
	2.6. Análisis del desarrollo histórico del objeto elegido con énfasis en el factor ergonómico (uso del objeto).
	2.7. Etapa de Investigación.
	2.7.1. Análisis Ergonómico.
	2.7.1. Análisis Ergonómico.
	2.7.1.1. Perfil del usuario.
	2.7.1.2. Secuencia de uso.
	2.7.1.3. Análisis de los Factores Humanos.
	2.7.1.3.1. Factor Anatomofisiológico.
	2.7.1.3.2. Factor Antropométrico.
	2.7.1.3.3. Factor Psicológico.
	2.7.1.3.4. Factor Sociocultural.
	2.7.1.4. Análisis de los Factores Ambientales involucrados en el proyecto.

- | | |
|-----------------------|--|
| • Segunda evaluación. | 2.7.1.5. Análisis de los Factores Objetuales propios del proyecto.
2.8. Etapa de Requerimientos.
2.9. Etapa Creativa.
2.10. Simulación ergonomica.
- Presentación personal de cada proyecto. |
|-----------------------|--|

Anexo J. Bibliografía localizada.

1. APPLIED ERGONOMICS HANDBOOK.

Galer, Ian.

Betterworth, Gran Bretaña, 1987

T 59.7 / A 66

2. ERGONOMIA, DISEÑO DEL ENTORNO LABORAL.

Pereda Marín, Santiago

Ed. Eudema, España, 1993

T 59.77 / P 47

3. INGENIERIA HOMBRE - MAQUINA

Chapanis, Alphonse

Ed. C.E.C.S.A., México, 1977

TA 166 / C 29

4. ERGONOMICS FOR BEGINNERS. A QUICK REFERENCE GUIDE.

Diel, J.; Weerdmester, B.A.

Taylor & Francis, Gran Bretaña, 1993

TA 166 / D 85

5. LA BIOLOGIA DEL TRABAJO

Edholm, Otto

Ed. Guadarrama, Madrid, 1967

TA 166 / E

6. ERGONOMICS. MAN IN HIS WORKING ENVIRONMENTAL.

Murrell, K. F. Hywel

Ed. Chapman and Hall, Londres, 1965

TA 166 / M 8

7. INTRODUCCION A LA ERGONOMIA. LOS SISTEMAS HOMBRES · MAQUINAS.

Montmollin, Maurice de

Ed. Aguilar, España, 1971

TA 166 / M 65

8. FITTING THE TASK TO THE MAN. AN ERGONOMIC APPROACH.

Grandjean, Etienne

Ed. Taylor & Francis, Londres, 1986

QP 309 / G 7313

9. HUMAN FACTOR ENGINEERING

Adams, Jack A.

Ed. Macmillan Publishing Company, Nueva York, 1989

TA 166 / A 33

10. ERGONOMIA

Mc Cormick, Ernest J.

Ed. Gustavo Gili, Barcelona, 1976

TA 166 / M 32

11. ERGONOMICS. HOW TO DESIGN FOR EASE & EFFICIENCY.

Kroemer, Karl; Kroemer, Henrike; Kroemer-Elbert, Katrin

Ed. Prentice Hall, Nueva Jersey, 1994

TA 166 / K 76

12. ERGONOMIA EN ACCION

Osborne, David

Ed. Trillas, México, 1987

TA 166 / O 3618

13. ERGONOMIA Y PRODUCTIVIDAD

Ramírez Cavassa, César

Ed. Noriega, México, 1991

TA 166 / R 35

14. HUMAN FACTORS IN ENGINEERING AND DESIGN

Sanders, Mark S. ; Mc Cormick, Ernest J.

Mc Graw - Hill, U.S.A., 1993

TA 166 / S 35

15. WORKBOOK FOR HUMAN FACTORS IN ENGINEERING AND DESIGN

Sanders, Mark S. ; Mc Cormick, Ernest J.

Ed. Kendall / Hunt, Iowa, 1993

TA 166 / S 359

16. FUNDAMENTOS DE ERGONOMIA

Zinchenko, V. y Munipov, V.

Ed. Progreso, Moscú, 1985

TA 166 / Z 5518

17. LA ADAPTACION DE LA MAQUINA AL HOMBRE

Faverge, J.M. ; Leplat, J.; Guiguet, B.

Ed. Kapelus, Buenos Aires, 1961

BF 481 / F 34

18. ERGONOMIA Y CONDICIONES DE TRABAJO.

Wisner, Alain

Ed. Humanitas, Buenos Aires, 1988

TA 166 / W 5718

19. HUMAN FACTORS DESIGN HANDBOOK

Woodson, Wesley E.; Tillman, Barry y Tillman, Peggy

Ed. McGraw-Hill, E.U.A., 1992

TA 166 / W 65

20. ERGONOMICS. Making products and places fit people.

Gay, Kathlyn

Ed. Enslow Publishers, E.U.A. y Reino Unido, 1986

TA 166 / G 39

21. NEW HORIZONS FOR HUMAN FACTORS IN DESIGN

Huchingson, R. Dale

Ed. Mc Graw- Hill Publishing Company, E.U.A., 1981

TA 166 / H 83

22. FACTORES HUMANOS EN LA TECNOLOGIA MODERNA

Bennett, Edward; Degan, James y Spiegel, Joseph

Ed. Continental, México, 1965

TA 166 / B 45

23. HANDBOOK OF HUMAN FACTORS

Salvendy, Gavriel

Ed. John Wiley & Sons, E.U.A., 1987

TA 166 / H 35

24. ERGONOMICS OF THE HOME

Grandjean, Etienne

Taylor & Francis, Londres, 1973

NA 7125 / G 7213

25. TRENDS IN ERGONOMICS / HUMAN FACTORS I

Mital, Anil

Elsevier (North-Holland), Países Bajos, 1984

TA 166 / T 743

26. TRENDS IN ERGONOMICS / HUMAN FACTORS II

Eberts, Ray E. y Eberts, Cindelyn G.

Elsevier (North-Holland), Países Bajos, 1985

TA 166 / T 743

27. TRENDS IN ERGONOMICS / HUMAN FACTORS III

Karwowski, Waldemar

Elsevier (North-Holland), Países Bajos, 1986

TA 166 / T 743

28. TRENDS IN ERGONOMICS / HUMAN FACTORS IV

Asfour, Shihab S.

Elsevier (North-Holland), Países Bajos, 1987

TA 166 / T 743

29. TRENDS IN ERGONOMICS / HUMAN FACTORS V

Aghazadeh, Fereydoun

Elsevier (North-Holland), Países Bajos, 1988

TA 166 / T 743

30. ERGONOMIA APLICADA

Warr, Peter

Ed. Trillas, México, 1993

BF 481 / W 3718

Anexo K. Temas tratados en la bibliografía localizada.

No.	TEMAS	No.	TEMAS
1	Generalidades	2	Historia
3	Panorama nacional	4	Panorama internacional
5	Modelos ergonómicos	6	Métodos ergonómicos
7	Sistema Hombre - Máquina	8	Diseño y evaluación de sistemas
9	Prod. de consumo y consumidores	10	Técnicas del producto y evaluación
11	Maquinaria	12	Tableros, controles e indicadores
13	Computadora	14	Sistemas robotizados
15	Diseños manipulables	16	Herramientas manuales
17	Asientos	18	Automóvil
19	Diseño de ropa y vestimenta	20	Transporte
21	Gráficos y símbolos	22	Industria
23	Edificios	24	Oficinas
25	Investigaciones espaciales	26	Carretera
27	Mobiliario	28	El cuerpo humano
29	Biomecánica	30	Ritmos corporales
31	Control manual	32	Manejo de cargas
33	Sistema nervioso	34	Posturas y movimientos
35	Desordenes por trauma acumulado	36	Salud
37	Edad	38	Tensión, fatiga y aburrimiento
39	Efectos del alcohol	40	Poblaciones especiales
41	Interacción cuerpo-medio ambiente	42	Medio ambiente
43	Factores ambientales	44	Ambientes atípicos
45	Puestos y estaciones de trabajo	46	Riesgos de trabajo y accidentes
47	Psicopatologías del trabajo	48	Capacidad y desempeño humano
49	Errores humanos	50	Sistemas y organización del trab.
51	Tareas y trabajos	52	Simplificación y medición del trabajo

53	Horarios y turnos de trab.	54	Trabajos específicos
55	Eficiencia del trabajo	56	Carga de trabajo
57	Hábitos	58	Psicofisiología
59	Ergonomía cognitiva	60	Mente y procesos cognitivos
61	Organos sensoriales	62	Percepción
63	Aprendizaje y adaptación a las respuestas	64	Información y procesos de operación
65	Información visual	66	Información verbal
67	Aspectos interpersonales	68	Selección de personal
69	Entrenamiento y capacitación	70	Supervisión y mantenimiento
71	Seguridad y control de daños	72	Productividad y calidad
73	Mecanización	74	Diseño organizacional
75	Factores humanos	76	Ingeniería humana
77	Antropometría	78	Antropotecnología

CLAVES DEL ANEXO L

Textos de Ergonomía localizados

Temas

Temas tratados en los diferentes textos

Anexo L. Estadística de los temas tratados en la bibliografía localizada.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1																														
2																														
3																														
4																														
5																														
6																														
7																														
8																														
9																														
10																														
11																														
12																														
13																														
14																														
15																														
16																														
17																														
18																														
19																														
20																														
21																														
22																														
23																														
24																														
25																														
26																														
27																														
28																														
29																														
30																														

BIBLIOGRAFIA

Encuestas:

Argentina:

- * Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza: D.I. Luis Alberto Saralé.
- * Universidad Nacional de Rosario: Arq. Enzo Grivarello.

Colombia:

- * Coruniversitec: D.I. Giovanni Ferroni.
- * Universidad Jorge Tadeo Lozano: Ing. Alberto Cruz.

Costa Rica:

- * D.G. Luis Fernando Quirós.

Cuba:

- * Instituto Superior de Diseño Industrial: M.D.I. Milvia Pérez Pérez.

Ecuador:

- * Instituto Superior de Diseño, IDI de Guayaquil: Arq. Guillermo Buendía M. y D.I. Lotty Palacios Wanke.

Guatemala:

- * Universidad Rafael Landívar: D.I. Magaly de Martell.

México:

- * Universidad de Colima: Ing.-Arq. Joel Cruz Galeana.
- * Universidad de Guadalajara: M.D.I. Enrique Herrera.
- * U. Autónoma del Estado de México - Toluca: D.I. Carlos Millán Malo.
- * Centro de Estudios Tecnológicos Industriales y de Servicios (C.E.T.I.S.) # 2 del D.F.: Lic. María Nohemi González Anaya.
- * Universidad Nacional Autónoma de México. C.I.D.I.: D.I. Raúl Torres Maya.
- * Universidad Nacional Autónoma de México. Posgrado en Diseño Industrial. Fac. de Arq. Prof. Horacio Durán Navarro.
- * E.N.E.P. - Aragón (Estado de México): D.I. María Fernanda Gutiérrez Torres.
- * Escuela de Diseño del Instituto Nacional de Bellas Artes (E.D.I.N.B.A.) del D.F.: D.I. Rafael G. Rivas D.

- * Universidad Autónoma Metropolitana - Azcapotzalco (D.F.): D.I. Carlos Raúl Cadena H.
- * Universidad Autónoma Metropolitana - Xochimilco (D.F.): Med. Enrique Bonilla R.
- * Universidad Iberoamericana (D.F.): D.I. Raúl Torres Maya.
- * Universidad del Nuevo Mundo (Edo. de México): Dr. Mario A. Stoute H.

Nicaragua:

- * Universidad Politécnica de Nicaragua de Managua: D.I. Eduardo F. Vanegas Valle.

República Dominicana:

- * Instituto Tecnológico de Santo Domingo: M.D.I. Nyleneis Nina Martínez.

Publicaciones:

- * Lewovicki, Tadeusz. *Problemas de la selección del contenido de la enseñanza en el sistema de enseñanza superior.*

Publicación: Educación Superior Contemporánea. 1 (41), Cuba, 1983.

II. Definiciones de Ergonomía

2.1 Definiciones de Ergonomía Reconocidas

Definir en pocas palabras lo que cualquier actividad humana es, no es tarea fácil; menos cuando ésta es una disciplina científica en constante movimiento, renovación e innovación de sus objetivos y alcances; de ahí que podamos encontrar tantas definiciones de ergonomía como autores e investigadores existen, y además cada una de ellas refleja el momento histórico en que fue sido gestada. Entre las definiciones de Ergonomía más importantes y representativas encontramos las siguientes:

- ◊ Definición etimológica del griego: "...ERGOS: trabajo y NOMOS: leyes naturales (Osborne, 1987)".
- ◊ K. F. Heywel Murrell: "La ergonomía se define como el estudio científico de las relaciones entre el hombre y su medio ambiente laboral... (Murrell, 1965: xiii)".
- ◊ Maurice de Montmollin: "...: tecnología de las comunicaciones y los sistemas hombres - máquinas (Montmollin, 1971: 3)".
- ◊ Ernest J. Mc Cormick: "El foco central de los factores humanos se refiere a la consideración de los seres humanos en el diseño de los objetos obra del hombre, de los medios de trabajo y de los entornos producidos por el mismo hombre que se vienen "usando" en las diferentes actividades vitales (Mc Cormick, 1976: 15)".
- ◊ Alphonse Chapanis: "La ingeniería de factores humanos, o ingeniería humana, está relacionada con la forma de diseñar máquinas, operaciones y medios de trabajo en tal forma que se tomen en cuenta las capacidades y limitaciones humanas (Chapanis, 1977: 18)".
- ◊ W.T. Singleton: "Una persona en acción es dominada por varias limitaciones internas y externas. Las limitaciones externas son originadas por la naturaleza de la tarea específica que se realice; las limitaciones internas son más generales, estas pueden ser estudiadas sistemáticamente y los resultados pueden ser aplicables a un gran rango de personas y situaciones. Estos estudios sobre las limitaciones generales en la actividad humana, son comúnmente llamados ergonomía (Singleton, 1982: IX)".
- ◊ V. Zinchenko y V.Munipov: "La ergonomía es una disciplina científica que estudia integralmente al hombre (grupo de hombre) en las condiciones concretas de su actividad relacionada con el empleo de máquinas (medios técnicos) ... (Zinchenko y Munipov, 1985: 8)".
- ◊ Etienne Grandjean: "La ergonomía es el estudio del comportamiento del hombre en relación con su trabajo. El objeto de esta investigación es el hombre en su trabajo en relación con un medio ambiente especial (Grandjean, 1986: ix)".

◊ David Osborne: "...la labor de la ergonomía es primero determinar las capacidades del operario y después intentar construir un sistema de trabajo en el que se basen estas capacidades. En este aspecto, se estima que la ergonomía es la ciencia que ajusta el ambiente al hombre... (Osborne, 1987: 24)".

◊ Stephen Pheasant: "Ergonomía es la aplicación de la información científica sobre el ser humano (y métodos científicos para adquirir dicha información) para los problemas de diseño (Pheasant, 1988: 30)".

◊ M. Sanders y E.J. Mc Cormick: "Los factores humanos se enfocan a los seres humanos y su interacción con los productos, equipos, instalaciones, procedimientos y ambientes usados durante el trabajo y la vida cotidiana. El énfasis son los seres humanos (en oposición a la ingeniería, donde el énfasis es para las consideraciones estrictamente técnicas) y cómo el diseño de los objetos influye en las personas. Entonces los factores humanos buscan cambiar los objetos que la gente usa y los espacios en donde se encuentran, de acuerdo a las capacidades, limitaciones y necesidades de la población (Sanders y Mc Cormick, 1993: 4)".

◊ K.Kroemer, H. Kroemer y K. Kroemer-Elbert : "... definimos la ergonomía ... como la disciplina que estudia las características humanas para el diseño apropiado del medio ambiente cotidiano y laboral ... (Kroemer, Kroemer y Kroemer, 1994: 2)".

Para el análisis de estas definiciones nos tenemos que remontar a los orígenes de la ergonomía, en donde hay una relación directa con la ingeniería de factores humanos (*Human Factors Engineering*) y se manifiesta una clara tendencia del panorama laboral e industrial. Además es conveniente anotar que "... factores humanos es el término usado en los E.U.A. y otros países. El término ergonomía, también usado en los E.U.A. es más generalizado en Europa y el resto del mundo ... los términos son sinónimos ... (Sanders y Mc Cormick, 1993: 4)". En todas las definiciones encontramos términos similares que erróneamente podemos usar como sinónimos; pero en realidad plantean básicamente dos visiones y campos de estudio definidos: Ergonomía para Diseño Industrial o de Producto de Consumo y Ergonomía Industrial. Estos términos son:

- ◊ Hombre, ser humano, persona, sujeto, operario.
- ◊ Trabajo, sistema de trabajo, actividad, ocupación, producción.
- ◊ Medio laboral, ambiente, entorno.
- ◊ Ajuste recíproco, interacción, relación, comunicación.
- ◊ Máquina, medios técnicos, equipamiento, objeto.
- ◊ Leyes naturales, estudio, ciencia, disciplina, tecnología.

2.2 Análisis de la Terminología

Para diferenciar los dos campos de estudio anteriormente expuestos, analizaremos de manera particular cada término:

a. Hombre

Con este término no nos referimos a una persona del sexo masculino, sino a todo el género humano; el cual posee varios atributos que lo hacen único:

- ◊ Es un ser vivo y orgánico que tiene características físicas, biológicas y químicas que lo hacen inigualable y capaz de ser y estar.
- ◊ Como característica especial cuenta con el raciocinio, que le permite tener la capacidad de pensar, reflexionar y crear por medio de todas sus funciones mentales y cerebrales.
- ◊ También cuenta con el espíritu, atributo difícil de definir y ubicar pero indudablemente real. Diríamos que es el que nos hace ser sensibles y emotivos, y nos diferencia aún más entre nosotros mismos.
- ◊ Finalmente el hombre posee la característica de ser un ente grupal que forma sociedades y éstas, como resultado de su trabajo conjunto son creadoras de la cultura. En otras palabras, el hombre es un ser sociocultural.

Ahora, dependiendo de la actividad que el hombre realice lo podemos definir bajo otros términos:

- ◊ Las palabras persona y sujeto son muy generales, además no ofrecen mayor información para el área que nos interesa.
- ◊ En la época actual resulta muy común el uso de término consumidor. Sin embargo éste presenta dos variantes: la primera está relacionada con el verbo "consumir", es decir, extinguir, digerir, acabar, etc. Y la segunda opción se ubica en el plano meramente económico y mercantilista; ya que se nombra "consumidor" a toda persona que tiene poder adquisitivo y compra satisfactorios independientemente de su utilidad. Por esto, es fácil deducir que este término es poco aplicable para nuestros fines.
- ◊ Operario y operador, son términos muy utilizados en la ergonomía industrial para designar al ser humano cuando maneja y controla algún equipo, aparato, máquina o estación de trabajo; y que se generaliza también llamándolos obreros o trabajadores.
- ◊ Desde la perspectiva del diseño industrial, el término más utilizado es el que denomina al hombre como usuario. En esta categoría se ubica a toda persona que "usa o utiliza" cualquier objeto de uso, pudiendo ser estos desde una maquinaria hasta un lapicero o una aguja. El término "usuario" se diferencia del término "consumidor" porque no necesariamente el usuario es quien compra y no todos los objetos de uso se "consumen".

Concluimos que para nuestro objetivo el término USUARIO es el más adecuado para denominar al ser humano independientemente de la actividad que éste desempeñe. Además, es indispensable recalcar que el ser humano es la pieza más importante dentro de nuestro juego ergonómico; él es la fuente productora de necesidades que deben satisfacerse por medio de un objeto de diseño, y también es él quien lo acepta o rechaza de acuerdo a la utilidad que le brinda. En resumen, si no hay USUARIO, el diseño y la ergonomía no tienen razón de ser.

b. Trabajo

"El trabajo humano (ya sea un trabajo, jugar golf o a bridge) oscila en un amplio espectro que va de lo que es estrictamente mental, pasa por lo que es esencialmente psicomotriz y llega hasta lo que es predominantemente físico... (Mc Cormick, 1976: 149)". Estas líneas nos permiten ver que la palabra trabajo es compleja porque ella misma define desde una labor forzada físicamente hasta un simple juego mental. Sin embargo, en el lenguaje coloquial se refiere solamente a la labor que después de realizada reditúa o remunera económica, material o productivamente a quien lo realiza; por eso es el término más usado en la Ergonomía Industrial.

◊ El término "ocupación" es ambiguo porque en el lenguaje popular se usa para definir el tipo de actividad laboral o económico-productiva que se cada ser humano realiza y esto no nos aporta mayores detalles.

◊ Por su parte, el término actividad se refiere a toda acción o práctica que el hombre desempeña. Estas se pueden dividir en diferentes categorías dependiendo de los fines específicos que tenga cada una; de ahí que el trabajo sea sólo una de esas categorías. Por todo esto, para la Ergonomía del Diseño Industrial el término idóneo es ACTIVIDAD; porque los objetos de uso pueden satisfacer todos los niveles existentes dentro de cualquier actividad.

c. Medio Ambiente

Este se considera como el espacio físico que rodea a los seres vivos, con todos los fenómenos y condiciones propias de cada lugar.

◊ Mc Cormick define el entorno de la siguiente manera: "Los entornos físicos utilizados incluyen dos categorías generales. La primera está formada por el espacio físico y los medios de trabajo que la gente emplea, los cuales abarcan desde el entorno inmediato (tal como un local de trabajo, una tumbona o una mesa para escribir a máquina), pasando por el intermedio (como una casa, una oficina, una fábrica, una escuela o un estadio de fútbol), hasta el general (como un vecindario, una comunidad, una ciudad o un sistema de autopista). La segunda categoría está constituida por diferentes aspectos del entorno ambiental, tales como la iluminación, las condiciones atmosféricas (incluyendo la polución) y el ruido (Mc Cormick, 1976: 17)".

◊ Por dos razones fundamentales proponemos que el término más conveniente es el de **ENTORNO**. Primero por la acertada definición antes expuesta; y segundo, porque "entorno" engloba a todo lugar en que un ser humano pueda estar. En cambio, para la Ergonomía Industrial debemos particularizar al espacio llamándolo medio ambiente laboral.

d. Relación

También llamada interacción. Para que este fenómeno se presente se requiere de dos elementos: sujeto y objeto. En ergonomía para el diseño industrial el sujeto es el usuario y el objeto será cualquier producto utilizado por el primero. En cambio, para la ergonomía industrial, el sujeto es el operador o trabajador y el objeto podrá ser una herramienta o una estación de trabajo completa.

◊ Dentro de esta relación sujeto - objeto, básicamente se manifiesta la intervención física del ser humano por medio de factores anatomofisiológicos y antropométricos; y esta resulta tan evidente que en casi en la totalidad de los proyectos de diseño justamente se le da prioridad a los datos antropométricos.

◊ Otra parte fundamental de la relación es la comunicación, ya que el objeto emite informaciones por medio de indicadores que son captadas por los órganos receptores (sensoriales) del hombre y después de que éste codifica el mensaje emite su respuesta en forma de actitudes o movimientos mandándole a su vez al objeto algún mensaje que éste recibe en sus controles. Este ciclo se cierra y puede ser de corta o larga duración.

◊ Desgraciadamente la ergonomía poco ha estudiado sobre la relación que se basa fundamentalmente en la participación de los órganos sensoriales. Estos siempre en menor o mayor grado intervienen dependiendo de la complejidad de la actividad realizada; pudiendo ser desde una relación superficial utilizando sólo la observación y guiándose en el gusto personal, hasta actividades especializadas como el manejo y control de una industria computarizada en la que además de la aplicación de los cinco sentidos también intervienen factores fisiológicos, antropométricos y ambientales de manera directa.

◊ Por lo antes visto y por su sencillez y claridad, concluimos que el término **RELACION** es el ideal tanto para la ergonomía de diseño industrial como para la ergonomía industrial.

e. Máquina

La palabra "máquina" se utiliza en casi todas las definiciones analizadas anteriormente confiéndoles una tendencia eminentemente ingenieril. Pero para el diseño industrial esto resulta inadecuado, pues las máquinas son sólo uno de los tantos objetos de uso que pueden ser diseñados. Por lo tanto, retomaremos la definición que André Ricard expone en su libro "Diseño ¿Porqué?" para diferenciar los objetos entre sí:

◊ "Los objetos pueden subdividirse en dos ramas. Los objetos simples serían aquellos que, formados por uno o varios elementos y materiales, no contienen ningún dispositivo mecánico y actúan como un todo monolítico. Una forma idónea y un material son suficientes para que, manejados con destreza cumplan su propósito (Ricard, 1982: 50)". La relación usuario - objeto que se presenta aquí es 100% manual y directa, ya que es el hombre el que con su fuerza y destreza hace que el objeto funcione óptimamente (ver figura 1).

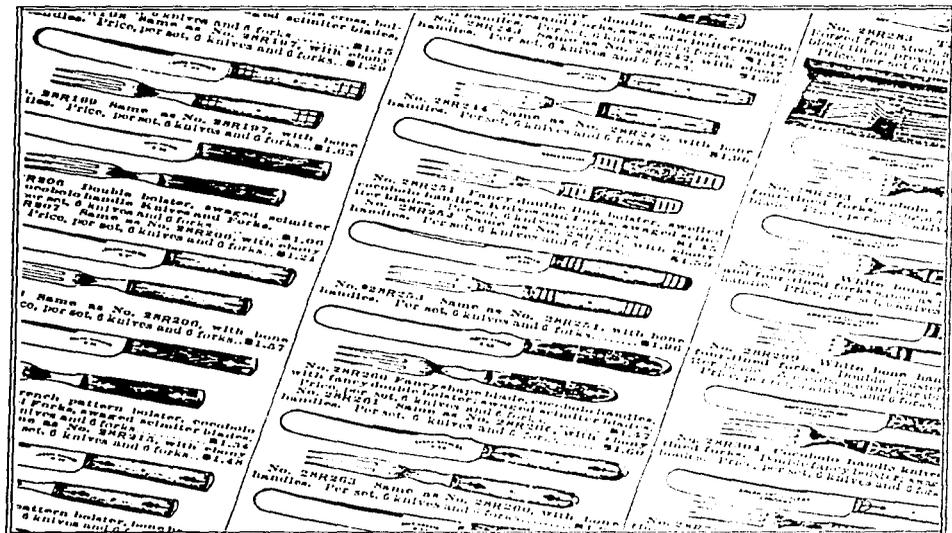


Figura 1. Objeto simple (Cubiertos, p.48?).

◊ "Los objetos articulados serían los estructurados como un conjunto de piezas con distintas formas y materiales que, en acción combinada, ejercen cierta función. Su articulación constituye un sencillo sistema con ciertas propiedades mecánicas primarias (Ricard, 1982: 51)". El hombre también es indispensable para imprimirle fuerza a éstas herramientas; y en estos objetos el movimiento humano debe corresponder y coordinarse perfectamente con los mecanismos del objeto para que la relación funcione (ver figura 2).

COLUMBIA GRAND.

APPLICATION OF NEW PRINCIPLE IN RECORD-PERFECTION ATTAINED AT LAST.

Itself in one week. The Graphophone has been developed step by step until today the Columbia Grand stands upon the pinnacle of perfection as loud, just as clear, just as sweet, just as true as any instrument ever heard. The Columbia Grand fills the largest auditorium or ball room with the audible presence of the singer and the orchestra.

FOR, the singer, the musician and the orchestra the Graphophone Grand, have by conception of its wonders, been made to reproduce the sound reproducing mechanism, on first hearing the original, in the real sound, resonant and clear.

It is the unique character and marvelous result, which can be produced, this machine and really the same machine, of the same sterling same wonderfully vibrant and clear tone, while the 5-inch cylinder records \$50.00

A HANDSOME OAK CABINET is provided to give the loudest and clearest producing ball.

Comparing or cleaning records, so that they are ready for use either in making new records or for use either in making new records or for use either in making new records.

It is furnished with heavy spring steel and has been paid to every detail and is the most perfect and perfect machine ever made.

EXHIBITION EVER FULFILLED. It has been demonstrated in New York, Washington and Chicago, in some of the most satisfactory results, even to the point of being heard as loudly and plainly as by the picture represents machine with small recording horn only.

NO GRAND IS WITHOUT A PEER.

IS THAT NO EN-TER-TAINMENT TO THE EQUAL OF THE

No. 21R180
Order
by Number.

For reproducing and concert work we recommend a larger horn. Actually accomplishes what has hitherto been deemed impossible.



Figura 4. Máquina pasiva (Grafofono, p. 159).

◊ Existe otra categoría de objetos que son los que nos permiten realizar cualquier actividad cotidiana usándolos para nuestro beneficio y comodidad. Estos son los llamados objetos de uso o utilitarios, que nos rodean por todas partes a lo largo de nuestra vida cotidiana; y son los que como diseñadores debemos de proyectar.

◊ Algunas disciplinas como las de mercadotecnia, definen a los objetos de uso como productos; sin embargo, aquí optamos por el primer término porque además de ser más utilizado para las definiciones del diseño industrial, producto se entiende como el resultado de cualquier otro proceso industrial. Y hablar de producto de consumo, tampoco es conveniente porque se puede prestar a confusiones derivadas del término consumo que ya vimos en el inciso que se refiere al "hombre".

◊ Así, para los fines de nuestro trabajo y disciplina de estudio elegimos el término de OBJETO.

f. Disciplina

¿Estudio, ciencia, disciplina o técnica?. Pretender ubicar a la ergonomía dentro de alguno de estos rangos no es sencillo; y no deja de ser un problema para los ergónomos que parecen no coincidir en sus puntos de vista. Para responder la pregunta inicial, exponemos varias acepciones de ciencia:

◊ " En sentido genérico, se puede denominar ciencia a cualquier parcela del conocimiento humano (Enciclopedia Hispánica, 1991-1992 : 100)"; así, desde este punto de vista la ergonomía es ciencia.

◊ "Más estrictamente, las ciencias se definen como aquellas ramas del saber que se centran en el estudio de cualquier tipo de fenómeno y en la deducción de los principios que lo rigen, según una metodología propia y adaptada a sus necesidades (*idem*)". Si aquí consideramos que la ergonomía tiene un campo de acción definido y que posee una metodología propia, también podemos afirmar que es una ciencia.

◊ Además de estas definiciones, conocemos la subdivisión que se hace de la ciencia en: ciencias puras y ciencias aplicadas. Estas últimas son "... y actividades tecnológicas que constituyen un núcleo aislado y que, según algunas clasificaciones, conforman el campo de las ciencias aplicadas, del que forman parte las distintas ingenierías, la arquitectura,...(Enciclopedia Hispánica, 1991-1992: 102)". Más específicamente la ergonomía quedaría en la subdivisión de CIENCIA aplicada.

2.3 Definición de Ergonomía para Diseño Industrial

Después de todo este análisis y en base a nuestros objetivos podemos definir la ergonomía para diseño industrial como:

LA CIENCIA QUE ESTUDIA LAS RELACIONES QUE SE ESTABLECEN RECÍPROCAMENTE ENTRE EL USUARIO Y LOS OBJETOS DE USO, AL DESEMPEÑAR O REALIZAR UNA ACTIVIDAD CUALQUIERA DENTRO DE UN ENTORNO DEFINIDO.

Aquí se propone el siguiente trinomio: USUARIO - OBJETO - ENTORNO ya que si faltara alguno de ellos, no habría relación y por consiguiente tampoco ergonomía.

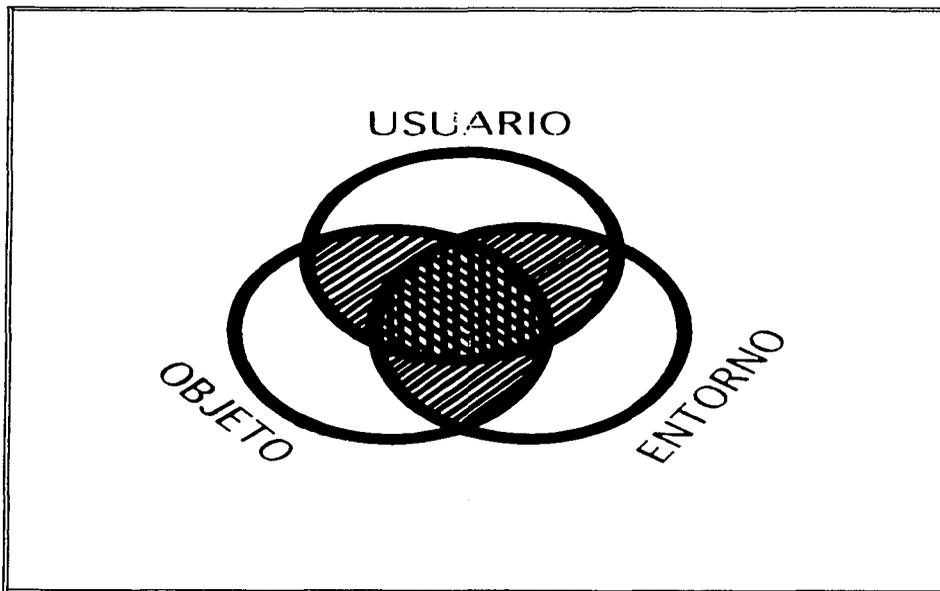


Figura 5. Sistema Usuario - Objeto - Entorno.

A modo de resumen, debemos enfatizar que estas relaciones se dan simple y sencillamente por medio del uso del objeto; así, partiendo de esta premisa podemos decir que ERGONOMIA equivale al USO que se hace de los objetos y los espacios por parte del hombre.

BIBLIOGRAFIA

- * Chapanis, Alphonse, *Ingeniería hombre - máquina*, Serie de Sociología Industrial, México, CECSA, 3a. Ed, 1977.
- * *Enciclopedia Hispánica*, Vol. 4
Enciclopædia Britannica Publishers, E.U.A. 1991-1992
- * Grandjean, E, *Fitting the task to the man. A. ergonomic approach*, Londres y Filadelfia, Taylor & Francis, 1986.
- * Kroemer, Karl; Kroemer, Henrike; Kroemer-Elbert, Katrin.
Ergonomics; how to design for ease & efficiency .
Nueva Jersey, Prentice Hall, 1994.
- * Mc Cormick, Ernest J., *Ergonomía*, Barcelona, Gustavo Gili, 1976.
- * Montmollin, Maurice de. *Introducción a la ergonomía. los sistemas hombres - máquinas*, España, Aguilar, 1971.
- * Murrell, K.F.H., *Ergonomics. Man in his work environment*, Londres, Chapman and Hall, 1965.
- * Osborne, David, *Ergonomía en acción*, México, Trillas, 1987.
- * Panero, J. y Zelnik, M., *Las dimensiones humanas en los espacios interiores*, Barcelona, Gustavo Gili, 1984.
- * Pheasant, Stephen, *Bodyspace; Anthropometry, Ergonomics and Design*, Gran Bretaña, Taylor & Francis, 1988.
- * Ricard , Andre, *Diseño ¿por qué?*, Barcelona, Gustavo Gili, 1982.
- * Sanders, Mark y Mc Cormick, Ernest J. *Human factors in Engineering & Design* , E.U.A., Mc Graw-Hill, 1993.
- * Singleton, W.T. *The body at work. Biological ergonomics* , Gran Bretaña, Cambridge University Press, 1982.
- * Zinchenko, V. y Munipov, V., *Fundamentos de ergonomía*, Moscú, Progreso, 1985.

Figuras:

- Figuras 1,2, 3 y 4: *The 1902 edition of the Sears Roebuck Catalogue*, Gramercy Books, Nueva York, 1993.

III. Desarrollo Histórico de la Ergonomía

3.1 Orígenes

Cuando el ser humano se percató de las capacidades, habilidades y limitaciones físicas que poseía y que lo diferenciaban del resto de los animales, modificó su destino. Empezó a apropiarse de elementos naturales para crear herramientas y objetos que le permitieron subsistir en un medio ambiente adverso y a la vez lo transformaron en *homo-faber*. Con el paso del tiempo, estos objetos se convirtieron (como lo dicen varios autores) en las primeras extensiones, prótesis o prolongaciones del cuerpo humano. Su función se relacionaba directamente con la necesidad que se tuviera que satisfacer y para la forma se consideraba la anatomía básica de algunos segmentos corporales y la forma de otros elementos de la naturaleza.

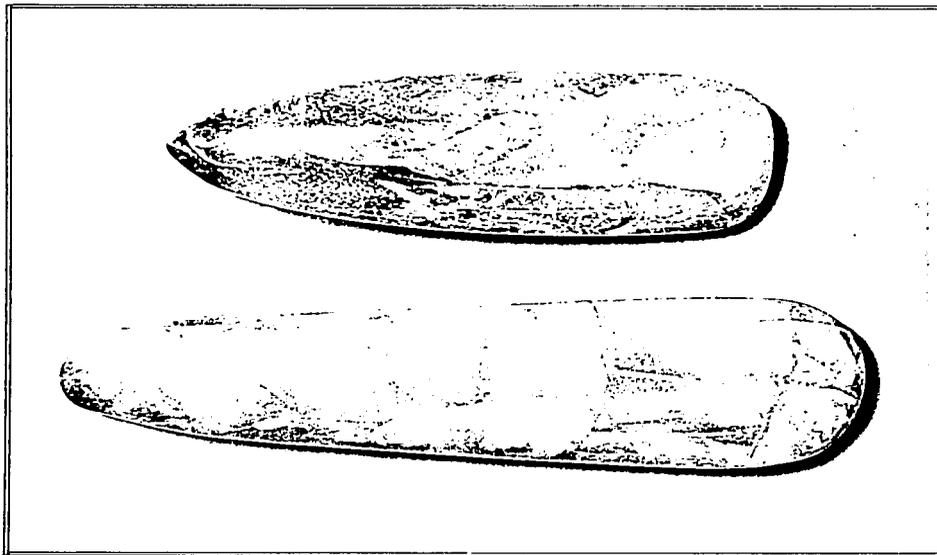


Figura 1. Primeros elementos naturales convertidos en objetos de uso (Machas de jade olmecas de Veracruz, p.59).

Esos primeros objetos utilitarios tuvieron la finalidad de permitirle al hombre la realización más eficiente, cómoda y práctica de algunas actividades hasta entonces imposibles, llegando a adaptar el medio ambiente a sus necesidades, y dando así origen a la división del entorno en medio ambiente natural y medio ambiente artificial; siendo éste último el tipo de espacio en el que la especie humana se ha desarrollado hasta nuestros días.

Podemos considerar que durante esta época nacieron el diseño y la ergonomía. La parte práctica se relacionaba con la creación de objetos que respondían y satisfacían necesidades reales; y la parte teórica se fue forjando por medio de un proceso meramente empírico, tan solo ayudado por el sentido común, intuición y experiencia de los creadores.

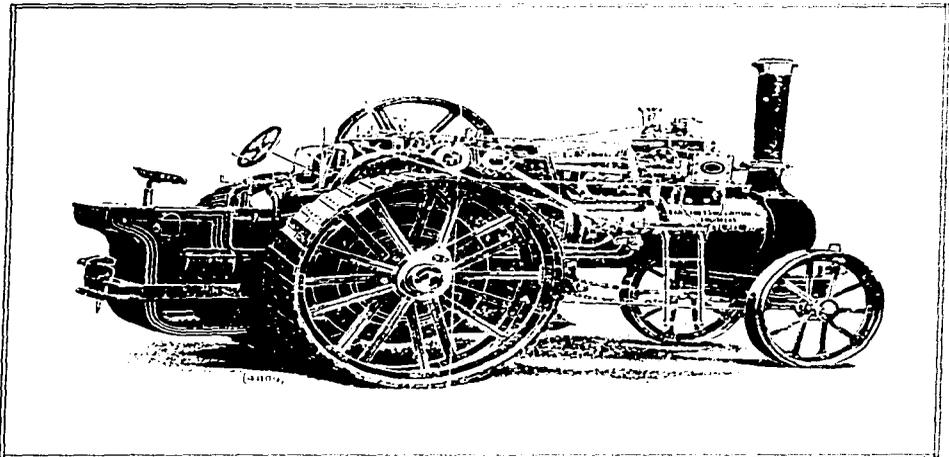


Figura 2. Objetos de uso producidos durante la Revolución Industrial
(Maquina de vapor, p.83).

Los procesos de producción utilizados hasta antes de la Revolución Industrial solo permitían producir objetos de manera artesanal, casi manufacturados bajo pedido y a la medida del cliente; prácticamente era una "ergonomía individual". Pero con la llegada de la Revolución Industrial, aparecieron máquinas, nuevos procesos de producción y grandes problemas:

- a. La modificación de los procesos de producción, relegó al trabajo manual y artesanal que utilizaban herramientas y utensilios que se movían sólo si el artesano les imprimía su fuerza, por el uso masivo de máquinas que imponían el ritmo de trabajo y definían las operaciones laborales. Este fenómeno lo podemos denominar como "esclavitud ergonómica", porque el ser humano ya no era quien dictaba las características del trabajo, además de que perdió su relación con el objeto producido; ahora su vida y desarrollo laboral dependían de condiciones y objetos materiales ajenos a él.
- b. Los nuevos procesos productivos transformaron a los artesanos en obreros, y entre estos habían mujeres, niños y ancianos que laboraban jornadas excesivas y en condiciones inhumanas.
- c. Los obreros empezaron a manifestar alteraciones físicas, psicológicas y psicosociales que repercutieron en la producción y en la calidad de los objetos, ya que la producción óptima y satisfactoria se transformó en una producción llena de errores con pérdidas humanas, económicas y materiales.
- d. Los objetos que se empezaron a producir resultaron ser copias de objetos realizados por artesanos y artistas, pero por la incompatibilidad entre procesos de producción y materiales con los estilos formales surgió la necesidad de diseñar bajo otros parámetros estéticos.
- e. Posteriormente los objetos producidos resultaron más sencillos desde el punto de vista estético, y con esto se dio paso a la estandarización de piezas para producir a gran escala sin mayores complicaciones.
- f. Por cuestiones comerciales los productores vieron en las mayorías a un grupo potencial e indefinido de consumidores y se empezaron a preocupar por la gran diversidad y variabilidad humana, ya que querían producir para todos. Así, al consumidor o usuario se le dieron más opciones al poder elegir entre diversos productos, modelos, tallas, colores, precios, etc., decidiéndose por el que mejor satisficiera sus necesidades.

Hacia fines del siglo XIX, el campo industrial dio un gran paso al implantar, legalizar y exigir el uso de carcazas o envoltentes para las máquinas como solución a los problemas de seguridad, con eso la relación ergonómica obrero-máquina sufrió una transformación positiva. Además este momento se considera como el nacimiento del diseño industrial ya de manera consciente y objetiva. Estas condiciones laborales y tecnológicas alentaron a productores, pensadores y hombres de ciencia a interesarse por la relación entre el operario y su ambiente de trabajo; dándose así los primeros pasos en el terreno de la ergonomía moderna.

3.2 La Ergonomía como una Actividad Definida y Especializada

La primera vez que apareció el término "ERGONOMIA" fue en 1857, propuesto por el naturalista polaco Wojciech Yastembowski (Zinchenko y Munipov, 1985: 36) o Wojciech Jasterzebowski (Sperandio, 1984: 1); en un artículo titulado "Ensayos de Ergonomía o ciencia del trabajo, basada en la leyes objetivas sobre la naturaleza" publicado en el semanario "Naturaleza e Industria". Era una investigación teórica para construir el modelo de la actividad laboral del hombre basado en las leyes naturales. Sin embargo, tuvieron que pasar muchos años antes de que el término volviera a aparecer, pero esto no impidió el desarrollo de las investigaciones.

En 1881 Frederick W. Taylor inició estudios sobre la racionalización del trabajo que incluía la implantación de descansos obligatorios durante las jornadas laborales para combatir la fatiga, llegando a desarrollar el "... estudio de tiempos" como base para mejorar el rendimiento del trabajo (Edholm, 1967: 12)". Poco después, Frank B. Gilbreth elaboró los métodos necesarios para el estudio de movimientos en el ambiente laboral. Estos estudios de "Tiempos y Movimientos," pretendían humanizar el trabajo; aunque por aplicaciones inadecuadas se llegó a creer que estos métodos realmente servían para lograr una gran producción abusando del esfuerzo de los trabajadores. Aun así, los métodos son parte de las primeras ayudas de la ergonomía y precursores de la ingeniería industrial.

Con el estallido de la Primera Guerra Mundial la industria intensificó su producción y se tuvieron que incrementar las jornadas laborales de los obreros, que al poco tiempo manifestaron sobretensión y fatiga; cosa que repercutió negativamente en el proceso de producción y en el producto final. Esto, originó que varios países iniciaran investigaciones sobre el trabajo humano de manera organizada y sistemática, notándose un continuo desarrollo principalmente en los países económicamente más poderosos:

◊ En Inglaterra se reunieron especialistas del área médica con industriales para fundar el *Health of Munitions Workers Committee* el cual al finalizar la guerra se transformó en el *Industrial Fatigue Research Board (IFRB)* dedicado al estudio de la fatiga en la industria. Finalmente en 1929 se convirtió en el *Industrial Health Research Board* con el objetivo de preservar la salud de los trabajadores y la eficiencia industrial (Oborne, 1987: 22).

◊ Durante la primer década de este siglo en el sistema socialista, el enseñar y aprender a trabajar fue una de las tareas primordiales del Estado. Lenin para iniciar la organización científica del trabajo se basó en el libro de P. Kórhentsov "La organización científica del trabajo" que se dividía en tres capítulos (Zinchenko y Munipov, 1985: 41):

- a. Estudio del hombre, buscando la máxima eficacia de su trabajo.
- b. Estudio y adaptación de la situación material de trabajo.
- c. Estudio de los métodos racionales de organización del trabajo.

◊ En los años 20 y 30, N.A. Bernshtein realizó investigaciones que le llevaron a la conclusión de que "...El proceso de producción, independientemente del tipo de producción al que pertenezca es realizado por el sistema que se compone de:

- a. Instrumentos de producción y
- b. Operador al servicio de los instrumentos.

La actividad de este sistema es, evidentemente tanto más perfecta cuanto mejor es concebida en su conjunto y cuanto más directa es la correspondencia entre las partes del sistema: el instrumento y el operador (Zinchenko y Munipov, 1985: 47)".

También empleaba el término factor humano para designar las características psicofisiológicas del hombre, determinadas por las condiciones concretas de su interacción con los instrumentos de trabajo; y mostró que el sistema hombre-instrumento de trabajo-entorno de producción tenía un carácter múltiple, en el que cada uno de los elementos podía estudiarse por separado pero al mismo tiempo los tres funcionaban en interrelación.

◊ En 1930 N.M. Dobrotvorski analizó una de las tareas realizadas por un aviador durante su jornada de trabajo, y detectó como normas generales los siguientes lineamientos (Zinchenko y Munipov, 1985: 49):

- a. Estudio de los instrumentos de trabajo.
- b. Estudio de las condiciones del trabajo del aviador.
- c. Estudio de los procesos laborales del aviador y
- d. Estudio del personal de aviación.

La importancia de este trabajo fue el demostrar la dependencia que existe entre todos los factores que intervienen en el desarrollo de un trabajo aunque estos elementos sean autónomos entre sí. Este científico también se percató de la gran variedad de seres humanos pertenecientes a un mismo grupo social y las diferencias existentes entre ellos, por lo que él hablaba de diseñar con base en las necesidades del hombre medio.

◊ Con la Segunda Guerra Mundial, llegaron las nuevas tecnologías aplicadas en el campo militar terrestre, naval y aéreo. Esta avalancha de novedades presentó varias dificultades porque los aparatos y máquinas fueron diseñadas y solucionadas con técnicas más complejas que las tradicionales, sin pensar en la inexperiencia de los futuros usuarios. Después de varios "errores humanos", los ingenieros y productores de la industria bélica se reunieron con personas del área médico-biológica para juntos buscar soluciones a los nuevos problemas.

◊ La industria militar dio un giro a la relación "hombre-instrumento-entorno", ya que ahora el ser humano como operador cumplía las funciones de control y mando imponiéndose a la máquina; por lo tanto, los requerimientos psicológicos pasaron a un primer plano y la psicología experimental fue la rama médica más involucrada y desarrollada.

- ◊ En 1949, K.F.H. Murrell y O. Edholm fundaron la *Ergonomics Research Society* (Sociedad de Investigación Ergonómica) en Inglaterra (Edholm, 1967: 21), cuya labor era el vincular a especialistas de diversas áreas dedicadas a estudiar los diversos aspectos de la conducta del hombre en el trabajo, desechando la unilateralidad de cada disciplina para encontrar soluciones óptimas y comunes desde los diferentes puntos de vista.
 - ◊ Esta sociedad instituyó el término "Ergonomía" porque esta nueva disciplina no pertenecía a ninguna otra área del conocimiento, y además era la única que estudiaba de manera integral al ser humano en su espacio y actividad laboral. Además, el término no jerarquiza ni particulariza sobre ninguna disciplina o ciencia colaboradora de la misma ergonomía (Murrell, 1965: viii).

 - ◊ Entre las aportaciones de la Sociedad de Investigación Ergonómica, está la creación de la revista "Ergonomics" la cual se sigue publicando bimestralmente.

 - ◊ En 1957, en los Estados Unidos de Norteamérica se fundó la Sociedad de Factores Humanos (*Human Factors Society*), hoy denominada como Sociedad de Factores Humanos y Ergonomía (*Human Factors and Ergonomics Society*); y en 1958 se publicó la revista "Factores Humanos" y hasta la fecha mensualmente aparece el "Boletín de la Sociedad de Factores Humanos".

 - ◊ El término "Factores Humanos", surge del vocablo inglés *Human Factors Engineering* debido a que esta disciplina nació como colaboradora de la ingeniería para el desarrollo de productos y dentro del proceso de producción, como la parte "humana" o humanizadora de todo trabajo. *Human Factors Engineering* equivale al término "Ergonomía" utilizado en Europa y Latinoamérica.

 - ◊ En 1958 J.M. Favergé, Leplat y Guiguet publicaron en Bélgica su obra "L'adaptation de la machine a l'homme" dando las bases para la ergonomía francesa (Montmollin, 1971: 9).

 - ◊ En 1961 en Estocolmo, Suecia se reunió por primera vez la Asociación Internacional de Ergonomía (Murrell, 1965: ix).

 - ◊ En 1963 se fundó la Sociedad de Ergonomía de Lengua Francesa (S.E.L.F.), integrada principalmente por médicos y fisiólogos provenientes de países francoparlantes (Montmollin, 1971: 9).

 - ◊ En 1965 K.F.H. Murrell publicó su libro "Ergonomía. El hombre en su ambiente de trabajo".
-

La creación de estas primeras sociedades y la publicación de textos especializados fomentaron el interés de personas de otros países por la investigación y desarrollo de la ergonomía. Así, durante los últimos 50 años se han venido fundando sociedades de ergonomía en todo el mundo y actualmente están reconocidas y afiliadas a la Asociación Internacional de Ergonomía los siguientes países (Ergonomics, Oct. 1993: 1252):

DECADA	PAISES
1940	Reino Unido
1950	Estados Unidos de Norteamérica y Alemania
1960	Australia, Canadá, Francia, Italia, Japón y los Países Bajos.
1970	Austria, Polonia y Yugoslavia
1980	Belgica, Brasil, Corea del Sur, China, España, Finlandia, Hungría, India, Indonesia, Israel, Nueva Zelanda, Rusia, Singapur, Sudáfrica, Sureste Asiático, Suecia.

Tabla 1. Países pertenecientes a la Asociación Internacional de Ergonomía.

3.3 La Ergonomía en México

Hablar del desarrollo histórico de la Ergonomía en América Latina y específicamente en México, necesariamente nos ubica en el contexto del Diseño Industrial. Es decir, que la incursión de la ergonomía en nuestro medio no fue a través de las áreas médicas o el terreno industrial y productivo, como ocurrió en Europa y Estados Unidos. En Latinoamérica resulta innegable que la ergonomía entró por medio de las universidades que imparten la carrera de diseño industrial; ya que dicha disciplina resulta imprescindible para la actividad creativa. Y lógicamente de las aulas universitarias ha ido filtrándose a otros campos.

A la fecha son ya varios los países en que se imparte la carrera de diseño industrial en América Latina además de México: Guatemala, Nicaragua, Costa Rica, República Dominicana, Cuba, Colombia, Ecuador, Perú, Chile, Argentina y Brasil. Y nuestro país cuenta en la actualidad con 21 escuelas, de las cuales una de ellas es a nivel técnico y las restantes son a nivel licenciatura.

Como sabemos, el diseño industrial es una profesión relativamente joven en nuestro país. En 1961, Jesús Virchez, Horacio Durán y Sergio Chiappa apoyados por Felipe Pardinas fundaron la carrera de "Técnico en Diseño Industrial" en la Universidad Iberoamericana; y de ella lograron egresar dos personas. En 1963 se convierte en licenciatura, pero es hasta 1973 cuando la Secretaría de Educación les brinda el reconocimiento oficial. En estos primeros años no existía la asignatura de ergonomía en los programas de estudio correspondientes.

La UNAM fue la segunda institución en donde se fundó la carrera. El profesor Horacio Durán en 1967 presentó los planes y programas de estudio para esta nueva licenciatura y por los problemas estudiantiles fue hasta el 14 de abril de 1969 cuando se iniciaron las clases.

Desde ese primer programa de estudios se incluyó el concepto de la ergonomía a consecuencia de que en un programa de la entonces recién extinta HfG, el profesor Durán vio que existía dicha disciplina como asignatura oficial. Después de realizar una investigación, descubrió que en México no se conocía ni el nombre; que en Estados Unidos esta área del conocimiento era tratada con el nombre de "*Human Factors*"; y encontró el libro "La Biología del Trabajo" de O. Edholm, donde conoció con mayor amplitud el concepto, los alcances y la importancia de esta disciplina para el diseño industrial.

Así fue como ya en el primer programa se incluían los "Factores ergonómicos y antropométricos" como parte de los múltiples objetivos de la clase de "Diseño Aplicado II". Durante esa época ingresaron al grupo de docentes los arquitectos Ernesto Velasco, Antonio Ortiz y Mario Lazo que recientemente habían concluido sus estudios de posgrado en Inglaterra. Allí conocieron la disciplina y al hacerse cargo del Taller de Diseño "...pudieron introducir a los alumnos en problemas ergonómicos (Durán, 1991)". También dentro de ese programa existían dos semestres donde el Dr. Julio Cesar Margain impartía la clase de "Cibernética".

A principios de los setentas, el profesor Durán propuso trocar el contenido de uno de dichos semestres para incluir ya de manera sistemizada la ergonomía en la carrera. Cosa que se logró, aunque oficialmente la asignatura siguiera apareciendo bajo el nombre de "Cibernética". Por esto, podemos considerar al Dr. Margain como el primer profesor de ergonomía en la UNAM.

Desde entonces la ergonomía ha estado incluida en las curriculas de la UNAM, aunque fue hasta 1983 que tomó su nombre oficial.

En los inicios se tenía un profundo desconocimiento de la ergonomía fuera de las aulas universitarias. Así que después de la UNAM, la Universidad Iberoamericana (UIA) la incluyó en la carrera.

A fines de los años sesenta, la UIA no incluía aún la ergonomía como asignatura independiente. Se veían aspectos ergonómicos dentro de los "Talleres de Diseño" y se contaba con el libro de H. Dreyfuss para realizar sus investigaciones. A principio de los años setentas, bajo la dirección del Arq. Fernando Rovalo, empezó a surgir la idea de

independizar la clase de ergonomía del Taller de Diseño; y uno de los profesores que apoyo la idea y mayor impulso dio a la nueva disciplina fue el Arq. Oscar Reyes.

El Arq. Reyes impartía el "Taller de Diseño" en el tercer año y ahí fue donde comenzó a darle formalidad a la ergonomía y especialmente a la antropometría. Dentro de su mismo curso se llevó al cabo un muestreo antropométrico del mismo grupo; y como proyecto de diseño se realizó un antropómetro de fácil manejo y con báscula integrada y "se hizo la sofisticación de no tocar a la gente... y se proyectaba un punto de luz en los lugares pertinentes y los proyectores de estos puntos estaban montados sobre una escala vertical y una escala horizontal (Rovalo, 1991)".

Estos primeros intentos tuvieron la asesoría de un antropólogo físico, y sirvieron para proponer que todo alumno que realizara trámites de admisión en la universidad, fuera medido con el fin de crear un archivo antropométrico real. Pero por causas ajenas, este proyecto jamás se cumplió.

El interés manifestado por el Arq. Reyes llegó a contagiarse a varias personas, entre ellas a Fernando Mariscal que trajo de Inglaterra el libro "Ergonomía" de E. Mc Cormick; y los conceptos ergonómicos y antropométricos se empezaron a ver como algo sumamente necesario para el diseñador. De ahí, que el mismo arquitecto propusiera a las dependencias oficiales de la universidad la creación de un Laboratorio de Factores Humanos en 1971 (figura 6). También busco contacto con instituciones especializadas y desde entonces la biblioteca de la UIA cuenta con libros y suscripciones de revistas especializadas sobre el tema. Desgraciadamente el Arq. Oscar Reyes falleció y no se llegó a concretizar el proyecto, y de alguna manera se frenó el desarrollo de la disciplina en dicha universidad.

Al mismo tiempo se empezó a preparar un "Laboratorio de Percepción" dirigido por el Arq. Santos Ruiz, pero "..., lo único que llegamos a tener fue el espacio con una alfombra negra y todo el cuarto pintado de negro..., donde íbamos a poner toda una serie de equipos para poder controlar lo que se percibía de una manera específica (Rovalo, 1991)". Pero tampoco se pudo seguir con el proyecto.

En esa misma época se logró oficializar la materia de ergonomía para cada área menor del diseño industrial y gráfico, como diseño de exposiciones, de envase y embalaje, etc. Y posteriormente cuando se fundó la división de diseño textil "...tenía obviamente su correspondiente ergonomía ¡no faltaba más!, había una para cada cosa (Rovalo, 1991)". Esto comprueba que realmente se percataron de la gran importancia de la ergonomía en todas las divisiones del diseño; pero también se dieron cuenta de que no se contaba aún con los recursos para llegar al éxito en todas las áreas.

Bélgica, Bruselas, octubre de 1971

Arq. Fernando Novais
Director
Departamento de Diseño Industrial y Gráfico
Universidad Iberoamericana
Presente

Querido Fernando,

He en gran medida presentado los documentos en los que se
resultado del trabajo hecho en Zúrich respecto y en relación
a la creación de un Laboratorio de Factor Humano como
a nuestra división.

Como el primer paso he hecho contacto y pedir autorización
a los Departamentos de Arquitectura e Historia del
Arte, y como segunda consecuencia he solicitado verbalmente
con acuerdo, lo cual es el encargado de pasar
esta información a los directores de esta división.

Como verá el trabajo hecho sólo por lo permitida ver -
luchar las dificultades y la insistencia en tiempo y
en esfuerzo que la realización del Laboratorio de Factor
Humano conlleva. Por otro lado, estoy convencido de
la importancia enorme que tiene el proyecto que
tiene en el futuro.

Quedo contando con tu entusiasmo y apoyo. Muchas gracias.

Atentamente

UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA
México D.F.

OSCAR NOVAIS

ORV:iv

anexo (4)

- Seguridad y Objetivos
- Nota para la arquitectura
- Nota para la segunda etapa
- Filosofía del Factor Humano

octubre de 1971

Dr. Jorge Vértiz
Director
Departamento de Historia
Universidad Iberoamericana
México D.F.

Querido Dr. Vértiz

Le he remitido a usted copia de la documentación entrega-
da al Arq. Fernando Novais con respecto a la creación del
Laboratorio de Factor Humano como a la realización de un Laboratorio de Factor
Humano como a los tres departamentos de la División de
Arte de esta universidad.

Como se platicó anteriormente hemos cometido un entusiasmo
informal sobre este tema, lo cual creo es muy oficial,
un consejo y su ayuda.

Atentamente,

OSCAR NOVAIS

ORV:iv

Figura 3. Propuestas iniciales para la creación del Laboratorio de Ergonomía de la U. Iberoamericana en 1971.

Estos años también resultaron decisivos para el campo ergonómico fuera de las instituciones universitarias:

- ◊ La presidencia del Lic. Echeverría Álvarez (1970-1976) se caracterizó por su tendencia productivista. El exponía que el crecimiento y desarrollo del país dependía de la productividad de la población. Y oficialmente se empezó a dar un importante impulso en este terreno. Varias dependencias gubernamentales fueron protagonistas de ese movimiento.
- ◊ En 1971 o 1972 H. Dreyfuss visitó México y ofreció algunas conferencias sobre ergonomía y su libro.
- ◊ De 1971 a 1976 funcionó el Centro de Diseño del Instituto Mexicano de Comercio Exterior (IMCE).
- ◊ Se fundó el Centro Nacional de Productividad (CENAPRO) dentro de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social.
- ◊ CENAPRO junto con la Secretaría de Educación Pública (SEP) y el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), promovieron un programa de capacitación técnica llamado "Servicio Nacional de Adiestramiento Rápido de la Mano de Obra para la Industria" (ARMO).
- ◊ Para el programa de capacitación ARMO, la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS) por medio de la Dirección General de Medicina y Seguridad en el Trabajo, invitaron al Dr. Alain Wisner (entonces director del Conservatorio Nacional de Artes y Oficios de París, Francia) a impartir cursos de ergonomía para el sector industrial; e inclusive le apoyaron para la publicación de la obra denominada "Ergonomía, Fisiología del Trabajo", la cual se divide en ocho libros para los dos cursos, y éstos son:
 - a. Primer curso: "Fisiología de la vida vegetativa y del movimiento. Estudio del hombre como transformador de energía (Wisner)".
 - b. Segundo curso: "Neurofisiología aplicada al trabajo. Estudio del hombre como sistema de tratamiento de la información (Wisner)".
- ◊ Dentro de CENAPRO se creó un departamento de ergonomía. A través de él se formó la Asociación Mexicana de Ergonomía A.C.; la cual después pasó a formar parte de la Dirección General de Medicina y Seguridad en el Trabajo, de ahí que los directores de la misma fungieran como presidentes de la sociedad.
- ◊ La Asociación Mexicana de Ergonomía A.C. tuvo el acierto de programar periódicamente sesiones académicas, pláticas y conferencias; algunos temas expuestos en ellas son:

TEMAS	EXPOSITOR
Higiene y seguridad: Casos prácticos.	Ing. Carlos Ramos Avilés
Estudios de casos trauma por movimientos repetidos.	Dra. Sherry Barón
Diseño con sentido humano.	Ing. Carlos Rodríguez Cobos
Salud en el trabajo en Cuba.	Dr. Luis Manuel Pérez H. Pantoja
Estudio ergonómico de los esfuerzos físicos en el levantamiento de objetos, en el diseño de envases y embalaje.	D.I. Agustín Kennedy
Aspectos visuales en la ergonomía de las cabinas de avión.	Dr. Javier Covarrubias C.
La ergonomía y el diseño: aportación sobre diseño de aparatos para medición en la posición sentado.	M.D.I. Ivens de J. da Fontoura
Las relaciones entre la ergonomía y la sociología.	Lic. Eugenia Valero
Situación actual de los riesgos de trabajo en México.	Dr. Rodolfo Nava
Papel de la higiene industrial en la ergonomía.	Ing. Raúl Escobar
Antropometría aplicada. un caso práctico.	Ant. Gustavo Barrientos
Gasto energético y trabajo.	M.D.I. Ernesto Carcamo S.
Aspectos funcionales y psicológicos de la columna vertebral y sistema muscular.	Lic. Nelva Ehrlich
La aplicación de la ergonomía en el diseño industrial.	D.I. Fernanda Gómez Sánchez
Aspectos funcionales y psicológicos de la columna vertebral y sistema muscular.	Lic. Nelva Ehrlich, Dra. Guadalupe Calderón, Dra. Patricia Hernández

Tabla 2. Conferencias que se impartieron en la Asociación Mexicana de Ergonomía, A.C.

♦ En Noviembre de 1985 se impartió el "Primer Curso de Antropometría Aplicada en Ergonomía - Factores Humanos", organizado junto con la Universidad Autónoma Metropolitana - Xochimilco.

- ◊ La Asociación Mexicana de Ergonomía A.C. publicó varios números de la revista "Ergonómica", hasta que por cuestiones políticas las dependencias gubernamentales renunciaron a seguir dando apoyo a la sociedad.
- ◊ Posteriormente se retomó la organización de la Asociación básicamente por personas involucradas con el diseño industrial, contando de alguna manera con apoyo del I.M.S.S. Pero este intento solo funcionó por dos años, ya que por falta de apoyo e interés se tuvo que abandonar el proyecto de renovación.



Figura 4. Logotipo de la Asociación Mexicana de Ergonomía, A.C.

- ◊ El campo de la educación del diseño industrial también se vio favorecido por el impulso gubernamental de ese sexenio. En esos años se fundaron la mayoría de las escuelas, habiendo actualmente 21 de ellas en todo el país; 20 que ofrecen el título de licenciatura y una a nivel técnico (Centro Tecnológico Industrial y de Servicios CETIS, No. 2 D.F.). Cabe mencionar que la Universidad Autónoma de Aguascalientes tiene la escuela más joven del país fundada en 1996.
- ◊ Otro paso importante para la enseñanza del diseño en América Latina ha sido la creación en 1981 del Posgrado en Diseño Industrial, que depende de la Facultad de Arquitectura de la UNAM. El Posgrado desde el principio ha tenido el objetivo de dedicarse "...más bien a la formación teórica en las áreas de Teoría del Diseño y Ergonomía. Pero no teórica como algo separado de la práctica, sino tratar de verdad de hacer un gran acopio de información muy rica sobre la disciplina; no sólo en sus aplicaciones concretas sino ¿qué hay detrás del cuerpo de ideas?... (Martín Juez, 1991)".
- ◊ El M.D.I. Fernando Martín Juez fue el responsable de realizar el programa de estudios del Posgrado y en él incluyó la ergonomía como una de las cinco áreas en las que se puede

cursar una maestría o especialización. Una característica importante de los primeros programas de estudio de ergonomía es que no eran cerrados. Es decir, sólo contenían índices con puntos sobresalientes que en base a la experiencia y práctica se han ido perfilando. Sin embargo, si quedó muy claro "...que la ergonomía no era una disciplina que estudiara fenómenos estáticos sino que estudiaba fenómenos dinámicos; que de nada nos servía conocer las medidas o la antropometría, o las características fisiológicas del cuerpo si no considerábamos los hábitos, y costumbres... (Martín Juez, 1991)". Este ha sido entre muchos un gran acierto por parte del posgrado, ya que gracias a esta tendencia se han producido tesis de la más variada índole. Los trabajos realizados a lo largo de estos 16 años en el área de la ergonomía son:

GENERACION	AÑO TITULACION	NOMBRE	TITULO TESIS
1981	1993	Luciano Varela Coronel	Ergonomía para la administración
1982	1988	Susana Barreto M.	Ergonomía, trabajo y tiempo libre. Hacia un diseño a la medida del hombre.
1983	1985	Ivens de J. da Fontura.	Diseño de dos aparatos para mediciones humanas en la posición sentada.
1984	1992	Ernesto Cárcamo S.	Método para la detección de los requerimientos ergonómicos.
1984	1988	Luis Bossano R.	Aspectos ergonómicos de la percepción visual.
1987	1991	Rosalio Avila Ch.	Laboratorio de factores humanos en la docencia, investigación y servicio.
1991	1993	Luis Carlos Herrera	Ergonomía en el diseño gráfico.
1991	1997	Cecilia M. Flores S.	Ergonomía para diseño ind.
1993	1995	Nylenis Nina Martínez	El espacio de oficina
1993	1996	Gabriel García Acosta	Modelos de explicación sistémica de la ergonomía
1994	1996	Octavio Cross López de Llergo	Resultado de pruebas mecánico- funcionales de un nuevo enlace para varilla.
1995	1997	Milvia Pérez Pérez	Procesos cognitivos en la relación hombre-objeto.

Tabla 3. Personas egresadas del área de Ergonomía del Posgrado en Diseño Industrial, UNAM.

◊ Actualmente las asignaturas que conforman el bloque de "Seminario del Área" de Ergonomía, son:

* Introducción a la Ergonomía.
* Antropometría.

* Anatomofisiología.
* Experimentación y Simuladores (I y II).

◊ Las universidades mexicanas además de la labor docente que han realizado dentro de las aulas, también han intervenido en otras áreas de la ergonomía:

◊ En la década de los ochenta se formaron los Laboratorios de Factores Humanos o Ergonomía en la Universidad Autónoma Metropolitana - Xochimilco; en el Posgrado en Diseño Industrial de la UNAM; y en la Universidad de Guadalajara, donde se han diseñado y producido antropómetros para otras instituciones.

◊ En septiembre de 1984 se llevó al cabo el Primer Encuentro Nacional de Profesores de Ergonomía, denominado "La enseñanza de la Ergonomía en México. Relación entre Ergonomía y Diseño Gráfico e Industrial". Organizado por toda la comunidad del Posgrado en Diseño Industrial de la Facultad de Arquitectura de la UNAM.

◊ La Facultad de Arquitectura de la Universidad de Colima publicó en 1987 el libro "Con la vara que midas..." de Gabriel Gómez A. después de haber realizado un muestreo antropométrico en esa región del occidente del país.

◊ En la revista "La Tinta (verde)" del Posgrado en Diseño Industrial de la UNAM (enero-marzo 1983) se publicó un trabajo antropométrico realizado por el Dr. David Sánchez Monroy, con 75 trabajadores de la compañía de transporte urbano del D.F. Ruta 100.

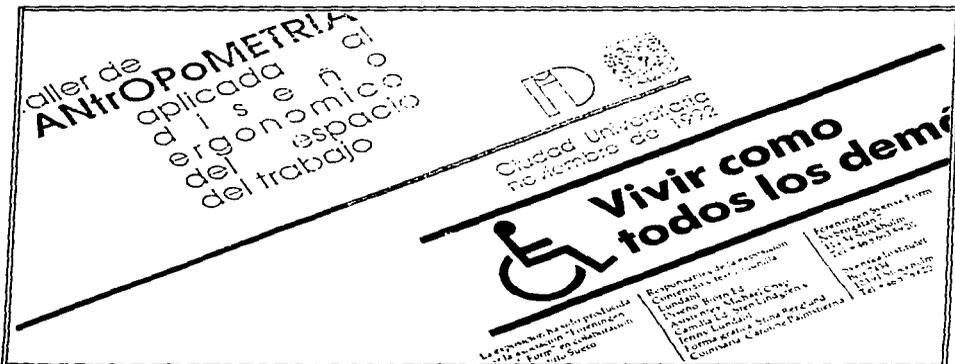


Figura 5. Gráficos de algunos eventos de Ergonomía.

- ◊ A partir de 1990 en la Universidad de Guadalajara se han venido realizando muestreos antropométricos a la población infantil de la zona metropolitana de Guadalajara.
- ◊ En julio de 1992 se presentó en el Palacio de Bellas Artes de la capital de país la exposición "Vivir como todos los demás" enfocada al área de los discapacitados. Esta exposición fue producida por la asociación "*Föreningen Svensk Form*" y el Instituto Sueco.
- ◊ En noviembre de 1992 el Departamento de Tecnología y Producción y del Área de Factores Humanos de la División de Ciencias y Artes para el diseño de la UAM - Xochimilco organizó la Segunda Reunión Nacional de Profesores de Ergonomía llamado "La enseñanza de la ergonomía en México. Relación ergonomía, diseño industrial, gráfico y carreras afines".
- ◊ En noviembre de 1992 el Posgrado en Diseño industrial de la UNAM, ofreció el curso denominado "Taller de Antropometría aplicado al Diseño Ergonómico del Espacio del Trabajo"; impartido por: M.D.I. Rosalío Avila Ch., Dra. Nora Cavazos O., M.D.I. Ernesto Cárcamo S. y el Dr. David Sánchez Monroy.
- ◊ En marzo de 1993 la Universidad del Valle de México ofreció el primer "Seminario de Ergonomía y Biomecánica para la Productividad".
- ◊ En octubre de 1994 La Universidad del Valle de México y la Universidad de New York impartieron el "Segundo Simposium de Ergonomía y Biomecánica para la Productividad".
- ◊ En verano de 1993, la Facultad de Diseño de la Universidad de Guadalajara inicio los cursos de diplomado llamado "Ergonomía Industrial" y "Ergonomía para los objetos de uso". Ambos impartidos por el M.D.I. Rosalío Avila Ch., M.D.I. Ernesto Cárcamo S. y el Dr. David Sánchez M.
- ◊ En verano y otoño de 1994, el Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño de la Universidad de Guadalajara ofreció el "Diplomado en Ergonomía para el Diseño", impartido por el M.D.I. Rosalío Avila Ch., Dr. David Sánchez Monroy y Mtra. en Psic.Educ. Lilia R. Prado L.
- ◊ Desde hace algún tiempo el Centro Interamericano de Estudios de Seguridad Social (CIESS) ha venido impartiendo cursos de actualización sobre Salud en el Trabajo e Higiene y Seguridad Industrial. Y en noviembre de 1995 organizó el primer curso especializado en nuestra área denominado "Curso - Taller: Ergonomía y Salud en el Trabajo".
- ◊ Algunas otras instituciones del Sector Salud están actualmente organizando cursos y ciclos de conferencias sobre Ergonomía con la finalidad de difundir los conocimientos de dicha área, así como para hacer de ella una verdadera actividad multi e interdisciplinaria. Entre estos cursos están el "Curso de Ergonomía y Ortopedia" organizado por el ISSSTE y la Facultad de Medicina de la UNAM; y el "Curso de Ergonomía" impartido por el IMSS, la UNAM y asesores particulares.

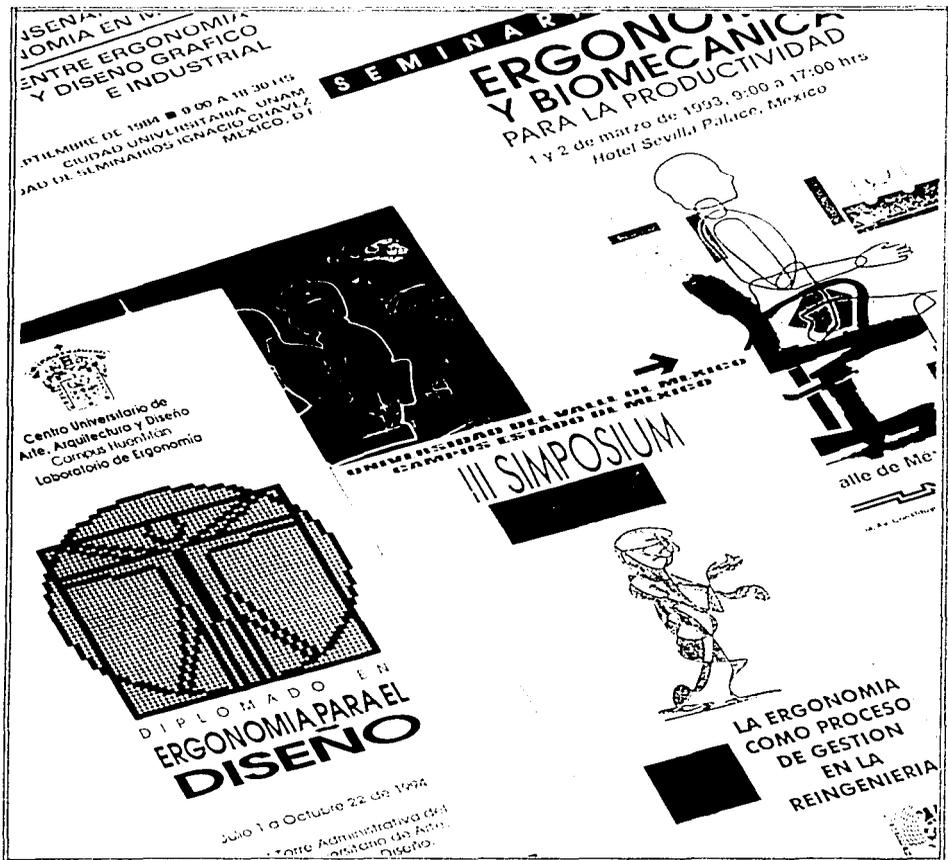


Figura 6. Gráficos de algunos eventos de Ergonomía.

BIBLIOGRAFIA

- * Edholm, Otto G, *La biología del trabajo* , Madrid, Guadarrama, 1967.
- * Montmollin, Maurice de, *Introducción a la ergonomía. Los sistemas hombres-máquinas*, España, Aguilar, 1971.
- * Murrell, K.F.H. *Ergonomics. Man in his work environment*, Londres, Chapman and Hall, 1965.
- * Osborne, David, *Ergonomía en Accion*, México, Trillas, 1987.
- * Salinas, Oscar, *Historia del diseño industrial*, México, Trillas, 1992.
- * Sperandio, J.Claude, *L' ergonomie de travail mental* , Paris, Masson, 1984.
- * Zinchenko, V. y Munipov, V., *Fundamentos de ergonomía*, Moscú, Progreso, 1985.

Publicaciones:

- * *Ergonomics. An international journal of research and practice in human factors and ergonomics.*
Taylor & Francis, Gran Bretaña
Vol. 36, N° 10 Octubre 1993

Entrevistas:

- * Prof. Horacio Durán N.
U. Nacional Autónoma de México.
México, 1991.
- * M.D.I. Fernando Martín Juez.
U. Nacional Autónoma de México.
México, 1991.
- * Arq. Fernando Rovalo.
U. Iberoamericana.
México, 1991.

Figuras:

- Figura 1: Lommel, Andreas, *El mundo del Arte: El arte prehistórico y primitivo.*
Aggs Industrias Gráficas. Brasil, 1966.
- Figura 2: Quinn, Gerard. *The Clip Art Book.* Crescent Books. Nueva York, 1990.

IV. La Ergonomía como Actividad Profesional

4.1 La Ergonomía y Ciencias que la conforman

Como vimos en el segundo capítulo, la ergonomía tiene como objeto de estudio la relación que se establece entre el o los usuarios, el o los objetos y el o los entornos donde se encuentren durante la realización de alguna o varias actividades en particular. Por tal motivo, y al ser el hombre, el ambiente y los objetos sistemas en si mismos tan complejos; la ergonomía debe auxiliarse de todas aquellas áreas del conocimiento que tengan datos e información relacionada con ellos para obtener una panorámica general y así ofrecer soluciones adecuadas al trinomio ergonómico: Usuario - Objeto - Entorno. A todas estas disciplinas colaboradoras las podemos dividir y reunir en cuatro grupos básicos del conocimiento:

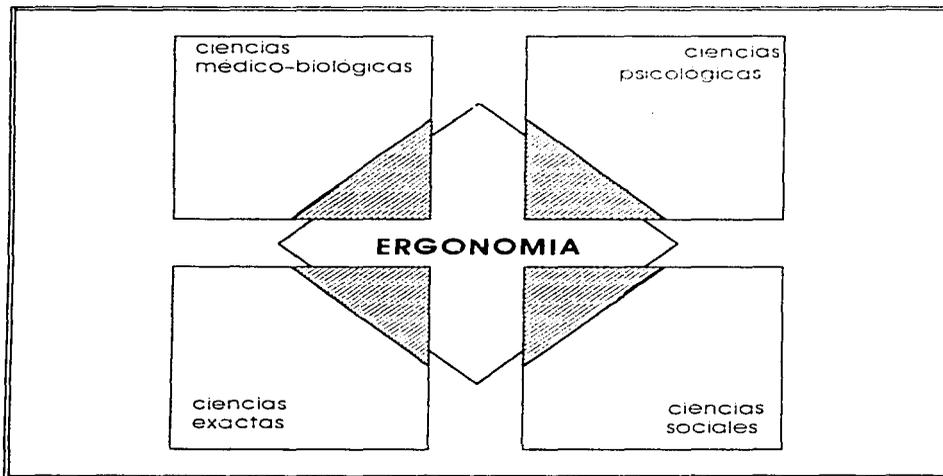


Figura 1. Ciencias que conforman la Ergonomía.

a. Ciencias Médico-biológicas

En esta área incluimos todas las ciencias que proporcionan información acerca de la **composición, estructura, función y dimensión del cuerpo humano en el plano meramente físico**. Interesándonos particularmente en sus capacidades y limitantes. Las ciencias a las que recurrimos son: fisiología, anatomía, biomecánica, goniometría, antropometría, medicina, medicina del trabajo; y todas las ciencias del área más específicas que se requiera investigar para proyectos más particulares.

b. Ciencias Psicológicas

Estas ciencias también pertenecen a la rama médico-biológica; pero nos atrevemos a separarlas porque la información que éstas nos ofrecen pertenecen al plano **psíquico y mental del ser humano**. En este grupo nos interesan los fenómenos sensoriales, perceptuales y de comportamiento; por lo tanto, las disciplinas que ubicamos en este renglón son: psicología fisiológica, experimental, de la percepción, del comportamiento y la psicología ambiental y otras.

c. Ciencias Sociales

Por naturaleza el hombre es un ser de grupo y siempre vive y se desarrolla en sociedad. Así, las ciencias sociales nos permiten conocer al hombre como un ser social con todas las características que esto conlleva. Las ciencias son: sociología, psicología social, historia, antropología, geografía; y todas las áreas del conocimiento que hablen de la ideología, tradición, costumbre, idioma, religión y necesidades sociales del grupo para el que habremos de diseñar.

d. Ciencias Exactas

De estas ciencias se auxilia la ergonomía para obtener información técnica y objetiva sobre los objetos y el entorno, así como de situaciones y ambientes que se deberán diseñar. También utiliza estas ciencias para la cuantificación y ordenamiento de los datos obtenidos en las investigaciones realizadas. Estas ciencias son: matemáticas, estadística, física, ingeniería industrial, mecánica, eléctrica, biomédica, informática, luminotecnia, óptica, etc.

La ergonomía toma de estas ciencias única y exclusivamente los datos e información que realmente afectan o se presentan directamente en el sistema Usuario - Objeto - Entorno, para poder llegar a resultados confiables y aplicables.

4.2 La Ergonomía como Profesión

La ergonomía es una disciplina que profesionalmente la ejercen ergónomos y también la aplican profesionistas de otras áreas como higienistas industriales, ingenieros en seguridad y diseñadores industriales. Y al igual que otros campos del conocimiento, la ergonomía también se divide y subdivide en varias especialidades en donde se manifiestan las actividades humanas más comunes en nuestros días. Actualmente encontramos las siguientes especialidades divididas como grupos técnicos en la Sociedad de Factores Humanos (*Human Factors Society, Directory and Yearbook*, 1992):

- Sistemas aeroespaciales
- Geriátrica
- Comunicaciones
- Sistemas computacionales
- Productos de consumo
- Educación profesional en ergonomía
- Ergonomía Industrial
- Administración y diseño organizacional
- Diferencias individuales (personalidad) en el desempeño humano
- Seguridad
- Desarrollo de sistemas
- Pruebas y evaluación
- Capacitación y entrenamiento
- Desempeño visual
- Diseño Ambiental
- Ergonomía Forense

Además encontramos ya otras especialidades no incluidas en la lista anterior:

- Rehabilitación y discapacitados
- Transferencia tecnológica
- Ergonomía cognitiva

En México estas especialidades están poco desarrolladas. Podemos decir que a nivel universitario y más específicamente en las escuelas de diseño industrial se da prioridad a la Ergonomía de Productos de Consumo (Ergonomía para Diseño Industrial); y a nivel profesional, como ergónomo o asesor de ergonomía se practica la Ergonomía Industrial.

Los profesionales en el área debemos de buscar y proponer la interrelación con los medios sociales, políticos y productivos del país para crear la necesidad de nuestros servicios. Por ejemplo, podríamos ejercer como ergónomos o diseñadores con conocimientos de ergonomía o en la docencia de la disciplina, en laboratorios, industrias, empresas en general y en dependencias políticas y gubernamentales, así como en universidades donde se imparta arquitectura y otros tipos de diseño e ingenierías.

Podríamos actuar como peritos y evaluadores de productos y servicios en dependencias oficiales como la Procuraduría Federal del Consumidor (PROFECO) y en la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI), aplicando básicamente la Ergonomía de Productos de Consumo o de Diseño Industrial. Y también podríamos ser colaboradores en las Secretarías correspondientes para la elaboración y evaluación de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM).

Dentro del sector industrial, podemos laborar junto con personal de salud en el trabajo, y seguridad e higiene industrial aplicando la Ergonomía Industrial; y además podemos relacionarnos como instructores externos de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social impartiendo cursos de capacitación en la industrias.

En el Sector Salud podemos colaborar con las dependencias oficiales de dicho sector (SSA, IMSS, ISSSTE) en varias especialidades. Por ejemplo, en los departamentos dedicados a la investigación y cuidado de enfermos, discapacitados y ancianos podríamos diseñar mobiliario y definir características de los espacios y así empezar a desarrollar a nivel nacional la llamada Ergonomía Geriátrica y Ergonomía para Rehabilitación y Discapacitados.

En el área de la Medicina del Trabajo (actualmente denominada Salud en el Trabajo) podríamos ser peritos ante los riesgos laborales dentro de las industrias. Como punto de apoyo para esta relación vemos que la Comisión Mixta de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) en su 1ª Reunión de 1950 definieron los objetivos de la Medicina del Trabajo, los cuales son similares a los de la ergonomía: "... tienen la finalidad de fomentar y mantener el más elevado nivel de bienestar físico, mental y social de los trabajadores en todas las profesiones; prevenir todo daño causado a su salud por las condiciones del trabajo; protegerlos contra los riesgos resultantes de la presencia de agentes nocivos para la salud, y ubicar y mantener al trabajador en un empleo adecuado a sus aptitudes fisiológicas y psicológicas. En resumen, adaptar el trabajo al hombre y cada hombre a su trabajo (IMSS, 1981: 45)".

Dentro de las organizaciones no gubernamentales contamos con la Comisión Nacional de Derechos Humanos y las Comisiones Estatales; que a su vez se rigen por la Cartilla Universal de los Derechos Humanos. En ella podemos ver que el Artículo 23º está dedicado al Derecho del Trabajo y en él los diseñadores y ergónomos encontramos un fundamento legal y moral para prestar nuestros servicios. Además, el Artículo 7º del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, menciona lo siguiente: "Los Estados partes en el presente Pacto reconocen el derecho de toda persona al goce de condiciones equitativas y satisfactorias que le aseguren en especial:

- b) La seguridad y la higiene en el trabajo.
- d) El descanso, el disfrute del tiempo libre, la limitación razonable de las horas de trabajo...(Justicia y Paz, 1991: 207-208)".

Si contar con todos los convenios y recomendaciones que desde 1921 hasta nuestros días se han venido firmando por las organizaciones internacionales en pro de la seguridad de los trabajadores.

La interconexión derechos humanos - ergonomía nace porque uno de los derechos básicos de todos los seres humanos es el gozar de buenas condiciones de vida tanto en el ámbito cotidiano como en el productivo; y ahí nuestras áreas son fundamentales por los objetos, espacios y situaciones ambientales que podemos diseñar para todos los sectores de la población.

4.3 La Ergonomía y otras Profesiones

Otro de los campos fundamentales para el desarrollo y afianzamiento de la disciplina dentro de nuestra sociedad es la educación. Es decir, que las universidades tienen la obligación de seguir difundiendo la ergonomía para poder lograr la verdadera interdisciplinariedad y así en un futuro poder llegar a tener espacios adecuados para todo tipo de usuarios.

Como ya hemos visto, en nuestro medio la ergonomía tiene su base en el diseño industrial; pero afortunadamente algunas carreras universitarias como la medicina, psicología, antropología, odontología, administración, ingeniería, educación física y del deporte y hasta derecho cuentan con conocimientos de ella aunque de manera superficial por lo que deberían profundizar más sus estudios. Este interés lo podemos constatar con las tesis de licenciatura que se han presentado en algunas de estas escuelas de la UNAM y que aquí presentamos en el Anexo B.

Por otro lado, proponemos que todas las profesiones proyectuales como el diseño gráfico, de interiores, ambiental, urbano, de modas; arquitectura e ingenierías, integren la ergonomía dentro de sus currículas escolares, para poder ofrecer mejores objetos, ambientes y condiciones de vida a la sociedad. Desde luego que para la concreción de esta última propuesta, se deben tener los recursos humanos y los conocimientos necesarios para poder delimitar los objetivos y alcances de la ergonomía particular que se deberá impartir en cada profesión, pero manteniendo siempre el objetivo principal de la ergonomía y de la misma profesión.

4.4 La Ergonomía y sus Componentes.

Para la sistematización y más fácil estudio de la Ergonomía, esta la hemos dividido en varios componentes que se relacionan con el trinomio Usuario - Objeto - Entorno (ver tabla 1). Aquí presentamos dichos componentes y les damos el nombre de Factores: Toda la información y datos relacionados con el usuario se definen como Factores Humanos; la información y los datos con respecto al entorno se denominan Factores Ambientales; y las características y datos propios del objeto que son definidos por el diseño industrial reciben el nombre de Factores Objetuales.

a. Factores Humanos.

Anteriormente hablamos del ser humano como un sistema complejo con características y necesidades físicas, psicológicas y sociales propias de su naturaleza; y con base en esas características proponemos cuatro Factores Humanos:

- **Factor Anatomofisiológico:** Dedicado al análisis de la estructura, composición y funcionamiento del cuerpo humano (datos ofrecidos por el área médico-biológica).
- **Factor Antropométrico:** Analiza única y exclusivamente las dimensiones corporales del hombre (datos ofrecidos por las áreas médico-biológica y de las ciencias exactas).
- **Factor Psicológico:** Aquí se ven las capacidades, limitaciones y reacciones psíquicas y mentales del ser humano (datos ofrecidos por las ciencias psicológicas).
- **Factor Sociocultural:** Estudia al hombre como un ser social, con sus características culturales, sociales, económicas e ideológicas (datos ofrecidos por las ciencias sociales).

Desde luego que ninguno es más importante que otro. La jerarquía entre ellos sólo se puede dar tomando en cuenta el tipo de proyecto ergonómico o de diseño que se esté realizando. Los cuatro factores son parte esencial de un todo, y esa unidad es el ser humano o usuario. En otras palabras diremos que los Factores Humanos estudian y analizan a la misma persona o grupo de personas, pero bajo cuatro ópticas bien particulares.

b. Factores Ambientales.

Estos analizan todas las características físicas naturales y artificiales que existen en un espacio físico definido. Este lugar puede ser cualquier espacio natural o construido en donde el usuario que estudiamos anteriormente realiza sus actividades. Es decir, que primeramente analizamos al usuario en sí mismo, y posteriormente realizaremos la crítica y evaluación del entorno en que está inmerso y es el que le emite estímulos continuamente. Los datos de este factor los tomaremos principalmente de las llamadas ciencias exactas.

c. Factores Objetuales.

En este punto se analizan todas aquellas características formales propias de los objetos que son definidas por medio del proceso de diseño industrial y tienen como base los parámetros dictados por los factores anteriores. En la tabla 1 sólo aparecen las cualidades más generales, pero a estas se pueden agregar todas aquellas que pertenezcan al mismo rubro y que sean parte integral del objeto que estemos diseñando. Varios de estos factores tienen como punto de apoyo algunas de las ciencias exactas.

ERGONOMIA PARA DISEÑO INDUSTRIAL		
FACTORES HUMANOS	FACTORES AMBIENTALES	FACTORES OBJETUALES
		FORMA
	TEMPERATURA	VOLUMEN
	HUMEDAD	PESO
F. ANATOMOFISIOLOGICO	VENTILACION	DIMENSIONES
		MATERIAL
F. ANTROPOMETRICO	ILUMINACION	ACABADO
		COLOR
F. PSICOLOGICO	COLOR	TEXTURAS
	RUIDO Y SONIDO	TECNOLOGIA
F. SOCIOCULTURAL	VIBRACION	CONTROLES
		INDICADORES
	CONTAMINACION	SIMBOLOS Y SIGNOS
USUARIO	ENTORNO	OBJETO

Tabla 1. La Ergonomía y sus componentes.

Es importante y necesario mencionar que todos y cada uno de estos factores aportan datos que se convierten en Ergonomía hasta el momento mismo en que se aplican de manera práctica en los objetos, situaciones y ambientes que se diseñan y construyen.

4.5 Anexos

Anexo A. Bibliografía localizada.

Anexo B. Tesis de licenciatura sobre ergonomía.

Anexo A. Bibliografía localizada.

THE PRACTICE AND MANAGEMENT OF INDUSTRIAL ERGONOMICS

Alexander, David C.

Prentice Hall, Nueva Jersey, 1986

T 59.7 / A 45

HUMAN FACTORS RESEARCH: METHODS AND APPLICATIONS FOR ARCHITECTS AND INTERIOR DESIGNERS

Harrigan, John E.

Elsevier, Países Bajos, 1987

TA 166 / H 376 1987

CONNECTIVE NETWORKS IN ERGONOMICS Advances in Human Factors / Ergonomics, 16

Franus, Edward A.

Elsevier, Países Bajos, 1991

TA 166 / F 76 1991

HUMAN FACTORS IN PRODUCT DESIGN

Cushman, William H. y Rosenberg, Daniel J.

Elsevier, Países Bajos, 1991

TS 171.4 / C 8

ERGONOMIA EN ODONTOLOGIA. Un enfoque preventivo.

Aguila Ramos, F. Juan y Tegiacchi, Marcelo

Ed. Jims, Barcelona, 1991

TA 166 / G 48

Anexo B. Tesis de licenciatura sobre ergonomía.

FACULTAD DE CONTADURIA Y ADMINISTRACION

LA ERGONOMIA EN LA FORMACION ACADEMICA DEL LICENCIADO EN ADMINISTRACION: UN ENFOQUE TEORICO

Lechuga Ruiz, Ana Luisa

Lic. en Administración

Fac. de Contaduría y Administración, UNAM, México, 1991

ERGONOMIA: UN CAMPO DE INCURSION PARA LOS ADMINISTRADORES

Martínez González, José Vili

Lic. en Administración

FES-Cuautitlán, UNAM, México, 1994

FACULTAD DE DERECHO

LA ERGONOMIA Y EL DERECHO LABORAL MEXICANO

Bustamante Valencia, Jaime

Lic. en Derecho

Fac. de Derecho, UNAM, México 1993

FACULTAD DE INGENIERIA

ERGONOMIA: UNA DISCIPLINA QUE AYUDA A GENERAR BIENESTAR COMPARTIDO

Vásquez Amaya, Salvador

Lic. Ingeniería Mecánica Electricista

Fac. de Ingeniería, UNAM, México, 1980

LA ERGONOMIA EN EL RENDIMIENTO DE LA EMPRESA

Brito Martínez, Martha Catalina

Lic. Ingeniería Mecánica Electricista

Fac. de Ingeniería, UNAM, México, 1987

FACULTAD DE QUIMICA

LA ERGONOMIA EN LA INDUSTRIA QUIMICA

Espinosa Morales, Guillermo
Lic. Ingeniería Química
Fac. de Química, UNAM, México, 1981

FACULTAD DE ODONTOLOGIA

ERGONOMIA DENTAL

Jiménez de Pavia, Julio Rafael
Lic. Cirujano Dentista.
Fac. de Odontología, UNAM, México, 1980

ERGONOMIA EN EL CONSULTORIO DENTAL

Landeros Gallardo, María Teresa A.
Lic. Cirujano Dentista.
Fac. de Odontología, UNAM, México, 1980

ERGONOMIA EN ODONTOLOGIA

Hara Chuji, Sakai
Lic. Cirujano Dentista.
Fac. de Odontología, UNAM, México, 1981

ERGONOMIA EN ENDODONCIA

Pardo López, María
Lic. Cirujano Dentista.
ENEP-Iztacala, UNAM, México, 1981

ERGONOMIA

Villeda Valdés, Guillermo
Lic. Cirujano Dentista.
ENEP-Iztacala, UNAM, México, 1984

ERGONOMIA EN ODONTOLOGIA

López Gijón, Horalia
Lic. Cirujano Dentista.
Fac. de Odontología, UNAM, México, 1987

BIBLIOGRAFIA

- * Comisión Nacional de los Derechos Humanos. *Declaración Universal de los Derechos Humanos*. México, 1991.
- * Human Factors Society. *Directory and yearbook*. Santa Mónica, Calif. 1992.
- * Instituto Mexicano del Seguro Social. *Lecciones en Materia de Seguridad Social: Medicina del Trabajo*. I.M.S.S. - Secretaría General - Jefatura de Servicios del Secretariado Técnico - Centro de Documentación. México, 1982

Publicaciones:

- * *Applied Ergonomics. The journal on the technology of man's relation with machines, environment and work systems.*
Butterworth - Heinemann, Gran Bretaña.
Realizada en colaboración con la Sociedad de Ergonomía (*Ergonomics Society*).
Publicación bimestral.
- * Centro de Derechos Humanos "Fray Francisco de Vitoria, O.P" A.C.
Curso Básico de derechos Humanos. Tema 18: El Derecho al Trabajo.
Revista "Justicia y Paz. Información y análisis sobre Derechos humanos en México, Centroamérica y el Caribe". Año IV. Julio - Septiembre de 1991.
- * *Ergonomics. An international journal of research and practice in Human Factors and Ergonomics.*
Taylor & Francis, Gran Bretaña.
Realizada en colaboración con la Sociedad de Ergonomía (*Ergonomics Society*) y la Asociación Internacional de Ergonomía (*International Ergonomics Association*).
Publicación mensual.

Parte B

En esta parte se conoce al ser humano como un ente bio - psico - social, y para su estudio se divide en cuatro capítulos.

El capítulo V trata de las cualidades físicas del hombre bajo la óptica de la anatomofisiología.

En el capítulo VI se analizan exclusivamente las características dimensionales del cuerpo humano.

En el capítulo VII aparecen los fenómenos de la sensación y la percepción.

El capítulo VIII habla de las cualidades socioculturales propias de los grupos de usuarios.

Factores Humanos

V. Factor Anatomofisiológico

5.1 Definición

La anatomía estudia la estructura de los cuerpos orgánicos y la fisiología estudia las funciones orgánicas de los mismos. Es por eso que este factor fusiona ambas ciencias con el fin de estudiar de manera conjunta tanto la estructura como la función del cuerpo humano. Su enfoque principal se dirige a la detección de las capacidades, limitaciones y características físicas del hombre que se ven afectadas por su relación con los objetos y el entorno; para que por medio de la aplicación del buen diseño beneficiemos al usuario sin poner en riesgo su integridad física.

5.2 Base Estructural

El cuerpo humano está formado en su totalidad por millones de células de diversos tamaños, formas y tipos que cumplen funciones muy particulares; pero todas tienen el mismo principio estructural y funcional.

El conjunto de células del mismo tipo unidas por una sustancia intermedia, forman un tejido. Cuando dos o más tejidos combinan sus funciones formando una estructura más compleja, se denomina órgano. Y la agrupación de órganos que poseen funciones similares reciben el nombre de sistema. Así tenemos que precisamente por las funciones vitales que desempeñan, los sistemas corporales pueden ser reunidos en tres grupos básicos:

SISTEMAS DEL CUERPO HUMANO		
NUTRICION	REPRODUCCION	RELACION
Respiratorio		Muscular
Cardiovascular	Reproductor	Oseo
Urinario	Endocrino	Nervioso
Digestivo		Sensorial
Linfático		

Tabla 1. Principales sistemas corporales.

5.3 Sistemas Corporales básicos para la Ergonomía

Con la finalidad de hacer un estudio más particular, analizaremos solamente aquellos sistemas corporales que nos permiten establecer contacto directo con el medio ambiente (ver tabla 2); además del sistema respiratorio y del cardiovascular, que son los que nutren a los sistemas llamados de relación. Por su parte, sistema nervioso y los órganos sensoriales se analizarán con mayor detalle dentro del Factor Psicológico.

SISTEMAS CORPORALES BASICOS PARA LA ERGONOMIA	
Sistema Muscular	APARATO LOCOMOTOR
Sistema Oseo	
Sistema Nervioso	
Sistema Cardiovascular	
Sistema Respiratorio	
Sistema Sensorial	

Tabla 2. Sistemas corporales basicos para la ergonomia.

Y aunque importantes, omitiremos a las sistemas cuya función es meramente interna ya que sólo en casos muy especiales estos tienen relacion directa con objetos de diseño industrial; un ejemplo de estos son el instrumental medico y las prótesis. Pero cuando tengamos un proyecto similar, tendremos que asesorarnos con especialistas para profundizar en el conocimiento de la anatomia y la fisiologia.

Aqui es necesario señalar que tambien existen objetos que no son propiamente del terreno médico y sin embargo, para su diseño requerimos conocer mayores datos de los sistemas que en este trabajo decidimos omitir; por ejemplo, para el diseño de asientos de bicicleta o motocicleta es conveniente considerar las características de los órganos genitales de ambos sexos para no provocar lesiones en los usuarios.

En lo que se refiere al sistema endocrino y al inmunológico, consideramos que la visión de la ergonomia debe empezar a cambiar; y mas ahora que algunas investigaciones y hechos reales nos vienen demostrando que la productividad y el bienestar físico, psicológico y social de hombres y mujeres dependen en gran medida de los cambios hormonales y fenómenos glandulares a que estamos expuestos. Entre las investigaciones que se han hecho al respecto están:

- * Los efectos del ciclo menstrual en una terminal de indicadores visuales: indices cognitivos y clasificación subjetiva.
Menstrual cycle effects on a VDT-based simulation task: cognitive indices and subjective ratings. Chi'e Nakatani y colaboradores. Ergonomics, Vol. 36 N° 4 Abril 1993.
- * La manifestación del 'síndrome premenstrual' en las mediciones del humor y la atención continua.
The expression of the "pre-menstrual syndrome" in measures of mood and sustained attention. G. Matthews y H. Ryan. Ergonomics, Vol. 37 N° 8 Agosto 1994.

Por otro lado, actualmente sabemos que la transmisión de padecimientos virales como el sida dependen del uso o mal uso que se hace de algunos objetos como condones, jeringas e instrumental punzocortante que algunos profesionales emplean como herramientas de trabajo.

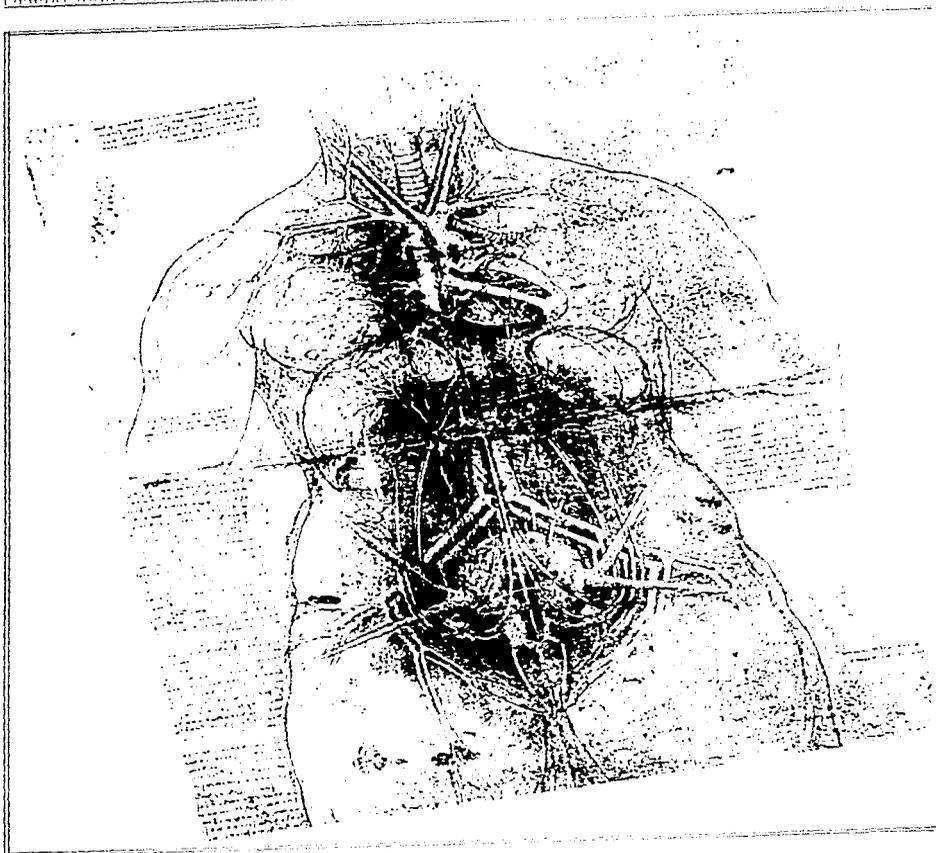


Figura 1. Órganos internos (Dibujo anatómico del torso de una mujer de Leonardo Da Vinci, p. 173).

5.4 Sistema Cardiovascular

La importancia que tiene este sistema para la ergonomía, es que es el responsable de llevar nutrientes y oxígeno al aparato locomotor así como de recoger los desechos orgánicos producidos como resultado de las funciones metabólicas.

El músculo cardíaco o corazón impulsa la sangre a todo el organismo por medio de un bombeo continuo provocado por dos tipos de movimientos, que a su vez son regulados por el sistema nervioso autónomo. Estos dos movimientos cardíacos son:

- ◊ Sístole o movimiento de contracción
- ◊ Diástole o movimiento de relajación

El ritmo de contracción del corazón de un hombre adulto, sano y en reposo es de 70 latidos por minuto, pero estos varían de acuerdo a la edad, salud, acondicionamiento, condiciones ambientales, etc. Es por eso que también para la ergonomía tiene sentido este sistema, pues la frecuencia cardíaca es un excelente indicador para definir si el sujeto se encuentra en condiciones óptimas o de sobreesfuerzo al realizar cualquier actividad. Estas mediciones se realizan en el campo de la ergometría que se verá posteriormente (ver 5.13).

5.5 Sistema Respiratorio

Este sistema es el encargado de mantener y regular el intercambio gaseoso entre el organismo y el medio ambiente; facilitándose a su vez el proceso metabólico muscular.

Los principales componentes del sistema respiratorio son los pulmones; ellos son los encargados del intercambio gaseoso. Están conformados por alveolos pulmonares irrigados por capilares sanguíneos y es donde los glóbulos rojos se surten el oxígeno necesario para llevarlo al resto del cuerpo.

La principal acción que realizamos por medio de este sistema, es la respiración. Los movimientos respiratorios son:

- ◊ Inspiración (entrada de aire)
- ◊ Espiración (salida del aire)

Que propician el ensanchamiento y contracción de los pulmones y de la caja torácica, y su acción va intercalada. Inspiramos aire con un alto contenido de oxígeno y espiramos aire con un alto contenido de bióxido de carbono. Estos movimientos son involuntarios y su frecuencia y velocidad depende de los requerimientos de los pulmones, ya que a mayor actividad física se necesita mayor consumo de oxígeno; esto hace que sea otro buen indicador fisiológico (ver 5.13) para definir el esfuerzo realizado por las personas en actividad.

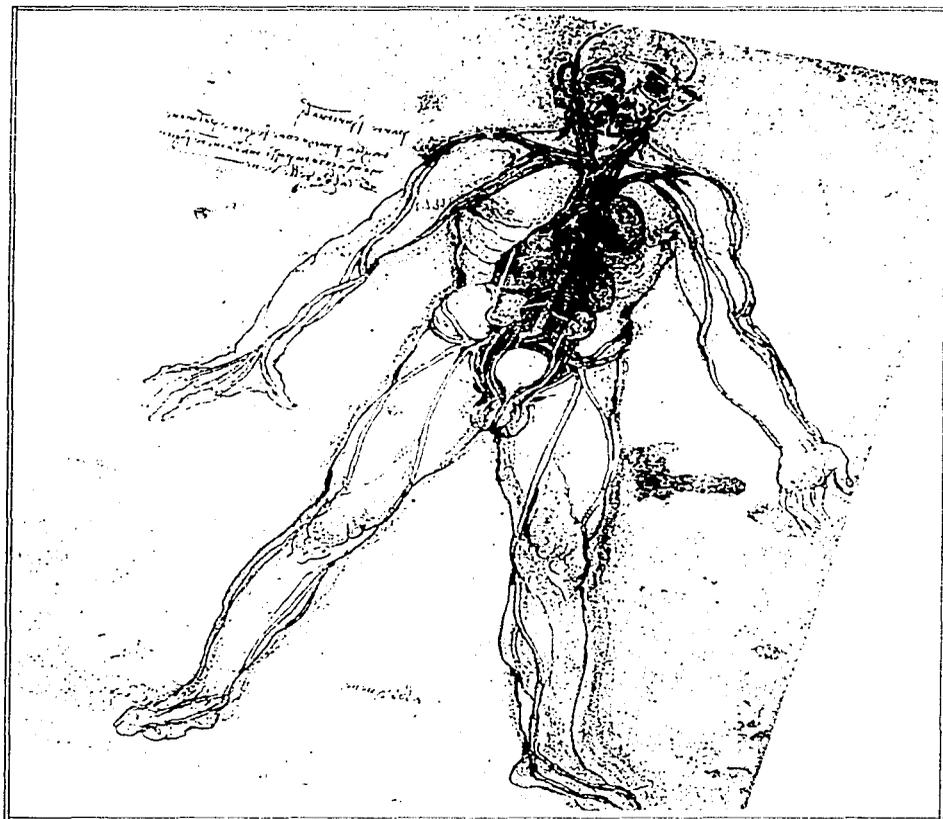


Figura 2. Sistema cardiovascular (Dibujo anatómico de corazón y principales arterias de Leonardo Da Vinci).

5.6 Sistema Nervioso

Es el sistema encargado de dirigir y controlar las funciones locomotoras, mentales y perceptuales (ver capítulo VII) del organismo, y se divide en:

a. Sistema Nervioso Central

Formado por cerebro y médula espinal.

b. Sistema Nervioso Periférico

Formado por la ramificación nerviosa que recorre todo el cuerpo, uniendo todos los órganos con el sistema nervioso central. Y se subdivide en:

◊ Sistema nervioso cerebroespinal o voluntario: Controla y regula los movimientos y funciones de los músculos esqueléticos.

◊ Sistema nervioso autónomo, vegetativo o involuntario: Regula automáticamente el funcionamiento de órganos y sistemas internos, y a su vez se divide en simpático y parasimpático.

Los nervios del sistema nervioso periférico se dividen en:

◊ Sensitivos: Transportan las sensaciones y estímulos de todo el cuerpo hasta la médula espinal; y controlan las sensaciones. Las terminaciones de estos nervios se localizan en los órganos de los sentidos.

◊ Motores: Llevan las órdenes de la médula espinal hacia todo el cuerpo; y controlan los movimientos. Las células o neuronas que controlan a los nervios motores, se encuentran en el sistema nervioso central.

5.7 Aparato Locomotor

La función principal de este aparato es generar el movimiento corporal. Este movimiento a su vez depende de la forma y función de cada uno de los elementos que constituyen este aparato:

◊ Sistema óseo
◊ Tendones

◊ Articulaciones
◊ Ligamentos

◊ Cartilago
◊ Sistema muscular

5.7.1 Sistema Óseo

Sistema formado por el esqueleto humano y posee 206 huesos aproximadamente. Entre las funciones que posee el esqueleto tenemos:

- ◊ Es el almacén del cuerpo y determina la estatura del individuo.
- ◊ Es el productor de las células sanguíneas en la médula roja.
- ◊ Almacén de las sales minerales.
- ◊ Responsable principal de transmitir el movimiento de un segmento corporal a otro.
- ◊ Sostiene y conecta músculos y nervios formando entre todos el aparato locomotor.

a. El esqueleto humano se divide en:

- ◊ Esqueleto axial: Formado por cráneo, columna vertebral, costillas y pechos.
- ◊ Esqueleto apendicular: Formado por las extremidades inferiores y superiores.

b. Los huesos están formados por dos tipos de tejido:

- ◊ Tejido óseo esponjoso
- ◊ Tejido óseo compacto

Las etapas de crecimiento del hueso se determinan por la edad de la persona. Primero es mucosa, luego cartilago que se va calcificando paulatinamente hasta alcanzar el estado óseo definitivo alrededor de los 25 años, y posteriormente por el aumento de edad se van descalcificando y tornándose frágiles.

c. Según su forma y tamaño, los huesos se clasifican en:

- ◊ Largos
- ◊ Irregulares
- ◊ Sesamoideos
- ◊ Cortos
- ◊ Planos



Figura 3. Sistema óseo (Las bicicletas, de José Gpe. Posadas, p. 172).

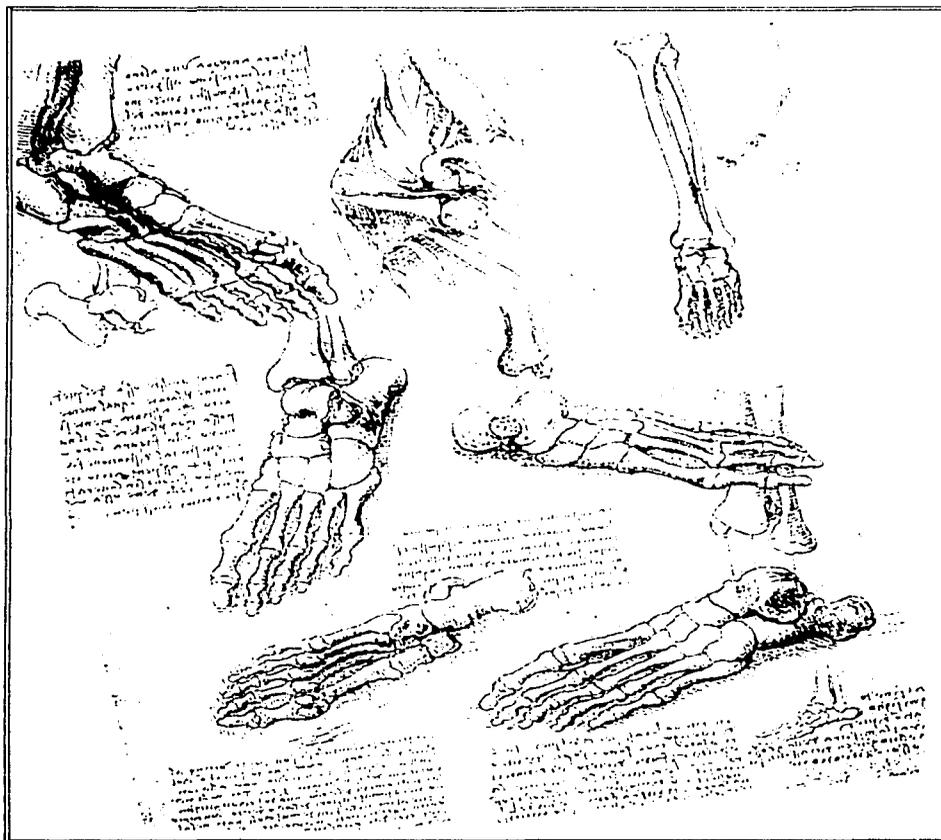


Figura 4. Tipos de huesos (Estudios de los huesos del pie y del tobillo, de Leonardo Da Vinci, p. 61).

5.7.2 Articulaciones

Estos son los puntos donde se reúnen dos o más huesos brindándoles diferentes tipos y grados de movilidad.

a. El tipo de movimiento está determinado por las características estructurales de la articulación, y éstas son:

- ◊ Articulaciones fibrosas
- ◊ Articulaciones cartilagosas
- ◊ Articulaciones sinoviales

b. Según el tipo de movimiento que poseen se clasifican en:

- ◊ Articulaciones fijas: Son las uniones entre huesos que no tienen ningún tipo de movimiento, como los huesos del cráneo .
- ◊ Articulaciones semimóviles: Aquí los huesos están unidos por un cartilago bastante resistente y flexible; por ejemplo, los huesos de la columna vertebral.
- ◊ Articulaciones móviles: Los huesos en sus extremos tienen un recubrimiento cartilaginoso que facilita el movimiento y amortigua el roce entre ellos.

Las articulaciones móviles a su vez tienen diferentes tipos de unión y por consiguiente producen diferentes movimientos:

- ◊ Articulación de superficie esférica: El extremo del hueso es redondeado y entra en la cavidad del hueso contrario; por ejemplo, la unión del omóplato y el húmero.
- ◊ Articulación troclear: Sólo permite movimientos de flexión y extensión; como la articulación del codo.
- ◊ Articulación artrodia: Es una articulación de huesos planos con movimiento muy restringido; como la articulación de la muñeca.
- ◊ Articulación tricoide o rotatoria: Los huesos giran en torno a un eje; como la articulación del radio y cúbito.

5.7.3 Cartilago, Tendón y Ligamento

a. Cartilago: Es una capa muy fina de tejido conjuntivo formado por fibras resistentes, flexibles y elásticas que recubre los extremos de los huesos y facilita su deslizamiento cuando se produce algún movimiento en las articulaciones.

b. Tendón: Son las terminaciones musculares poco elásticas que se insertan en los huesos y transmiten el movimiento de un segmento corporal a otro.

c. Ligamento: Son recubrimientos elásticos que envuelven a las articulaciones permitiéndoles movimiento y estabilidad.

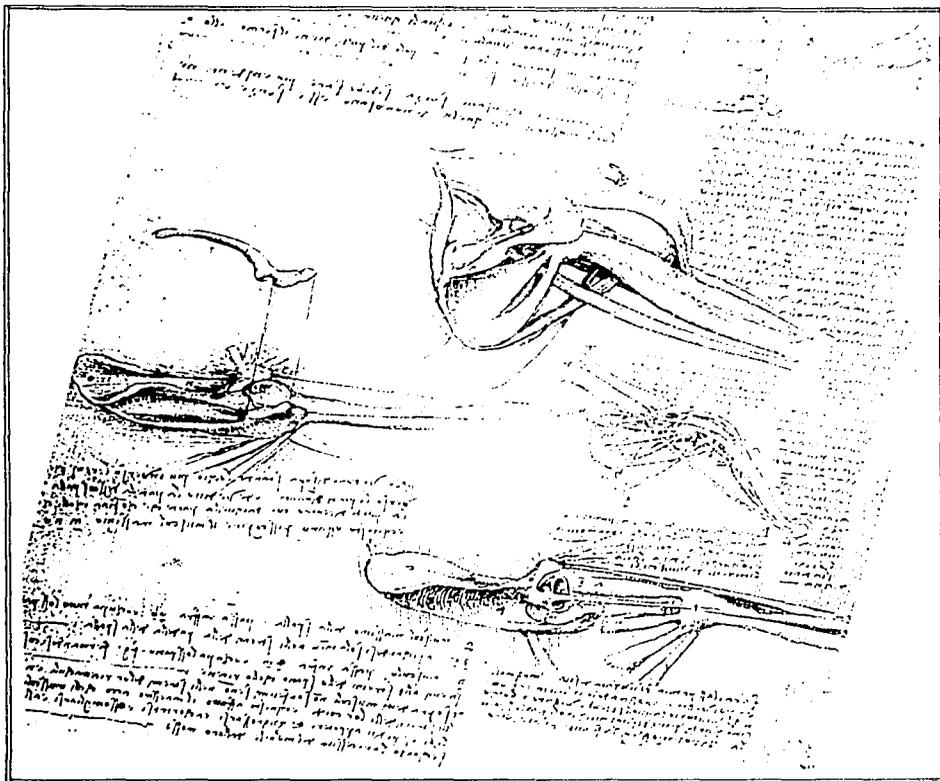


Figura 5. Articulaciones (Estudios de los huesos y la musculatura del hombro, de Leonardo Da Vinci, p. 58).



Figura 6. Sistema muscular (Estudio de los músculos de la pierna y de la boca, garganta y órganos asociados, de Leonardo Da Vinci, p. 59).



Figura 7. Sistema muscular (Estudios de los huesos y de la musculatura del cuello, de Leonardo Da Vinci, p. 60).

5.7.4 Sistema Muscular

Los músculos se clasifican en involuntarios, cardíaco y esqueléticos o estriados; siendo estos últimos los que nos interesan, y que forman la masa carnosa del cuerpo.

Los músculos estriados o esqueléticos recubren al sistema óseo formando juntos el aparato locomotor. Y tienen la facultad de contraerse y relajarse a voluntad. Están formados por fibras largas llamadas estrias; y la unión de estas por medio de tejido conectivo se les llama fascículo; cuyo conjunto da como resultado al músculo propiamente dicho. Los músculos esqueléticos corresponden aproximadamente al 40% del peso total del cuerpo.

a. Según la disposición de las fibras, se clasifican en:

- ◊ Músculos anchos y planos: Son delgados y grandes; sirven como protección a órganos internos.
- ◊ Músculos cortos: Son músculos muy pequeños que realizan movimientos delicados como en los ojos.
- ◊ Músculos largos: A este grupo pertenecen casi todos los músculos del aparato locomotor.

Las fibras musculares están formadas por miofibrillas, las cuales tienen dos proteínas: actina y miosina. Cuando estas células reciben ordenes del cerebro, se provoca el movimiento propiamente dicho.

5.8 Movimiento corporal

El movimiento corporal se realiza gracias al trabajo conjunto de todos los elementos que forman el aparato locomotor y se da en dos momentos antagónicos:

a. Relajación: Se presenta cuando disminuye la fuerza de contracción o cuando el músculo esta inactivo y hay ausencia de contracción. Sin embargo, aunque el músculo esté en reposo no existe la relajación total pues todo músculo sano posee un mínimo de contracción y firmeza que se denomina tono muscular.

b. Contracción: Esta se presenta en dos momentos: cuando se manifiesta la tensión muscular y cuando se da el acortamiento de un músculo.

La contracción a su vez se subdivide en tres tipos que tienen que ver con los dos tipos de movimiento corporal:

◊ Movimiento estático

◊ Movimiento dinámico



Figura 8. Movimiento estático (Grabado sin nombre, p. 193).

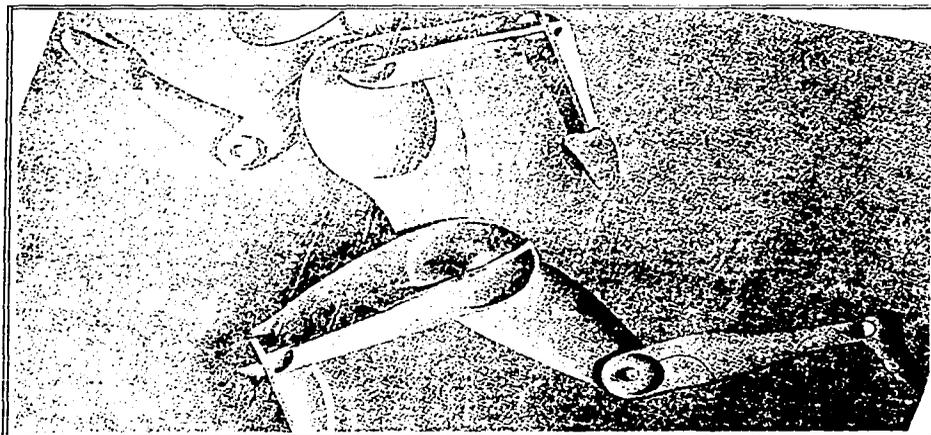


Figura 9. Movimiento dinámico (El corredor, de Joost Schmidt, p. 529).

- ◊ **Contracción estática o isométrica:** Existe un desarrollo de tensión en el músculo aunque su longitud no varíe. Este tipo de contracción se presenta en el movimiento estático y su metabolismo pertenece a la fase aeróbica (ver 5.12)
- ◊ **Contracción concéntrica:** El músculo desarrolla la tensión suficiente para superar una resistencia. Aquí el músculo disminuye su longitud moviendo la articulación correspondiente. Su metabolismo pertenece a la fase aeróbica (ver 5.12).
- ◊ **Contracción excéntrica:** Se presenta cuando la resistencia es mayor que la tensión del músculo y este aumenta su longitud. Su metabolismo pertenece a la fase aeróbica (ver 5.12).

El movimiento dinámico se produce cuando se presentan de manera alternada las contracciones concéntricas y las excéntricas. A su vez estos movimientos naturales que realizan los diferentes segmentos del cuerpo por separado se clasifican de la siguiente manera:

- ◊ **Flexión:** Es la reducción del ángulo formado por dos partes del cuerpo.
- ◊ **Extensión:** Es el aumento del ángulo entre dos partes del cuerpo.
- ◊ **Abducción:** Es el alargamiento de alguna parte del cuerpo de la línea media del mismo.
- ◊ **Adducción:** Es el acercamiento de alguna parte del cuerpo hacia el eje medio del mismo.
- ◊ **Circunducción:** Combinación de flexión, extensión, abducción y aducción, lo que permite al segmento moverse en sentido circular.
- ◊ **Rotación media:** Giro hacia el eje medio del cuerpo.
- ◊ **Rotación lateral:** Giro más allá del eje medio del cuerpo.
- ◊ **Pronación:** Giro del antebrazo para que la mano quede hacia abajo.
- ◊ **Supinación:** Giro del antebrazo para que la palma quede hacia arriba.
- ◊ **Eversión:** Giro del pie hacia afuera.
- ◊ **Inversión:** Elevación del pie para que la planta del pie quede hacia adentro.
- ◊ **Encogimiento:** Descenso de la estatura o posición normal.
- ◊ **Elevación:** Aumento de la estatura o posición normal.

5.9 Posturas y movimientos

Gracias a la conjunción de las habilidades del aparato locomotor se produce el movimiento corporal y por medio de él podemos adoptar variadas posiciones que nos permiten la ubicación espacial y nos ofrecen otro nivel de percepción con la sensación **propioceptiva** (ver capítulo VII). Estas múltiples posiciones las podemos reunir en tres grupos de posturas básicas:

◊ De pie

◊ Sentado o sedente

◊ Acostado o decubito



Figura 10. Posiciones básicas. (Grabado sin nombre, p. 19).

A su vez, el cuerpo se puede diferenciar en tres planos que son los que marcan la dirección que sigue cada segmento durante su movimiento. Estos tres planos son:

◊ Horizontal

◊ Sagital

◊ Frontal

Como diseñadores debemos conocer las ventajas del aparato locomotor para no dañar a las personas, ya que como veremos mas adelante existe una gran variedad de situaciones y de objetos antiergonomicos que producen lesiones corporales de consideración.

Es importante señalar que todas aquellas lesiones que sufre directamente el aparato locomotor, se conocen con el nombre de 'desordenes por trauma acumulado' y genéricamente se catalogan como producto de los llamados 'agentes ergonomicos' de los que tanto se hablan en la salud en el trabajo, la higiene ocupacional y la seguridad industrial. Es decir, que en el trabajo conjunto de estas tres disciplinas con la ergonomía industrial, a esta última le corresponden como objeto de estudio única y exclusivamente las condiciones laborales productoras de daños al aparato locomotor. Y estos perjuicios se pueden dar por tres condiciones fundamentales que podemos resumir como el mal diseño de los objetos:

- ◊ Mala relación antropométrica entre el objeto y el usuario.
- ◊ Objetos que forzan posturas antinaturales.
- ◊ Actividades y tareas que ocasionan movimientos repetitivos.
- ◊ Manejo inadecuado de cargas y pesos excesivos.



Figura 11. Mala relación antropométrica entre el objeto y el usuario (Grabado sin nombre, p. 118).

79:
Keene Abdominal Corsets, Highly Recommended by Everybody.
 \$1.50

25:
Our 25-Cent Summer Corset.
 This is a new style, made of the finest materials, and is the most comfortable and stylish corset ever made. It is perfect for the summer months, and is a real bargain at only 25 cents.

39:
Our Five-Button Summer Corset. Good Fit, Best Value.
 This is a new style, made of the finest materials, and is the most comfortable and stylish corset ever made. It is perfect for the summer months, and is a real bargain at only 39 cents.

\$1.35
The Jackson Favorite Waist is the Best Corset Waist in Every Way. 85 Cents.
 This is a new style, made of the finest materials, and is the most comfortable and stylish corset ever made. It is perfect for the summer months, and is a real bargain at only 85 cents.

Figura 12. Objetos que fuerzan posturas antinaturales (Corsets, p. 943).



Figura 13. Actividades y tareas que ocasionan movimientos repetitivos (Afilador, grabado sin nombre).



Figura 14. Manejo inadecuado de cargas y pesos excesivos (Cargadores, de Raúl Anguiano, p. 55).

Podríamos pensar que estas condiciones se presentan solamente en espacios de trabajo, sin embargo estos fenómenos son demasiado comunes en los espacios cotidianos; por ejemplo, los enseres de cocina, vehículos de transporte y mobiliario.

Y por si esto fuera poco, los diseñadores industriales debemos tomar conciencia de que los responsables del diseño de estos puestos o estaciones de trabajo somos nosotros. Por ejemplo, actualmente en las escuelas de diseño industrial los proyectos sobre mesas para cómputo, sillas secretariales o sistemas de transporte urbano son muy utilizados, pero nadie les ha dicho a los alumnos que esos son puestos de trabajo y que pueden ser motivo de una alta productividad o de una lesión corporal.

5.10 Fatiga

La ejecución de movimientos y la aplicación de fuerzas produce aumento en el gasto cardiaco, en la respiración y en la temperatura corporal; además de fatiga la cual puede ser física o psicológica. Esta última puede ser provocada por la rutina, por largos periodos de trabajo intelectual o por mantener un cierto grado de concentración; reflejándose apatía, cansancio, embotamiento y mala coordinación de movimientos y funciones sensoriales.

La fatiga física se presenta después de hacer trabajar por tiempo prolongado a uno o algunos músculos debido a la transformación de la glucosa en ácido láctico. La fatiga muscular produce cansancio, dolor, pesadez y debilidad de manera crónica o aguda.

5.11 Biomecánica

El aparato locomotor es el responsable de producir el movimiento corporal, y la ciencia que estudia las características de este movimiento es la biomecánica. Esta disciplina médica componente de la ortopedia, tiene como objetivo el estudio de la aplicación de fuerzas y sus efectos en el cuerpo humano. Las áreas que la integran son:

- a. Estática: Estudia a los cuerpos en reposo y a los cuerpos en equilibrio como resultado de fuerzas opuestas; se relaciona con el movimiento estático antes descrito.
- b. Dinámica: Estudia la locomoción propiamente dicha; es decir, a los cuerpos en movimiento que tienen desplazamientos de un punto a otro como resultado de la acción combinada del sistema nervioso, óseo y muscular.

La biomecánica dinámica a su vez se subdivide en dos áreas más:

◊ Cinemática: Que acertadamente se podría decir que es la ciencia dedicada al movimiento propiamente dicho. Su interés radica en la descripción del movimiento en si mismo; de ahí

que estudie los desplazamientos, velocidades y aceleraciones del cuerpo, además de considerar el tiempo y la posición.

Dentro de la cinemática encontramos la goniometría (ver capítulo VI), que es la disciplina encargada exclusivamente de la medición de los rangos de movimiento dinámico que ejecuta cada segmento corporal a manera de ángulos o radianes.

◊ Cinética: Estudia principalmente las fuerzas que provocan el movimiento del cuerpo y se relaciona con la ergometría (ver 5.13).

Estas dos ciencias están íntimamente relacionadas entre sí y como vimos, también con la antropometría dinámica y la ergometría.

5.11.1 Biomecánica Articular

El funcionamiento de una articulación depende de varios factores:

- ◊ El movimiento entre las dos superficies debe tener la mínima resistencia.
- ◊ Los tejidos deberán tener la capacidad de resistir fuerzas deformantes.
- ◊ Las articulaciones deberán tener una rigidez y resistencia adecuada para poder soportar deformación unitaria, esfuerzo y fricción.

La unión de los elementos del aparato locomotor forman palancas rígidas con principios mecánicos básicos y especialmente las articulaciones son las encargadas de ejecutar los movimientos y esfuerzos. Los tipos de palanca son tres:

- ◊ Palanca de primer grado o de movimiento: Presente en las articulaciones que tienen capacidad de flexión y extensión.
- ◊ Palanca de segundo grado o de estación: Necesaria para que los pies soporten al cuerpo de pie.
- ◊ Palanca de tercer grado o de fuerza: Útil para la conservación del equilibrio del cuerpo en contraposición a fuerzas externas.

Las fuerzas articulares son las que resultan de la interacción de los diferentes elementos articulares cuyo objetivo final es: el movimiento y la locomoción. Existen dos tipos de fuerzas:

a. Fuerza de acción: Son fuerzas que se originan en los músculos y se reflejan en el movimiento de la articulación. El movimiento se transmite por los tendones, es por eso que se emplea una fuerza mínima reduciéndose la carga articular y la fricción.

b. Fuerza de reacción: Son aquellos que existen entre los componentes óseos, cartilaginosos y ligamentosos, independientemente de la acción muscular. Esta fuerza ayuda más a la estabilidad articular que al movimiento en sí.

5.12 Funciones Metabólicas

Como metabolismo se conocen todos los procesos biológicos que el organismo realiza y son indispensables para la multiplicación celular, crecimiento y abastecimiento energético de todos los órganos. El metabolismo está compuesto por dos procesos recíprocos:

- a. **Anabolismo:** Asimilación de las sustancias que entran al organismo transformándolas en sustancias orgánicas complejas que forman parte de las células y de las estructuras intercelulares.
- b. **Catabolismo:** Desasimilación o desintegración de las sustancias orgánicas complejas para formar sustancias más simples que a su vez desprenden la energía necesaria para las actividades vitales del cuerpo.

La base fundamental para un buen metabolismo es la alimentación, porque es ella quien provee las sustancias y nutrientes indispensables como proteínas, vitaminas, carbohidratos, sales minerales, grasas y agua. La combinación de ellos ofrece un balance tanto químico como calórico y este último tiene relación directa con el consumo de calorías que tenga cada persona. La intensidad del metabolismo varía según la edad, sexo, condición física, tipo de trabajo que se practique y condiciones ambientales.

5.12.1 Metabolismo Basal

Es la cantidad de energía consumida por el organismo en absoluto reposo solamente para mantener las funciones vitales. Se calculan aproximadamente 24 calorías por kilo de peso por día. Así, para personas adultas se requieren:

- ◊ Hombres: 1000 - 2000 calorías/ día
- ◊ Mujeres: 1000 - 1700 calorías/ día

El metabolismo basal, se mide por el método de calorimetría; en reposo absoluto, en ayunas y en una temperatura ambiental de 18 a 20 °C.

5.12.2 Metabolismo Energético

Durante el metabolismo constantemente se está produciendo y consumiendo energía. La fuente principal de energía son las sustancias nutritivas, y durante el proceso catabólico que se efectúa en las células se libera la energía interna. Esta energía liberada se consume en el organismo de varias formas:

- ◊ **Energía mecánica:** Presente en los músculos y necesaria para el movimiento.
- ◊ **Energía química:** Necesaria para la síntesis de nuevas sustancias.
- ◊ **Energía eléctrica:** Necesaria para las funciones nerviosas.

Estos tipos de energía se convierten en energía térmica que es eliminada por el cuerpo en forma de calor por la piel.

5.12.3 Energía Térmica

Como se dijo anteriormente, existe una relación directa entre el metabolismo y la elaboración de energía térmica. La temperatura corporal oscila entre los 36.5 y los 37 °C como rango normal, pero puede variar debido al ejercicio físico y a la temperatura ambiental cambiando también el metabolismo proporcionalmente.

El desprendimiento de calor se efectúa por medio de la piel por el proceso de evaporación, y depende de los cambios en el volumen sanguíneo que irriga la piel y se manifiesta por la sudoración; es decir, que a mayor temperatura habrá mayor volumen sanguíneo debido a la dilatación de los vasos sanguíneos.

La intensidad del metabolismo energético puede determinarse por la cantidad de calor formado en el interior del organismo; y para esto es necesario conocer la cantidad de sustancias nutritivas que se ingieren, y determinar la cantidad de energía contenida en ellas. Hay que considerar que solo se asimila el 90% aproximadamente de ellas.

5.12.4 Metabolismo Muscular

Para que el músculo desarrolle sus actividades requiere de energía, que es tomada de los nutrientes y almacenada en el tejido en forma de glucógeno; el cual a su vez es transformado en glucosa por medio de un proceso bioquímico.

La cantidad de glucógeno y glucosa en el músculo es mínima y tiene que ser reabastecida continuamente durante cualquier tipo de trabajo. Este reaprovisionamiento se da gracias al flujo sanguíneo y también es él quien retira de los tejidos musculares las sustancias de desecho como el ácido láctico. En este proceso metabólico se presentan dos fases:

a. Fase Anaeróbica: Aquí el músculo toma energía de la glucosa que es descompuesta por procesos bioquímicos en moléculas más pequeñas hasta convertirse en ácido láctico. En esta etapa del metabolismo muscular no interviene el oxígeno. Si el ácido láctico se acumula sin ser eliminado, se presenta la llamada fatiga muscular que impide continuar su actividad.

b. Fase Aeróbica: Para retirar el ácido láctico y permitir el buen funcionamiento del músculo, se requiere que el flujo sanguíneo sea continuo para que suministre el oxígeno necesario. Así, el ácido láctico en combinación con este se transforma en anhídrido carbónico y agua pudiendo ser fácilmente eliminado. De esta manera se establece un equilibrio entre los insumos y los desechos permitiendo una actividad muscular más prolongado.

5.13 Ergometría

Disciplina interrelacionada con la cinética (ver 5.11) y dedicada únicamente a la medición del trabajo y esfuerzos musculares.

Para la medición de los diferentes tipos de trabajo, esfuerzos y potencias que el cuerpo humano realiza, los ergometristas cuentan con varios métodos, técnicas, instrumental y unidades de medición particulares estandarizados e internacionalmente utilizados sobre todo en la medicina del deporte.

De acuerdo al tipo de trabajo realizado, las pruebas de esfuerzo se clasifican de la siguiente manera:

- " 1) Por su intensidad. De acuerdo a la respuesta en la frecuencia cardiaca (FC).
 - a) Submáximas. Cuando FC es de 120 - 170.
 - b) Máximas. FC es de 170 a la FCmax.
 - c) Supramáximas. Por arriba de la FCmax.

- 2) Por el tipo de carga.
 - a) De carga única.
 - b) De cargas múltiples, con dos tipos:
 - 1) Intermitente. Con carga inicial y reposos intercalados.
 - 2) Continua, con tres variantes:
 - 2.1) Con velocidad fija y pendiente variable.
 - 2.2) Con cambios en la velocidad y en la pendiente.
 - 2.3) Con la velocidad variable y pendiente fija. (Información Científica y Tecnológica, 1991: 29)".

Y por las variadas características biológicas que posee el organismo, se pueden medir los esfuerzos con base en:

- a. Análisis del consumo de oxígeno durante el ejercicio, por métodos matemáticos.
- b. Análisis directo del oxígeno consumido tomando muestras de los gases espirados durante el ejercicio.
- c. Medición del ácido láctico producido por el metabolismo anaeróbico de los músculos durante el periodo de trabajo.
- d. Gasto calórico durante el ejercicio.
- e. Por el incremento en la frecuencia de la respiración.
- f. Por el aumento en la frecuencia cardíaca.
- g. Por la sensación de fatiga experimentada por la misma persona.

5.14 Poblaciones especiales

Cuando diseñadores, arquitectos, urbanistas y demás profesionales encargados de la concepción, desarrollo y producción de objetos, espacios, ambientes y servicios tenemos que definir a nuestro grupo de usuarios invariablemente tomamos el prototipo del hombre de finales del milenio. Y este ejemplar resulta ser del sexo masculino, con una edad entre los 25 y 35 años, diestro y con una condición física envidiable; pero ¿qué pasa con el resto de la población que no encajamos en ese parámetro de perfección?. Aquí estamos hablando de "... otro gran grupo poblacional de interés específico: mujeres embarazadas, niños, ancianos y los discapacitados. Ellos necesitan atención especial por parte de la ergonomía, pero mucha información falta o esta incompleta (Kroemer y col., 1994: 601)".

Este grupo de personas es denominado por el mismo autor como poblaciones especiales; sin embargo, aquí caben dos reflexiones:

- ◊ Estos grupos se pueden considerar minoría, pero en conjunto son realmente la mayoría de la población y pueden ser perfectamente considerados como un grupo potencial de futuros consumidores que requieren de objetos y ambientes especiales.
- ◊ Como diseñadores deberíamos preocuparnos más por este grupo de usuarios, pues definitivamente todos los seres humanos (aun los que pertenecen al prototipo oficial) fuimos niños y seguramente llegaremos a ser discapacitados o ancianos, y la mayoría de las mujeres pasarán por lo menos una vez en su vida embarazadas.



Figura 15. Niños (La edad feliz, de José María Villanueva).

5.14.1 Niños

Dentro de este rubro se ubican niños de los 0 a los 12 años de edad y posteriormente pasan a las etapas de la adolescencia y la juventud. Y justamente las variaciones dimensionales, anatómicas y psicológicas tan extremas que se dan durante este periodo hacen que este grupo sea un punto crítico para diseñadores y fabricantes; pues hasta hace unos pocos años no había tantos objetos específicos para niños. Ahora, en cambio la mercadotecnia encontró un sector potencial de consumidores; y sin embargo, los niños tienen que seguir usando objetos diseñados para adultos sobre todo en los países latinoamericanos.

5.14.2. Mujeres Embarazadas

Ahora con la liberación femenina y con las opresiones económicas, las mujeres tienen que laborar fuera de sus hogares como conductores de camiones o taxis urbanos, oficinistas, ejecutivas o cocineras; y cuando se embarazan tienen que seguir haciéndolo por lo menos mientras no las despiden o las condiciones laborales no son riesgosas para su estado de gravidez. Y este último punto es el que a nosotros como diseñadores nos compete porque son los objetos los que permiten o no a una mujer embarazada laborar.

Entre los objetos que debemos cuidar más para esta población, están los asientos y las superficies de trabajo porque conforme aumenta el volumen del abdomen, la mujer tiene que alejarse de la superficie de trabajo y forzosamente la espalda adoptará posiciones antinaturales por la extensión de brazos hacia la superficie laboral. Además el asiento deberá permitir a la mujer cambiar periódicamente de posiciones y alternar a la vez, la postura sedente y la de pie.

Otras condiciones de cuidado son el manejo de cargas y pesos ligeros; el uso de determinado calzado y prendas de vestir holgadas y el no realizar trabajos que requieran demasiado esfuerzo físico.

Entre las investigaciones que encontramos en publicaciones especializadas, tenemos:

- * Desempeño de las tareas físicas durante el embarazo.

Performance of physical tasks in pregnancy.

J.A. Nicholls y D.W. Grieve.

Ergonomics, Vol. 35 N° 3 Marzo 1992.

- * Trabajos en posición de pie comparando mujeres embarazadas y no embarazadas.

Standing working posture compare in pregnant and non-pregnant conditions.

J.A. Paul y M.H.W. Frings-Dresen.

Ergonomics, Vol. 37 N° 9 Septiembre 1994.

- Postura, desempeño e incomodidad durante el embarazo.
Posture, performance and discomfort in pregnancy.
J.A. Nicholls y D.W. Grieco.
Applied Ergonomics, Vol. 23, N° 2, Abril 1992.
- La mujer embarazada y la altura y área de las superficies para trabajo manual en posición de pie.
Pregnant women and working surface height and working surface area for standing manual work.
J.A. Paul y M.H.W. Empje-Dresen y colaboradores.
Applied Ergonomics, Vol. 26, N° 2, Abril 1995.



Figura 16. Mujer embarazada (La visitación, grabado de Alberto Durero, p.243)

5.14.3 Personas de la Tercera Edad

Las personas de la tercera edad anteriormente llamadas ancianas, tienen el derecho de seguir gozando de los espacios y de los objetos aunque sus habilidades y capacidades físicas se ven disminuidas por el paso de los años. Es por eso que debemos de considerar a este grupo poblacional, ya que día a día aumenta básicamente por el control de la natalidad y por el aumento en la esperanza de vida.

Este grupo es tan complejo como el de los niños, pues las variaciones dimensionales, anatómicas, fisiológicas y psicológicas que se manifiestan entre los 60 y más años de edad son muy marcados. Por otro lado, hay personas que pasan esta etapa de la vida completamente sanas y otras en cambio, además de los problemas propios de la edad también padecen alguna discapacidad como resultado de algún padecimiento.

Sin embargo, a través de nuestros diseños podemos hacer que estas personas sigan siendo productivas y participes de la sociedad. Y al respecto se han hecho varias investigaciones, entre las que destacan:



Figura 17. Personas de la tercera edad (La casera, de M. Murguía y C., p. 183).

5.14.4 Personas Discapacitadas

Inválidos, minusválidos, incapacitados, discapacitados, impedidos, etc. son nombres genéricos que se les da a las personas con algún tipo de limitación física o intelectual (anteriormente llamada mental o cerebral) como consecuencia de problemas hereditarios, congénitos, de enfermedad o por accidente; y que ahora se denominan como personas discapacitadas.

Las discapacidades se pueden clasificar con relación al tiempo que la persona padezca esa afección y a la gravedad de su caso. Las primeras pueden ser temporales y permanentes; y las segundas leves y crónicas. Dentro de este gran abanico de posibilidades hay personas que son o que pueden ser autosuficientes y otras que son dependientes por completo. También debemos reconocer que las personas con discapacidades físicas no siempre poseen limitaciones intelectuales; sin embargo, las personas con este último tipo de discapacidad siempre tienen limitaciones de movilidad y estos son los casos más severos.

Existen organizaciones especializadas que consideran discapacitadas solamente a las personas que tienen dificultades cerebrales o de locomoción. Pero hay otras definiciones que incluyen en esta categoría a todas las personas que no gozan de un estado 100% saludable aunque aparentemente sean normales, como personas con problemas cardíacos, diabetes, miopía, etc.. Por lo que para esta clasificación, una buena parte de la población mundial somos discapacitados y también usuarios de objetos y espacios.

Hasta ahora los problemas de estas personas han sido verdaderamente dramáticos; porque independientemente de la afección que padezcan, la sociedad los margina sin considerar otras posibilidades que no podemos seguir pasando por alto:

a. El que una persona sea discapacitada no quiere decir que sea inútil. Simplemente uno de sus componentes no funciona de manera totalmente normal, pero el resto del cuerpo y mente gozan plenamente de sus facultades; y en base a esto se puede integrar a la vida productiva realizando la labor adecuada. Por ejemplo, si una persona carece de algún miembro inferior o de movilidad en estos, perfectamente puede ejecutar tareas administrativas, intelectuales o manuales en posición sedente.

b. Los discapacitados además de tener las mismas necesidades que las personas presumiblemente normales, también tienen necesidades propias de su deficiencia. Y por si esto fuera poco, tienen que redoblar esfuerzos para adaptarse al mundo de las personas "normales". Y así tienen que deambular por nuestros espacios públicos con sillas de ruedas, muletas o bastones o las personas invidentes tienen que transitar por las banquetas llenas de puestos ambulantes, postes o cabinas telefónicas; poniendo en peligro su integridad física.

Los puntos anteriores son perfectamente remediables. Por supuesto que para ello tenemos que colaborar en conjunto sociedad, gobierno, ingenieros, arquitectos, diseñadores, especialistas del área médico-biológica y los propios afectados; los cuales con el paso del tiempo han conseguido el respeto de algunos derechos como las leyes gubernamentales de Barreras Arquitectónicas en algunos países.



Figura 18. Personas discapacitadas (Don Catrín de La Fachonari, p. 303).

En nuestro país, el Comité Consultivo Nacional de Servicios de Salud de la Secretaría de Salud celebró una sesión el 25 de octubre de 1993 donde se expidió el "Proyecto de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SSA2-1993 que establece los requisitos arquitectónicos para facilitar el acceso, tránsito y permanencia de los discapacitados a los establecimientos de atención médica del Sistema Nacional de Salud (Secretaría de Salud, 1994)". Esta norma apareció publicada en el Diario Oficial de la Nación ya aprobada el 4 de abril de 1994. Y actualmente existen otras normas que ampliaron este concepto de acceso, tránsito y permanencia de las personas discapacitadas a todos los lugares de orden público.

Este es un primer avance en la materia donde los diseñadores y ergónomos debemos de apoyar y colaborar con arquitectos e ingenieros, porque aunque estos reglamentos hacen hincapié en las características espaciales no podemos negar que dentro de los espacios construidos son los objetos de uso los que dan el carácter de habitable.

Hasta la fecha, los objetos de uso propios para los discapacitados son fabricados por las industrias especializadas en equipos médicos y esto hace que tengan un carácter formal frío y desagradable, sobre todo para las personas que a pesar de su deficiencia no se consideran "enfermos". Por otro lado, estos objetos especiales no logran satisfacer todas las necesidades de dichos usuarios.

Por todo lo escrito hasta ahora, los diseñadores no podemos seguir al margen de esta problemática; sobre todo porque con nuestros diseños podemos ayudar a la integración social de este grupo y a que su vida sea más llevadera. Entre los objetos que podemos diseñar están los siguientes:

- ◊ Ayudas para caminar, hablar, escribir, leer, oír, comer, etc.
- ◊ Equipos médicos y de rehabilitación
- ◊ Objetos y elementos auxiliares para arquitectura
- ◊ Aparatos y utensilios domésticos
- ◊ Sistemas de transporte
- ◊ Puestos de trabajo especializados

Tenemos un campo inmenso e inexplorado que debemos abarcar.

Sobre esto, diremos que en julio de 1992 en el Palacio de Bellas Artes del D.F. se presentó la exposición "Vivir como todos los demás" donde se mostraron objetos de uso especializado para los discapacitados. Además el folleto de presentación aportaba información sobre el tema.

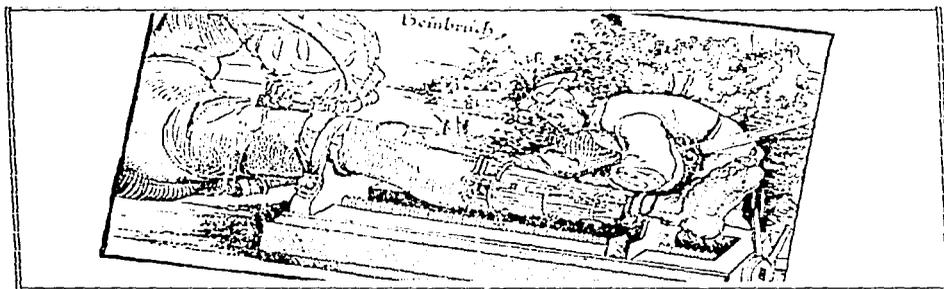


Figura 19. Objetos necesarios para las personas discapacitadas (Grabado sin nombre, p. 250).

- ◊ Se deberá procurar que el espacio donde se realicen las actividades se mantenga con niveles de ventilación adecuados para no perjudicar las vías respiratorias.
- ◊ Dentro del diseño de equipo respiratorio de seguridad, se deberá considerar el volumen de aire que requieren consumir las personas para que este pueda pasar por los filtros sin dificultad.
- ◊ Los objetos que diseñemos no deberán producir emanaciones químicas que se puedan inhalar.
- ◊ Las formas de los objetos deberán ser orgánicas para no presionar ningún nervio durante la realización de las tareas.
- ◊ La configuración esquelética de las personas se debe conservar dentro de los parámetros normales.
- ◊ Las articulaciones no deberán tener flexiones ni extensiones extremas, se deberán mantener en una posición neutral.

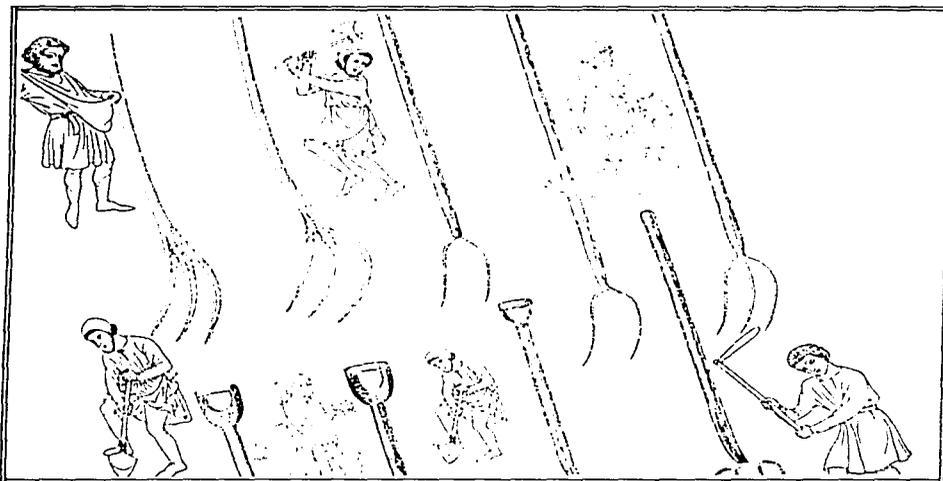


Figura 22. Instrumentos que propician malas posturas (Grabado sin nombre, p. 63).

- ◊ Los asientos deberán tener la altura adecuada (ver capítulo V) para no ejercer presión en la parte baja del muslo, ya que se puede ocasionar entumecimiento en las extremidades inferiores por la dificultad en la irrigación sanguínea.
- ◊ Las formas y dimensiones de los asientos deberán corresponder a la curvatura natural de la columna vertebral y así fomentar la buena posición.
- ◊ Las dimensiones de las superficies deberán ser las adecuadas para evitar inclinaciones y flexiones laterales y frontales del tórax.

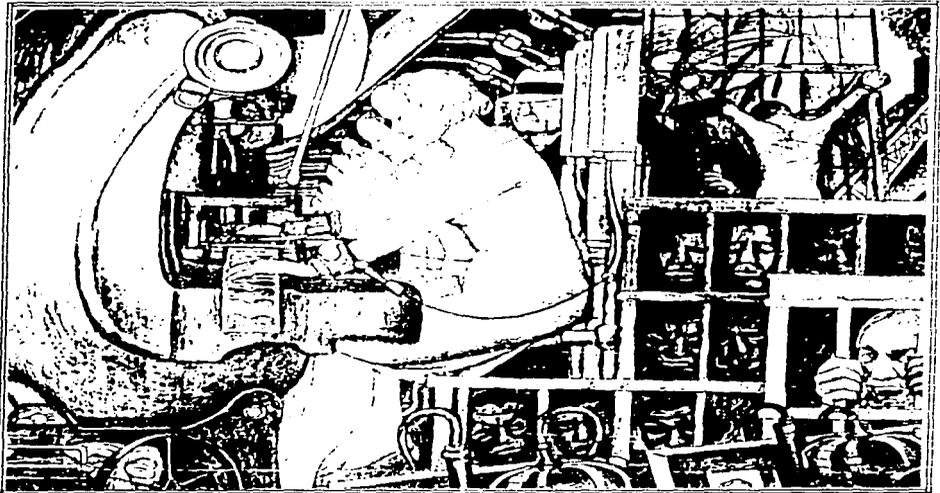


Figura 23. Asientos (Guerra Mundial), de Diego Rivera).

- ◊ Los elementos de carga como empaques deberán tener elementos de sujeción adecuados a las dimensiones y formas de las manos.
- ◊ Los asientos y las superficies deberán permitir el cambio de posturas y movimientos para evitar el movimiento estático.
- ◊ Se deben de evitar los alcances máximos (capítulo VI) para no fomentar movimientos ni posturas antinaturales.

◊ Al diseñar debemos considerar los datos antropométricos, pero estos tienen que ser revisados por medio del método de simulación adecuado (ver capítulo XI) para corregir errores funcionales.

◊ El diseño debe evitar que las personas tengan que accionar o realizar actividades por encima de los hombros y por debajo de la altura del codo (ver capítulo VI), ya que la primera situación provoca estiramientos musculares riesgosos y la segunda condición hace que la columna vertebral se flexione indebidamente y se presenten contracciones musculares.

◊ Se deben de revisar y si es necesario corregir las técnicas utilizadas para el manejo y levantamiento de cargas.



Figura 24. Diferentes maneras de cargar (Grabado sin nombre, p. 66).

◊ Se deben de evitar los movimientos repetitivos.

◊ Produce más fatiga el movimiento estático que el dinámico debido a que en el primero, el músculo se mantiene contraído y el flujo sanguíneo se detiene aumentando la cantidad de ácido láctico.

◊ Las posiciones corporales que producen más fatiga son aquellas en donde el flujo sanguíneo no corre normalmente. Por ejemplo, al mantener los brazos hacia arriba o al tener algún objeto presionando la piel cerca de la región poplitea manifestándose entumecimiento y posterior cosquilleo al irse normalizando la corriente sanguínea.

◊ La fatiga se presenta primero en los músculos que actúan directamente en la acción; sin embargo, si no se corrige la fatiga se extiende poco a poco al resto del sistema muscular.

◊ La fatiga es menor al realizar movimientos comunes; es decir, cuando se ha tenido un entrenamiento.

◊ La fatiga aguda desaparece después de un periodo razonable de reposo. Los descansos deben ser lapsos cortos a intervalos frecuentes pues son más benéficos; y durante ellos es conveniente realizar movimientos diferentes y cambios de posición. El descanso nocturno y el sueño son también recomendables para remediar la fatiga aguda.

◊ Por su parte, la fatiga crónica es un estado patológico y no desaparece después del descanso normal.

◊ Lo anterior es razón suficiente para prevenir la fatiga diseñando objetos adecuados a las actividades y a las capacidades biológicas de los usuarios para eliminarla por completo.



Figura 25. Manera incorrecta de cargar (El cargador, en 'Los mexicanos pintados por sí mismos').

5.16 Anexos

Anexo A. Bibliografía localizada.

ERGONOMICS. Design for people at work, vol. 1.

Eastman Kodak Company; Human Factors Section; Health Safety and Human Factors Laboratory

Van Nostrand Reinhold, E.U.A., 1983

T 59.7 / E 74 Vol. 1

ERGONOMICS. Design for people at work, vol. 2.

Eastman Kodak Company; Ergonomics Group; Health and Environment Laboratories

Van Nostrand Reinhold, Nueva York, 1986

T 59.7 / E 74 Vol. 2

BIOMECANICA DEL MOVIMIENTO HUMANO, de Williams y Lissner

Le Veau, Barney

Ed. Trillas, México, 1991

QP 303 / L 4918

THE ERGONOMICS OF WORKING POSTURES

Corlett, Nigel; Wilson, John y Manenica, Ilija

Taylor & Francis, Gran Bretaña, 1986

T 59.7 / I 57 1985

MANUAL MATERIALS HANDLING

Ayoub, M.M. y Mital, Anil

Taylor & Francis, Gran Bretaña, 1989

T 55 .3 M3 / A 96

ERGONOMICS IN REHABILITATION

Mital, Anil y Karwowski, Waldemar
Taylor & Francis, Gran Bretaña, 1988

RM 735 / E 74

THE PHYSIOLOGY OF WORK

Rodahl, Kaare
Taylor & Francis, Gran Bretaña, 1989

QP 82 .2 S8 / R 63

THE BODY AT WORK. BIOLOGICAL ERGONOMICS.

Singleton, W.T.
Cambridge University Press, Gran Bretaña, 1982

QP 301 / B 63

ENGINEERING PHYSIOLOGY. Bases of Human Factors / Ergonomics.

Kroemer, K.H.E.; Kroemer, H.J. y Kroemer-Elbert, K.E.
Van Nostrand Reinhold, E.U.A., 1990

TA 166 / K 76 1990

BIOMECHANICS OF HUMAN MOVEMENT

Adrian, Marlene J. y Cooper, John M.
Benchmark Press, Indianapolis, 1989

QP 303 / A 37

THE ERGONOMICS OF WORKSPACES AND MACHINES. A design manual.

Clark, T.S. y Corlett, E.N.
Taylor & Francis, Gran Bretaña, 1984

T 59.7 / C 53

BIBLIOGRAFIA

- * Dienhart, Charlotte M. *Elementos de anatomía y fisiología humanas*.
Ed. El Ateneo, Buenos Aires, 1969.
- * Guyton, A.C. *Fisiología humana*.
Ed. Interamericana, México, 1987.
- * Hale, Gloria. *Manual para minusválidos*.
Ed. Blume, Madrid, 1980.
- * Panero, J. y Zelnik, M. *Las dimensiones humanas en los espacios interiores*.
Ed. Gustavo Gill, Barcelona, 1985.
- * Tatarinov, V. G. *Anatomía y fisiología humanas*.
Ed. Mir, Moscú, 1980.

Publicación:

- * Rodríguez Nava, Roberto. *Ergometría aplicada. Ciencia y deporte*.
Revista Información Científica y Tecnológica. Vol. 13 N° 175
CONACYT, México, Abril 1991.
- * Secretaría de Salud. *Proyecto de Norma Oficial Mexicana: NOM-001-SSA2-1993*.
Diario Oficial de la Nación. México, abril 4 de 1994.
- * *Ergonomics. An international journal of research and practice in human factors and ergonomics*.
Taylor & Francis, Gran Bretaña
Realizada en colaboración con la Sociedad de Ergonomía (*Ergonomics Society*)
y la Asociación Internacional de Ergonomía (*International Ergonomics Association*)
Publicación mensual.
- * *Applied Ergonomics. The journal on the technology of man's relations with machines, environment and work systems*.
Butterworth-Heinemann, Gran Bretaña
Realizada en colaboración con la Sociedad de Ergonomía (*Ergonomics Society*)
Publicación bimestral.

Figuras:

- Figura 1, 2, 4, 5,6 y 7: Mannering, Douglas. *El arte de Leonardo da Vinci*. Ed. Polígrafa, Barcelona, 1981.
- Figura 3: *Monografía de las obras de Jose Guadalupe Posadas*. Mexican Folkways, México, 1930.
- Figuras 8, 10, 11, 13, 19, 21, 22 y 24: Quinn, Gerard. *The Clip Art Book*. Crescent Books, Nueva York, 1990.
- Figura 9: Wingler, Hans M. *Bauhaus: Weimar, Dessau, Berlin: 1919-1933*. Ed. Gustavo Gili, Barcelona, 1962.
- Figura 12: *The 1902 edition of the Sears Roebuck Catalogue*. Gramercy Books, Nueva York, 1993.
- Figura 14: Crespo de la Serna, Jorge. *Raúl Anguiano*. Edomex, México, 1983.
- Figura 15, 17, 18 y 25: *Nación de Imágenes. La litografía mexicana del s. XIX*. Amigos del Museo Nacional de Arte, A.C. México, 1994.
- Figura 16: Knappe, Karl Adolf. *Dürer. The complete engravings, etchings and woodcuts*. Thames and Hudson, Londres, 1965.
- Figura 23: *Diego Rivera. 50 años de su labor artística*. INBA, SEP, México, 1951.

VI. Factor Antropométrico

6.1 Orígenes

A lo largo de la historia el ser humano ha tenido la curiosidad de conocer su cuerpo, desde su apariencia externa hasta los terrenos más recónditos como las propias funciones psíquicas. Esta necesidad se agravó al tener que construir espacios para habitar y sobrevivir, y así empezó el hombre a conocer las dimensiones de su propio cuerpo, ya que fueron estas las que le dieron las pautas para el establecimiento de las medidas en sus edificaciones. Por ejemplo, codo, brazada, pie, pulgada, etc. sin embargo, estas tienden a desaparecer por la estandarización que se está haciendo del sistema métrico decimal en todo el mundo. Esta evolución la podemos catalogar como parte de la historia de la antropometría, ya que matemáticos, científicos y artistas de diferentes épocas se han dedicado al estudio metódico y sistemático de las dimensiones corporales y sus variadas aplicaciones:

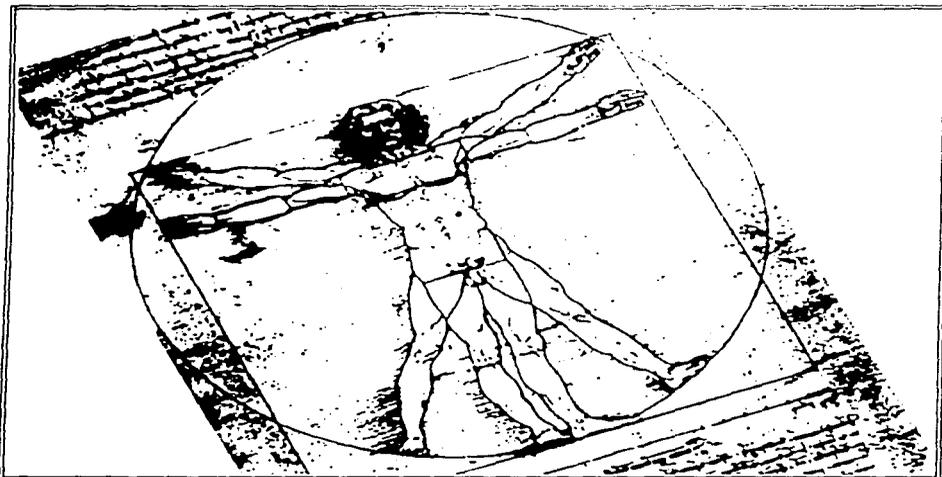


Figura 1. Canon de las proporciones humanas según la regla de Vitruvio (dibujo de Leonardo Da Vinci, p. 78)

◊ En las pirámides de Menfis (3000 a.c.) se encontró un canon basado en las dimensiones humanas, y es considerado como el más antiguo (Neufert, 1985: 23).

◊ Vitruvio (s. I a.c.) escribió un Tratado de Arquitectura donde analizó la proporción perfecta del cuerpo humano, la aplicación de las medidas corporales en el arte y creó el dibujo de una figura humana masculina circunscrita en un cuadrado y un círculo retomada después por varios artistas (Ching, 1985).

◊ Alberto Durero escribió en 1528 el "Tratado de las proporciones humanas (el título alemán dice textualmente: Aquí se hallan recogidos los cuatro libros de la humana proporción)... (Grandes Maestros del Arte, 1979: 97)"; y para su creación el pintor no solo expuso las teorías de Vitruvio sino que realizó "... investigaciones con doscientas o trescientas personas vivientes...(idem)".

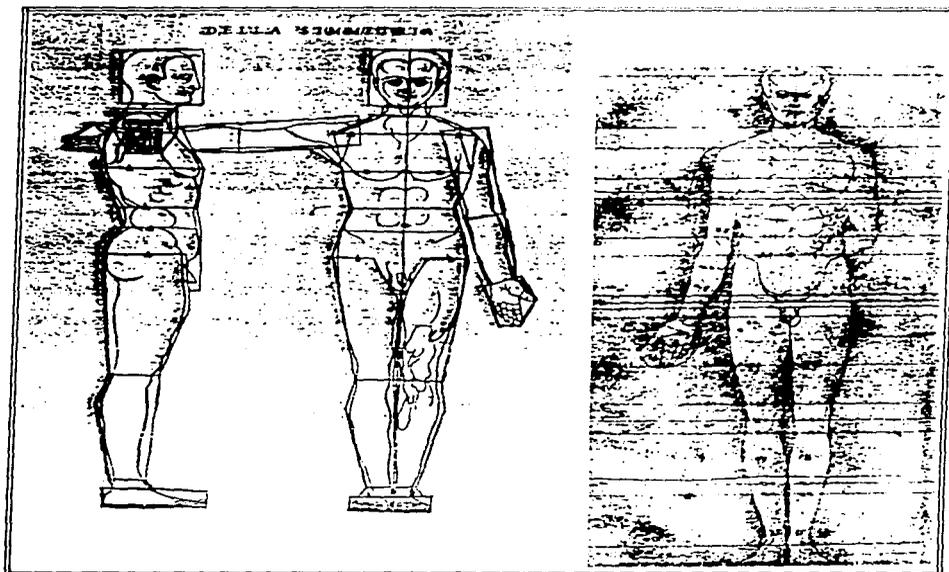


Figura 2. Dibujos tomados del "Tratado de las proporciones humanas" de Alberto Durero (p. 97).

- ◊ En el siglo XIX A. Zeising estableció relaciones directas entre las proporciones corporales y la proporción armónica o división en media y extrema razón o sección áurea (Neufert, 1985: 23).
- ◊ En 1870 el matemático belga Quetlet publicó su libro "Anthropometrie", siendo el primero en definir esta disciplina con su nombre actual (Panero y Zelnik, 1984: 23).
- ◊ En 1926 Neufert inició la recopilación de datos que han dado sustento a su libro "Arte de proyectar en Arquitectura" y que sirve como guía a todo arquitecto contemporáneo (Neufert, 1985: 22).
- ◊ En 1945, Le Corbusier con base en la proporción armónica creó "Le Modulor", en donde el cuerpo tiene tres puntos de referencia básicos: los pies, el plexo solar, y la cabeza y las puntas de los dedos con el brazo hacia arriba (Neufert, 1985: 23).
- ◊ A partir de la Segunda Guerra Mundial los estudios antropométricos se volvieron parte de la rutina de algunos países; sobre todo dentro del ejército, la marina y escuelas aéreas con el objetivo de uniformar a la población; y estos muestreos antropométricos lo vemos en los textos más comunes.



Figura 3. Necesidad de uniformar a la población por medio del uso de los mismos objetos (Uniformes, de José María Villasana, p. 231).

◊ Por los resultados que actualmente nos ofrece esta disciplina, es innegable su importancia para la ergonomía y el diseño. Sin embargo, los diseñadores latinoamericanos aún no contamos con datos confiables que nos permitan diseñar "para nosotros", y nos tenemos que basar en estudios antropométricos no muy recientes realizados en el extranjero de grupos bien específicos como el militar, que dimensionalmente difiere bastante de nuestra población.

Así, tenemos la obligación de promover la importancia de la antropometría no sólo en nuestra profesión sino en otras, con el fin de que algún día en nuestros países se elaboren muestreos antropométricos periódicos como censos dimensionales, ya que se ha comprobado que con los cambios en los hábitos alimenticios, los tipos de trabajo y los ritmos de la vida, se han modificado notoriamente las características corporales de la población. Pero mientras esto no sucede, podemos realizar dichas investigaciones de manera independiente en nuestras escuelas de diseño, con el fin de obtener datos más reales y cercanos a nuestras necesidades.

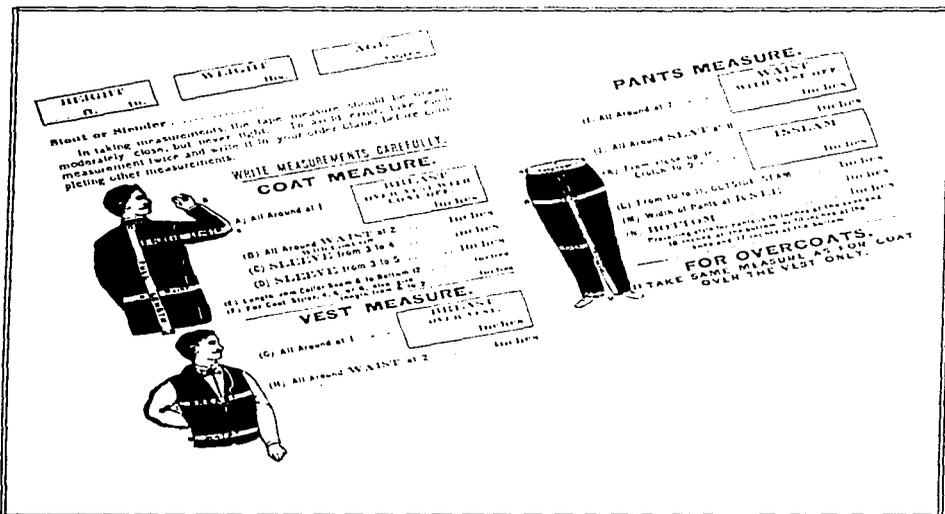


Figura 4. Necesidad conocer las dimensiones corporales para el diseño y producción de objetos de uso cotidiano (Cómo realizar las mediciones, p. 1121).

6.2 Definición

Esta disciplina tomó su nombre de los vocablos griegos *Antropo* = humano y *Métricos* = medida; es decir que es la disciplina que toma, analiza y estudia las dimensiones del cuerpo humano.

El medir el cuerpo ha sido y seguirá siendo práctica común en varias actividades profesionales. Algunas de forma empírica como las realizadas por los sastres y otras más sistematizadas con bases científicas. Entre estas últimas encontramos la antropología, medicina y ergonomía que se auxilian de la antropometría con igual utilidad pero con diferentes enfoques:

a. Antropología: Utiliza la medición corporal para recabar información sobre características étnicas y hasta hace poco se aplicaba sólo a restos humanos. Actualmente la antropología física la utiliza con los mismos fines pero aplicada a seres humanos vivos.

b. Medicina: Aquí las dimensiones humanas tomadas pueden ser muy variadas dependiendo el área médica que se trate. Puede tomarse solo el peso y la estatura como datos generales de cualquier paciente o pueden tomarse medidas más específicas como en la ortopedia, traumatología y rehabilitación para definir el grado patológico o anormal del paciente.

c. Ergonomía: Esta ciencia siendo la encargada del estudio de la relación usuario - objeto - entorno, requiere de las dimensiones humanas para poder definir las medidas que tendrán los objetos, espacios o situaciones que se diseñarán para que funcionen de manera óptima al corresponder directamente a las necesidades corporales de los futuros usuarios.

Las diferencias entre la aplicación de la antropometría en medicina, antropología y ergonomía son evidentes si tomamos en cuenta que ésta última le interesa el hombre en plena actividad; o sea, el hombre vivo, actuante, pensante y por lógica vestido. Esto último hay que recalcarlo porque en las técnicas antropométricas de las dos primeras ciencias se pide que la persona que va a ser medida esté desnuda o con ropas muy ligeras, para que las medidas obtenidas sean muy precisas. En cambio para la ergonomía las dimensiones deben ser tomadas bajo las condiciones más parecidas a la realidad del usuario y si éste trabaja con vestiduras especiales o con ropa común las medidas deben ser tomadas sobre las mismas prendas.

Aquí es necesario diferenciar ambos términos que aún en la actualidad se usan como sinónimos no sólo por los estudiantes sino también por algunos profesores de diseño. La diferencia es la siguiente:

- ◊ La antropometría se refiere única y exclusivamente a las dimensiones corporales tomadas a cualquier persona.
- ◊ En cambio, la ergonomía se presenta cuando los datos antropométricos se usan como base para dimensionar cualquier objeto. Es decir, que si las dimensiones humanas no se aplican prácticamente, no hay ergonomía.

6.3 La Antropometría y la Variabilidad Humana

El hombre posee cualidades y características físicas comunes a toda la especie humana y desde este punto de vista podríamos ver y pensar que todas las personas somos iguales: todos tenemos un corazón, dos pulmones, dos piernas, dos ojos, veinte dedos, etc.. Pero las cosas se complican cuando notamos diferencias en los tipos de piel, color de ojos, tipo sanguíneo y sobre todo dimensiones corporales. Justo aquí vemos que no somos tan iguales. Estas grandes diferencias se rigen por la Ley de la Variabilidad, que a su vez se divide en:

- Variabilidad Externa: Diferencias entre los grupos étnicos.
- Variabilidad Interna: Diferencias individuales dentro de cada grupo étnico.

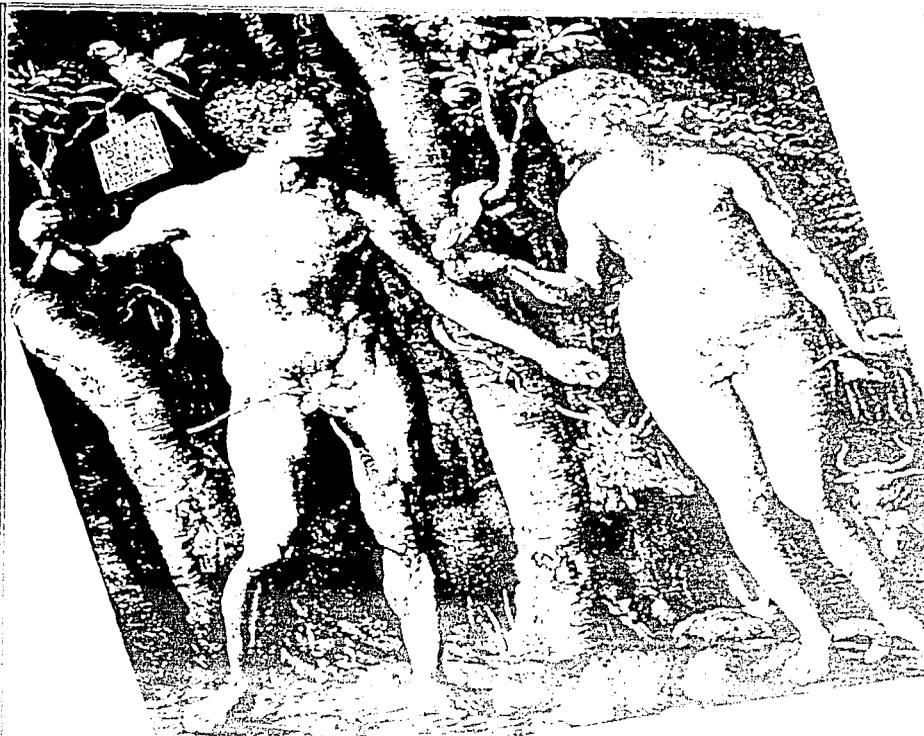


Figura 5. Variabilidad humana (Apuntes de cabezas indígenas y tipo mexicano, de Diego Rivera).

Por eso podemos decir que no hay dos personas idénticas, ni aún dentro de la misma raza o grupo étnico. Y la antropometría no es la excepción ya que también se ve profundamente afectada por esta Ley en donde son principalmente seis los factores que al entremezclarse la definen:

Epitafio para
Deseo Industrial

a. Sexo: La primera gran división que nos permite clasificar a los seres humanos. Nos clasificamos en hombres y mujeres con diferentes características físicas, psicológicas y notorias y que no podemos pasar por alto, no es todo para el diseño de ropa y espacios que sean de uso exclusivo de un solo sexo.



Epitafio para
Deseo Industrial

b. Edad: Dentro de los dos grupos anteriores, encontramos a los individuos, divididos por edades; tomando como punto de partida su nacimiento y como fin el momento de su muerte. Durante este lapso se verifica una evolución mental y física constante que se manifiesta sobre todo en las medidas corporales, propias de cada edad. Estas las podemos dividir en:

◇ Infancia
◇ Niñez

◇ Adolescencia
◇ Juventud

◇ Adultez
◇ Vejez

◇ Senectud
◇ Longevidad



Figura 7. Diferencias dimensionales de acuerdo a la edad (El Viejo judío, de Pablo Picasso).

c. Grupo racial: Los diferentes grupos étnicos tienen ubicaciones geográficas variadas con características climatológicas y flora y fauna especiales que definen la dieta y las actividades del grupo, afectando no solo el estilo de vida y las costumbres del mismo, sino también contribuyen al desarrollo físico y dimensional de los individuos.



Figura 8. Diferencias dimensionales entre razas (Entrada en Tacuba, p. 212).

d. Factor genético: La mezcla de genes entre los grupos étnicos dan como resultado un mestizaje que puede mejorar o perjudicar las características físicas o mentales de los individuos. Además por medio de este fenómeno se heredan cualidades y características que se manifiestan de manera única en las personas, logrando con mayor precisión que seamos inigualables.

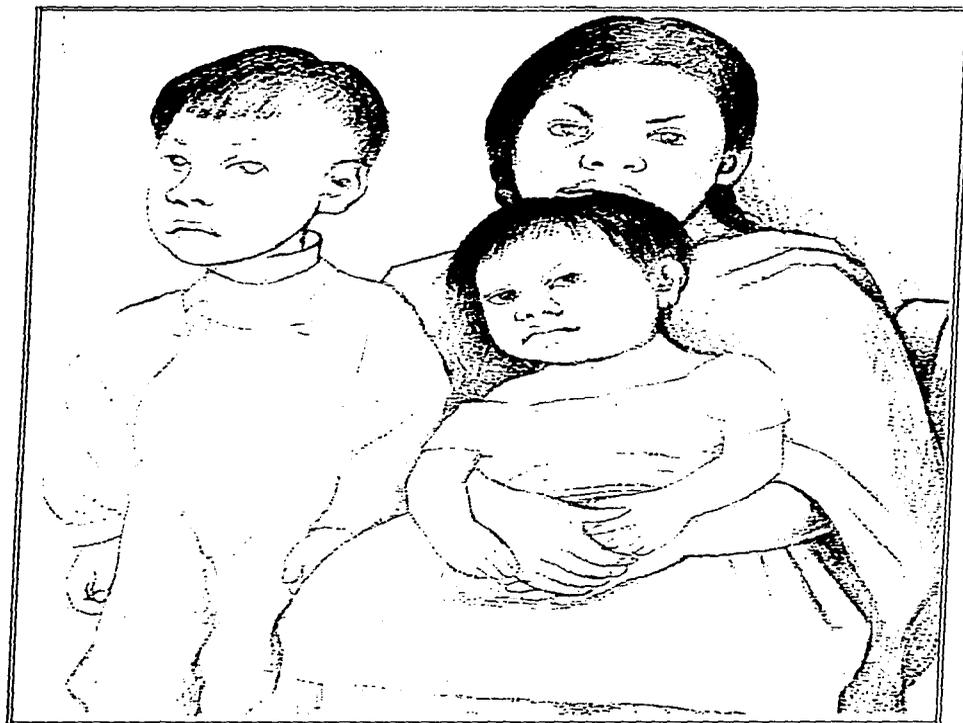


Figura 9. Diferencias dimensionales marcadas por la herencia genética (Madre con hijos, de Diego Rivera).

e. Grado de Salud: La importancia de este punto radica en que gracias a él podemos clasificar a la humanidad en personas sanas o normales y en enfermas o anormales desde el punto de vista patológico. En este apartado, debemos considerar al grupo de discapacitados como un grupo antropométrico muy especial ya que por sus propias limitantes tienen otras características dimensionales generales o particulares; aunque desde el punto de vista patológico sean personas sanas al no presentar síntomas de enfermedad sino solamente limitaciones físicas o intelectuales.



Figura 10. Diferencias dimensionales marcadas por enfermedades o discapacidades (Vestido de hombre selvático, de Leonardo Da Vinci).

f. Actividad Ocupacional: Este parece ser un punto no muy común al hablar de antropometría, pero últimamente se ha hecho más evidente la variación dimensional entre los seres humanos gracias al tipo de actividad que desempeñan. Por ejemplo, los hombres que laboran en trabajos físicos y pesados presentan mayores dimensiones corporales que los hombres dedicados a actividades intelectuales o de escritorio, aunque ambos sean de la misma edad.



Figura 11. Diferencias dimensionales marcadas por las actividades de las personas (Cocheros, p. 171; Modas).

Las seis características anteriores no solamente definen las diferencias dimensionales entre los individuos, sino que además dificultan el quehacer de los diseñadores y arquitectos pues actualmente no podemos diseñar para tal o cual persona, debemos diseñar para la mayoría; y dadas las condiciones comerciales y de comunicación, esa mayoría es un grupo casi universal. Por supuesto que esas diferencias dimensionales no las vamos a eliminar ni pretendemos hacerlo, lo que nos corresponde es diseñar de tal manera que nuestros objetos sean adecuados para cualquier persona.

6.4. Somatotipos

Decíamos anteriormente que gracias a la Ley de la Variabilidad no pueden existir dos personas iguales. Existen diferencias cualitativas como el color de ojos, piel y cabello; y diferencias cuantitativas como son las dimensiones y tipos corporales. Las variaciones antropométricas se manifiestan por las grandes diferencias que existen entre los tipos corporales, los cuales se definen a partir de la estructura morfológica de los individuos. Esta estructura morfológica se moldea en base a las proporciones del sistema óseo, muscular y grasa almacenada en el cuerpo.

William Sheldon después de varios muestreos antropométricos y fotográficos llegó a definir tres tipos corporales o estructuras morfológicas básicas: endomórfo, mesomórfo y ectomórfo (nombres basados en las etapas embrionarias) (Croncy, 1978: 49-50).

a. Endomorfo: Personas anchas con bastante grasa superficial, lo que las hace tener formas redondeadas y ser el prototipo de las personas obesas.

b. Mesomorfo: Estas personas tienen buena musculatura con poca grasa subcutánea. Tienen una apariencia angular y fuerte; son el prototipo de las personas físicamente activas.

c. Ectomorfo: Son personas delgadas sin grasa subcutánea, extremidades largas y caja torácica angosta. Aparentan debilidad y mala postura.

Sheldon definió estas tres estructuras morfológicas como básicas, sin embargo es poca la población que se encuentra ubicada perfectamente dentro de alguno de los tipos debido a la multicitada Ley de la Variabilidad. Por tal motivo, Sheldon dividió cada tipo en categorías que van del 1 al 7 para calificar las características de cada tipo.

Esta escala numérica de clasificación mezcla las características de los tres tipos en el orden siguiente: la primera cifra corresponde a las características endomorfas; la siguiente a las mesomorfas; y la tercera cifra a las ectomorfas.

Los resultados de esta clasificación se conoce con el nombre de somatotipos y permiten definir las características morfológicas más particulares y objetivas de cada persona, además de poder abarcar a toda la población.

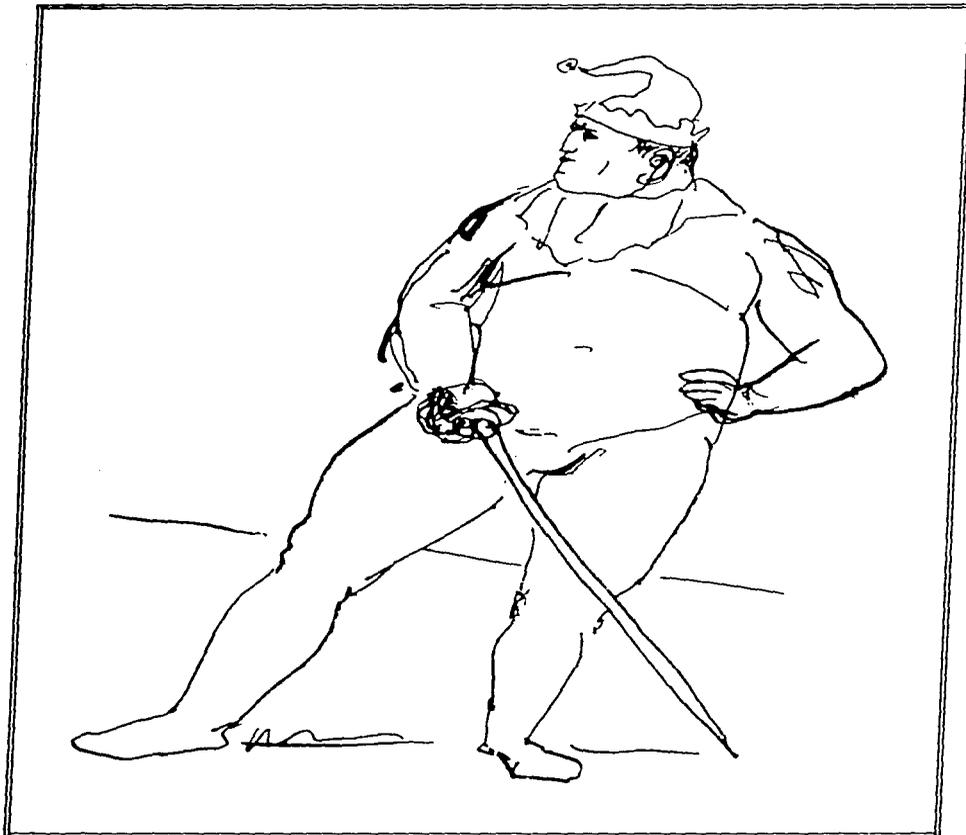


Figura 12. Persona con características endomorfas (El tío Pepe Don José, de Pablo Picasso).

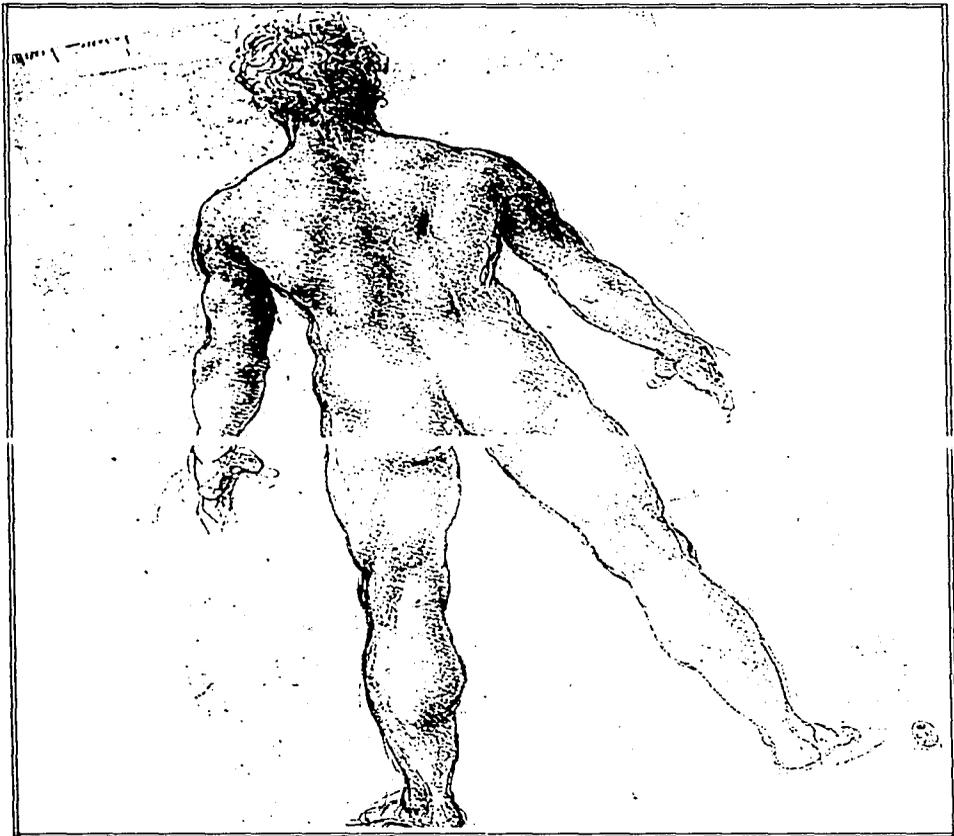


Figura 13. Persona con características mesomorfas (Estudio de desnudo, de Leonardo Da Vinci).



Figura 14. Persona con cawan benito y un estampano en la corte del Emperador Otta (c. 1100), de W. G. Beal, p. 1203.

6.5 Divisiones de la Antropometría

Dadas las características físicas y cualidades que poseen los seres humanos para moverse, cambiar de posición y estar en reposo; de ahí que sus dimensiones también puedan variar. Por esta razón la antropometría se divide en tres grandes ramas:

- ◊ Antropometría Estática, clásica o estructural
- ◊ Antropometría Dinámica o funcional
- ◊ Antropometría Newtoniana

6.6 Antropometría Estática, Clásica o Estructural

Las medidas que pertenecen a este rubro se toman estando la persona en absoluto reposo y en dos posturas fundamentales: vertical o de pie y sentado o sedente. Cuando la persona que se va a medir no puede estar de pie, ya sea por enfermedad, discapacidad o por ser infantes, las medidas se toman en posición horizontal o acostada (decúbito supino). El instrumento de medición es el antropómetro y otros accesorios (ver cap. XI). De manera general las dimensiones más comunes se clasifican como:

- ◊ Peso
- ◊ Estatura (de pie): Distancia vertical desde la planta de los pies hasta el punto más alto de la cabeza (vértex).
- ◊ Estatura (sentado): Distancia vertical desde el asiento hasta el vértex.
- ◊ Alturas: Toda distancia vertical desde la planta de los pies o asiento hasta cualquier puntodeseado.
- ◊ Anchos: Diámetros horizontales laterales (derecho a izquierdo).
- ◊ Profundidades: Diámetros horizontales antero-posteriores.
- ◊ Longitudes: Distancias a lo largo del eje de un miembro o segmento del cuerpo.
- ◊ Alcances: Distancia a lo largo del eje del brazo o pierna en cualquier dirección.
- ◊ Perímetros: Medida alrededor de cualquier parte del cuerpo.
- ◊ Prominencias: Longitud de cualquier punto que sobresalga de la superficie corporal.
- ◊ Grososres: Tomada en los pliegues cutáneos para medir el espesor de la piel y tejido adiposo.

Todas ellas tienen un valor mínimo de 50 cm de altura, el espacio crítico o mínimo necesario para el paso de personas, objetos y puntos de vista. Estas medidas antropométricas se muestran en la tabla 1.

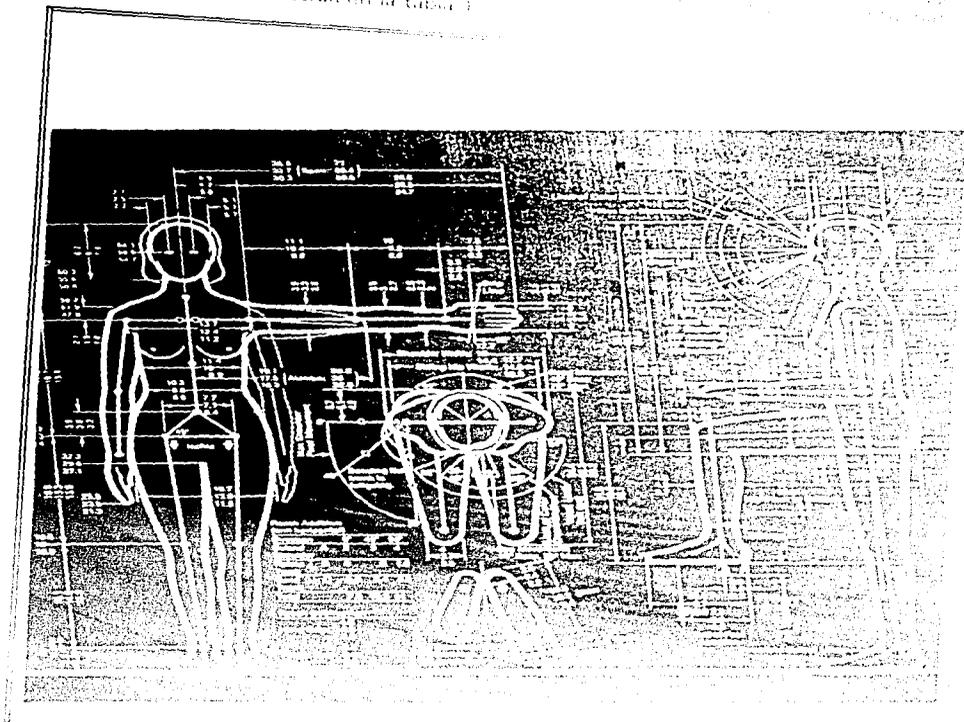


Figura 1. Medidas antropométricas para el diseño de un espacio de trabajo.

DIMENSIONES EN POSICION DE PIE	
1. Peso	13. Diámetro bideltoideo
2. Estatura	14. Ancho máximo cuerpo
3. Altura de ojo	15. Ancho máximo lateral codo - codo
4. Altura oido	16. Diametro transversal de torax
5. Altura de hombro	17. Diametro bitrocantérico
6. Altura acromion	18. Profundidad máxima de cuerpo
7. Altura radial	19. Profundidad del torax
8. Altura codo flexionado	20. Alcance brazo frontal
9. Altura muñeca	21. Alcance brazo lateral
10. Altura al nudillo	22. Alcance maximo lateral (2 brazos)
11. Altura dactilion	23. Alcance maximo vertical
12. Altura de la rodilla	

DIMENSIONES EN POSICION SEDENTE	
1. Altura total	11. Ancho de cadera
2. Altura ojo	12. Longitud nalga - rodilla
3. Altura hombro	13. Longitud nalga - poplitea
4. Altura omóplato	14. Longitud codo - muñeca
5. Altura región lumbar	15. Longitud codo - dactilion
6. Altura codo flexionado	16. Profundidad abdominal
7. Altura máxima de muslo	17. Alcance maximo vertical
8. Altura rodilla	
9. Altura poplitea	
10. Ancho codo a codo	

DIMENSIONES ESPECIALES		
Cabeza	Mano	Pie
1. Ancho de cabeza	1. Longitud total	1. Longitud total
2. Largo de cabeza	2. Longitud palma	2. Ancho máximo
3. Diámetro de cabeza	3. Longitud dedos	3. Ancho talón
4. Altura de cara	4. Ancho total	4. Altura maleolar
5. Ancho de cara	5. Ancho palma	
	6. Ancho empuñadura	
	7. Diámetro empuñadura	

Tabla 1. Dimensiones corporales de la antropometria estática. Datos obtenidos de las obras de S. Pheasant y de R. Avila y D. Sánchez.

6.7 Antropometría Dinámica o Funcional

Las medidas aquí tomadas se denominan compuestas ya que la antropometría se interseca con la biomecánica y la goniometría (ver cap. V). Con el goniómetro se miden los desplazamientos angulares y lineales que realiza algún miembro o el cuerpo entero, detectando la amplitud de movimiento en sus grados máximos y mínimos normales o anormales tanto en posición, de pie y otras posiciones que se requieran.

Estas dimensiones nos sirven para determinar la posición, ubicación y movimiento del hombre en relación a los objetos y espacio que le rodea; es definir cuantitativamente el manejo proxémico del hombre. En la tabla 2 vemos los tipos y rangos de movimiento de algunos segmentos corporales.

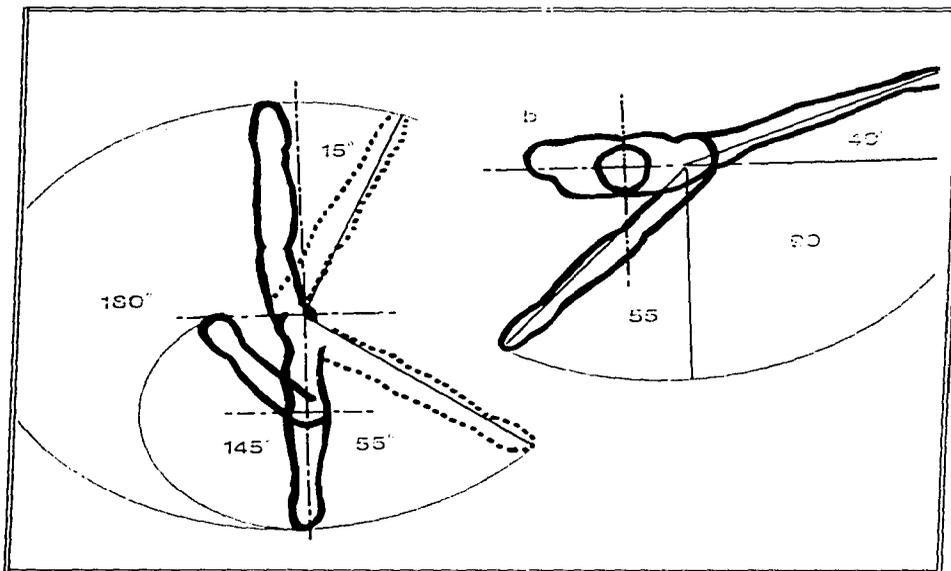


Figura 16. Antropometría dinámica (esquema de movimiento articular de "Antropometría para diseñadores" de John Croney, p. 53).

SEGMENTO CORPORAL	TIPOS DE MOVIMIENTO	GRADOS DE MOVIMIENTO
CUELLO	Flexión - Extensión Rotación	
HOMBRO	Abducción Flexión - Extensión Rotación interna Rotación externa	0 - 180°
BRAZO	Abducción Rotación interna Rotación externa Elevación y anteropulsión Retropulsión Circunducción	0 - 90° 0 - 150° 0 - 5 o 10° 0 - 160° 0 - 60°
CODO	Flexión - Extensión Hiperextensión Supinación - Pronación	0 - 150° 0 - 10° 0 - 90°
MUÑECA	Flexión palmar Flexión dorsal Extensión Abducción Aducción	0 - 90° 0 - 90° 0 - 15° 0 - 40°
MANO (dedos)	Flexión - Extensión Hiperextensión	Índice - 100° Medio - 105° Anular - 110° Meñique - 115° Pulgar - 60° Todos - 20°
COLUMNA VERTEBRAL		
Columna Cervical	Flexión - Extensión Rotación Inclinación lateral	
Columna Dorsal	Flexión - Extensión Hiperextensión Rotación Inclinación lateral	0 - 60 o 70° 0 - 30 o 40° 0 - 120° 0 - 40° c/lado
Columna Lumbar	Flexión - Extensión Hiperextensión Rotación Inclinación lateral	

CADERA	Flexión - Extensión	0 - 40°
	Abducción	0 - 15°
	Adducción	0 - 35°
	Rotación interna	0 - 15°
	Rotación externa Circunducción	
PIERNA (rodilla)	Flexión - Extensión	0 - 135°
	Hiperextensión	0 - 10°
	Rotación	0 - 40°
PIE Tobillo	Flexión plantar	0 - 40°
	Flexión dorsal	0 - 35°
	Flexión total	0 - 75°
	Abducción - Adducción	0 - 60° o 70°
	Pronosupinación	0 - 30° o 40°
Dedos Metatarsofalanges Interfalanges	Flexión - Extensión	
	Flexión - Extensión	

Tabla 2. Tipos y rangos de movimiento. (Datos obtenidos en la obra "Medicina física. Kinesiología" de Rivero Arrarte, pags. 24-32 y 236-238).

Dentro de la antropometría dinámica también se incluyen los esfuerzos corporales y las mediciones que se realizan por medio de la ergometría (ver 5.13).

6.8 Antropometría Newtoniana

Desde el siglo pasado se han venido desarrollando varias investigaciones biomecánicas dedicadas exclusivamente a la medición del cuerpo, hecho por el cual se integran al campo de la antropometría. Estos estudios están enfocados a la medición de puntos y valores estrictamente físicos con el fin de poder utilizar los resultados para la realización de modelos matemáticos con movimiento dinámico; y el estudio se basa en la aplicación de las Leyes de Newton sobre el movimiento. De ahí toma su nombre; es decir, antropometría newtoniana.

Por la variedad, especificidad y precisión de dichas mediciones, los diferentes investigadores han utilizado cadáveres, ya que se requiere manejar el cuerpo humano segmentado. Y esto ha dado pie para que algunos autores como Le Veau defina estas mediciones con el nombre de "Parámetros de segmentos corporales (Le Veau, 1991: 227)".

A los cadáveres embalsamados se les toman las medidas antropométricas normales, incluyendo estatura y peso total. Posteriormente se segmentan tomando como punto de referencia las articulaciones y se congelan. Las mediciones que se realizan con cada uno de los segmentos corporales son:

- Peso.
- Volumen.
- Centro de masa.
- Momentos de inercia.
- Centro de masa en tres dimensiones, a partir de la distancia que existe entre el centro de masa del segmento y su extremo.
- Distancia porcentual entre los centros de masa y los ejes articulares.
- Radios de giro.
- Ejes articulares o rotacionales (no se localizan en la articulación propiamente dicha).
- Eslabón, que es la distancia longitudinal que existe entre dos ejes de rotación.

Algunas de estas mediciones ya se han hecho con hombres vivos, aunque las técnicas de medición para la mayoría de ellas aún están en un plano incipiente. Otras, se han podido transferir de las mediciones de los cadáveres a los vivos por medio de comparaciones, modelos y ecuaciones matemáticas.

Entre los datos más conocidos de este tipo de antropometría, encontramos los siguientes:

◊ Patrón para maniquí en posición sedente también de Dempster, desarrollado a partir de medidas antropométricas, eslabones y radios de giro.

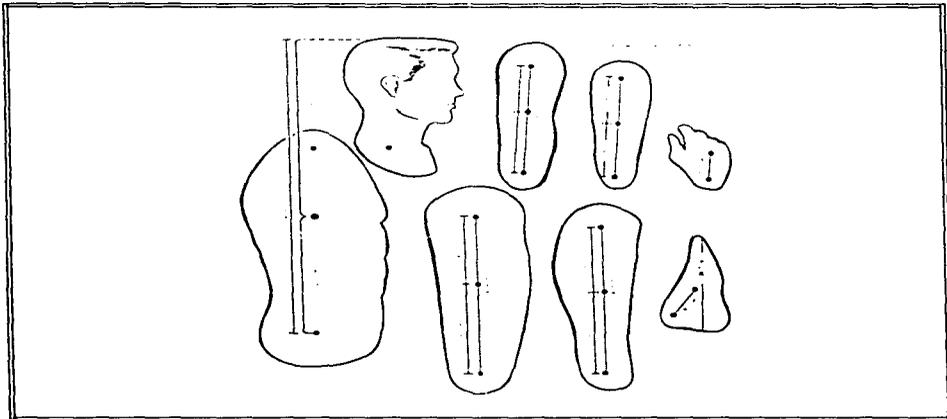


Figura 17. Patrón para maniquí (esquema de "Biomecánica del movimiento humano", p. 232).

◊ Estudios de Dempster sobre los límites de los eslabones y la distancia porcentual de los centros de masa a partir de los eslabones.

◊ Relaciones entre el peso total del cuerpo y el peso de cada segmento desarrollado por varios investigadores (tabla 3).

Relación en porcentaje entre el peso segmentario y el peso total del cuerpo de estudios en cadáveres ¹ .				
FUENTE	BRAUNE Y FISCHER (1889)	DEMPSTER (1955)	DEMPSTER ² (1955)	DE CLAUSER (1969)
Tamaño de la muestra	3	8	8	13
CABEZA	7.0	7.9	8.1	7.3
TRONCO	46.1	48.6	49.7	50.7
BRAZO	3.3	2.7	2.8	2.6
ANTEBRAZO	2.1	1.6	1.6	1.6
MANO	0.8	0.6	0.6	0.7
MIEMBRO SUP.	6.2	4.9	5.0	4.9
ANTEB. Y MANO	2.9	2.2	2.2	2.3
MUSLO	10.7	9.7	9.9	10.3
PIERNA	4.8	4.5	4.6	4.3
PIE	1.7	1.4	1.4	1.5
MIEMBRO INF.	17.2	15.7	16.1	16.1
PIERNA Y PIE	6.5	6.0	6.1	5.8
SUMA ³	100.00	100.00	100.00	100.00

1 De Clauser y colaboradores (1969).
 2 Valores ajustados
 3 La suma se calcula cabeza + tronco + 2 (miembro sup. + miembro inf.).

Tabla 3. Datos de antropometría newtoniana. Datos obtenidos en el texto "Biomecánica del movimiento humano" de Le Veau, p. 236.

6.9 Recomendaciones Ergonómicas

- ◊ Se deberá considerar si el objeto a diseñar será de uso público o individual y con base en este dato se hará la selección aleatoria de las personas que formarán parte del muestreo antropométrico.
- ◊ Se deben seleccionar exclusivamente las dimensiones estáticas y dinámicas, necesarias y adecuadas para el diseño que se esté proyectando.
- ◊ Siempre se deberá realizar las mediciones de las personas en condiciones reales y normales. Es decir, que se deberá medir a las personas vestidas con su indumentaria cotidiana y sin zapatos; ya que es más fácil posteriormente sólo agregar la altura del calzado como valor estandarizado.
- ◊ Después de realizar el "Análisis del Factor Anatomofisiológico" (capítulo XI) se deberán tomar las medidas tanto de la antropometría estática como de la dinámica, procurando que estas faciliten posturas y movimientos naturales.
- ◊ Es importante recordar que la antropometría newtoniana, aún no tiene aplicaciones directas en el diseño industrial.
- ◊ No se deberán mezclar datos de diferentes poblaciones y se deberán respetar las limitaciones propias de los percentiles (capítulo XI).
- ◊ En la selección y toma de medidas (capítulo XI) se deben considerar las características plantadas por la "Ley de la variabilidad", y para ello es necesario definir perfectamente el "Perfil del usuario" (capítulo XI).
- ◊ Sexo: Si el objeto es de uso exclusivo de un sólo sexo, entonces en el muestreo antropométrico (capítulo XI) se medirán únicamente sujetos que pertenezcan a dicho grupo. En cambio, si el objeto es usado por ambos sexos se tendrá que realizar el muestreo con una población heterogénea y elegida aleatoriamente.
- ◊ Edad: Dentro del "Perfil del usuario" (capítulo XI) se deberá especificar la edad de nuestros usuarios, para no mezclar datos antropométricos que alteren la información. Este detalle se cuidará especialmente cuando se trate de poblaciones de niños y de personas de la tercera edad.
- ◊ Grupo racial y factor genético: Si el objeto es usado por un grupo de personas de una misma región geográfica, el muestreo se realizará con ellas. Por su parte si el objeto es usado por regiones más amplias o todo el país, el muestreo será con un grupo heterogéneo tanto en sexo como en edad elegidos aleatoriamente.
- ◊ Grado de salud: Aquí es importante considerar si el objeto será usado por personas pertenecientes a las "Poblaciones especiales" (cap. V), ya sean discapacitados, personas de la tercera edad o mujeres embarazadas.

- ◊ Al realizar el muestreo de personas discapacitadas, se tomarán las medidas de las personas haciendo uso de sus ayudas o extensiones materiales como sillas de ruedas, muletas, bastones y perro guía.
- ◊ Si el objeto es probable que pueda ser usado por mujeres no embarazadas y embarazadas; será conveniente tomar los datos antropométricos de éstas últimas porque una mujer encinta tiene más necesidad de un buen diseño.
- ◊ Actividad ocupacional: Si el objeto es usado por un grupo de personas que tienen la misma actividad o actividades semejantes, la medición se realizará con sujetos de ese grupo.
- ◊ Si no es posible realizar el muestreo antropométrico, lo más adecuado será utilizar las tablas antropométricas que encontramos en los textos especializados, cuidando por supuesto, que las características de ese grupo sean lo más parecidas a nuestro grupo real de usuarios.
- ◊ En la tabla 4, se plantean las recomendaciones para la aplicación de algunas medidas y la utilización del percentil (cap. XI) más adecuado para cada una de ellas. Aunque es prudente recalcar que dichos parámetros pueden variar dependiendo del diseño que se esté realizando, por lo que se deberá hacer un análisis detallado de las características del objeto para definir con los criterios de diseño cuál es el percentil más recomendable.

DIMENSION	APLICACION	PERCENTIL RECOMENDADO
ESTATURA	Accesos, puertas, alturas de espacios de circulación	95" (considerar altura zapato)
ALTURA OJO	Campo visual, señalización controles e indicadores	50" (considerar altura zapato)
ALTURA HOMBRO	Altura máxima de controles	5" (considerar altura zapato)
ALTURA CODO FLEXIONADO	Altura de superficies de trabajo y altura mínima de controles	5" (considerar altura zapato)
ALTURA MUÑECA	Altura mínima de pasamanos y elementos de sujeción	5" (considerar altura zapato)
ALTURA NUDILLO	Altura mínima para colocar lo que se deba cargar	5" (considerar altura zapato)
ALTURA DACTILIO	Altura mínima de controles manejados con los dedos	5" (considerar altura zapato)

DIAMETRO BDELTOIDEO	Espacio mínimo de circulación	95"
ANCHO MAXIMO CUERPO	Espacio mínimo de circulación	95"
ANCHO MAXIMO LATERAL CODO - CODO	Espacio mínimo de trabajo	95"
PROFUNDIDAD MAXIMA DE CUERPO	Espacio mínimo entre el respaldo de asientos u otras limitantes físicas y las superficies de trabajo	95"
PROFUNDIDAD DEL TORAX	Espacio mínimo entre el respaldo de asientos u otras limitantes físicas y las superficies de trabajo	95"
ALCANCE BRAZO FRONTAL	Limitar ancho de superficies de trabajo y alcances de controles	5°
ALCANCE BRAZO LATERAL	Limitar superficies de trabajo y alcances de controles	5°
ALCANCE MAXIMO LATERAL (2 BRAZOS)	Limitar espacio de trabajo	5°
ALCANCE MAXIMO VERTICAL	Altura de controles, gavetas, closets, repisas, elementos de sujeción	5° (considerar altura zapato)
ALTURA TOTAL SENTADO	Interiores de cabinas y habitáculos	95°
ALTURA OJO	Campo visual, señalización controles e indicadores	50°
ALTURA HOMBRO	Altura máxima de controles	5°
ALTURA OMOPLATO	Rango para respaldo o sostén de la espalda	50°
ALTURA REGION LUMBAR	Altura del principal apoyo para la espalda	50°
ALTURA CODO FLEXIONADO	Altura de descansabrazos y alturas de superficies de trabajo	5°

ALTURA MAXIMA DE MUSLO	Espacio entre asientos y superficies u otros obstáculos	95"
ALTURA RODILLA	Espacio entre asientos y superficies u otros obstáculos	95"
ALTURA POPLITEA	Altura de asientos	5"
ANCHO CODO - CODO	Espacio entre descansabrazos	95"
ANCHO DE CADERA	Ancho de asiento	95"
LONGITUD NALGA-RODILLA	Espacio mínimo para filas de asientos	95"
LONGITUD NALGA-POPLITEA	Largo o profundidad de asiento	5"
LONGITUD CODO - MUÑECA	Largo de descansabrazos	95"
LONGITUD CODO - DACTILIO	Alcance mínimo de controles o tableros	5"
PROFUNDIDAD ABDOMINAL	Espacio mínimo entre el respaldo de asientos u otras limitantes físicas y las superficies de trabajo	95"
ALCANCE MAXIMO VERTICAL	Altura de controles, repisas y gavetas	5"
ANCHO DE CABEZA	Accesos mínimos y equipo de seguridad (ajustable)	95"
LARGO DE CABEZA	Equipo de seguridad (ajustable)	95"
DIAMETRO DE CABEZA	Accesos mínimos y equipo de seguridad (ajustable)	95"
ALTURA DE CARA	Equipo de seguridad (ajustable)	95"
ANCHO DE CARA	Equipo de seguridad (ajustable)	95"
LONGITUD TOTAL MANO	Objetos manipulables, controles y equipo de seguridad	5"

ANCHOTOTALMANO	Ancho de elementos de sujeción y accesos	9 5"
ANCHO PALMA	Ancho de elementos de sujeción y accesos	9 5"
ANCHO EMPUÑADURA	Ancho de elementos de sujeción y accesos	9 5"
DIAMETRO EMPUÑADURA	Diámetro de elementos de sujeción	5"
LONGITUD TOTAL PIE	Largo de calzado y huellas de escalones y pedales	7 5" (Para largo de calzado se usa la medida real del pie)
ANCHO MAXIMO DE PIE	Ancho de calzado y de pedales	9 5"
ANCHODETALON	Para configurar la horma del calzado	Esta medida se debe considerar dentro de todas las tallas de calzado
ALTURA MALEOLAR	Altura del empeine del pie para calzado y espacio debajo de superficies para meter los pies	9 5" (La altura del empeine para calzado se maneja de acuerdo a las diferentes tallas de este último)

Tabla 4. Aplicaciones y percentiles recomendados para cada dimensión. Datos basados en las obras de J. Panero y M. Zelnik y en la de S. Pheasant.

- Las alturas estandarizadas de calzado son de 2.50 cms. para zapato de caballero y 7.5 cms. para zapato de dama.
- En las medidas útiles en posición sedente para definir alturas de asiento, de superficies y de tableros de control es necesario considerar el espesor del material del asiento así como su grado de acojinamiento, porque siempre los datos antropométricos se toman en superficies planas.

6.10 Anexos

Existen múltiples fuentes bibliográficas que nos pueden ayudar a ampliar nuestros conocimientos sobre el tema tratado en este capítulo. La mayoría de los textos de ergonomía presentados en el anexo J del primer capítulo, contienen en sus índices información de antropometría; pero también existen textos específicos en el área que a continuación presentamos.

Anexo A. Bibliografía localizada.

LAS DIMENSIONES HUMANAS EN LOS ESPACIOS INTERIORES

Panero, Julius y Zelnik, Martin

Ed. Gustavo Gili, Barcelona, 1985

NA 2542.4 / P 35

THE MEASURE OF MAN AND WOMAN. Human factors in design.

Tilley, Alvin R. y Dreyfuss, Henry Associates

The Whitney Library of Design, Nueva York.

TA 166 / M 43

ANTROPOMETRIA PARA DISEÑADORES

Crony, John

Ed. Gustavo Gili, Barcelona, 1978

GN 51 / C 72

BODYSPACE. Anthropometry, Ergonomics and Design.

Pheasant, Stephen

Ed. Taylor & Francis, Gran Bretaña, 1988

TA 166 / P 44

CON LA VARA QUE MIDAS ... Antropometria para el diseño regional

Gómez Azpeitia, Gabriel

Universidad de Colima, Colima, 1987

HUMANSCALE 1 / 2 / 3

Diffrient, Niels; Tilley, Alvin R.; Bardagjy, Joan C.; Dreyfuss, Henry Associates

MIT Press, E.U.A., 1990

TA 166 / D 53 1,2,3

HUMANSCALE 4 / 5 / 6

Diffrient, Niels; Tilley, Alvin R.; Harman, David; Dreyfuss, Henry Associates

MIT Press, E.U.A., 1981

TA 166 / D 53 4,5,6

HUMANSCALE 7 / 8 / 9

Diffrient, Niels; Tilley, Alvin R.; Harman, David; Dreyfuss, Henry Associates

MIT Press, E.U.A., 1990

TA 166 / D 53 7,8,9

ANTHROPOMETRIC STANDARIZATION REFERENCE MANUAL

Lohman, Timothy G.; Roche, Alex F. y Martorell, Reynaldo

Ed. Human Kinetics Books, E.U.A., 1988

GN 51 / A 57

BIBLIOGRAFIA

- * Avila, R. y Sánchez, D. *Diplomado en ergonomía para el diseño (módulo II)*. Universidad de Guadalajara, México, 1994
- * Croney, J. *Antropometría para diseñadores*. Ed. Gustavo Gili, Barcelona, 1978.
- * Ching, Francis D.K. *Arquitectura: forma, espacio y orden*. Ed. G. Gili. México, 1985.
- * Grandjean, Etienne. *Fitting the task to the man. An ergonomic approach*. Ed. Taylor & Francis, Londres, 1986.
- * Le Veau, Barney. *Biomecánica del movimiento humano*. Ed. Trillas, México, 1991.
- * Murrell, K.F.H. *Ergonomics. Man in his working environment*. Ed. Chapman and Hill, Londres, 1965.
- * Neufert, E. *Arte de proyectar en arquitectura*. Ed. Gustavo Gili, México, 1985.
- * Osborne, David. *Ergonomía en acción*. Ed. Trillas. México, 1987.

- * Panero, J. y Zelnik, M. *Las dimensiones humanas en los espacios interiores*. Ed. Gustavo Gili, Barcelona, 1984.
- * Rivero Arrarte, P. *Medicina física. Kinesiología*. Ed. Espasa Calpe, Buenos Aires, 1945.
- * Zinchenko, V. y Munipov, V. *Fundamentos de Ergonomía*. Ed. Progreso, Moscú, 1985.

Figuras:

- Figura 1: Rosci, Marco. *Leonardo*.
Compania Internacional Editora, Barcelona, 1976.
- Figura 2: Grandes Maestros del Arte. *Dürero*.
Ed. Marín, Barcelona, 1979.
- Figura 3, 8, 11: Nación de Imágenes. La litografía mexicana del s. XIX.
Amigos del Museo Nacional de Arte, A.C., Mexico, 1994.
- Figura 4: *The 1902 edition of the Sears Roebuck Catalogue*.
Gramercy Books, Nueva York, 1993.
- Figura 5, 9: Diego Rivera, 50 años de su labor artística.
INBA, SEP, México, 1951.
- Figura 6: Knappe, Karl Adolf. *Dürer. The complete engravings, etchings and woodcuts*.
Thames and Hudson, Londres, 1965.
- Figura 7, 12: Daix, Pierre y Boudaille, Georges. *Picasso, 1900-1906*.
Ed. Blume, Barcelona, 1977.
- Figura 10, 13: Mannering, Douglas. *El arte de Leonardo da Vinci*.
Ed. Polígrafa, Barcelona, 1981.
- Figura 14: Martindale, Andrew. *El Mundo del Arte: El Renacimiento*.
Aggs Industrias Gráficas, Brasil, 1979.
- Figura 15: Diffrient, Niels; Tilley, Alvin R.; Harman, David; Henry Dreyfuss Associates.
Humanscale 7/8/9, MIT Press, E.U.A., 1981.
- Figura 16: Coney, J. *Antropometría para diseñadores*.
Ed. Gustavo Gili, Barcelona, 1978.
- Figura 17: Le Veau, Barney. *Biomecánica del movimiento humano*.
Ed. Trillas, México, 1991.

VII. Factor Psicológico

7.1 Definición

En los dos factores anteriores vimos características meramente físicas del hombre; con rasgos muy objetivos, cuantitativos y tangibles. Ahora, en el Factor Psicológico habremos de analizar el lado subjetivo, cualitativo y experimental que hace que el ser humano realmente cobre vida y no sea sólo una máquina física perfectamente diseñada.

En su definición podemos decir que este factor se fundamenta en la psicología, ya que es el encargado del estudio de las capacidades y limitaciones sensoriales y de la percepción, así como de los procesos mentales que el ser humano efectúa cuando se da el intercambio por medio de sus receptores sensoriales y el medio ambiente como productor y emisor de estímulos.

En sus orígenes la Psicología se definía como la disciplina filosófica dedicada al estudio del alma. Actualmente, está considerada como la ciencia de la conducta humana, y "...se refiere, sencillamente a lo que es posible hagan una o varias personas (Dunnette, 1976: 17)". Su área de estudio es compleja porque aquí no hay verdades absolutas sino verdades individuales propias de cada hombre; sin embargo, existen ciertas generalidades que pueden ser tomadas como puntos de referencia. Y como la conducta humana y las funciones mentales son fundamentales para la ergonomía, la psicología con todas sus especialidades se convierte en una herramienta básica para nuestra disciplina:

a. Psicología Industrial

En ella hay especialistas encargados "...de asegurar que el diseño del equipo tome en cuenta las capacidades especiales o limitaciones de los seres humanos que vayan a operarlo (Dunnette, 1976:17)". Lo dicho anteriormente tiene relación directa con nuestra actividad de diseñadores y con la ergonomía industrial básicamente.

b. Psicología Ambiental

Esta disciplina "...estudia las relaciones hombre/medio ambiente en su aspecto dinámico. El hombre se adapta constantemente y de modo activo al ambiente donde vive, evolucionando él mismo o modificando su entorno (Levi-Leboyer, 1980: 20)". El dinamismo de los seres humanos es un fenómeno igualmente importante para la psicología, la ergonomía y el diseño; porque el hombre ni física ni psicológicamente es

estático. Gracias a ese movimiento el cuerpo puede desplazarse de un punto a otro dentro del espacio sin mayores complicaciones, lo cual le permite vivir y percibir el entorno de muy diversas maneras.

c. Psicología de la Percepción

Analiza las diferentes maneras que tienen las personas de percibir el medio ambiente, el cual emite seis tipos de estímulos: luminosos, mecánicos, térmicos, químicos, acústicos y eléctricos. Y además de relacionarse directamente con la ergonomía cognitiva nos da bases para el diseño gráfico y el industrial.

d. Psicología Cognitiva

"Se interesa por el cómo percibimos, cómo adquirimos el conocimiento, cómo comprendemos el mundo, cómo almacenamos y utilizamos posteriormente nuestra información (Soslo, 1979)". De esta especialidad se desprende la ergonomía cognitiva.

e. Ergonomía Cognitiva

"La ergonomía cognitiva puede ser definida como un subcampo de las ciencias cognitivas, que se relaciona y relaciona específicamente con las tareas humanas orientadas a la actividad, al proceso de conocimiento, planificación y comprensión del trabajo (Falzon, 1990: xi)". Esta subespecialidad de la ergonomía se ha venido desarrollando principalmente en Francia y como veremos posteriormente (anexos A y B) su campo de acción está limitado a la interfase que existe entre el ser humano y las computadoras. Sin embargo, se podrían seguir investigaciones por esta línea pero tomando otros objetos de uso como parámetro para definir la interfase entre estos y los usuarios.

7.2 Relación Psicológica

La relación psicológica que se da entre el hombre, el entorno y los objetos podemos entenderla como un proceso de comunicación; donde existe un emisor, un receptor y algún ruido básicamente. En nuestra analogía el entorno y los objetos ocupan el lugar del emisor mandando información en forma de estímulos, el receptor es el hombre con sus órganos sensoriales y el ruido pueden ser nuestros filtros culturales que nos hacen percibir la realidad de diferentes maneras.

Cada uno de los elementos participes de esta relación serán tratados en este capítulo bajo una panorámica ergonómica. Así, veremos a continuación los estímulos como parte del entorno y los objetos; posteriormente presentamos la anatomofisiología de los órganos sensoriales y finalmente en el capítulo VIII se analizará el Factor Sociocultural como filtro de las relaciones psicológicas entre el o los usuarios y el entorno y los objetos.

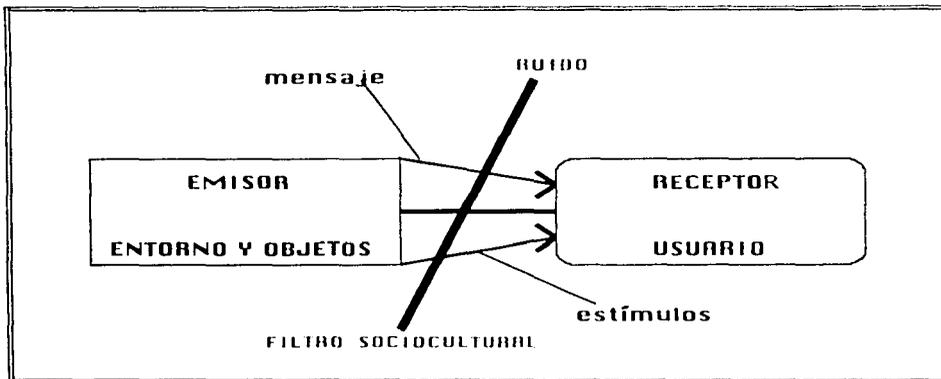


Figura 1. Esquema de la comunicación entre usuario-objeto-entorno.

7.3 Estímulos

El entorno y los objetos emiten sus informaciones básicamente en forma de energía y los cambios o variaciones que manifiestan estas, se presentan en forma de estímulos. El estímulo es propiamente la energía que es capaz de atacar o alterar las condiciones normales de cualquier órgano sensorial, y se dividen en tres tipos:

- a. Estímulos Electromagnéticos: Son las radiaciones que pertenecen al espectro electromagnético. Entre ellas encontramos la luz y las radiaciones caloríficas que se manifiestan en forma de temperatura.
- b. Estímulos Mecánicos: Son aquellos fenómenos que producen movimiento sostenido e intermitente en cualquier parte del cuerpo. Aquí podemos encontrar todos los tipos vibración.
- c. Estímulos Químicos: Estos estímulos provienen de las emanaciones propias de las sustancias líquidas, sólidas y gaseosas que encontramos a nuestro alrededor. Entre estos estímulos encontramos los sabores y los aromas.

Es importante señalar que estos tres tipos de energía se transforman en energía eléctrica al ingresar al sistema nervioso para continuar su viaje hasta la corteza cerebral.

7.4 Organos Sensoriales

Los órganos sensoriales (como veremos más adelante) están compuestos por células nerviosas especializadas llamadas 'receptores', y estas se agrupan de acuerdo con el tipo de estímulo que las afecte (Tabla 1).

SISTEMA	ORGANO	SENTIDO	ESTIMULO
Visual	Ojos	Vista	Energía Electromagnética (Luz)
Somestésico	Piel	Tacto (pasivo)	Energía electromagnética (temperatura) y energía mecánica (contacto y deformaciones de la piel)
Somestésico	Músculos y Articulaciones	Tacto (activo)	Energía mecánica (posicionamiento de los segmentos corporales)
Somestésico	Organos internos	Sensaciones orgánicas	Energía mecánica (síntomas propios de los órganos internos como dolor, saciedad y bienestar)
Auditivo	Oído	Oído	Energía mecánica (Vibración del aire)
Vestibular	Vestibular	Equilibrio	Energía mecánica (Fuerza de gravedad y aceleración)
Gustativo	Boca y Lengua	Gusto	Energía mecánica (tacto activo) y energía química (composición química de los alimentos, sustancias y elementos que ingerimos)
Olfativo	Nariz	Olfato	Energía química (composición química de los aromas)

Tabla 1. Organos sensoriales y estímulos que los afectan.

7.5 Sistema Nervioso

El sistema nervioso del ser humano es el más complejo y sofisticado del reino animal; y es el que lo convierte en un ser pensante. Además irriga de vida a todo el organismo conectando al cerebro con el resto del cuerpo. El sistema nervioso se divide en:

a. Sistema Nervioso Central: Está formado por cerebro y médula espinal. El cerebro también conocido como encéfalo o masa encefálica, puede ser comparado con el sistema de memoria y disco duro de una computadora al ser la principal área de integración del sistema nervioso. Sus funciones primordiales son:

- ◊ Almacén de memoria
- ◊ Concepción de pensamiento
- ◊ Regulador de funciones psíquicas
- ◊ Generador de emociones
- ◊ Controlador de todas las funciones del cuerpo

Por su parte, la médula espinal nace en el bulbo raquídeo y corre a lo largo de toda la columna vertebral, sirviendo de enlace y conducto a las vías nerviosas que van al cerebro y salen del mismo transportando estímulos e información de éste hacia todo el cuerpo y viceversa. Además, coordina actividades subconscientes como los reflejos. Continuando con nuestra analogía, la médula espinal es el conducto o cable maestro que conecta el área de la memoria con la red de cablecillos formados por el sistema nervioso periférico que vienen y van hasta los órganos sensoriales que en esta comparación toman el lugar del teclado al ser estos por donde entra la información.

b. Sistema Nervioso Periférico: Está formado por una red de nervios que cubren y recorren el cuerpo en su totalidad. Los nervios que inervan la cabeza son los nervios cerebrales y los nervios raquídeos van al resto del cuerpo.

Este sistema contiene haces de fibras con diferentes funciones:

- ◊ Las fibras aferentes transmiten la información sensitiva hacia la médula espinal y cerebro.
- ◊ Las fibras eferentes transmiten las señales motoras del cerebro hacia el sistema muscular principalmente.

Ambos sistemas tienen dos tipos básicos de células: las neuronas que conducen las señales e información; y las células de sostén y aislamiento que mantienen en su lugar y protegen a las primeras para que las señales no se extiendan de modo anormal.

7.5.1 Subsistemas Funcionales

El sistema nervioso se divide también en tres subsistemas funcionales:

- a. **Subsistema sensitivo:** Transmite la información desde las terminaciones nerviosas sensitivas (órganos sensoriales) hacia el sistema nervioso central; ya que en este último se inicia el análisis y procesamiento de la información recibida.
- b. **Subsistema motor:** Regula las actividades corporales, también llamadas funciones motoras. Para esto el sistema central emite señales al sistema periférico encargado de la regulación de los músculos estriados, de las contracciones de los órganos internos y de la secreción glandular.
- c. **Subsistema integrador:** Es el encargado de realizar las funciones propias de raciocinio tales como el almacenamiento de información, producción del pensamiento abstracto, valoración y análisis de la información sensitiva, establecimiento de las reacciones motoras adecuadas y emisión de las señales hacia los centros motores. En otras palabras diremos que este subsistema se encuentra al centro del subsistema sensitivo y del motor; el primero como canal de entrada (*input*) y el segundo como canal de salida (*output*):

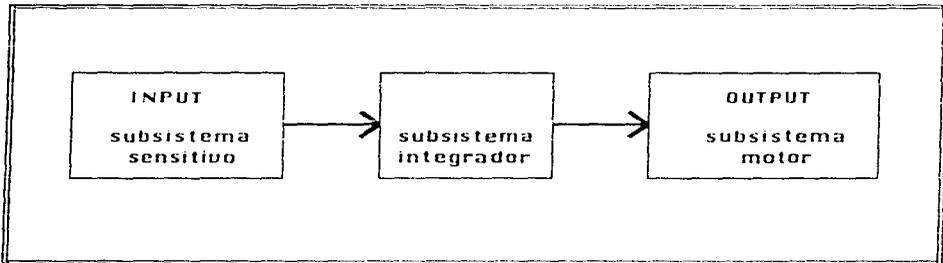


Figura 2. Subsistemas Funcionales del Sistema Nervioso.

De ahí que el sistema integrador sea como el codificador que recibe estímulos y emite respuestas.

Entre dichas respuestas están los reflejos que son "...una reacción motora que se produce después de la llegada de un estímulo sensitivo, y la reacción ocurre a través de un arco reflejo constituido por un receptor, una red de transmisión y un efector (Guyton, 1987: 128)".

- ◊ El receptor es cualquier terminación nerviosa especializada en la identificación de las sensaciones más comunes como olfato, vista, gusto, tacto y oído.
- ◊ La red de transmisión nerviosa formada por neuronas tiene la función de transportar la señal del receptor hacia el sistema nervioso central y de ahí llevarla al efector.
- ◊ El efector es cualquier parte del aparato locomotor que pueda reaccionar y ejecutar la acción que el sistema nervioso central le ordene en base a la sensación recibida. Por ejemplo cuando la piel recibe un estímulo molesto o doloroso instantáneamente retiramos casi siempre con un movimiento brusco la parte del cuerpo afectada. Este tipo de reflejo se denomina de retracción o de retirada.

Es necesario mencionar que el término reflejo, se utiliza para reacciones motoras automáticas e instantáneas; y las actividades más complejas y razonadas reciben el nombre de funciones superiores. Las primeras pueden desencadenar a las segundas, y ambas respuestas son provocadas por agentes externos propios del medio ambiente; de ahí que nos interesen de manera particular porque los objetos que diseñamos forman parte de ese entorno y son estimulantes perpetuos del ser humano.

Ahora de modo más específico veremos los receptores sensoriales más conocidos como órganos de los sentidos; porque al pertenecer al subsistema sensitivo son los elementos corporales que establecen el primer contacto con el medio externo, y a partir de ahí se plantea el tipo de relación o comportamiento que el hombre tendrá con su entorno. Por ejemplo, cuando vamos a comprar un objeto, el primer órgano sensorial que entra en función es la vista; y con base en la percepción e impresión que el mismo nos dé, decidimos si acercarnos y conocer dicho artículo o simplemente lo rechazamos y nos alejamos de él. Y a propósito en el ejemplo anterior definiremos dos términos ambiguos y complejos: percepción y sensación.

a. Sensación: Como sensación debemos entender todo proceso fisiológico que experimentan los receptores sensoriales en el momento de verse atacados por cualquier estímulo.

b. Percepción: La percepción se refiere a la interpretación que se le da a cada sensación por medio de los procesos mentales y cognitivos después de pasar por ciertos filtros como los umbrales de percepción y las referencias socioculturales que cada individuo posea.

Ambos fenómenos están íntimamente ligados, pues la percepción está regida, condicionada y limitada por la sensación. Es decir, que para que realmente exista percepción, debemos estimular al órgano sensorial. El rango de percepción oscila con base al tiempo, intensidad y lugar que sufra el estímulo, y esta capacidad se define como umbral de percepción. Este umbral, se presenta en todos los órganos sensoriales y posee un valor mínimo denominado intensidad mínima perceptible, que es la cantidad mínima para que se produzca la sensación. Y el extremo o la intensidad máxima la podemos relacionar con el umbral del dolor, ya que cuando excedemos la estimulación el órgano sensorial manifiesta dolor como señal de peligro y retirada.

7.6 Sistema Visual

De los órganos sensoriales, el sistema visual es el más sofisticado y desarrollado de todos. Esto se debe al gran uso que hacemos de él, porque realmente el mundo que nos rodea está diseñado para videntes. Por otro lado, el uso de la vista es tan habitual, cómodo y fácil abusar de él pues los movimientos y ajustes que el ojo realiza son automáticos e inconscientes, a excepción de casos de personas que sufren anomalías visuales y tienen que poner remedio consciente a su mal enfocando la vista o utilizando lentes especiales para corregir su afección.



Figura 7.6.1. El sistema visual humano. Fuente: *Manuales de Ergonomía*, de la Universidad de Zaragoza, 1997.

El órgano sensorial encargado de la visión es el ojo y su anatomía podemos dividirlo en tres partes básicas:

- ◊ Anatomofisiología del ojo
- ◊ Funciones motoras del ojo
- ◊ Mecanismo cerebral de interpretación de las señales visuales

7.6.1 Anatomofisiología del ojo

En el ojo se encuentran las células receptoras responsables de recibir el estímulo proveniente de la energía electromagnética; es decir la luz . Y este fenómeno hace que siempre se compare al ojo con la cámara fotográfica, además del proceso fotoquímico que poseen ambos para la impresión de las imágenes. Es por esto, que para el ojo todos las imágenes que capta son solamente mosaicos luminosos. Otro detalle es que los dos tienen componentes con funciones similares; aunque como es lógico, las capacidades del ojo son mayores en cantidad y calidad.

Las partes del ojo trabajan de manera coordinada y realizan básicamente tres funciones con el fin de captar las imágenes que llegan hasta él:

- a. Recepción de la luz y adaptación a diferentes niveles de iluminación
- b. Formación de la imagen
- c. Identificación de los colores

a. Recepción de la luz y adaptación a diferentes niveles de iluminación

Aunque el párpado no es parte del órgano en si, cumple una función primordial para la vista al ser protector del ojo y primer filtro regulador de la cantidad de luz que llega hasta la pupila. De acuerdo con la cantidad de luz, la pupila varía su diámetro al igual que el diafragma de la cámara fotográfica. Así, a mayor cantidad de luz el diámetro se reduce y con menos luz el diámetro de la pupila aumenta.

De la pupila la luz pasa a la retina y ahí los bastones que son las células sensibles a la luz por medios fotoquímicos realizan el proceso de adaptación. Los bastones tienen rodopsina que bajo condiciones elevadas de luz se agota rápidamente y se presenta el encandilamiento o ceguera temporal que también se conoce como umbral absoluto de brillantez; y al ser lenta su regeneración la adaptación a la luz tarda unos cuantos minutos. A su vez, la adaptación a la oscuridad también es lenta pues tiene que darse el fenómeno a la inversa, es decir, tiene que aumentar el nivel de rodopsina en los bastones.

Aunque el proceso de adaptación sea completamente involuntario, no debemos abusar de él; ya que los ojos tienden a fatigarse dando origen a problemas visuales de mayor consideración.

Cuando el usuario tenga que trabajar en condiciones elevadas de luminosidad, habrá que diseñarle algún sistema de protección que permita llegar al ojo cantidades de luz permitidas dentro de los rangos normales. Por el contrario, si el usuario está bajo condiciones de luz muy bajas, debemos procurar que el resto del espacio tenga aumentos graduales de luminosidad para que el proceso de adaptación sea menos brusco.

b. Formación de la imagen:

El cristalino funciona como cualquier lente y cambia su curvatura para poder enfocar la imagen deseada. A esta función se le denomina fenómeno de acomodación y "en el ser humano normal, las variaciones en la forma del cristalino hacen posible una escala de acomodación desde 20 pies (6 m) hasta unas 4 pulgadas (10.2 cm) (Schiffman, 1995: 195)".

Si el cristalino presenta condiciones normales, la imagen que capta coincide exactamente sobre la retina en el punto focal, a este tipo de enfoque se le llama emertropia. Pero también se presentan anomalías en la acomodación del cristalino y se conocen como errores refractivos, y estas pueden ser de cuatro tipos:

- ◊ Hipermetropia
- ◊ Miopía
- ◊ Astigmatismo
- ◊ Presbicia

Para corregir estas anomalías existen lentes especiales, conocidos como lentes graduados o de aumento. Es necesario tener en cuenta estas anomalías visuales porque la mayoría de las personas las padecen, algunas de forma congénita y otras como resultado de la edad, del tipo de actividad que desempeñan, o por alguna enfermedad o accidente que hayan sufrido. Debemos considerar cuando diseñemos equipos de seguridad para la cabeza y para el área de los ojos, que las personas usen sus propios lentes, graduados y no es conveniente que los dejen de usar, menos al estar desempeñando sus labores.

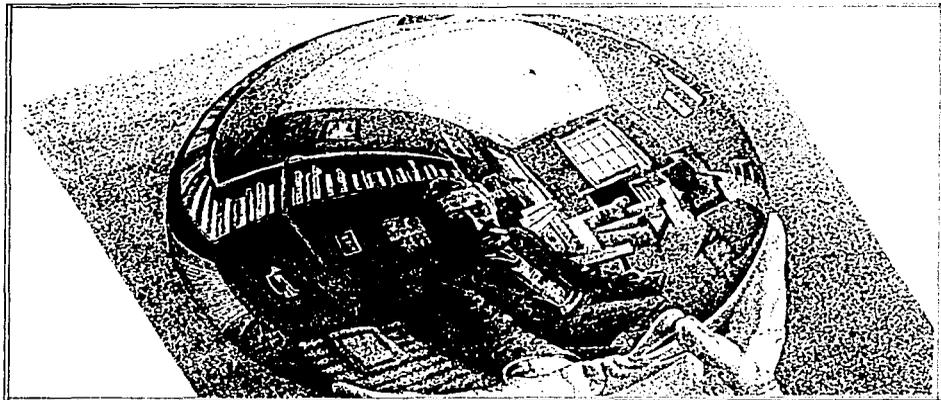


Figura 4. Formación de imágenes (Mano con esfera reflejante, de M.C. Escher, p. 91).

c. Identificación de los colores

Los conos son las células sensibles a los colores y por lo tanto responsables de este fenómeno; además definen la calidad de la visión gracias a sus tres funciones:

- ◊ Definen la agudeza visual.
- ◊ Son más sensibles a los colores, pero menos a la luz.
- ◊ Captan las diferencias de color.

Los conos se dividen en tres tipos y cada uno reacciona a una longitud de onda diferente: rojo, azul y verde, siendo estos los colores primarios para la óptica. Para captar colores secundarios, se estimulan los conos de manera combinada. Por ejemplo, el amarillo estimula conos rojos y verdes por igual; y el color naranja estimula más conos rojos que verdes. Se dice que los colores rojo y verde son captados en la fovea y los colores amarillo y azul son captados por el resto de la retina. Así el ojo es capaz de identificar toda la gama de colores.

Pero no todas las personas poseemos la misma capacidad para identificar los colores: existe una distinción visual conocida como ceguera a los colores o daltonismo donde alguno de los conos tiene una sensibilidad anormal. Por lo regular los conos afectados son los rojos o los verdes, provocando que estos tonos y sus mezclas se perciban en tonos grisáceos; sin embargo, se puede presentar con otros colores aunque en menor escala. La causa de esta incapacidad es genética y ataca en mayor porcentaje a los varones. Esta anomalía la debemos tener muy en cuenta al diseñar, sobre todo objetos donde el color sea su principal característica como en los sistemas de señalización; sistemas de seguridad (precaución, peligro, alarmas, encendido, apagado); gráficos; empaques, envases y embalajes; etc.

Otro fenómeno importante para la identificación de los colores es lo que se denomina como 'la constancia del color' que es cuando por experiencia nivelamos el color de las cosas y aunque la luz cambie creemos que el color no varía.

7.6.2 Funciones Motoras del Ojo

Para poder obtener una visión eficaz y satisfactoria los ojos realizan una serie de cuatro movimientos y ajustes básicos similares a los de una cámara fotográfica; gracias a los músculos que rodean al globo ocular:

- ◊ Los ojos se dirigen hacia la imagen deseada para que ésta caiga exactamente en la fovea.
- ◊ El cristalino logra enfocarse dependiendo de la distancia a la que se localice el objeto a observar.
- ◊ La pupila se dilata o contrae controlando el paso de la luz.
- ◊ El globo ocular posee movimientos especializados de arriba a abajo y viceversa; de lado a lado en sentido horizontal y movimientos giratorios, que nos permiten tener un amplio campo visual.

El campo visual es un "mapa" que delimita todas las zonas que ambos ojos pueden ver a partir de su punto más céntrico. Por medio de él se determinan las capacidades y limitaciones visuales, teniendo cinco puntos de referencia:

- ◊ Desde el punto céntrico del ojo hacia el frente en línea recta.
- ◊ Hacia el exterior de la cara en sentido horizontal a partir del centro.
- ◊ Hacia el interior de la cara (dirección nasal) en sentido horizontal.
- ◊ Hacia arriba en sentido vertical topándose con el reborde orbitario.
- ◊ Hacia abajo en sentido vertical topando con el pómulo.

Cuando se tiene incapacidad de movimiento ocular estos límites están antes de los puntos normales de referencia. Este detalle no se debe omitir, mucho menos al diseñar puestos de trabajo con zonas de controles y tableros visuales; los cuales siempre se deben encontrar dentro del campo visual. Tampoco hay que olvidar que los límites físicos de la cara no se pueden eliminar ni recorrer, pero en compensación existe el movimiento completo de la cabeza permitiendo la ampliación de dicho campo.

7.6.3 Mecanismo Cerebral de Interpretación de las Señales Visuales

El ojo está unido al cerebro por medio del nervio ocular. Por él transitan en forma de impulsos eléctricos las imágenes que se imprimieron en la retina llegando hasta la corteza visual.

En el trayecto del nervio se encuentra el cuerpo geniculado que es el primer punto donde se reúnen las señales de ambos ojos, generándose el fenómeno de percepción de profundidad. Este último, se capta principalmente por la visión estereoscópica que compara las diferencias de forma y posición entre las imágenes de un mismo objeto que observan los dos ojos por separado. En el cuerpo geniculado también se da el fenómeno de la visión de los colores que se fusionan a nivel cerebral.

La manera de captar la imagen en la corteza visual es muy diferente a la de la retina. La corteza visual se estimula solamente con los bordes, contornos y líneas de los objetos, deduciéndose así la forma completa de los mismos.

7.6.4 Percepción Visual

Gracias a las características fisiológicas del sistema de la vista podemos percibir muy diversas cualidades del medio que nos rodea. A continuación enumeramos algunos de los fenómenos de percepción más comunes y dado lo extenso de cada uno de ellos, sugerimos recurrir a la bibliografía especializada para profundizar la investigación.

- ◊ Percepción del contorno y del contraste
- ◊ Percepción de fondo - figura
- ◊ Percepción gestaltica:
 - Cercanía o proximidad entre elementos

- Similitud entre elementos
- Configuración de los elementos de acuerdo a la dirección que sigan
- Cierre de figuras incompletas
- Simetría
- ◊ Postefectos de la figura
- ◊ Postefectos de la forma
- ◊ Movimiento aparente de los elementos
- ◊ Percepción de movimiento por la relación entre fondo y figura
- ◊ Percepción de profundidad por el movimiento
- ◊ Percepción de profundidad por la interposición de dos o más elementos
- ◊ Percepción de profundidad por la claridad de las imágenes gracias al sombreado e iluminación
- ◊ Percepción de profundidad por el efecto de perspectiva
- ◊ Percepción de profundidad por el tamaño de los elementos
- ◊ Percepción de la constancia en la forma del objeto aunque el observador vare su ángulo de visión
- ◊ Percepción de las ilusiones ópticas

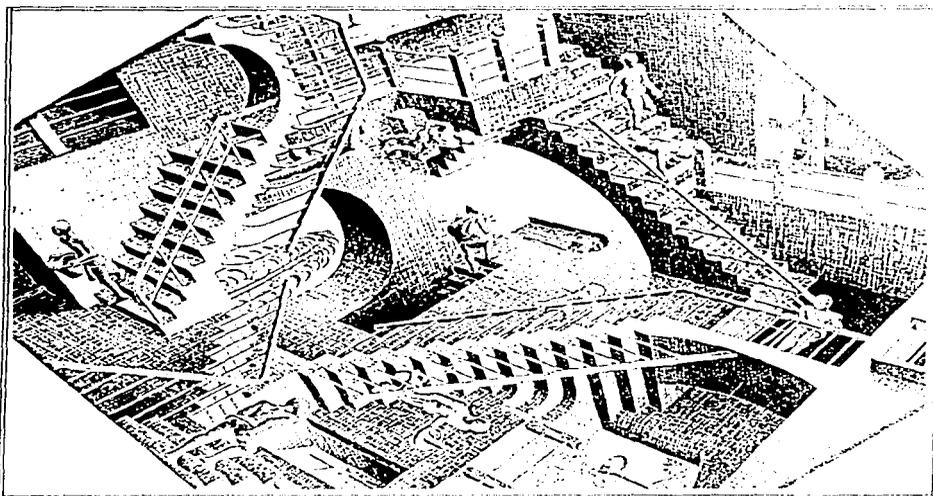


Figura 5. Percepción de las ilusiones ópticas (Relatividad, de M.C. Escher, p. 67).

7.7 Oído

El oído percibe o detecta información auditiva, más bien, convierte, cuando va junto a los estímulos luminosos, más bien en sentido vivo. En este lugar creemos al 100% de sonidos y estos los percibimos por medio del oído de manera consciente o inconscientemente, es decir, que algunos realmente los escuchamos y de otros difícilmente nos percatamos. Sin embargo, el oído es un órgano sensorial que no descansa, y su función es percibir los sonidos convirtiéndolos en impulsos nerviosos que son transmitidos al cerebro para su codificación. El oído se divide en tres partes básicamente:

- ◊ Oído externo: Formado por el pabellón auricular, conducto auditivo externo y tímpano.
- ◊ Oído medio: Entre la ventana oval y el tímpano se encuentran el martillo, yunque y estribo.
- ◊ Oído interno: También conocido como caracol auditivo o cóclea. Esta dividido por dos membranas: la vestibular y la basilar, que a su vez están divididas en tres compartimientos: rampa vestibular, rampa media y rampa timpánica. La membrana basilar está sostenida por fibras basilares y sobre su superficie se localiza el órgano de Corti.

7.7.1 Funcionamiento del Oído

El sonido es producido por las continuas variaciones en la compresión del aire; estas ondas sonoras viajan por el espacio hasta el pabellón auricular u oreja donde son captadas a manera de radar. De aquí se trasladan hasta el tímpano por el conducto auditivo externo.

Cuando las ondas se impactan contra el tímpano, éste vibra continuamente y cuando el sonido cesa, la vibración se detiene automáticamente. El centro del tímpano al estar unido con el martillo provoca que los huesillos vibren al mismo tiempo transmitiendo su movimiento a la ventana oval y de aquí a la cóclea, donde los líquidos contenidos en las rampas se mueven de un lado a otro provocando deformaciones en la membrana basilar. Esta resonancia hace que el órgano de Corti se estimule. Los receptores sensoriales de dicho órgano son las células ciliares que conducen las señales auditivas hacia el ganglio espiral de Corti; y éste a su vez se conecta con el nervio coclear hasta llegar al sistema nervioso central.

7.7.2 Funcionamiento del Oído a Nivel Cerebral

Los impulsos neuronales después de pasar por el nervio coclear llegan a cuatro niveles diferentes del cerebro y luego a la corteza auditiva. Esta recibe los impulsos nerviosos y capta las diferencias de tono del sonido escuchado. Posteriormente los impulsos llegan hasta el área de asociación auditiva y finalmente se establecen en el centro de integración donde se define el significado de las sensaciones auditivas, visuales y las combinadas.

Junto con el sistema principal, existe un centro auditivo interno; cuyas funciones son:

- ◊ Localizar y definir la dirección del sonido que llega hasta la oreja.
- ◊ El centro auditivo del tallo cerebral provoca reflejos en las demás partes del cuerpo al recibir el estímulo sonoro.



Figura 6. Sonido y ruido como estímulo sensorial (del libro "El hombre y el color" de Marc Chagall).

7.7.3 Audición

El oído humano está capacitado para escuchar sonidos con una intensidad entre los 0 y los 130 decibelios como rangos normales que no afectan ningún componente del órgano auditivo; y al igual que los otros órganos sensoriales el oído posee un valor umbral límite

o máximo permisible y este es el nivel de sonido que no se debe rebasar pues se corre el riesgo de padecer alguna lesión. De ahí que no es recomendable la exposición por arriba de los 80 decibelios durante un tiempo prolongado pues se corre el riesgo de padecer alguna lesión.

Las lesiones que puede padecer el órgano auditivo se conocen con el nombre de trauma acústico y se dividen en:

- ◊ Trauma acústico agudo: Estas lesiones son causadas por sonidos transitorios; es decir, que son de una gran magnitud pero de corta duración como una explosión o un balazo. Si el sonido es muy intenso se lesiona la estructura del oído medio y en algunas ocasiones se también se afecta el oído interno. Estos pueden ser daños remediables pero si no se atienden con cuidado pueden llegar incluso a provocar la sordera total.
- ◊ Trauma acústico crónico: Estos trastornos son causados por la exposición continua y prolongada al sonido o ruido estable. Esta lesión logra destruir las células ciliadas del órgano de Corti produciéndose una hipoacusia bilateral e irreversible.

Como hemos visto, el sentido del oído es más simple que el de la vista. Sin embargo, ambos son fundamentales para nuestra sobrevivencia, sobre todo en nuestras hiperactivas ciudades donde los estímulos visuales y auditivos llegan como verdaderos bombardeos.

En nuestro papel de diseñadores no podemos olvidar la importancia del oído; y así los objetos que diseñemos los podemos clasificar dependiendo del grado de estimulación auditiva que produzcan:

- ◊ Objetos silenciosos como mobiliario.
- ◊ Objetos silenciosos con alguna señal auditiva: cajeros automáticos.
- ◊ Objetos productores de sonido: aparatos telefónicos y equipos de sonido.
- ◊ Aparatos productores de ruido: electrodomésticos, maquinaria y herramientas.
- ◊ Sistemas de seguridad: alarmas auditivas.
- ◊ Objetos que protegen al usuario de ruidos dañinos: equipos de seguridad para el oído.
- ◊ Elementos aislantes para los objetos productores de ruido.
- ◊ Aparatos médicos correctores de la sordera.

Por la inevitable existencia de esta terrible incapacidad, es aconsejable que todos los objetos productores de sonido o ruido tengan algún elemento visual que permita a las personas sordas darse cuenta del funcionamiento de dichos objetos. Por ejemplo, si una máquina está encendida y esto sólo se detecta por el ruido que emite, por seguridad de los usuarios se debe incluir algún elemento luminoso que hable del funcionamiento de ese aparato.

Por el contrario, todo objeto que emita señales visuales debe ser complementado con alguna señal auditiva para reforzar el mensaje. Por ejemplo, los sistemas de alarma además de mostrar luces deben emitir algún sonido identificable por los usuarios. Esto con el fin de prevenir accidentes tanto en personas invidentes como en personas que por sus múltiples actividades o ubicación no puedan ver las señales luminosas.

7.8 Gusto y Olfato

Ambos se catalogan como órganos sensoriales inferiores debido a su sencillez y además tienen varios puntos en común:

- ◊ Se encuentran en la cabeza.
- ◊ Están interconectados.
- ◊ Sus receptores sensoriales se denominan "quimiorreceptores".
- ◊ Los elementos estimulantes de ambos son de origen químico: sabores y olores.

El órgano especializado para el sentido del gusto es la lengua y la nariz lo es para el sentido del olfato.



Figura 7. Gusto y olfato. (La cocina poblana, p.129).

Los sabores básicamente se dividen en: dulce, salado, amargo, ácido y otros que resultan ser combinaciones de estos. Por su parte, los olores se dividen en: "...etéreos (frutos, vinos), aromáticos (especies, alcanfor), fragantes (flores, vainilla), ambrosiacos (musgo, madera de sándalo), aliacos (ajo, cloro), empíreumaticos (café, creosota), hircinos (rancidez), apuestos (chinchas) y nauseabundos (carroña)... (Day, 1981: 63); además los olores resultantes de las mezclas entre estos. Pero una clasificación más práctica divide estos estimulantes químicos en tóxicos e inofensivos.

Partiendo del origen químico de los estimulantes sensoriales, podríamos suponer que como diseñadores industriales no tenemos mucho que hacer en este renglón; pero si con los objetos contenedores de estas sustancias. Y para su análisis los desglosaremos en varios puntos:

- ◊ Para todas las sustancias y elementos comestibles, ya sean sólidos, líquidos o gaseosos nosotros podemos diseñar empaques, envases y embalajes adecuados que mantengan a los alimentos en sus mejores condiciones. Para esto hay que elegir el diseño y el material ideal que no desprenda elementos contaminantes que dañen el producto y por ende al consumidor.
- ◊ Para la preparación, cocción y consumo de los alimentos, se requiere de objetos y utensilios especiales; y para ellos la recomendación es similar al punto anterior.
- ◊ Cuando diseñemos para niños juguetes, juegos y utensilios escolares, hay que cuidar que el material y el posible recubrimiento de estos no sea tóxico. Además hay que eliminar los elementos punzocortantes y evitar piezas desprendibles, o desarmables de tamaño reducido que los niños pudieran tragar.
- ◊ No hay que olvidar poner en las etiquetas, y en los empaques de los productos las características de las sustancias (tóxico o inofensivo).
- ◊ También diseñaremos solamente el envase, empaque y embalaje de cualquier producto tóxico o inofensivo que desprenda olores. Y aquí también es fundamental la buena elección del material para evitar la alteración y evasión de estas sustancias.
- ◊ Hay que procurar que las características formales de los envases contenedores de sustancias tóxicas no sean iguales a los contenedores de sustancias comestibles o inofensivas, ya que este detalle se presta a confusiones que desencadenan varios accidentes.
- ◊ Hay que integrar un buen sello de garantía y seguridad en los envases para evitar la contaminación de las sustancias por la fácil violación del tapon, pero que a su vez sean fáciles de abrir por el usuario.
- ◊ En el campo de las sustancias sólidas, líquidas o gaseosas, que desprendan algún olor, existe una gran cantidad de ellas que al ser tóxicas son peligrosas para la salud; por ejemplo, solventes, combustibles, desechos industriales, recubrimientos para varios materiales, etc. y las personas que trabajan con ellas de manera directa deben tener equipos de seguridad para nariz y boca evitando la aspiración de dichos productos nocivos. Los equipos de seguridad para todas las actividades productivas e industriales son un campo bastante extenso para el diseñador.

La mayoría de los productos que emiten olores y sabores son perecederos. Esto ocasiona que cuando el producto se termina solo queda el contenedor convirtiéndose en desecho, y por eso debemos especificar si puede o no tener un uso posterior.

7.9 Sentido Somestésico

Popularmente se le conoce como sentido del tacto; pero bajo una visión menos coloquial encontramos que el nombre adecuado es el de sentido somestésico. La palabra 'somestesia' quiere decir sensibilidad cinestésica (relativa al movimiento y posición

espacial) y sensibilidad cutánea. Por tal motivo, el órgano somatosensorial de la conciencia no incluye solamente la sensibilidad superficial o tacto por medio de la piel, sino también incluye la información procedente del aparato locomotor por medio de articulaciones y músculos que tienen que ver con el movimiento corporal.

Así, las sensaciones somatosensoriales se clasifican en tres grupos:

- a. Sensaciones exteroceptivas, sentidas por la piel.
- b. Sensaciones propioceptivas, sentidas por el aparato locomotor.
- c. Sensaciones interoceptivas o viscerales, sentidas por los órganos internos.

Las sensaciones interoceptivas más comunes son las que se refieren a la función normal del cuerpo y como diseñadores debemos procurar que nuestros objetos no lastimen o dañen ningún órgano interno. Sin embargo, solo en casos especiales, tales como objetos que tengan contacto directo con dichos órganos como por ejemplo, sondas y aparatos médicos, y por la seguridad de todos es conveniente contar con la colaboración del área médica o ingeniería biomédica. Por esta especificidad nos dedicaremos solo a los dos primeros tipos de sensaciones.



Figura 8. Sensaciones exteroceptivas (La respuesta, de Kees, Amstutz, p. 84).

7.9.1 Sensaciones Exteroceptivas

La piel es considerada como el órgano más extenso y es la encargada de recibir las sensaciones exteroceptivas, que aunque son bastante comunes y normales no siempre las percibimos de manera consciente. Debido a su estructura tan compleja, la piel cumple con funciones variadas y sumamente importantes:

- ◊ Protectora
- ◊ Excretora
- ◊ Termorreguladora
- ◊ Sensorial

Este órgano está formado por tres capas básicas de tejido: epidermis y dermis e hipodermis; que a su vez están compuestas de varias capas celulares y entre ellas se localizan las células nerviosas especializadas o receptores sensoriales. Y dependiendo de la parte del cuerpo que cubra, esta puede tener diversas características: por ejemplo, la piel más delgada es la de los párpados y la más gruesa se encuentra en las plantas de los pies. Además encontramos otras dos divisiones en los tipos de piel con cualidades sensoriales muy particulares: la piel velluda y la piel lampiña.

Las células nerviosas especializadas o receptores sensoriales, se clasifican de la siguiente manera:

a. Terminaciones Nerviosas Libres: Estos receptores se localizan en todo el cuerpo y son los que detectan fundamentalmente el dolor y el tacto burdo.

b. Organos Terminales: Son receptores especializados que identifican diferencias muy ligeras entre amplios grados de tacto y otras sensaciones. Entre estos podemos encontrar:

- ◊ Corpúsculo de Meissner: Se concentran en palmas de las manos, yemas de los dedos, plantas de los pies, labios y lengua. Se especializan en contactos muy sutiles y en detectar detalles y texturas finas.
- ◊ Corpúsculo de Merkel: Se localizan en la capa epidérmica de Malpighi de pies, manos, pecho y espalda. Son receptores del contacto y presión superficial.
- ◊ Corpúsculo de Krause: Se localizan en la capa más superficial de la piel y en órganos genitales. Se definen como termorreceptores al ser sensibles a las bajas temperaturas.
- ◊ Corpúsculo de Ruffini: Los que se localizan en la parte media de la dermis, son termorreceptores al detectar el calor. Los que se concentran en las articulaciones se denominan receptores propioceptivos.
- ◊ Corpúsculos de Pacini: Se localizan en la capa grasa de pies, manos, lengua, glándulas mamarias, órganos genitales, ligamentos, articulaciones y músculos; detectando cualquier compresión, deformación y estiramientos rápidos que experimente el cuerpo. Por tal motivo se denominan receptores propioceptivos.
- ◊ Receptor de punta ampliada: Se encuentran en casi todo el cuerpo y pueden desencadenar una reacción prolongada a la presión muy ligera o tacto muy sutil.
- ◊ Receptor táctil del pelo: Consiste en fibras nerviosas que rodean la raíz de cada pelo o vello del cuerpo y se estimulan cuando estos se mueven.

Los Corpúsculos de Ruffini absorben calor (permiten la entrada de calor al organismo) y los de Krause ceden calor (permiten que el calor corporal pase al exterior). Como los Corpúsculos de Krause son más superficiales y más numerosos, las personas somos más sensibles al frío. A su vez, la sensación de calor se percibe más lentamente y por eso es fácil quemarse al sol.

Para que los Corpúsculos de Pacini reaccionen ante la presión, es necesario tener dos puntos de referencia y que en uno de ellos exista más presión que en el otro, ya que lo que se percibe es la diferencia de presión.

Los receptores sensoriales actúan de manera coordinada y simultánea debido a que siempre se estimula más de un receptor a la vez. Sin embargo, las sensaciones exteroceptivas podemos englobarlas en tres grupos de acuerdo al estímulo que las produce:

- ◊ Presión: Estímulos mecánicos.
- ◊ Temperatura: Estímulos electromagnéticos.
- ◊ Dolor: Ambos estímulos.

El tipo de tacto que podemos percibir por medio de las sensaciones exteroceptivas, lo podemos definir como tacto pasivo. Para experimentarlo no se requiere más que acercar el estímulo a la superficie cutánea o viceversa, sin necesidad de movimientos corporales. Este primer acercamiento se llama contacto y puede llevarnos por dos caminos de acuerdo al sentido en que se ejerza el estímulo:

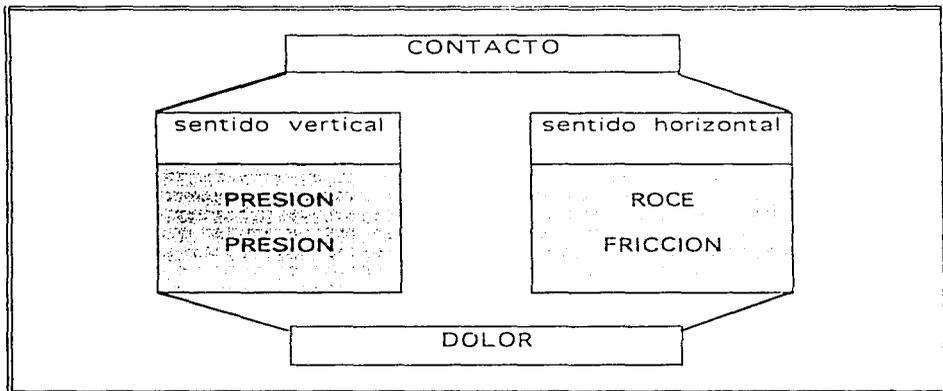


Figura 9. Esquema del tacto pasivo.

- a. Si el contacto se presenta en sentido vertical se convierte en presión, y si ésta se acentúa se presenta el dolor.
- b. Si el contacto se realiza con algún objeto que se desliza o desplaza sobre la piel en sentido horizontal se percibe un roce, pero si este se manifiesta de modo más intenso se vuelve fricción llegando también al dolor.

La presión se define como deformación en la piel provocada en forma directa por cualquier objeto del medio ambiente. Si ésta se provoca con un objeto muy pequeño, el área afectada será también reducida y el estímulo muy directo. En cambio, si se produce con un objeto más grande, la mayor intensidad se sentirá en los contornos del objeto.

En la presión influyen dos factores determinantes: velocidad a la que se deforma la piel y tiempo que dura la estimulación. Por ejemplo, a mayor velocidad con menos tiempo de estimulación, la sensación de presión será mayor como en el caso de un golpe. En cambio, si el estímulo permanece invariable: estático y durante largo tiempo, se presenta el fenómeno de adaptación; esto ocurre al vestirse e inmediatamente sentimos la presión de la ropa pero con el paso del tiempo la dejamos de sentir.

El roce y la fricción se presentan al ejercer presión con diferente intensidad y con movimientos en sentido horizontal. Aquí no se presenta el fenómeno de adaptación porque los receptores se mantienen estimulados durante todo el tiempo que dure la acción. Como una mezcla de roce, fricción y presión se presenta la sensación de vibración; casi siempre provocada por el movimiento continuo de algún objeto que presiona la piel de manera interrumpida.

La capacidad termorreceptora de la piel realizada por los Corpusculos de Ruffini y de Krause nos permiten diferenciar objetos y ambientes con diferentes temperaturas tomando siempre como referencia la de nuestro cuerpo. De manera práctica hablamos de calor y frío, pero desde el punto de vista real hay más divisiones térmicas:

- | | | | |
|------------|------------|----------|------------|
| ◇ Ardiente | ◇ Caliente | ◇ Tibio | ◇ Templado |
| ◇ Fresco | ◇ Frío | ◇ Helado | |

El fenómeno de adaptación no se presenta ni ante el calor ni ante el dolor. El dolor a su vez, es una sensación especial por su función protectora. Al manifestarse nos previene de situaciones molestas, dañinas o peligrosas; y hace que instintivamente nos retiremos del estímulo nocivo. Hay que recordar que los receptores del dolor se estimulan cuando se presenta una lesión en el cuerpo, y con base en su intensidad podemos definir la gravedad de la lesión.

Como sabemos la presión, fricción, vibración y las sensaciones térmicas pueden desencadenar algún dolor inmediato, que podemos diferenciar como:

- ◇ Dolor Punzante: Cuando se pincha o corta la piel.
- ◇ Dolor Quemante: Se da por quemaduras de la piel.
- ◇ Dolor Continuo: Este tipo no se percibe por la piel.

Los dolores continuos provenientes de algun malestar pequeño pero persistente que ataca a los organos internos (sensación interoceptiva) a los sistemas óseo y muscular (sensaciones propioceptivas); por ejemplo, dolor de cabeza o dolor lumbar. A este tipo de dolor continuo debemos de brindarle mayor atención los diseñadores, porque la mayoría de las ocasiones son causados por el uso inadecuado de algun objeto o por el uso de algún objeto inadecuado para la acción que el usuario desempeña; y por lo que pasan al renglon de las enfermedades de trabajo que se deben eliminar por lo costoso e improductivo que resultan.

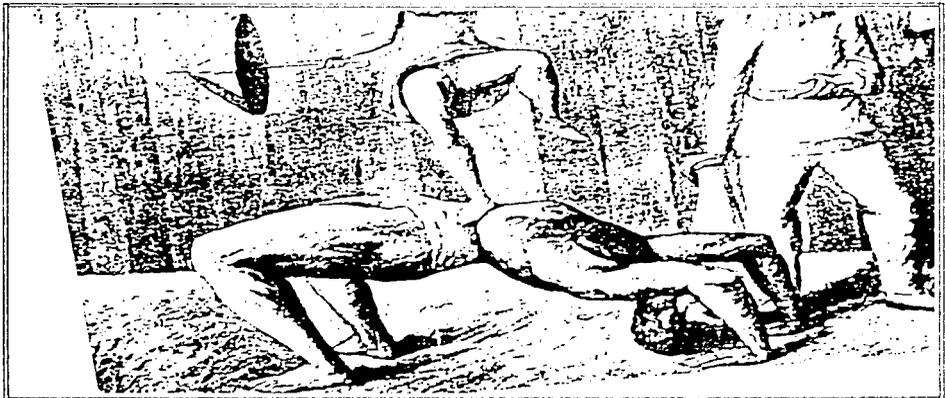


Figura 10. Sensaciones propioceptivas (Frequerent, de Hall, Anatomía, p. 66).

7.9.2 Sensaciones Proprioceptivas

Este tipo de sensaciones, tienen relacion con la cinestesia o kinestesia y con la biomecánica ya que se encargan de la percepción sensorial de la posición, ubicación y movimiento de los diferentes segmentos corporales y junto con el sentido del equilibrio nos permite tener una ubicación y orientación física del medio en el que nos encontramos. Por tal motivo, también las podemos definir como tacto activo ya que requiere de reacciones motoras para su percepción. Las sensaciones propioceptivas básicas son:

- ◊ Longitud de los músculos.
- ◊ Tensión de los tendones.
- ◊ Angulación de las articulaciones.
- ◊ Presión profunda en la planta del pie.

Los receptores propioceptivos más importantes; además de los corpúsculos de Ruffini y de Pacini son los receptores musculares, llamados huso muscular y el aparato tendinoso del Golgi. El primero regula los movimientos musculares, e identifica el grado de estiramiento de los mismos; y el segundo identifica la tensión del tendón y la potencia de la contracción muscular.

Las sensaciones propioceptivas resultado de la fusión de sensaciones exteroceptivas y efectos motores son experimentadas por todo el cuerpo. Pero hay una parte de él que nos interesa de sobremodera: las manos. Porque a través de ellas logramos conocer más profundamente el entorno en que nos desenvolvemos.

Las manos nos permiten palpar y ésta puede ser la primera acción táctil consciente. La palpación es un proceso donde se conjugan de manera perfecta las sensaciones táctiles y cinestésicas; es decir, el tacto pasivo con el activo: el movimiento de la mano es tan completo que por medio de él y el tacto propiamente dicho podemos enumerar y definir todas las características físicas de los objetos que nos rodean.

La gran movilidad de la mano se debe a la diferente posición, dimensión y función de cada dedo. Por ejemplo, el dedo pulgar se usa de apoyo y "es el que fija el punto de partida, en tanto que el índice y el medio palpan los principales elementos estructurales del objeto. El anular y meñique acompañan los movimientos de aquellos y sólo esporádicamente toman contacto directo con el objeto, realizando fundamentalmente una función de equilibrio de todo el sistema motor correspondiente (Ananiev, 1967:132)". Estas características le permiten a la mano realizar una función medidora; podemos usarlas como compás. Y el tener dos manos que se encuentran al final de los brazos que actúan como antenas nos dan la oportunidad de tener un campo de acción y de alcance casi esférico, con un radio tan amplio como la propia longitud de los brazos.

Las manos están conectadas a la parte opuesta del cerebro, esto provoca una asimetría manual. Es decir, que las manos se mueven y sienten de manera diferente; por eso habemos personas diestras, zurdas y ambidiestras. El que haya personas ambidiestras no quiere decir que sus dos hemisferios cerebrales estén perfectamente equilibrados; pues la mayoría de las veces el dominio de ambas manos se debe al continuo entrenamiento provocado por la actividad que se desempeña o a que por algún accidente se deje de usar la mano hábil y se tenga que actuar con la otra.

Al principio vimos que para que se produzca cualquier acción motora se requiere de un receptor, una red motora y un efector. El caso de la mano es especial porque es receptor y ejecutor al mismo tiempo. Esto hace que sean las principales ayudas de toda persona y la mayoría de las herramientas y objetos sencillos vienen siendo simples prolongaciones de las mismas. No hay acción humana que se pueda realizar sin las manos.

Por lo que hemos visto, podemos darnos cuenta de la importancia y magnitud del sentido del tacto. Como diseñadores debemos dedicarle mayor atención, ya que gracias a él podemos sentir, palpar y manipular objetos percibiendo forma, textura, peso, dimensión, temperatura y estado físico de los objetos. Pero desgraciadamente siempre hemos vivido en un mundo para diestros y tal parece que seguimos diseñando para ellos; pero debemos

de pensar en el gran grupo de personas que son zurdas de manera natural o por algún accidente y a base de esfuerzos tienen que adaptarse al uso de objetos que no satisfacen sus necesidades por completo y hasta les complican la vida, por ejemplo, los automóviles y las máquinas de coser que tienen los controles del lado derecho.

Por si lo anterior fuera poco, hay que recordar que las sensaciones somestésicas son permanentes y perpetuas. Este sentido nunca se llega a perder por completo como el oído o la vista. Las discapacidades somestésicas son parciales y aún así son un apoyo fundamental para los otros sentidos. El sentido del olfato tal vez sea el que menos requiere del tacto, pero el gusto, oído y vista no pueden actuar de manera independiente. Por ejemplo, las personas sordas usan el tacto para percibir las vibraciones del sonido; los invidentes logran desarrollar impresionantemente este sentido para poder comunicarse por medio de la escritura braille, además para orientarse en el entorno que no ven; y finalmente, la degustación de los alimentos no sería completa si el tacto de la boca no funcionara de manera coordinada con el gusto. Por eso debemos de sacarle el mejor partido al hasta ahora olvidado sentido del tacto.



Figura 11. Sentido del equilibrio (Acrobata y joven equilibrista, de Pablo Picasso, p. 17).

7.10 Sentido Vestibular

También como parte de las sensaciones propioceptivas tenemos el sentido del equilibrio, dominado por el aparato vestibular localizado en el oído interno. Su función es la de orientarnos y ubicarnos en el espacio, dándonos la información necesaria sobre el movimiento, aceleración y posición que adoptan el cuerpo y la cabeza. El aparato cuenta con un sistema especial para cada tipo de equilibrio:

- a. Equilibrio dinámico, que requerimos al realizar movimientos de giro para no perder el sentido de nuestra posición.
- b. Equilibrio estático o gravitacional, útil al realizar desplazamientos rectilíneos y cuando el cuerpo cambia de posición con respecto al campo gravitacional.

Gracias a ellos podemos movernos libremente dentro del espacio sin perder el control de nuestro cuerpo; y también podemos permanecer estático dentro de un espacio móvil sin desconcertarnos.

7.11 Sistema Límbico

Lo anterior nos muestra la importancia y complejidad de los patrones fisiológicos y psicológicos en nuestro diario vivir. Sin embargo las cosas van más allá, y aquí entramos a explicar el juego de la coordinación:

Sabemos que el entorno nos impone actitudes, comportamientos y patrones de conducta que pueden ser conscientes e inconscientes; y son regulados fisiológicamente por el hipotálamo y otros componentes cerebrales que se denominan sistema límbico. La estimulación y excitación de este, provoca reacciones conductuales humanas, instintivas y razonadas de muy difícil explicación como coraje, ira, gusto, desagrado, dolor, placer, docilidad, amor, etc. Pero aún con sus dificultades, son de gran importancia para los seres humanos.

Justamente de estas reacciones conductuales depende el éxito o fracaso de nuestros diseños. Es decir, que si las personas reaccionan de manera favorable y les agradan nuestro diseños será porque estos fueron estímulos positivos para la sensibilidad y percepción de los usuarios. Si ocurre lo contrario, no podemos decir tajantemente que no supimos estimular o atraer la atención de las personas; puesto que además de ser un punto ambiguo, existen otras variables que también hay que considerar como necesidades psicológicas y tal vez la más importante de estas sea la moda. De cualquier modo, hay que diseñar pensando en ofrecerle a los usuarios lo más adecuado para satisfacer sus necesidades físicas, psicológicas, culturales y ambientales.

7.12 Recomendaciones Ergonómicas

Dentro de la explicación que presentamos sobre cada uno de los órganos sensoriales hemos venido dando algunas recomendaciones ergonómicas particulares que no es conveniente volver a repetir. Ahora aquí expondremos solo algunos puntos de carácter general.

- ◊ Para las aplicaciones dentro del diseño industrial, tienen importancia todos los órganos sensoriales ya que cada uno de ellos se relaciona directamente con la mayoría de los objetos de uso.
- ◊ Para el diseño gráfico, son relevantes el sistema visual y el exteroceptivo; este último sobre todo para el manejo gráfico de elementos de comunicación para invidentes.
- ◊ En el diseño textil, tienen aplicación directa los fenómenos propios de los sistemas visual, somestésico y del olfato.

Así dependiendo del terreno que se trate, se deberá poner énfasis en la fisiología y los fenómenos de percepción del órgano sensorial correspondiente.

7.13 Anexos

Anexo A. Bibliografía localizada.

MAN - MACHINE SYSTEMS. Information, control, and decision models of human performance.

Sheridan, Thomas B. y Ferrell, William R.

MIT Press, E.U.A., 1974

TA 167 / S 5

HUMAN FACTORS: UNDERSTANDING PEOPLE-SYSTEM RELATIONSHIP

Kantowitz, Barry H. y Sorkin, Robert D.

John Wiley & Sons, E.U.A., 1983

IA 166 / K 35

COGNITIVE ERGONOMICS. Contributions from experimental Psychology.

van der Veer, Gerrit C.; Bagnara, Sebastiano; Kempen, Gerard A.M.

Elsevier, Países Bajos, 1992

QA 76.9 / H 85 C 643

HUMAN FACTORS PSYCHOLOGY

Hancock, Peter A.

Elsevier, Países Bajos, 1987

BF 441 / H 814

BIBLIOGRAFIA

- * Day, R.H. *Psicología de la percepción humana*.
Ed. Limusa, México, 1981.
- * Dunnette, Marvin D. Kichner, Wayne K. *Psicología Industrial*.
Ed. Trillas, México, 1976.
- * Levy - Leboyer, Claude. *Psicología y medio ambiente*.
Ed. Moratz, Madrid, 1980.
- * Guyton, A.C. *Fisiología humana*.
Ed. Interamericana, México, 1987.
- * Ananiev, B.; Iarmolenko, A.; Vekker, L.; Lomov, B.
El tacto en los procesos del conocimiento y el trabajo.
Ed. Tekne, Buenos Aires, 1967.
- * Falzon, P. *Cognitive ergonomics: understanding, learning and designing human-computer interaction*
Academic Press, Londres, 1990.
- * Schiffman, Harvey R. *La percepción sensorial*
Limusa, México, 1995.
- * Soslo, Robert. *Cognitive Psychology*.
Ed. HBJ, Londres, 1979.

Figuras:

Figura 3: Uribe, Eloisa. *Tolsá, hombre de la ilustración*.
INBA, México, 1990.

Figura 4 y 5: M.C. Escher. *Estampas y dibujos*.
Taschen, Alemania, 1991.

Figura 6: Walther, Ingo F. y Metzger, Rainer. *Marc Chagall*.
Taschen, Alemania, 1990.

Figura 7: *Nación de Imágenes. La litografía mexicana del s. XIX*.
Amigos del Museo Nacional de Arte, A.C., México, 1994.

Figura 8 y 10: Crespo de la Serna, Jorge. *Raúl Anguiano*. Edomex, México, 1983.

Figura 11: Daix, Pierre y Boudaille, Georges. *Picasso, 1900-1906*.
Ed. Blume, Barcelona, 1977.

VIII. Factor Sociocultural

8.1 Generalidades

Todos los miembros de la especie humana somos únicos y diferentes; y esto se manifiesta en la individualidad. Siendo esta última regida primordialmente por las características anatomofisiológicas, antropométricas y psicológicas; las cuales al mezclarse imprimen un sello propio y definido en cada hombre.

De igual manera tenemos semejanzas y similitudes que hacen que nos identifiquemos como grupo. Y esto se debe precisamente a que no somos seres aislados ni independientes; debemos y tenemos que vivir en comunidad o en grupo, es decir en sociedad.

Otra semejanza es que invariablemente todos los seres humanos, sin importar la latitud en que nos encontremos; tenemos necesidades que debemos satisfacer. Poseemos necesidades orgánicas o básicas como la alimentación, vivienda, protección, higiene, descanso, recreo, etc.. Además de otras más complejas y secundarias que surgen inmediatamente después de haber satisfecho las primeras.

Así, al mismo tiempo que somos seres individuales con necesidades e intereses particulares, también somos seres sociales con necesidades e intereses de grupo; que al ser resueltos y satisfechos de manera independiente con los medios que cada grupo posee, van forjando la cultura de los pueblos.

De ahí que este Factor estudie las características culturales y el comportamiento que poseen los diversos grupos sociales. Pero para poder entender mejor lo anterior, de manera esquemática vamos a ubicar y definir la posición del Factor Sociocultural dentro de un panorama más general:

- a. Todo ser humano forma parte de un grupo social, el cual está ubicado en un medio ambiente definido y con una cultura propia.
- b. Cada persona posee un conjunto de órganos sensoriales que le permiten "sentir" lo que pasa a su alrededor; es decir, que siente todos los estímulos que el entorno le emite y esto lo reflejamos en nuestras necesidades, carencias y manifestaciones materiales y espirituales.
- c. Gracias al "filtro cultural" percibimos individualmente estos estímulos de diferente manera; o sea, que el estímulo es interpretado y racionalizado por cada quien de acuerdo con lo estipulado por las influencias ambientales y culturales de su pueblo. Esto último hace que a pesar de las diferencias individuales, existan también características grupales.

d. Finalmente, después de haber percibido el estímulo, inmediatamente emitimos una respuesta la cual también varía de un pueblo a otro.

e. En esta respuesta es donde se definen las diversas maneras de satisfacer las necesidades del grupo o del individuo. En ella elegimos el objeto que más se adecue a nuestras necesidades, lo usamos de una determinada manera y así sucesivamente vamos modificando nuestro entorno creándonos nuevas necesidades.

f. Así, el Factor Sociocultural funciona como filtro; ya que los fenómenos que lo sustentan, con el paso del tiempo se convierten en tradición o convencionalismo social.

Para la ergonomía es fundamental conocer el Factor Sociocultural, ya que es definitivo como modelador de personalidades y comportamientos de nuestro grupo de usuarios.

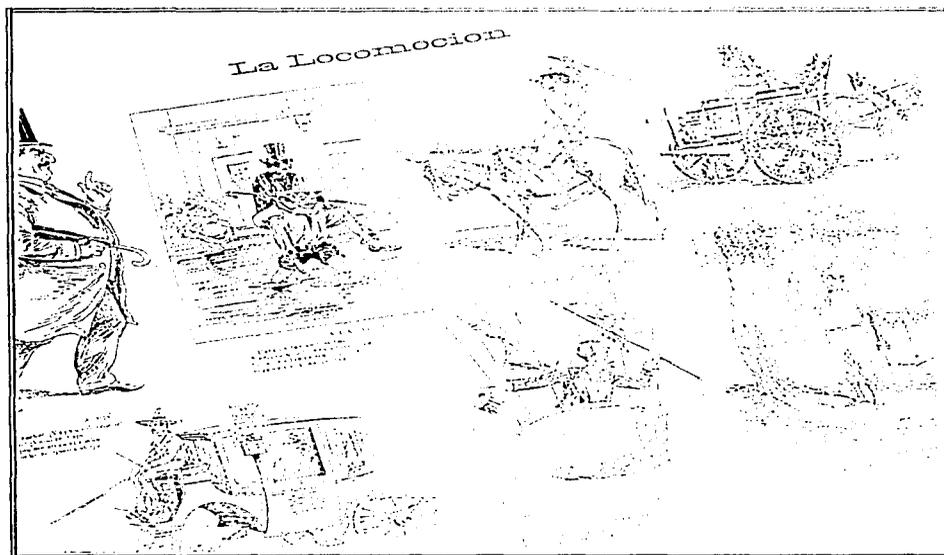


Figura 1. Objetos que satisfacen una misma necesidad pero con diferentes soluciones de diseño (La locomoción).

8.2 Cultura y Sociedad

Es importante resaltar que todos los grupos sociales se ubican en puntos geográficos definidos y concretos que le imprimen ciertas características particulares, manifestándose principalmente en el momento de satisfacer sus necesidades. Todos sentimos hambre, calor, frío, cansancio, etc., pero ¿cómo satisfacemos esas necesidades tan básicas y cotidianas?; lógicamente respondemos sin temor a equivocarnos que utilizando algún objeto y hasta diríamos que el objeto "adecuado". Pero todos los seres humanos a pesar de tener la misma necesidad ¿la satisfacemos del mismo modo?; ¿utilizamos el mismo objeto?; ¿usamos los objetos de la misma manera?... Por supuesto que no, es por eso que nos debemos de remitir a las cuestiones culturales ya que como diseñadores somos los creadores de esos satisfactores.

B. Malinovski define la cultura como "...el conjunto integral constituido por los utensilios y bienes de los consumidores, por el cuerpo de normas que rigen los diversos grupos sociales, por las ideas y artesanías, creencias y costumbres... (Malinovski, s.f.: 49)", y de manera más específica agrega que "...estamos en presencia de un vasto aparato, en parte material, en parte humano y en parte espiritual con el que el hombre es capaz de superar los concretos, específicos problemas que lo enfrentan (idem)". Retomando esto último dividiremos la cultura en sus diversas manifestaciones:

a. Parte material

Aquí, podemos ubicar todos aquellos elementos que permiten la realización de bienes materiales, así como de los mismos objetos de uso producidos para la satisfacción de necesidades y que conforman nuestro entorno. En este rubro se encuentran las manifestaciones arquitectónicas, artísticas, tecnológicas, industriales, artesanales, científicas, estéticas, etcétera.

b. Parte humana

En esta parte hablamos del hombre en sí que es el principal motor creador de la parte material y posee características y valores espirituales que en conjunción le ayudan a forjar y definir los valores sociales y culturales de su grupo.

c. Parte espiritual

En esta última parte encontramos todos los fenómenos intangibles y subjetivos que poseen los pueblos, como religión, creencias, idioma, tradiciones, moral, ideología, costumbres, educación, historia, etc., que apreciamos como conceptos y dan base y sustento a los grupos sociales.

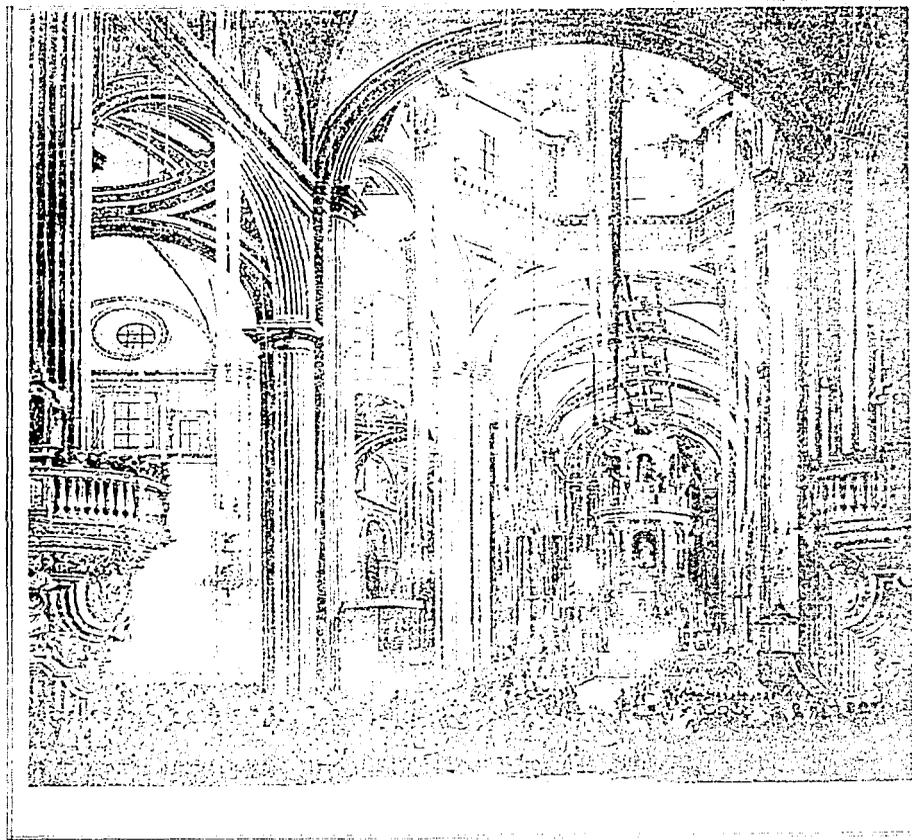


Figura 10. Interior de la Catedral del Espíritu Santo, Ciudad de Mérida, Yucatán, Guatemala.



Figura 3. Parte humana de la cultura (Emiliano Zapata tomando un refresco durante un descanso, fotografía del Archivo Casasola - INAH, p. 50).

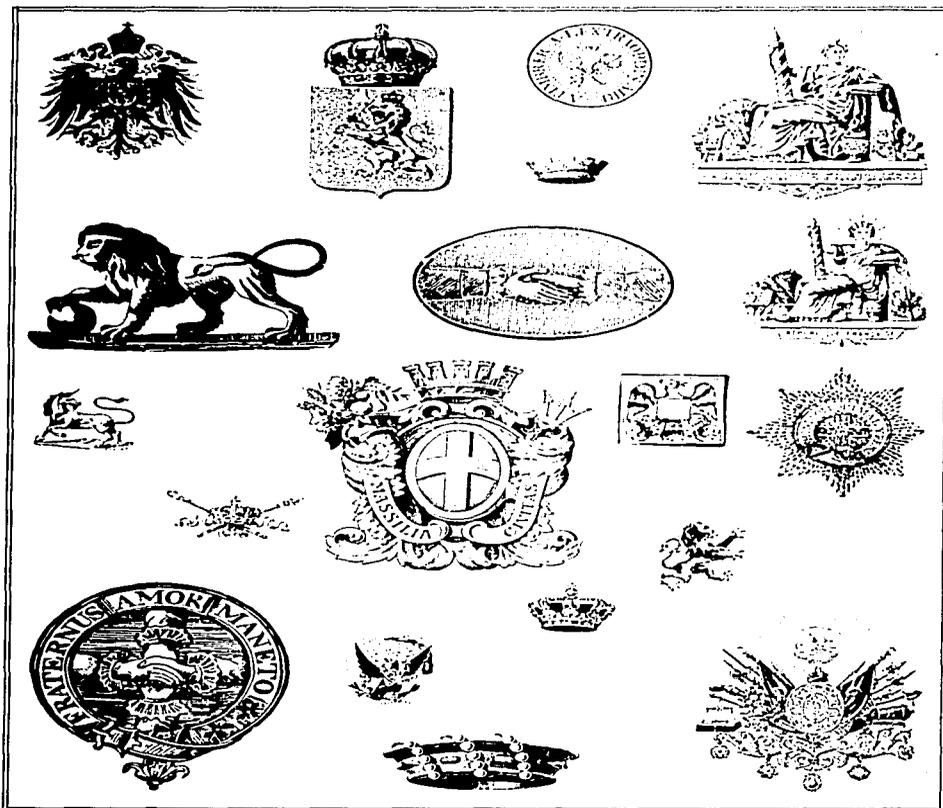


Figura 4. Parte espiritual de la cultura (Grabados sin nombre, pags. 180-181).

8.3 Relaciones Culturales

Las partes anteriormente citadas actúan de manera integrada y a su vez se ven afectadas por los "Factores Ambientales" propios de la región en que se localiza cada grupo; particularizándose aún más las características y cualidades de cada pueblo. Por ejemplo, E.T. Hall menciona en su obra "La dimensión oculta" que los esquimales avilik "...tienen por lo menos doce términos para denominar los distintos vientos...(Hall, 1972: 100)", e igual pasa con otros fenómenos naturales. De esta manera no solo se construye la lengua de los pueblos sino que los factores ambientales también afectan y definen la percepción, el manejo de los sentidos, las emociones y las acciones o el comportamiento de los hombres dentro de su vida cotidiana pública y privada; manifestándose en varios tipos de relaciones:

a. Hombre - Hombre

Aquí se establecen las relaciones humanas, sociales y de comunicación que se dan por la integración que se establece entre las personas de un grupo social. Son como células que al unirse forman órganos con intereses y funciones específicas. Es decir, que cada persona es el centro de su propio mundo pero al igual que las células se encuentra envuelto por varias capas o esferas denominadas espacio informal o personal; y estas a su vez, están definidas por las distancias físicas e invisibles que mantienen las personas entre sí con base en el tipo de relación que sostengan. E. T. Hall lo ha dividido en cuatro distancias (Hall, 1972: 140) o espacios concéntricos con medidas físicas reales y tomando siempre como centro a una persona. Estas distancias varían por la cultura, factores ambientales de la región y por la psicología particular de cada individuo llegando a convertirse en parte importante del protocolo social.

Las distancias tienen una fase cercana y una lejana establecidas por las influencias anteriores y por eso se consideran espacios móviles:

- ◊ Distancia íntima: Existe contacto o relación física directa entre las personas y es un trato muy familiar.
- ◊ Distancia personal: Es donde se establecen los tratos personales y amistosos.
- ◊ Distancia social: Es la indicada para asuntos sociales y de trabajo.
- ◊ Distancia pública: Es la que mantenemos en espacios públicos con personas con las que no tenemos relación ni comunicación.

Este espacio informal o personal lo debemos considerar como el espacio subjetivo e invisible que todas las personas precisamos para marcar nuestra territorialidad perfectamente catalogada como una necesidad psicológica además de física; de ahí que como diseñadores las debemos conocer y respetar sobre todo a la hora de diseñar mobiliario, sistemas de transporte, ambientes y espacios públicos o cualquier lugar donde se reúnan personas sin distinciones ni racismo.

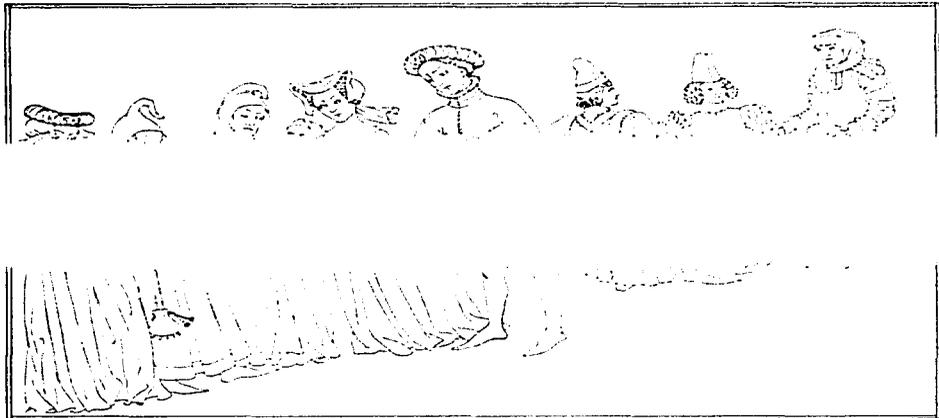


Figura 5. Distancias íntima, personal, social y pública (Grabado sin nombre, p. 167).

Desde luego que todas las partes y distancias anteriormente descritas han venido funcionando y evolucionando gracias a que el hombre desde siempre ha buscado la manera de organizarse para trabajar de manera coordinada y conjunta. Actualmente, las sociedades modernas se encuentran perfectamente divididas en clases sociales y definidas en organizaciones e instituciones que facilitan la vida grupal y en donde los espacios informales se perciben claramente. También son estos órganos sociales los que establecen las normas, leyes y reglamentos que con el paso del tiempo se transforman en convencionalismos. Entre estos encontramos:

- ◊ Religión y creencias
- ◊ Leyes gubernamentales y sociales
- ◊ Idioma y modismos
- ◊ Códigos de moral y ética
- ◊ Tradiciones y costumbres

Es conveniente saber que como diseñadores no podemos modificarlos ni alterarlos substancialmente; pero si debemos conocerlos, respetarlos y usarlos para que nuestros diseños tengan una aceptación favorable en tal o cual grupo social. Por ejemplo, todas las religiones poseen signos, símbolos y objetos sagrados que como diseñadores no debemos usar para otros fines pues atentariamos contra la espiritualidad de la sociedad. Otro caso sería el respetar y seguir dando el mismo uso y significado a toda la señalización vial, la cual está aceptada mundialmente pues de lo contrario correremos el riesgo de crear el caos.

Otro convencionalismo social es la educación, considerada derecho humano de la población mundial. Como diseñadores nos interesa particularmente el grado escolar y educativo de nuestro grupo de usuarios. Mínimamente debemos conocer si saben leer y escribir o si son analfabetas; por ejemplo, si tenemos que diseñar objetos que lleven en sí algún tipo de instructivo deberemos elegir el tipo de lenguaje en que este ira, pudiendo ser escrito, gráfico o por señales visuales o auditivas para lograr una buena relación ergonómica.

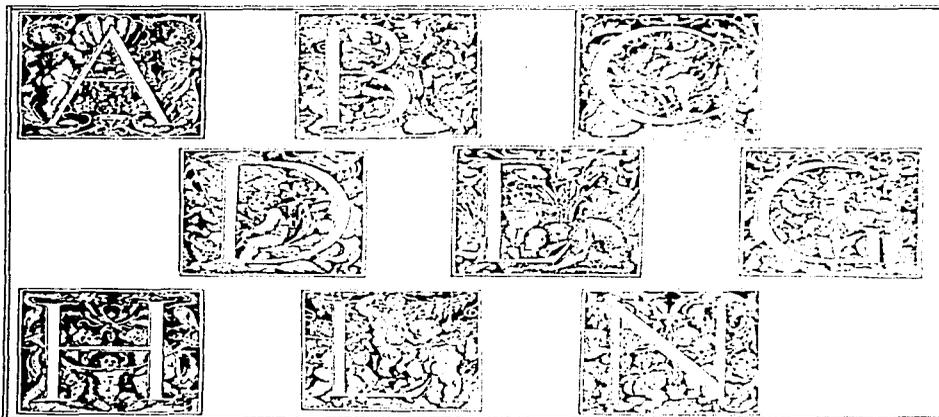


Figura 6. Convencionalismos internacionales (Abecedario, p. 199).

Dentro de esta relación Hombre - Hombre, se hace presente el trabajo. Entendido este como una actividad productiva y causante de que la sociedad posea bases económicas que le permiten el desarrollo integral de todas las demás manifestaciones. También le facilitan al hombre la creación de organizaciones e instituciones presentándose así las bases para un orden social.

Dentro del ámbito productivo existe la ergonomía industrial que ocupa un lugar importante relacionándose con otras áreas y los problemas que se gestan en ese espacio se ven con una óptica multidisciplinaria. Un ejemplo de esto lo vemos en el artículo: " Los accidentes industriales son producidos por las relaciones sociales del trabajo: una teoría sociológica de los accidentes industriales (*Industrial accidents are produced by social relations of work: a sociological theory of industrial accidents*) (Dwyer y Raftery, 1991: 167)".

b. Hombre - Naturaleza

Relación ecológica que se da al establecer contacto con la flora y la fauna. La relación establecida por el hombre con la naturaleza se puede manejar en diferentes niveles dependiendo de la cantidad y calidad de la misma. Los puntos extremos se manifiestan en la división regional en zonas urbanas y rurales; en las primeras el contacto con los elementos naturales es mínimo, mientras que en las zonas rurales la vida de las personas gira primordialmente en torno a la naturaleza donde las actividades básicas son la agricultura, ganadería y pesca.

Los elementos estimulantes que existen en las zonas urbanas y rurales son completamente diferentes entre sí. Por eso la personalidad y comportamiento de los habitantes de ambas regiones son hasta antagónicas y esto lo debemos contemplar en nuestros diseños pues los objetos y la manera de usarlos difiere aunque sirvan para satisfacer la misma necesidad. Por ejemplo, los utensilios de cocina en las zonas rurales siguen siendo de barro y madera, mientras que en la ciudad predominan los utensilios metálicos y de plástico.



Figura 7. Relación ecológica (Grabado sin nombre).

c. Hombre - Objeto

Aquí se manifiesta la relación ergonómica que se establece durante la realización de cualquier actividad. La relación Hombre - Objeto es sumamente compleja y de gran importancia para la cultura de los pueblos, ya que una de sus partes constitutivas es la "cultura material (Acha, 1988: 26)" formada por todos los objetos que nos rodean así como los procesos y materiales que permiten su realización. Con base a esto, podemos decir que actualmente los diseñadores industriales como creadores de objetos de uso somos una de las profesiones responsables del desarrollo de la cultura moderna, cosa que implica una gran responsabilidad.

Por otro lado hay que dejar muy claro que el objetivo de nuestra profesión no es diseñar para una sola persona (aunque hay sus excepciones, como objetos a la medida o diseños especiales), sino diseñar para un grupo de consumidores y usuarios con características y necesidades de grupo además de las individuales. Por lo tanto este factor no es estático y su evolución depende del ritmo con que se satisfagan y generen nuevas necesidades que al irse solucionando permiten llegar a otros niveles culturales; "Cada cultura alcanza su plenitud y autosuficiencia por el hecho de satisfacer el conjunto de necesidades básicas, instrumentales e integrativas (Malinovski, s.f.: 54)".

Para la satisfacción de esas necesidades los pueblos recurren al uso de objetos de muy diversa índole entre los que podemos diferenciar cuatro categorías que Bernd Lobach enumera en el siguiente orden en su obra "Diseño Industrial(Lobach, 1981: 29-32):

- ◊ Objetos naturales
- ◊ Objetos que comportan una modificación de la naturaleza
- ◊ Objetos artísticos
- ◊ Objetos de uso que se dividen en artesanales e industriales.

Todos ellos pueden ser usados por:

- ◊ Una sola persona, como las prendas de vestir y los artículos personales.
- ◊ Por grupos definidos, cuya actividad les obligue a usar objetos particulares como equipos de seguridad, deportivos, etc.
- ◊ Por usuarios indefinidos, como la banca de un parque, la butaca de un cine o un teléfono público.
- ◊ Por usuarios ocasionales, siendo objetos que realmente no están en contacto continuo con el usuario como podrían ser los componentes internos de una máquina o una jaula de aves la que es usada realmente por un animal y no por un hombre aunque de este dependa la vida del primero.

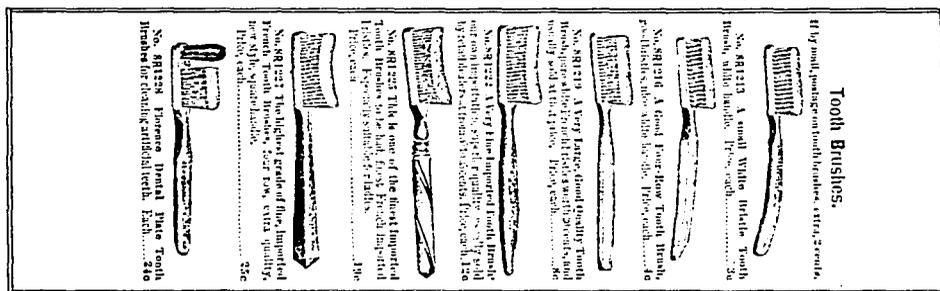


Figura 8. Objetos de uso personal (Cepillos de dientes, p. 462).

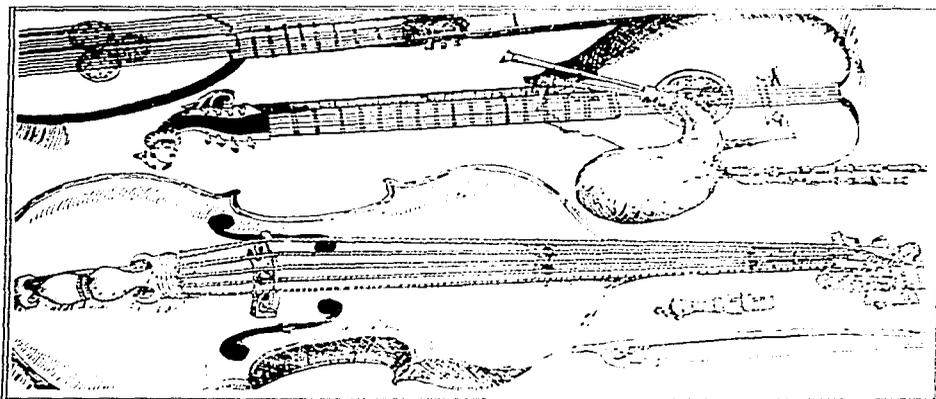


Figura 9. Objetos usados por el grupo de diseño de instrumentos musicales (p. 132).

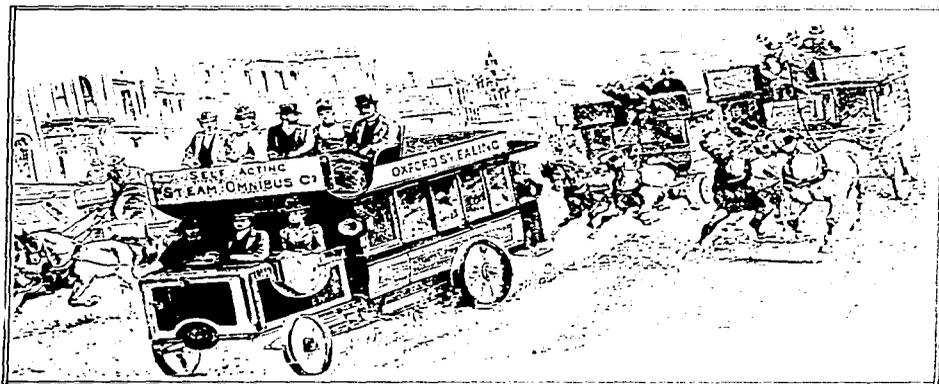


Figura 10. Objetos públicos (Sistema de transporte, p. 84).

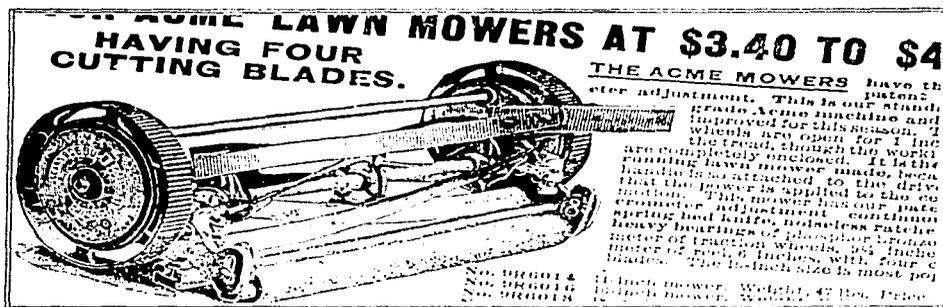


Figura 11. Objetos de uso material (maquinaria de jardín).

A su vez los objetos tienen funciones definidas que el mismo autor denomina como :

- ◊ Práctica
- ◊ Simbólica
- ◊ Estética

Estas funciones son valores que casi siempre se presentan de manera individual o como binomio, brindándole al objeto su principal característica o concepto de diseño; y que es el factor determinante para que las personas de uno o de otro grupo los compren y utilicen.

Lo anterior se fundamenta en el hecho de que toda sociedad se divide en clases o estratos socioeconómicos, siendo reconocidas la clase social alta, media y baja con sus respectivas subdivisiones. Y a pesar de que las personas que se congregan en ellas tienen las mismas necesidades y características grupales como:

- ◊ Zona habitacional
- ◊ Ingresos económicos
- ◊ Lenguaje
- ◊ Profesión
- ◊ Preparación escolar
- ◊ Comportamiento
- ◊ Consumo y uso de objetos similares
- ◊ Gustos

Casi siempre eligen los objetos más por su valor estético - simbólico que por su valor práctico y esto satisface sus necesidades socioculturales. Así, vemos que tienen relevancia las funciones estéticas y simbólicas tienen prioridad sobre las de tipo práctico.

Este último punto nos hace reflexionar sobre la importancia que representan para el grupo social las características estilísticas de los objetos. Y por eso no es nada raro ver que hay grupos sociales con un estilo formal muy definido; por ejemplo, pueden tener una

tendencia hacia lo posmoderno, lo neoclásico, lo artesanal o lo kitch. Pero también existen otros grupos que definen el tipo de objeto a partir de la moda imperante en determinado momento. Y estas cualidades, las tenemos que estudiar para satisfacer las necesidades culturales.

Otra clasificación que se hace de los objetos a partir de las funciones antes mencionadas, son:

- ◇ Objetos prácticos satisfactorios de necesidades básicas.
- ◇ Objetos estéticos producidos por la moda
- ◇ Objetos simbólicos o de status que brindan prestigio y reconocimiento a quien los posee y usa.

Los objetos de status se denominan como tal cuando son típicos y auténticos dentro del estrato social en que se ubican y a la que representan. Sin embargo, esta definición ha tenido algunas modificaciones y por regla general se trata como objeto de status únicamente a los objetos que representan la exclusividad de la clase social alta. Esto se debe evidentemente al ansia de superación que tienen las personas, y a estas no pueden elevar su rango social y nivel de vida de manera real, por lo menos lo intentan usando objetos de otro nivel socioeconómico más elevado o usando objetos de su propio nivel pero haciéndolos modificaciones estéticas para imitar el modelo superior incurriendo en el mal gusto o kitch.

Este punto es de suma importancia para nosotros, debido a que todo objeto que diseñemos debe identificarse con el tipo y los hábitos de vida de los usuarios, y debe corresponder a las necesidades de ese estrato sociocultural mostrando "una auténtica posición social del usuario (Lobach, 1981: 95)". Somos creadores de objetos pero también de símbolos y estos son los que satisfacen las necesidades psicológicas y socioculturales de los usuarios y hacen que los diseños tengan aceptación.

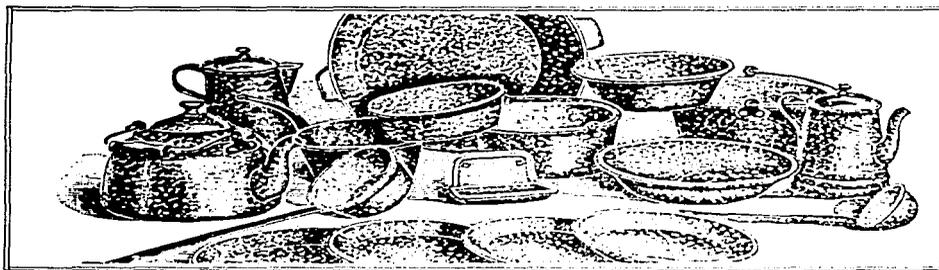


Figura 12. Objetos satisfactorios de necesidades básicas (Juego de sartenes, p. 580).

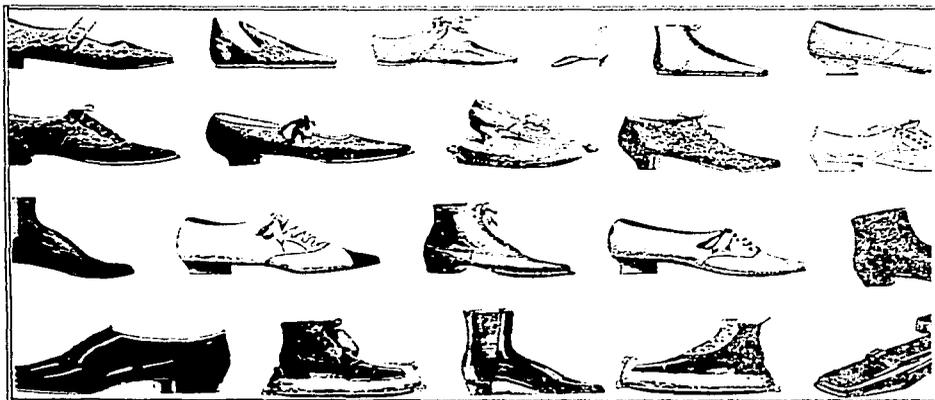


Figura 13. Objetos producidos por la moda (Calzado, p. 100).

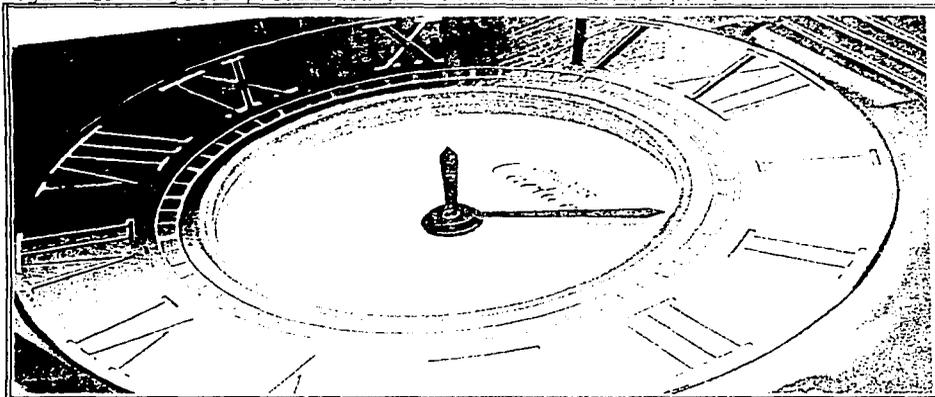


Figura 14. Objetos de status (Reloj de Cartier)

BIBLIOGRAFIA

- * Acha, Juan, *Introducción a la teoría de los diseños*, Ed. Trillas, México, 1990.
- * Dwyer, T. y Raftery, A.E. *Applied Ergonomics* Butterworth-Heinemann, Gran Bretaña. Vol. 22, N° 3 Junio 1991.
- * Hall, Edward T. *La dimensión oculta*. Ed. Siglo XXI, México, 1989.
- * Löbach, Bernd, *Diseño Industrial* Ed. Gustavo Gili, Barcelona, 1981
- * Malinowski, B. *Una teoría científica de la cultura*. Ed. Sudamericana, s.f.

Figuras:

Figura 1 y 2: *Nación de Imágenes. La litografía mexicana del s. XIX*. Amigos del Museo Nacional de Arte, A.C. México, 1994.

Figura 3: Casasola, Gustavo. *Hechos y hombres de México: Gral. Emiliano Zapata*. Ed. Gustavo Casasola. México, 1994.

Figuras 4, 5, 6, 7, 9, 10 y 13: Quinn, Gerard. *The Clip Art Book*. Crescent Books, Nueva York, 1990.

Figura 8, 11 y 12: *The 1902 edition of the Sears Roebuck Catalogue*. Gramercy Books, Nueva York, 1993.

Figura 14: Cologni, Franco y Mucchetti, Ettore. *Made by Cartier*. Abbeville Press, Nueva York, 1992.

Parte C

Esta parte estudia
los principales fenómenos ambientales
que se presentan
en cualquier espacio
y está formada por el capítulo IX.

Factores Ambientales

IX. Factores Ambientales

9.1 Generalidades

Los Factores Ambientales resultan fundamentales para la ergonomía, por las siguientes razones:

- ◊ Los seres humanos habitamos, coexistimos y realizamos todas nuestras actividades en espacios definidos, y en el mejor de los casos estos deben ser diseñados *ex-profeso* para la función requerida.
- ◊ Todo espacio está conformado por un gran número de factores y variables que pueden perjudicar la realización de la tarea; la salud del mismo usuario o las características del objeto si no se consideran dentro del "Análisis Ergonomico" de cualquier proyecto de diseño industrial. Y para esto, como diseñadores y ergonomos debemos recurrir a varias ciencias para ampliar nuestras propuestas y soluciones.

9.2 Disciplinas Auxiliares

a. Ecología

La palabra Ecología etimologicamente se deriva de las palabras griegas *OIKOS*: casa o lugar para vivir, y *LOGOS*: estudio. Fue definida en 1869 por Ernst H. Haeckel como "...el estudio de las relaciones de un organismo con su ambiente inorgánico u orgánico, en particular el estudio de las relaciones de tipo positivo o 'amistoso' y de tipo negativo (enemigos) con las plantas y animales con los que convive...(Margalef, 1980: 1)".

Es oportuno mencionar que al hablar de ecología nos estamos refiriendo a la relación hombre - medio ambiente natural (naturaleza); pero la vida moderna nos está obligando a considerarla en la relación hombre - medio ambiente artificial, porque las condiciones cualitativas de nuestro entorno artificial o microambiente son inseparables de las condiciones del macroambiente natural. Por ejemplo, la calidad del aire de una casa habitación está definida por la calidad atmosférica natural. Y por otro lado, todas las emanaciones contaminantes producidas por cualquier actividad humana dentro de un pequeño entorno artificial se evaporan e integran a la masa gaseosa exterior.

Por esto, no podemos seguir viendo al medio ambiente únicamente como bandera ecologista o como parte de un bombardeo publicitario; sino como una realidad en la que como diseñadores industriales y ergónomos podemos hacer bastante para evitar su inminente destrucción y promover su desarrollo.

Existen varias especialidades de la ecología, y la que nos interesa particularmente es la Ecología Humana. En ella se estudian "...las relaciones del hombre con su ambiente, tanto físico como social,... (Clarke, 1980: 17)". Y su principal hipótesis de trabajo "...radica en su concepción de la adaptación del hombre al hábitat como proceso de

desarrollo de la comunidad... (Theodorson, 1974: 254)". Esta 'adaptación del hombre al hábitat' podríamos considerarla como el complemento de la ergonomía, puesto que esta última área tiene como objetivo buscar la adaptación del hábitat al hombre. Más ampliamente diremos que cuando el hombre de manera instintiva trata de adaptarse a las condiciones ambientales, se presenta la relación estudiada por la ecología humana; pero cuando el mismo hombre reconoce sus características y necesidades, y opta por mejorar las condiciones naturales o iniciales del entorno llega a proyectar y a forjar un hábitat óptimo y benéfico para su vida y desarrollo; dándose entonces la relación ergonómica. Posteriormente el hombre se adapta a ese medio "más ergonómico" y como ninguno de los dos son estáticos, se reinicia el proceso de modificación. De ahí que la ecología humana y la ergonomía sean complementarias y recíprocamente generadoras.

b. Psicología Ambiental

Dentro de la Psicología existe una área denominada Psicología del Medio Ambiente o Psicología Ambiental, que se puede definir como "...la disciplina que se ocupa de las relaciones entre el comportamiento humano y el medio físico del hombre..." (Hemstra, 1979: 3)". Este medio físico o ambiente se estudia "...como variable independiente y como variable dependiente..." (Jimenez, 1986: 25)". En la variable independiente se analizan cuatro tipos de ambientes:

- ◊ Natural
- ◊ Construido
- ◊ Social
- ◊ Conductual

En la variable dependiente se estudian los efectos de la conducta humana sobre el ambiente. Por eso, la psicología ambiental es una importante herramienta para la ergonomía y principalmente para el Factor Psicológico donde la conducta humana es fundamental.

c. Higiene Industrial

La A.I.H.A. (*American Industrial Hygienist Association*) la define como "la ciencia y arte dedicados al reconocimiento, evaluación y control de aquellos factores ambientales o tensiones emanadas o provocadas por el lugar de trabajo y que puede ocasionar enfermedades, destruir la salud y el bienestar, o crear algún malestar significativo entre los trabajadores o los ciudadanos de la comunidad (Arias, 1995)". La Higiene Industrial tiene su principal aplicación en el terreno productivo: en donde se relaciona con la Salud en el Trabajo, con la Seguridad Industrial y con la Ergonomía Industrial.

Los Factores Ambientales o tensiones de los que habla la definición anterior, se dividen en:

- ◊ Factores Físicos: Ruido, vibración, iluminación, radiaciones no ionizantes, radiaciones ionizantes, humedad, ventilación, temperatura y presión.
- ◊ Factores Químicos: Humo, fumo, polvo, neblina, rocío, vapor y gas.
- ◊ Factores Biológicos: Virus, bacterias y hongos.

- ◊ Factores Mecánicos: Derivados de las condiciones de los equipos de seguridad, instrumentos, herramientas, maquinarias, instalaciones en general e inmuebles.
- ◊ Factores Psicosociales: Derivados de las condiciones laborales, de la organización del trabajo y de las relaciones humanas existentes en un centro laboral.
- ◊ Factores Ergonómicos: Derivados de los puestos de trabajo mal diseñados que provocan posiciones, posturas y movimientos incómodos y viciosos; manejo inadecuado de cargas; fatigas musculares y traumas acumulados.

Para facilitar la labor de reconocimiento, evaluación y control por parte de los higienistas industriales, la Secretaría del Trabajo y Previsión Social creó el "Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo", de este se derivan a su vez 82 normas oficiales mexicanas que se refieren de manera individual a cada uno de estos factores y que aquí habremos de mencionar en el momento preciso.

Ahora es pertinente ubicar los puntos de contacto entre la ergonomía industrial y la higiene industrial:

En la práctica profesional y en la teoría resultan ser disciplinas que hasta este momento se incluyen mutuamente pero de manera subordinada más que complementaria. Por ejemplo, cuando la ergonomía analiza los factores ambientales de "X" espacio pide la colaboración de la higiene industrial para el reconocimiento, evaluación y control de los mismos. Aunque discrepa con la higiene porque esta ve a los factores ambientales siempre como agentes de riesgo potenciales y con capacidad de perjudicar al ser humano; en cambio, la ergonomía los ve como factores útiles y necesarios para la realización de las actividades humanas. Por otro lado, si nos colocamos en la posición de la higiene industrial, vemos que la ergonomía es sólo la disciplina que se encarga de los problemas biomecánicos y antropométricos de los trabajadores. Claramente se ve un planteamiento jerárquico y reduccionista que debe empezar a cambiar pues tanto ergónomos como higienistas deben aprender a trabajar en conjunto por un fin común: el bienestar de las personas y la productividad.

9.3 Medio Ambiente

Podemos explicar el término medio ambiente desde varias perspectivas; sin embargo, la definición más particular y que hace directamente referencia al hombre, dice que el "Medio ambiente, simplemente o entorno son nombres que designan el espacio que nos rodea, en el que nos encontramos inmersos, del cual tenemos la percepción por medio de nuestros sentidos, principalmente la vista, el oído, el tacto.. (Yañez, 1983: 22)". Así, el medio ambiente es nuestro hábitat, el lugar en que vivimos y nos movemos. El hombre al ser dinámico puede estar y habitar casi en cualquier parte del planeta, porque psicofisiológicamente posee un organismo bastante adaptable. Además tiene otra característica que lo hace único en el reino animal; y es su capacidad de construir, adaptar y reformar ambientes más aptos y adecuados para vivir y realizar todas las actividades pertinentes a su existencia. Con esto el medio ambiente se divide en dos grandes áreas:

9.3.1 Medio Ambiente Natural

Este tipo lo podemos definir como un ecosistema formado por una parte "... no viviente (el medio físico) y una viviente (la comunidad biológica)... (Pringle, 1971: "18)"; que no ha sido modificado por el hombre y conserva su estado completamente natural. Pero parece que en la actualidad es casi imposible decir que en nuestro planeta aún queden lugares con esas características: porque cuando un paisaje o terreno es atravesado por una carretera, por el tendido de vías o cableados eléctricos, ya estamos hablando de modificaciones que poco a poco harán que ese medio natural se transforme en un entorno artificial.

9.3.2 Medio Ambiente Artificial

Por medio ambiente artificial, construido o modificado, podemos entender que es todo aquel espacio que dejó de ser natural para convertirse en un espacio materialmente diseñado y construido por el hombre, creando así un entorno más apto para vivir. De tal manera, que todos los seres humanos vivimos en medios artificiales o espacios contruidos porque es casi imposible que alguien pueda existir en condiciones completamente naturales.

Desde tiempos inmemoriales, el hombre se dio a la tarea de modificar su entorno, cosa que sigue haciendo ya no de manera empírica sino a través del diseño que "...es una parte del proceso de creación de formas que satisfacen necesidades planteadas por el hombre (Yañez, 1983: 90)". Este diseño que se manifiesta como modificador del entorno, lo podemos dividir en cinco áreas con campos de estudio diferentes pero con el mismo objetivo: el bienestar de la humanidad.

- a. **Arquitectura:** Diseño y construcción de espacios habitables.
- b. **Urbanismo:** Planificación y ordenamiento de los espacios arquitectónicos formando espacios urbanos y rurales.
- c. **Diseño Industrial:** Creación de todos los objetos de uso que satisfacen las necesidades de los habitantes de los espacios contruidos.
- d. **Diseño Gráfico:** Creación de todos los elementos bidimensionales que ayudan y favorecen la comunicación entre los seres humanos.
- e. **Ingeniería:** Que aunque no se considera rama del diseño teórica y profesionalmente, sabemos que en la práctica no es posible el trabajo de los diseñadores y arquitectos de manera efectiva sin la colaboración de especialistas en cualquier área de la ingeniería. Son ellos los encargados de las partes estructurales, matemáticas, mecánicas y técnicas que hacen que los objetos y espacios creados por los otros profesionistas funcionen con éxito y sin riesgo para el usuario.

El hecho de que los campos de estas disciplinas estén perfectamente delimitados no implica que deban de funcionar de modo independiente; por el contrario, si las cinco áreas son conformadoras del medio ambiente, por lógica deberían de actuar de manera más interrelacionada. Además, estas cinco áreas junto con otras de no menor importancia van forjando con el paso del tiempo la cultura material de los pueblos.

Por lo anterior, reiteramos lo siguiente:

- a. El medio ambiente natural del ser humano es catalogado comúnmente como medio ambiente artificial o construido.
- b. Todo objeto de diseño industrial se ubicara en espacios arquitectónicos tanto interiores como exteriores; por ejemplo, mobiliario, enseres domésticos, equipos médicos, etc.. Sin embargo, también se les encuentra en espacios naturales como la maquinaria agrícola, accesorios deportivos, equipos espaciales y de navegación, sistemas de transporte, etc.; donde los medios contenedores y envolventes no pueden ser modificados por la acción humana y en estos casos nos referimos al suelo, atmósfera e hidrosfera.
- c. Otra característica importante y que no debemos pasar por alto, es la presencia continua de los fenómenos climatológicos en cualquier tipo de ambiente (natural o artificial).

9.4 Factores Climatológicos Naturales

El clima en general se compone de varios fenómenos que de acuerdo a su origen se dividen en: "...meteorológicos (que deben su existencia a la atmósfera misma); cósmicos (debido a acciones exteriores a la tierra, particularmente solares); telúricos (radiación terrestre, emanación radiactiva, estructura geológica)... (Duhot, 1949: 6)". Estos elementos entre otros son: la composición química de la atmósfera; electricidad, ionización y radiactividad atmosférica; radiaciones solares y temperatura; precipitaciones y humedad; vientos y presión atmosférica. Es importante señalar que todos y cada uno de estos elementos se está viendo afectado por la contaminación, produciéndose alteraciones antes inimaginables.

El clima nos interesa desde el punto de vista ergonómico por sus siguientes características:

- a. La presencia constante y continua del clima en cualquier medio ambiente.
- b. Al no ser manipulables ni controlables por el hombre estos fenómenos, como diseñadores debemos conocer sus características porque definitivamente estos influirán en el espacio donde estará ubicado nuestro diseño y su presencia puede beneficiar o perjudicar el rendimiento psicológico y físico de los usuarios durante la realización de su tarea; de ese modo al conocer el clima natural podremos definir si el entorno en cuestión requerirá del uso de algún medio o elemento productor de climas artificiales. En este punto, es importante hacer notar que siempre es mejor desde el punto de vista ergonómico

no abusar de los medios productores de ambientes o climas artificiales; procurando que la relación usuario - objeto - entorno se de bajo las condiciones más naturales posibles. Esto, por el bien del usuario para el aprovechamiento del fenómeno natural y el ahorro de energía.

c. También su presencia puede afectar positiva o negativamente a los objetos de uso; ya sea en su estructura, mecanismos, material o funcionamiento. Por ejemplo, los metales ferrosos tienen una vida extremadamente corta en lugares con una humedad y salinidad excesiva; y la madera requiere de recubrimientos especiales para poder estar a la intemperie.

d. Los diferentes climas que existen en el mundo hacen que los seres humanos tengamos diferentes necesidades y que estas sean resueltas de maneras muy diversas. Estas necesidades y soluciones conforman la cultura de los pueblos (ver Factor Sociocultural).

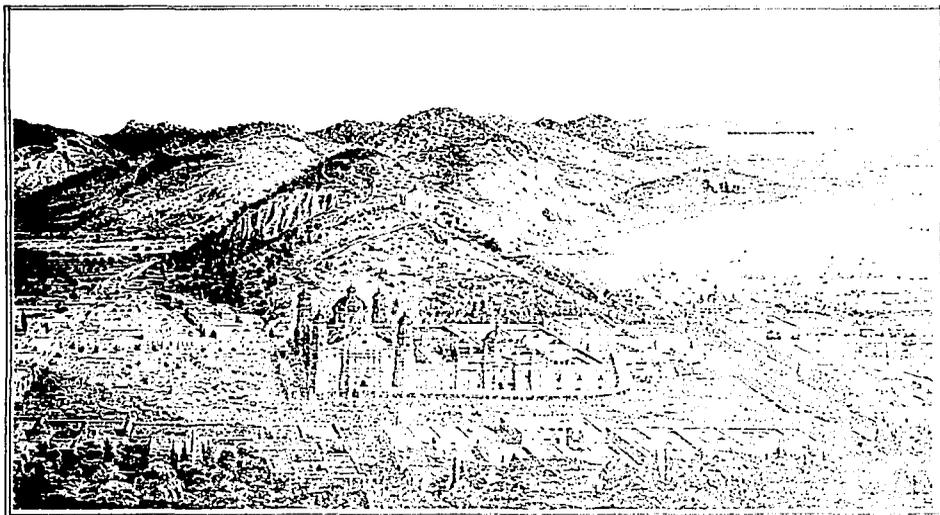


Figura 1. Repercusión de los factores ambientales naturales sobre los espacios artificiales (la Villa de Guadalupe, tomada en albedo, de Casimiro Castro).

9.5 Factores Ambientales Artificiales

Entre los Factores Ambientales Artificiales existen algunos que tienen relación directa con los Factores Climatológicos Naturales, por ejemplo:

◊ Temperatura ◊ Humedad ◊ Ventilación ◊ Iluminación ◊ Color

A la par están otros de igual importancia pero cuyo origen es más de creación humana o artificial que natural:

◊ Sonido y Ruido ◊ Vibración ◊ Contaminación

Encontramos algunas diferencias entre los Factores Ambientales Artificiales para la ergonomía de diseño industrial y para la ergonomía industrial, por ejemplo:

◊ La mayoría de los textos de "ergonomía clásica" tienen un enfoque hacia la ergonomía industrial y ahí el medio ambiente se circunscribe al medio laboral o productivo, en donde el puesto de trabajo es el centro del problema.

◊ Para los seres humanos el puesto de trabajo es solo uno de los tantos espacios en los que podemos estar y actuar.

◊ En los puestos de trabajo no sólo se debe aplicar la ergonomía industrial sino también la ergonomía para diseño industrial o de producto, porque estos son un objeto más que debe y puede ser diseñado por nosotros.

◊ Para la ergonomía industrial los factores ambientales son de vital importancia porque en el medio productivo se manifiestan de manera continua, extensa y combinada. Por ejemplo, en una planta productiva donde hay temperatura ésta siempre estará presente; pudiendo manifestarse en rangos elevados y/o abatidos; y es casi seguro que también existan problemas de ventilación y/o de humedad. Es por esto que con estas complicaciones el ergónomo deba laborar junto con los higienistas.

◊ Si hiciéramos un tratado de ergonomía para arquitectura, los factores ambientales adquirirían otras dimensiones, porque para esta profesión las características del entorno son materias primas con las que se transforma el medio natural en artificial buscando siempre las mejores condiciones para los usuarios.

◊ Por su parte, en la ergonomía para diseño industrial los factores ambientales son básicos por:

- Porque su presencia puede afectar la relación usuario -objeto.

- Porque nuestros objetos pueden ser generadores potenciales de alguno de estos factores.

◊ En los espacios cotidianos que es donde habitualmente se encuentran los objetos de diseño industrial, las condiciones ambientales son más manejables y menos extremas que en los espacios industriales donde se aplica la ergonomía industrial.

Por estas razones, sólo mencionaremos algunos detalles de cada uno de los Factores Ambientales; además de que existen estudios extensos al respecto en textos especializados de ergonomía, higiene e ingeniería donde se puede profundizar la información; sin embargo, si daremos las referencias de las normas oficiales mexicanas del "Reglamento

General de Seguridad e Higiene" para que el alumno haga las comparaciones pertinentes entre la visión de los higienistas y la ergonomía clásica.

9.6 Temperatura

9.6.1 Generalidades

Al hablar empleamos con bastante regularidad y facilidad el término temperatura; pero a la hora de definir este fenómeno físico las cosas no son tan sencillas, sobre todo porque invariablemente la temperatura va unida al calor; pero hay que recordar que no son la misma cosa.

a. **Temperatura:** La temperatura es la medida de intensidad del calor que poseen los cuerpos. "La temperatura es pues una condición que determina la transmisión del calor de un cuerpo a otro, del más caliente al más frío... (García, 1967: 6)"; de ahí que la temperatura sea el punto de comparación y al ser una medida tiene valores referidos a una escala (Celsius, Fahrenheit y Kelvin).

b. **Calor:** El calor es una energía capaz de transformarse en trabajo o en otra energía. "El calor latente es la energía calorífica necesaria para producir cambios en el estado físico de una sustancia... (Porges; Porges, 1974: iv)". La transmisión de calor se realiza por medio de tres fenómenos físicos que de manera palpable se manifiestan tanto en el medio ambiente natural como en el artificial, ellos son:

◊ La conducción se realiza por el contacto directo de dos cuerpos sólidos.

◊ "La convección, es la transmisión de calor debida al fluido de corrientes en el interior de una masa fluida... (Porges; Porges, 1974: 2)". Estos fluidos pueden ser líquidos o gaseosos.

◊ La radiación es la transmisión de calor por medio de ondas electromagnéticas, sin que exista materia de por medio.

Los objetos que diseñemos nunca o casi nunca se encontrarán solos en el entorno; siempre existirán otros objetos compartiendo el mismo espacio y condiciones. Y en varias ocasiones alguno de estos objetos será productor o transmisor de calor por medio de cualquiera de los tres fenómenos físicos antes señalados. Por eso es conveniente tratar de tomar en cuenta la temperatura ambiental natural más la temperatura producida por dichos objetos, para que la suma de ambas no sea motivo de perjuicios para el usuario o para los mismos objetos y entorno. Por ejemplo, el ser humano posee un mecanismo que le permite ajustar la temperatura interior de su cuerpo a 37 °C aproximadamente durante todo el año y en todos los climas bajo condiciones más o menos normales; pero si lo ponemos a trabajar con inyectoras de plástico que producen calor en exceso, en una planta industrial donde hay otras máquinas y obreros también productores de calor y además en verano, como resultado tendremos una temperatura bastante alta donde el

organismo deberá redoblar esfuerzos para mantener su equilibrio térmico; reflejándose esto en un agotamiento y fatiga inminente. De ahí que una de las obligaciones que tenemos los diseñadores es el tratar de mantener las condiciones ambientales de los espacios dentro de los rangos idóneos de comodidad y confort.

En la siguiente tabla podemos ver cuales son los rangos de temperatura recomendados para los diferentes tipos de trabajo o actividad:

TRABAJO	RANGO DE TEMPERATURA (°C)
Trabajo sedentario	17 - 20
Trabajo manual ligero	15 - 18
Trabajo físico fuerte	12 - 15

Tabla 1. Relación entre la temperatura ambiental y el trabajo físico.

A continuación veremos la relación entre la temperatura y los efectos físicos que se presentan al estar un tiempo razonable expuestos a ella:

TEMPERATURA (°C)	EFFECTOS FÍSICOS
10	Entumecimiento de extremidades
18	Confortable
24	Fatiga física
30	Fatiga mental
+ 50	Tolerable por periodos muy breves

Tabla 2. Relación entre temperatura ambiental y efectos físicos de las personas.

Al igual que en el clima natural, en los espacios interiores y artificiales los elementos climatológicos como temperatura, presión, ventilación, etc. funcionan de manera conjunta. Por lo que sería complicado querer mejorar la temperatura de un salón sin tomar en cuenta la ventilación o viceversa. Y lo que es más interesante, es que la ventilación, la humedad y hasta la iluminación repercuten en la temperatura de un espacio. Así, para poder definir la temperatura adecuada de un espacio debemos considerar los siguientes puntos:

- ◊ Las necesidades propias de cada usuario
- ◊ Del número de personas que se localicen en el mismo lugar
- ◊ Las dimensiones del espacio
- ◊ Actividad o actividades que se realicen en ese contexto

9.6.2 Sistemas Productores de Climas Artificiales

Cuando nuestro "termómetro interior" registra y sensibiliza la temperatura ambiental con cierto grado de incomodidad ya sea por calor o frío; es necesario modificar la temperatura hasta el nivel que nos interese. También es conveniente hacer esto cuando en el espacio a causa de algún trabajo o situación especial se requiera de una temperatura diferente a la que priva en el exterior de manera natural. Afortunadamente hoy en día existen sistemas productores de climas artificiales adecuados para cada necesidad. Y para su elección es conveniente revisar la NOM - 015 - STPS - 1993, relativa a la exposición laboral de las condiciones térmicas elevadas o abatidas en los centros de trabajo o recurrir al distribuidor comercial para pedir las especificaciones correspondientes.

Comercialmente encontramos los siguientes sistemas productores de climas artificiales:

a. **Calefacción:** Este sistema tiene la finalidad de lograr "...una temperatura artificial en el interior de un recinto, que sea más elevada que la temperatura que corresponda al exterior. Como término medio se acepta un valor que fluctúa entre los 19 y los 22 °C.... (De Cusa, 1991: 19)". Este aumento de temperatura se realiza cuando el calefactor libera calor artificial por conducción, convección o radiación y es transformado en grados térmicos.

b. **Refrigeración:** Cuando se tiene necesidad de reducir la temperatura en un espacio, se usan los sistemas de refrigeración cuya finalidad es provocar el descenso artificial de la temperatura en un espacio interior. Es el fenómeno inverso a la calefacción, y consiste simplemente en extraer el calor no deseado.

c. **Aire Acondicionado:** Este es el nombre correcto del sistema productor de clima artificial más completo. Produce las dos variantes del clima: es calefactor y refrigerador. De modo más específico la *American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers* lo define como "...un proceso de control simultáneo de los factores que influyen a la vez en el estado físico y químico de la atmósfera ambiental... (De Cusa, 1991: 196)". Estos cambios físicos y químicos provocados por el aire acondicionado tienen el objetivo de lograr y mantener la calidad atmosférica más adecuada y confortable para los usuarios en un espacio cerrado, independientemente de las características climatológicas naturales y externas. Por esto el aire acondicionado es capaz de:

- ♦ Purificar el aire
- ♦ Ventilar y renovar el aire
- ♦ Controlar la humedad
- ♦ Controlar la temperatura

En nuestro país es muy frecuente el uso del aire acondicionado en lugares que difícilmente tienen acceso al exterior como oficinas, consultorios, tiendas, etc.. Pero sobre todo en los grandes y modernos edificios que siguiendo las nuevas tendencias arquitectónicas combinan grandes alturas, estructuras muy ligeras recubiertas de cristal que provocan en el interior del edificio el efecto de invernadero; porque su principal característica es la carencia de ventanas y ventilación natural, lográndose la rápida contaminación del aire interior y el incremento descomunal de la temperatura.

Aunque los tres son sistemas sencillos, como diseñadores y como usuarios debemos de considerar algunos puntos fundamentales para el diseño, elección, instalación y mantenimiento del equipo:

- ◊ La temperatura ambiente dentro del espacio (valor promedio entre la temperatura del aire y la temperatura de las paredes), debe ser uniforme en sentido vertical y horizontal buscando una temperatura entre los 20 y los 23 °C para mantener un equilibrio entre el calor debido al metabolismo humano y el calor transmitido al ambiente.
- ◊ Los equipos debe tener un regulador que permita variar la temperatura en función a las necesidades del usuario.
- ◊ El equipo debe ser de fácil mantenimiento y limpieza, y no debe contaminar el espacio.
- ◊ Deben ser económico en su instalación, alimentación y mantenimiento.
- ◊ Al tratar de modificar la temperatura de un espacio hay que cuidar el nivel de humedad relativa del ambiente.
- ◊ Los equipos no deben producir ruido que interfiere con la comodidad del usuario.

9.7 Humedad

La humedad se define como la presencia de vapor de agua en el aire y se le puede medir bajo dos categorías:

- a. Humedad absoluta: "La humedad absoluta es igual a la masa de vapor de agua que encierra la unidad de volumen de aire... (Dubot, 1949: 26)".
- b. Humedad relativa: "La humedad relativa expresada en términos de porcentaje, con respecto a la máxima cantidad que el aire puede contener, a una temperatura dada. Por ejemplo, si una muestra de aire dada pudiera contener 10 gramos de vapor de agua a una temperatura específica, pero en el momento en que la analizamos contiene solamente 5 gramos, entonces su Humedad Relativa es de 5/10 o 50%... (Campos, 1992)".

La temperatura tiene relación directa con la humedad relativa; a medida que se incrementa la temperatura del aire, aumenta también su poder de contención de vapor; y a medida que se enfría, el vapor de agua disminuirá. La humedad relativa nos proporciona el grado de saturación; cuando la humedad relativa está al 100% se habla de saturación; y cuando el porcentaje es menor al 100%, lógicamente no hay saturación.

La humedad en el ambiente es sumamente importante y necesaria para el buen funcionamiento del organismo. Cuando la humedad es excesiva, el organismo responde con la transpiración como efecto de la difícil evaporación del calor que genera el cuerpo. Y cuando la humedad es baja o poca, el organismo manifiesta resequecedad en piel y vías respiratorias. Ambos casos son indeseables porque se contraponen al confort, sobre todo al realizar trabajos físicos pesados. Los niveles recomendados de humedad en la atmósfera son del 70 - 80% en invierno y del 30 - 70% en verano.

9.8 Ventilación

9.8.1 Generalidades

La importancia de la atmosfera radica en que los elementos químicos que la componen son indispensables para la vida. El oxígeno es vital y mezclado con otros elementos en proporciones adecuadas forman la composición química natural del aire; pero esta composición tiende a descomponerse y desequilibrarse de manera rápida y violenta, principalmente en lugares cerrados. A continuación vemos la diferencia entre el porcentaje de los principales componentes del aire puro y el aire expulsado por los pulmones:

COMPONENTES DEL AIRE.	AIRE PURO	AIRE CONTAMINADO
OXIGENO	20.99%	16.57%
ANHIDRIDO CARBONICO	00.04%	14.77%

Tabla 3. Diferencias químicas entre el aire puro y el aire contaminado.

Es decir, que el anhídrido carbónico aumenta 100 veces con la respiración; y algunas teorías científicas dicen que un ser humano puede tolerar solo del 0.14 al 1%, llegando incluso al 5% pero por periodos muy cortos. Lo grave es que el anhídrido carbónico se va acumulando en el ambiente, alcanzando porcentajes irrespirables y peligrosos cuando la renovación del aire es inadecuada e insuficiente. Hay que considerar que también existen otros contaminantes ambientales además de la respiración humana:

◊ Humo, gases y vapores producidos por alimentos, productos químicos, maquinaria, vehículos, cigarrillo y otras combustiones.

Por otro lado, en un espacio no sólo existen estos elementos contaminantes, sino también otros que producen calor o frío durante su funcionamiento; como el propio hombre, aparatos de línea blanca, máquinas, electrónicos, sistemas de iluminación, etc. que alteran de manera notable la temperatura ambiental y que podemos regular por medio de los sistemas de ventilación.

9.8.2 Sistemas de Ventilación

La ventilación es uno de los sistemas climatizadores más comunes. Su función es proveer de aire fresco a los espacios cerrados, produciendo el movimiento renovador del mismo. Esta renovación implica la entrada del aire puro que expulsa el aire viciado por diferencias de temperatura; y por ende, la ventilación también altera la temperatura del espacio. Desde luego que la modificación de la temperatura por medio de la ventilación es un método rudimentario en comparación con los sistemas de climatización artificial vistos anteriormente; porque aquí la temperatura no es controlable ni regulable, ya que está en relación directa con el clima natural exterior. Existen tres sistemas de ventilación:

a. **Ventilación Espontánea:** Es un sistema bastante irregular e incómodo; pues es la que se presenta cuando el aire se filtra por puertas y ventanas. Dificilmente cumple con el objetivo de conducir aire limpio, de extraer el aire contaminado, o de ayudar a la temperatura; por esto, se debe eliminar por completo cuando en ese espacio vayan a existir sistemas de climas artificiales, porque esos huecos actúan como fugas de calorías y frigorias.

b. **Ventilación Artificial:** También llamada ventilación mecánica porque ella se produce por medio de ventiladores que forzan la circulación del aire. Estos pueden ser de extracción o aspiración, de impulsión o presión y de ventilación equilibrada. Su uso es recomendable en espacios amplios donde el grupo de personas es numeroso y la ventilación natural resulta inaccesible, incómoda o deficiente. Este sistema se puede complementar con equipos de evacuación como campanas o colectores, separadores o filtros y extractores, cuando se requiere la captación y eliminación de polvos, humos, gases, vapores, olores, aromas, etc. que pueden ser inofensivos o tóxicos; pero que por su cantidad es mejor capturarlos en el lugar mismo de su emanación para evitar su diseminación.

c. **Ventilación Natural:** "La ventilación natural es la que emplea la fuerza del viento y las diferencias de temperatura para lograr el movimiento del aire... (Carnicer, 1991: 34)". Este sistema es el más usado por económico y práctico pues solo se requiere aprovechar ventanas, rendijas, balcones, puertas y ventilas para que el aire exterior penetre sin dificultad en el espacio interior. Los inconvenientes son que el aire entra con todas sus impurezas, insectos, ruidos externos y el espacio interior se pone en contacto con el clima exterior con todas sus inclemencias. Sin embargo, la ventilación natural es más adecuada que la artificial porque cuando el usuario está en un espacio con este tipo de ventilación, sufrirá menos problemas como consecuencia de los cambios bruscos de temperatura provocado por los climas artificiales. Además, por el uso de ciertos elementos arquitectónicos se beneficia la iluminación natural.

9.8.3 Nivel de Ventilación

El nivel de ventilación o cantidad de aire que debe ser inyectado y expulsado de un espacio varía en función de:

- ◊ Dimensiones del espacio.
- ◊ Actividad que ahí se realice.
- ◊ Cantidad de personas que se reúnan en el mismo lugar.
- ◊ Objetos productores de temperatura o contaminantes que se localicen en ese entorno.

Pero para su cálculo exacto es recomendable recurrir a la NOM-016-STPS-1993 y a los textos especializados donde se especifican los niveles de ventilación adecuados para diferentes tipos de espacio y actividades.

9.9 Iluminación

9.9.1 Generalidades

El fenómeno que influye en el factor ambiental llamado iluminación, es la luz; que ha sido desde siempre un enigma sobre el que han girado infinidad de estudios, teorías y leyes principalmente en el campo de la física.

La importancia de la luz es indiscutible. Gracias a ella podemos ver, observar y percibir el entorno que nos rodea; podemos trabajar y orientarnos de manera más sencilla dentro del espacio. La luz la podemos dividir en dos grandes ramas con base en su origen: natural y artificial.

9.9.2 Luz Natural

El sol emite su energía formando el espectro electromagnético. Este se divide en varias radiaciones con diferentes longitudes de onda; y entre los 3,800 y 7,600 angstroms (Å) de longitud de onda se encuentran las radiaciones visibles para el ojo humano, es decir la luz. Fuera de estos límites se encuentran los Rayos Infrarrojos y los Rayos Ultravioleta (UV), ambos imperceptibles para el ojo humano.

"El conjunto de radiaciones luminosas se subdivide, a su vez, en subgrupos que se distinguen por la calidad de las luces que lo forman... (Deribere, 1967: 12)". Estos subgrupos son los siete colores en que la luz blanca visible se descompone al pasar por un prisma de cristal. Cada color como radiación simple tiene una longitud de onda particular; y todas viajan por el espacio a la velocidad de 300,000 Km./seg.. Además de la luz propiamente dicha también transmiten energía calorífica.

La calidad de la luz natural es excelente para un buen número de actividades; sin embargo, no es recomendable trabajar bajo la luz directa del sol porque posee un nivel de iluminación excesivamente alto y esto provoca incomodidad en el usuario, además del fuerte calor producido por los mismos rayos solares. Es mejor estar a la sombra para efectuar más cómodamente el trabajo, descontando desde luego las actividades que se realizan completamente a la intemperie.

En espacios interiores, cuando son tareas de mayor precisión se aconseja utilizar algún sistema de iluminación artificial para reforzar el nivel de iluminación natural. También es conveniente encender la luz artificial cuando las condiciones naturales no sean las óptimas y cuando la luz del día empieza a disminuir; esto último debe hacerse con anticipación para que el ojo se adapte paulatinamente al cambio de iluminación. Por otro lado, hay que tener cuidado en la colocación o ubicación que deberán tener los usuarios en relación a las ventanas para evitar el deslumbramiento ocasionado por la misma o por el reflejo de las superficies y objetos que reciben dicha luz.

La luz natural entra a los interiores a través de elementos arquitectónicos como ventanas, puertas, tragaluces, ventanales, celosías, persianas, etc. que además de cumplir su función primordial también facilitan la ventilación natural y como elementos decorativos deben poseer un buen diseño. Para ello, nosotros podemos resolver problemáticas más o menos complejas con tendencias estéticas y formales; soluciones técnicas y funcionales con innovaciones en materiales, mecanismos o procesos de producción. Estos objetos con sus dificultades, características y soluciones están íntimamente relacionados con la arquitectura y el diseño de interiores; al igual que todos los sistemas productores de climas artificiales, ventiladores, humidificadores, lámparas y luminarias.

9.9.3 Luz Artificial

La iluminación artificial que es la producida por la electricidad, combustibles y otros medios no naturales (baterías, plantas de luz, etc.) tiene como objetivo el proveer de luz al usuario cuando las condiciones naturales son adversas. Sus usos más frecuentes son durante la noche, permitiéndonos alargar la jornada productiva; y en todos los espacios interiores a donde no llega la luz natural, teniéndola como apoyo y refuerzo cuando las actividades humanas así lo requieren.

Existen algunos términos particulares que podemos investigar en bibliografía especializada, nosotros aquí solo definiremos dos conceptos que aparecen en dichos textos y que en el lenguaje cotidiano empleamos de diferente manera:

a. Lámpara: Nombre especializado que se le da al objeto emisor de luz. Popularmente lo conocemos como foco, bombilla, o tubo de luz.

b. Luminaria: Esta es la carcasa, armazón, armadura o envoltente de la lámpara (foco). A este objeto comúnmente lo llamamos lámpara (elemento decorativo).

Ambos objetos son fundamentales para los sistemas de iluminación tanto en exteriores como en interiores, y a este último nos dedicaremos en particular.

9.9.4 Lámparas

Las lámparas son básicas para la iluminación artificial. Hoy en día existen firmas comerciales dedicadas al diseño, producción y venta de ellas; las cuales están regidas por la calidad, eficiencia y estandarización, detalle que facilita su uso mundialmente. En esta área podemos encontrar varios tipos:

◇ Incandescentes

◇ Fluorescentes

◇ De mercurio

◇ De sodio

9.9.5 Luminarias

El diseño de luminarias (comúnmente llamado lámparas) es un tema bastante aplicado y desarrollado en las escuelas de diseño; sobre todo por el gran manejo formal que se puede hacer de ellas. Sin embargo, no hay que olvidar que también existe una parte técnica y otra funcional, ambas igualmente importantes y necesarias.

La función principal de las luminarias consiste en servir de soporte, conexión y protección a la lámpara (foco). Al mismo tiempo ayuda a diseñar, controlar y dirigir el haz de luz a un lugar específico; evitando reflejos molestos y pérdidas de energía luminosa al ser emitida a lugares inconvenientes e innecesarios. Es por eso que antes de diseñar una luminaria tenemos que hacer varias observaciones:

- ◊ Permitir la fácil instalación, mantenimiento y reposición de la o las lámparas.
- ◊ La instalación eléctrica debe estar perfectamente protegida para evitarle accidentes al usuario.
- ◊ Recomendarle al usuario el tipo de lámpara más adecuado para esa luminaria en especial.
- ◊ Elegir el material eléctrico de la instalación interna de acuerdo al voltaje de la corriente eléctrica que existe normalmente en el espacio en donde se ubicará la luminaria.
- ◊ Tener cuidado en la elección de los materiales para su producción. Deberán ser de fácil mantenimiento y limpieza; resistentes a la temperatura emitida por la misma lámpara; y que a su vez no interfieran o perjudiquen la emisión de luz.
- ◊ Estética y formalmente la luminaria deberá ser agradable y adecuada a la actividad y función a la que se destinará; así como al entorno donde se colocará.
- ◊ El manejo estético de la luminaria no termina en su manifestación física; es decir, no sólo es importante la forma en sí, sino que como parte de este conjunto debemos considerar también al mismo haz de luz que como cualquier flujo es manipulable y puede crear efectos interesantes.

9.9.6 Efectos Físicos

Los efectos físicos que se pueden producir en el campo de la iluminación son múltiples, y pueden transformarse en defectos si no se aplican correctamente. Los efectos más importantes son:

- ◊ **Reflexión:** Se presenta cuando la luz emitida por una fuente luminosa incide sobre una superficie y la mayor parte de esa energía retorna sin haber sufrido alteraciones. La otra porción de esa luz recibida se pierde en la superficie que la absorbe. Este fenómeno se conoce como reflejo.
- ◊ **Transmisión:** Se habla de transmisión de luz cuando el flujo luminoso pasa a través de un material sin alterar su naturaleza.
- ◊ **Refracción:** Aquí el rayo de luz cambia su dirección cuando pasa de un medio a otro de diferente clase.

◊ **Difusión:** La luz se difunde cuando el rayo pasa a través de un material translúcido y sufre refracciones y reflexiones múltiples a la vez.

Para poder lograr estos cuatro efectos físicos de manera programada, racional y controlada existen diferentes materiales que pueden ser utilizados en el diseño y producción de las luminarias. Estos materiales se clasifican como:

◊ **Reflectores** ◊ **Transmisores** ◊ **Refractores** ◊ **Difusores**

En nuestros diseños podemos emplear uno o varios de ellos dependiendo de los efectos que se desee obtener, basándonos en el uso a que se destinará la luminaria en cuestión; además de que nos ayudan a lograr:

- ◊ Distribución racional de la luz, dirigiéndola a la superficie de trabajo, al detalle o lugar específico que se desee iluminar.
- ◊ Cubrir la lámpara para evitar reflejos indeseables.
- ◊ Difusión de la luz evitando sombras.
- ◊ Absorber la menor cantidad posible de la luz de la lámpara.
- ◊ Evitar la diseminación de la luz a lugares innecesarios.

Pero también es necesario evitar otros efectos indeseables y que pueden perjudicar la visión:

a. Contrastes: Se presentan cuando hay cambios muy drásticos en la iluminación de un lugar. Por ejemplo, cuando en alguna área se colocan lámparas rodeadas de una oscuridad absoluta que hace que parezcan más brillantes.

El contraste también se debe de cuidar entre la iluminación y el color de un objeto y su fondo. Por ejemplo, el color y brillo de letras o imágenes en relación al color y brillo del papel que funciona como fondo, el cual puede "horror" las figuras si la iluminación es demasiada y el papel brilla de más.

b. Sombras: Este fenómeno se presenta cuando hay una mala iluminación y se recibe luz en una sola dirección. La sombra puede ser especialmente perjudicial en tareas de precisión, de escritorio y de control de calidad. Aunque hay tareas que requieren de las sombras para producir contrastes y relieves en los objetos.

c. Deslumbramiento: Este fenómeno es provocado por el reflejo de ciertos objetos localizados en el campo visual. Estos objetos definen y dividen el deslumbramiento en dos tipos:

◊ **Deslumbramiento Directo:** Cuando la lámpara o fuente luminosa se encuentra en el campo visual y el resplandor es demasiado intenso. Por esto es necesario proteger la lámpara con algún tipo de luminaria y/o retirarla del campo visual del usuario. También hay deslumbramiento directo por contraste cuando las lámparas están ubicadas en lugares cuyo entorno es excesivamente oscuro. Para evitar esto es necesario mantener una iluminación general en todo el espacio para evitar este choque tan marcado.

◊ **Deslumbramiento Indirecto o Relejado:** El principal motivo de este tipo de deslumbramiento es el reflejo provocado por superficies brillantes y que se localizan dentro del campo visual. Casi siempre son superficies pulidas o semimate no planas que al recibir el haz de luz incidente, forman múltiples zonas brillantes.

Otras causas de deslumbramiento puede ser la misma luz natural que no puede ser corregida en su composición ni intensidad; por lo que hay que cuidar la ubicación de los lugares de trabajo para que no reciban la luz natural de golpe sin protección. También debemos de procurar no colocar superficies brillantes directamente a la luz solar, porque el reflejo que produce es sumamente fuerte, intenso y dañino a la vista. Sin embargo, podemos observar este fenómeno en casi todas las fachadas de cristal de los edificios actuales que aunque modernos son incómodas a la vista, sobre todo cuando el sol incide directamente sobre ellos.

9.9.7 Sistemas de Iluminación

Cuando unimos en un mismo objeto una lámpara y una luminaria emitiendo un haz de luz hacia alguna superficie, usuario o espacio, podemos hablar de iluminación. Los sistemas de iluminación se clasifican con base en la distribución que la luminaria haga del flujo luminoso. Los sistemas de iluminación más comunes son los siguientes:

- ◊ Directa
- ◊ Indirecta
- ◊ Semidirecta
- ◊ Difusa
- ◊ Mixta

9.9.8 Métodos de Alumbrado

Los métodos de alumbrado pueden valerse de cualquier sistema de iluminación para proveer la cantidad de luz necesaria al usuario. Los métodos de alumbrado son:

- ◊ General
- ◊ Localizado
- ◊ Individual
- ◊ Combinado
- ◊ Suplementario

9.9.9 Nivel de Iluminación

Las actividades humanas se pueden clasificar según la importancia y el porcentaje de uso que el sentido de la vista tengan para las mismas. Las actividades de escritorio, intelectuales, de taller e industria con cierto grado de precisión y riesgo, son las que requieren de una muy buena vista por parte del usuario y una iluminación excelente en el entorno en donde se realice la actividad.

De la buena iluminación depende el aumento de la eficacia, rendimiento, productividad, comodidad y seguridad del usuario; así como la disminución la buena realización de la tarea con un mayor grado de seguridad; y la disminución en la fatiga visual y psicológica que invariablemente desemboca en agotamiento, síndromes, enfermedades de trabajo y en accidentes laborales. Por eso, si existiera el nivel de iluminación adecuado para los diferentes tipos de tarea en los lugares de trabajo,

seguramente no se hablaría de fatigas visuales o de la tan común "vista cansada". Es por eso que como diseñadores debemos concientizar la importancia que la iluminación tiene en nuestro quehacer y que para resolver un problema de diseño tenemos la solución entre varias posibilidades de lámparas, materiales, efectos físicos, sistemas de iluminación y nuestra propia creatividad. Además debemos tener presentes los siguientes puntos:

- ◊ Dimensión del objeto o detalles del mismo que se utilice en la tarea. En base a estas dimensiones, las tareas se dividen en: minúsculo, muy fino, fino, menos fino, mediano y grueso. Mientras más fina es una tarea requiere mayor nivel de iluminación.
- ◊ Distancia entre el objeto o detalle y el ojo del usuario.
- ◊ Factor de reflexión de los objetos (a menor reflexión de los objetos se requiere mayor nivel de iluminación).
- ◊ Contraste entre los objetos o detalles y el fondo.
- ◊ Buena apreciación de los colores.
- ◊ Tiempo empleado por el usuario en la tarea.
- ◊ Estática o dinámica de los objetos.

De la conjunción o mezcla de estos factores depende la mayor o menor dificultad de la actividad; y también con base en ellos se han clasificado varios niveles de iluminación adecuados a cada situación. Existen tablas con niveles de iluminación específicas para múltiples actividades, situaciones y espacios, en textos especializados y en la NOM-025-STPS-1993 que podemos consultar para ampliar nuestras posibilidades.

El nivel de iluminación más importante es el que se dirige a la superficie de trabajo. Sin embargo, también es necesario cuidar la iluminación de las zonas neutras de circulación (20 luxes min.) como pasillos o corredores que rodeen áreas de trabajo, o que comuniquen diferentes áreas o salones y escaleras. Esto con el fin de que cuando el usuario deje de mirar su tarea y voltee la mirada a otros sitios no sufra alteraciones visuales por la acomodación que el ojo tiende a hacer cuando cambia el nivel de iluminación.

9.9.10 Tiempo de Exposición

Paralelamente al nivel de iluminación, existe el tiempo de exposición como factor que también influye en que una actividad se realice satisfactoriamente o no. El factor tiempo lo podemos analizar desde varias perspectivas:

- ◊ Tiempo que permanece diariamente el usuario haciendo la misma tarea; por lo que se debe definir bien este punto para brindarle al usuario el tipo y nivel de iluminación más adecuado a lo largo de toda la jornada para evitarle fatigas y esfuerzos visuales innecesarios.
- ◊ Tiempo que ha permanecido el usuario en el mismo puesto de trabajo. Este punto repercute en la experiencia que haya adquirido el usuario. Siempre es más fácil realizar cualquier tarea o detectar detalles cuando hay experiencia aunque el nivel de iluminación no sea el adecuado. Sin embargo, este no es pretexto para no ofrecer una buena

iluminación; además, también con base en la experiencia se puede juzgar y elegir el nivel de iluminación óptimo que se requiere.

◊ Tiempo en el que el usuario debe realizar su tarea. Cuando el nivel de iluminación es bajo, el usuario tardará más tiempo en cumplir con su actividad; además, esto provocará fatiga general en el dando como resultado un detrimento en la productividad y calidad de la tarea. En este punto también se puede ver afectado el movimiento de los objetos, perjudicando o facilitando la tarea. A mayor iluminación los objetos parecen moverse más lentamente.

9.10 Color

9.10.1 Generalidades

El ubicar el fenómeno del color como uno más de los Factores Ambientales posee varias justificaciones:

◊ El color como forma material no existe. Es simplemente un fenómeno que se origina a partir de la luz; y esta última es uno de los Factores Ambientales más importantes. En otras palabras, gracias a la luz hay color; de lo contrario viviríamos en un mundo incoloro y por añadidura seríamos invidentes por la carencia del estímulo visual. Por eso este inciso se presenta inmediatamente después del dedicado a la iluminación.

◊ Nos es tan familiar el color, que no recapacitamos en su complejidad. Es impresionante ver que un ente inmaterial e intangible tenga repercusiones tan complicadas y hasta ambiguas en áreas tan específicas y aparentemente inconexas como el arte, la física, y en los procesos fisiológicos, psicológicos y culturales del ser humano.

◊ Desde el punto de vista cognitivo el color es un concepto complejo, sobre todo en las primeras etapas del aprendizaje. Por ejemplo, para los niños resulta más fácil conocer, aprender y distinguir las formas geométricas básicas que los colores; primordialmente por la gran variedad de ellos y por los múltiples matices resultantes de sus mezclas. Otro punto que dificulta su aprendizaje son las diferencias personales que se presentan al percibir un color ya sea por experiencias previas, por influencia cultural, por deficiencias visuales o por mala coordinación cerebral.

◊ Con base en esto, hubiera sido lógico hablar del color detalladamente en el Factor Psicológico, en el Sociocultural o en el apartado dedicado a la iluminación dentro de los Factores Ambientales; sin embargo, preferimos tratarlo más profundamente y de manera individual aquí, ya que es un estímulo que nos llega del medio ambiente.

9.10.2 El Color y la Física

En el inciso de "Iluminación" vimos que el espectro electromagnético se divide en múltiples radiaciones con diferentes longitudes de onda. La radiación visible o luz blanca fue la que Isaac Newton utilizó para sus experimentos haciéndola pasar por un prisma triangular de cristal y a partir de ahí las teorías sobre la luz sufrieron una evolución. El

haz de luz blanca atravesó el cristal descomponiéndose en siete bandas de colores semejantes al arco iris.

Con esto se demostró que la luz blanca es el resultado de la conjunción de los siete rayos coloreados y que aunque cada uno posee diferente longitud de onda, todos viajan a la misma velocidad de la luz propiamente dicha: 300.000 Km./seg.

A partir de estas teorías físicas se expone un principio poco creíble para la mayoría de las personas: el mundo que nos rodea es incoloro; es decir, que los objetos (naturales o artificiales) no poseen color propio. Esto se explica si se consideran cuerpos luminosos a los elementos emisores de luz (sol, estrellas, lámparas) y cuerpos iluminados a todos los demás objetos que nos rodean y reciben la luz de los primeros.

Los cuerpos iluminados al tener materia reflejan y absorben la luz, pero hacen una discriminación entre los siete rayos del espectro. Algunos colores son absorbidos y otros reflejados; esto depende de las características físicas del material y de las diferentes longitudes de onda. El resultado de este proceso (para ser captado por nuestro ojo como estímulo visual, el cual después de pasar por el proceso fisiológico a nivel retina por los conos (ver Factor Psicológico) llega al cerebro) y los interpretamos primero como sensación pero con la ayuda de la experiencia previa los definimos como tal o cual color a nivel perceptual.

En resumen, el color de los objetos que percibimos depende del color y tipo de luz que los ilumine. Por ejemplo, bajo la luz blanca reconocemos como rojo al color que posee una manzana; pero bajo una luz verde, la misma manzana nos parecerá amarillenta. Sin embargo, "sabemos y creemos" que es roja.

9.10.3 Definiciones básicas

Antes de proseguir es prudente definir algunos términos:

a. "...color es una sensación que depende de las longitudes de las ondas luminosas reflejadas por los objetos de nuestro alrededor (Ortiz, 1992: 30)".

b. Dentro de la óptica y luminotecnia a las luces de colores se les denomina rayo o luz coloreada.

c. Las materias primas que utilizamos para producir e imprimir coloraciones en diversos materiales, reciben el nombre de: materia colorante, pintura o pigmento. Estos últimos se clasifican como:

◊Pigmentos Naturales: Que pueden ser orgánicos e inorgánicos y de origen vegetal, animal o mineral.

◊Pigmentos Artificiales o Sintéticos: Se derivan de los anteriores pero durante su elaboración se les agregan productos químicos que le brindan al pigmento mayores características y cualidades físicas como mayor durabilidad, resistencia a los agentes

atmosféricos, resistencia a otros químicos, protección contra microorganismos, mayor brillo e intensidad colorante, etc..

A nosotros como diseñadores estos últimos pigmentos nos brindan la oportunidad de ofrecerle al usuario objetos de gran colorido, sin importar el material en el que estén realizados. Afortunadamente, en el mercado encontramos pigmentos, pinturas y recubrimientos con una variedad impresionante de colores y características adecuadas para satisfacer nuestras necesidades y las del objeto en sí. Cuando tengamos que elegir un tipo de recubrimiento o pintura en especial ya sea por sus cualidades y por su color, lo más recomendable es recurrir a las casas comerciales que expenden dichos productos; ahí encontraremos el más adecuado con base en el gran catálogo y cartas de color que manejan.

9.10.4 Clasificación de los Colores:

Newton como primer científico del color los dividió de la siguiente manera:

- ◊ Triada primaria, colores simples o colores primarios: Rojo, Azul y Amarillo.
- ◊ A los colores derivados de las mezclas de los colores primarios, los llamo complementarios o secundarios:
Rojo + Azul = Violeta Azul + Amarillo = Verde Amarillo + Rojo = Anaranjado

Young los clasifico como:

- ◊ Las tres sensaciones coloreadas fundamentales al: Rojo, Verde y Violeta.
- ◊ Sus mezclas a nivel perceptual producen las llamadas sensaciones intermedias:
Rojo + Verde = Amarillo Violeta + Rojo = Carmesi Verde + Violeta = Azul Púrpura

En el terreno de la óptica se clasifican los colores con base en la reciprocidad inmediata con los conos de la retina (ver Factor Psicológico).

- ◊ Los colores fundamentales o primarios son: Rojo, Verde y Azul.

Finalmente, en el campo de las artes plásticas y artes gráficas donde fundamentalmente se utilizan pigmentos y pinturas, los colores se clasifican de la siguiente manera:

- ◊ Colores Primarios para las artes plásticas: Rojo, Amarillo y Azul.
- ◊ Colores Primarios para las artes gráficas: Magenta, Amarillo y Cian.

En ambos casos, los colores secundarios se derivan de la mezcla entre los primarios:

- ◊ Colores Secundarios para las artes plásticas:
Rojo + Azul = Violeta Azul + Amarillo = Verde Amarillo + Rojo = Anaranjado
- ◊ Colores Secundarios para las artes gráficas:
Magenta + Cian = Violeta Amarillo + Magenta = Anaranjado Cian + Amarillo = Verde

Por su parte, el blanco y el negro no se consideran colores propiamente dichos. Porque el blanco contiene la gama completa de los siete colores y el negro se explica como la ausencia de los mismos. En otras palabras, el blanco refleja íntegramente el haz de luz; mientras que el negro lo absorbe por completo. Al gris y todas sus tonalidades, resultado de la mezcla del blanco y el negro se denomina como color neutro.

Otra clasificación práctica que se hace partiendo del espectro de Newton, toma como referencia la temperatura de la naturaleza. Así se consideran como:

- a. Colores Calientes o Calidos, a los que se relacionan con las tonalidades del sol y el fuego: Amarillo, Anaranjado y Rojo.
- b. Colores Frios, a los que se relacionan con el agua y la vegetación: Verde, Azul, Indigo y Violeta.

Gracias a esta analogía color - naturaleza, la clasificación se nos hace lógica y objetiva hasta el grado de ser ya un convencionalismo internacional.

9.10.5 Síntesis del Color

Las mezclas de los colores primarios que dan como resultado colores secundarios, las podemos comprobar por el método conocido como síntesis del color. Este se divide en tres tipos fundamentalmente, con un principio teórico definido y una aplicación particular que es en la que aquí nos concentramos:

- a. Síntesis aditiva: Se manifiesta a través de los tres rayos básicos de luz coloreada: Rojo, Verde y Azul, que al sobreponerlos y proyectarlos sobre una pantalla blanca aparecen los tres colores secundarios, y de estos a su vez resulta la luz blanca.
- b. Síntesis Sustractiva: Para este tipo se requiere del uso de pigmentos o pinturas con los tres colores primarios de las artes plásticas o gráficas: Rojo, Azul y Amarillo o Magenta, Cian y Amarillo. Al plasmarlos en papel blanco y sobreponerlos entre sí, surgirán los colores secundarios y de estos aparecerá el negro.
- c. Síntesis Partitiva: Su aplicación se ve frecuentemente en el campo de las artes gráficas y en la publicidad, ya que se logra por el proceso de impresión industrial. Los efectos se manifiestan cuando se sobreponen pantallas o redes de puntos de diferente color, tamaño y densidad; y a la distancia como efecto visual aparece el color secundario.

9.10.6 Sistemas de Clasificación

El primer círculo cromático data de 1735 y perteneció al Padre Castel (Deribéré, 1964: 24). Desde entonces varias personas han llegado a proponer sus propios sistemas de clasificación de los colores, teniendo estos una base perceptiva. Para ello sus creadores tomaron como puntos de referencia, las tres características básicas del color: "...: la

tonalidad (o tono o tinta) que expresa la variación cualitativa del color: amarillo, verde, ciano, etc., la claridad (relación del color con el blanco y el negro), la saturación (pureza del color) (De Grandis, 1988: 47)". Entre los sistemas más conocidos encontramos:

a. **Círculo de Newton:** Es un círculo cromático que posee exclusivamente los siete colores componentes de la luz blanca que el mismo describe. La región que cada color ocupa en el círculo corresponde y depende de la extensión que cada uno de ellos tiene dentro del espectro luminoso.

b. **Doble Cono de Ostwald:** Wilhelm Ostwald creó la clasificación de los colores en forma axial con tres dimensiones. Su forma se compone de dos conos encontrados en su base, y sus vértices representan al blanco y al negro. En el ecuador se ubican ocho colores puros que se repiten tres veces cambiando su numeración tornándose 24 colores, que a lo largo de los conos varían su luminosidad llegando a dar 72 matices. Ostwald para el ordenamiento de los colores con base a las tres características clave: altura (una cifra y dos letras), la cifra corresponde a la numeración antes señalada, en cada color y las dos letras especifican la cantidad de blanco y negro respectivamente.

c. **Sistema Munsell:** En este sistema se adopta una forma similar al doble cono. Las características del color se presentan de manera particular a ejemplo de un eje de coordenadas. En el eje horizontal o ecuador se ubican 10 tonos (*tint*) o colores propiamente dichos; en la clasificación, estos se presentan con una o dos letras que son las iniciales del color en inglés. Por su parte, la claridad (*value*) se manifiesta en el eje vertical, donde el blanco ocupa el polo superior y el negro el inferior. Finalmente, la saturación (*chroma*) se presenta en sentido horizontal del centro hacia afuera. Para la clasificación de ambas características, se emplean dos cifras separadas por un acento diagonal; el primer número representa la claridad y el segundo la saturación. Así en el Catálogo de Munsell, aparecen los colores en forma de clave o fórmula, por ejemplo: BG 4 / 6, es decir, *Blue - Green* (azul - verde) con una claridad 4 y saturación 6.

d. **Cubo de Hicethier:** Este sistema parte de la triada básica: Amarillo, Rojo y Azul. Y para su clasificación, cada uno de ellos se numera del 0 al 9. El 0 (cero) representa el blanco puro y el 9 (nueve) al color puro. A su vez, el tono se compone de tres cifras: la que ocupa el lugar de las unidades corresponde al azul (009); las decenas son el rojo (090) y las centenas el amarillo (900). A través de esta clasificación numérica se logra obtener 1000 tonalidades, que se ordenan e integran en un cubo.

Este sistema es muy utilizado en las artes gráficas como módulo; principalmente porque en esta actividad se trabajan los tres colores básicos y las 1000 combinaciones son fáciles de imitar si cada número se considera como una ración o porción. Es decir, que el color 246 se puede traducir diciendo que lleva 2 partes de amarillo, 4 de rojo y 6 de azul.

e. **Romboedro de Koppers:** Para este romboedro se emplean tres vectores que forman ángulos de 60°. En estas tres líneas se representan los tres colores primarios para la óptica: Rojo, Azul y Verde más el Negro. Igual que en el caso anterior, las diversas tonalidades que resultan de la mezcla de la triada se clasifican por un código de tres

cifras. Por los colores que aquí se usas y otras características propias, se dice que ".... el sistema del romboedro constituye la representación geométrica de las leyes de la visión (Küppers, 1980: 68-69)".

f. Códigos Industriales: Para la aplicación de los colores en las zonas industriales, contamos con las siguientes normas mexicanas:

- ◊ NOM - 026 - STPS - 1993. Seguridad, colores y su aplicación.
- ◊ NOM - 027 - STPS - 1993. Señales y avisos de seguridad e higiene.
- ◊ NOM - 028 - STPS - 1993. Seguridad, código de colores para la identificación de fluidos conducidos en tuberías.

9.10.7 Color, Psicología y Cultura

El color al igual que la forma, textura, volumen y dimensión es una cualidad intrínseca de todo elemento, material y objeto que nos rodea. Estas características físicas tienen funciones comunicantes que facilitan o dificultan la relación ergonomica; es decir, que todo cuanto nos rodea emite mensajes específicos que los seres humanos recibimos, aunque no siempre de manera consciente y nos podemos quedar sin entender sus significados.

El color es una de las cualidades físicas más difíciles de entender. Lo vemos tan natural que como usuarios solamente consideramos su función estética: ¿me gusta o no me gusta?. Y como diseñadores muchas veces lo aplicamos en nuestros diseños bajo ese mismo criterio personal; pero no debemos olvidar otras categorías de valoración para el uso del color, como son:

a. Características fisiológicas de los usuarios: El nivel de sensación y percepción que experimentan las personas de manera particular varía, porque la apreciación personal va unida a la experiencia y fijaciones mentales, así como a las condiciones de iluminación del espacio que pueden alterar la calidad de los colores. Por eso, debemos preguntar y analizar cómo ven el o los colores, sin adelantarnos a suponer que los ven igual que nosotros o como nosotros creemos.

b. Características socioculturales de los usuarios: En este rubro encontramos con demasiado peso la función simbólica del color. ¿Cuál es el mensaje real que emite "X" color?. ¿qué significado tiene para nuestro grupo de usuarios?, esos significados ¿son pasajeros o son convencionales?, ¿son resultado de una moda o tienen trasfondo religioso, folclórico, tradicional o los toman de su ambiente natural?.

Los cuestionamientos pueden ser tantos y tan variados como seres humanos existan; pero esta posición es tan extremista como la que pretenden los dictadores de la moda mundial al imponer como colores universales para el próximo verano al blanco y al azul.

Otra posición del todo cuestionable en la actualidad es la que sostienen los psicólogos al hablar del significado de los colores. Tal vez sea cierto que el rojo es más

agresivo que el amarillo, pero el significado que le dan al primero de violencia y al segundo de alegría queda en entredicho cuando vemos que cada grupo cultural tiene sus propios valores, significados y aplicaciones; por ende, con base a las pruebas psicológicas tampoco podemos llegar a la universalidad en la aplicación y preferencias del color.

Sin embargo, hay grupos productores de objetos como en la industria automotriz que aprovecha muy bien las dos posiciones anteriores para su beneficio. Por ejemplo, sabemos que de un año a otro no hay modificaciones sustanciales en cuanto a forma y función en los automóviles, pero el colorido novedoso hace que los consumidores y usuarios tengan la "necesidad" de cambiar de modelo, "para el color "X" está fuera de moda".

A la vez por cánones establecidos y reglas que ayudan a tenerse a utilizar en cierto nivel generacional y sociocultural a las personas por el color de su vestimenta o por el de su automóvil. Por ejemplo, los colores neutros y oscuros son para personas adultas y de la tercera edad con cierta solvencia económica y preferencia en cambiar, los colores claros y vivos son para personas jóvenes o adultos con espíritu jovial.

También entre los factores socioculturales debemos considerar la posición histórica, política y mágico-religiosa de los pueblos, porque en estas áreas humanas el color juega un papel de convencionalismo y respeto que difícilmente puede ser alterado. Por ejemplo, tal vez ningún diseñador mexicano atariera la combinación del verde, blanco y rojo en un objeto porque automáticamente se le tacharía de "nacionalista", de pertenecer a un partido político específico o hasta como atacante de la bandera nacional.

c. El color como señal: El color aplicado en ciertos objetos, espacios y contextos se ha vuelto señal universal o convencionalismo; y como diseñadores no podemos modificar su aplicación pues alteraríamos las actividades humanas. Esto se ejemplifica en los colores de los semáforos, señales viales y de tránsito, instalaciones industriales y domo estus de gas, agua y electricidad.

Como vemos, la relación del color y los valores psicológicos y socioculturales es compleja y delicada por lo que debemos de cuidarla más. Ya no debemos manejar el color por instinto sino que debemos ser más analítico, y críticos para usar los colores más adecuados con base a la función y ubicación del objeto a diseñar; por las necesidades y características fisiológicas, psicológicas y socioculturales de los usuarios; y por las condiciones ambientales del entorno.

9.11 Sonido y Ruido

9.11.1 Generalidades

El silencio perfecto sólo existe en el vacío, donde las ondas sonoras no se propagan. En cambio, nosotros vivimos inmersos en un mar de sonidos desde siempre; y de manera categórica los podemos dividir en sonidos naturales y artificiales. Representando el porcentaje mayor estos últimos.

Como sonidos naturales podemos catalogar a todos aquellos producidos por elementos de la misma naturaleza, por los animales y la voz humana cuando se emite sin intermediarios electrónicos. Por su parte, el resto de los sonidos y ruidos a que estamos expuestos son de producción netamente artificial en donde, que tienen su origen en objetos, elementos o productos de fabricación humana. Por ejemplo:

- ◊ Sistemas de transporte
- ◊ Máquinas
- ◊ Electrodomésticos
- ◊ Herramientas
- ◊ Maquinaria pesada

9.11.2 Definiciones técnicas:

a. El sonido es un estímulo mecánico producido por la vibración de los cuerpos que al propagarse en forma de ondas sonoras por aire, agua u otros medios, varía su presión manifestando cambios en la intensidad y frecuencia. Estas ondas sonoras cuando llegan al oído (ver Factor Psicológico) provocan vibración en el tímpano captándose como estímulos nerviosos. Y de aquí las señales viajan hasta el cerebro donde se decodifican, perciben e interpretan.

Por su parte, el término ruido resulta ambiguo y relativo; pues por el se entiende todo sonido indeseable, y esto depende de varias condiciones:

- ◊ La falta de armonía y musicalidad.
- ◊ Por interferencia con otra señal que si se desea escuchar (enmascaramiento de un sonido o señal).
- ◊ Porque por su intensidad (decibelios) moleste fisiológicamente al oído humano.
- ◊ Como efecto perturbador que resulte molesto psicológicamente y distraiga la atención del usuario o produzca aburrimiento y cansancio mental debido a su monotonía y larga exposición.

Estas clasificaciones parecen ser subjetivas y de apreciación, pues hay ocasiones en que un mismo sonido es considerado ruido en determinado lugar y realizando una tarea específica. Y bajo otras condiciones el mismo estímulo no llega ni a ser escuchado; por ejemplo, el timbre de un teléfono celular resulta molesto al escucharlo en una sala de conciertos en plena actuación; pero ese mismo timbre para casi desapercibido en una estación del metro. Sin embargo, cuando cualquier sonido se cataloga como ruido, entra en el renglón de los contaminantes de tipo auditivo y tiene que ser eliminado o disminuido por nosotros para el bienestar de los usuarios.

Dentro de la normatividad mexicana existe la NOM - 011 - STPS - 1993, relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.

b. La velocidad a la que se propaga el sonido varía de un medio a otro. La velocidad en el aire es de 332 mt./seg. a 0 °C o a 1,195.2 Km./hr. El aumento en la temperatura disminuye la densidad del transmisor y por ende, aumenta la velocidad del sonido a una relación de 60 cm./seg. por grado centígrado.

c. Así como el espectro electromagnético se divide en rayos invisibles y otros perceptibles (luz) para el ojo humano; también el sonido se presenta como un espectro con rangos imperceptibles llamados infrasonido y ultrasonido, y el rango audible para el oído humano se denomina sonido.

d. El sonido se propaga en forma de ondas longitudinales que se denominan ondas sonoras. Gráficamente esta onda se representa como una onda sinusoidal y su desplazamiento, longitud y altura de la cresta dependen de dos características: frecuencia e intensidad.

e. La frecuencia se define como la cantidad de vibraciones presentes por segundo o ciclos por segundo (cps.). Y la frecuencia requerida para pertenecer al rango audible (audiofrecuencia o audibilidad) o considerarse sonido propiamente dicho va de los 20 a los 20.000 cps. Por debajo de la cifra mínima está el infrasonido y si se lograra percibir sería en forma de pulsaciones o latidos inconexos entre sí. El oído humano es más sensible y capta perfectamente entre los 2.000 y los 5.000 cps. Con base en esto podemos decir que la frecuencia es la medida física e independiente del tono (agudo o grave, altos y bajos) del sonido, que a su vez es simplemente una sensación auditiva.

f. La intensidad es la cantidad de flujo de energía sonora que provoca cambios de presión en el aire por la compresión y rarefacción del mismo. Se mide en decibelios o decibelios (dB) que son "...el logaritmo decimal de una potencia sonora multiplicado por 10 (Carnicer, 1991: 13)". Los rangos de audición van de 0 dB a 130 dB como límite máximo o umbral de dolor. En intensidades mayores de 130 dB (140 - 150 dB) se presentan lesiones en el aparato auditivo. La intensidad es la medida física del sonido mientras la sonoridad es la sensación auditiva correspondiente. "Mayor intensidad mayor sensación de sonoridad.

Para nosotros es sumamente importante conocer el nivel del sonido que existe en el espacio donde se encuentra nuestro usuario o el nivel del sonido producido por nuestro diseño. Para medir esos niveles exactos usamos el sonómetro, que es un medidor electrónico con una sensibilidad parecida al oído humano.

Por otro lado, debemos recordar que los valores en decibelios son logarítmicos, por lo que no pueden contabilizarse aritmeticamente. Para esto existe una tabla especial que nos permite deducir el número exacto de decibelios. "El procedimiento es el siguiente: para sumar, por ejemplo, 80 y 86 dB bastaría sumar al mayor de los dos niveles el valor diferencial indicado en la tabla (...), por lo que el nivel total resultaría $86 + 1 = 87$ dB (Carnicer, 1991: 14-15)".

Diferencia entre los 2 números a sumar	0	1	2	4	6	9
Número de dB a añadir al más alto de los dos para obtener el nivel total	0	0,5	1	1,5	2	3

Tabla 4. Gráfica para sumar decibelios.

g. Del mismo modo que la energía calórica, el sonido puede ser transmitido, absorbido o reflejado:

◊ **Transmisión:** Se da por medios materiales con características físicas especiales (densidad y elasticidad) como el aire, agua, vidrio, etc.,

◊ **Absorción:** Por materiales porosos en diferentes grados como los textiles, corcho, caucho, cartón, espumas plásticas, etc. Por nosotros, como diseñadores debemos considerar para utilizarlos como aislantes de ruido cuando nuestros diseños así lo soliciten. En el mercado existen ininidad de productos comerciales de diferentes materiales y diversas características para nuestras necesidades específicas.

◊ **Reflexión:** Este fenómeno se presenta en forma de eco o reverberación sobre todo cuando el objeto productor de sonido se localiza entre dos superficies sólidas paralelas que actúan como espejos con la luz. El eco también se llama sonido reflejado y se presenta momentos después del sonido original de forma separada. Estas reflexiones las debemos de evitar para no provocar enmascaramiento del sonido original ni confusiones en el usuario.

9.11.3 Tipos de Ruido

Con base en la duración, intensidad y frecuencia podemos dividir al ruido en:

a. **Ruido continuo:** Presenta las mismas características de frecuencia e intensidad durante todo el tiempo que dura sin tener alteraciones como el ruido continuo del motor de licuadora.

b. **Ruido intermitente:** Este tipo puede presentar alteraciones a lo largo de su duración. Es decir, pueden presentarse lapsos separados por ruidos de mayor intensidad o por periodos de silencio por ejemplo, el sonido emitido por el teléfono. Dentro del ruido intermitente existe otra variedad llamada ruido repentino o sonido impulsivo el cual tiene en su inicio una gran cantidad de energía pero decae rápidamente; por ejemplo, un balazo.

9.12 Vibración

9.12.1 Definición

Este fenómeno mecánico se define como todo movimiento que experimenta un cuerpo cualquiera a partir de un punto o posición fija. Lo podemos considerar como un movimiento intermitente pues su característica principal es que el cuerpo después de moverse tiende a regresar a la posición original y así sucesivamente durante todo el tiempo que dure la vibración; y esta última se mide por su frecuencia e intensidad.

Cuando dos o tres variables presentan valores altos, la vibración debe ser catalogada como perjudicial. En cambio, cuando los valores son mínimos la vibración no es factor de peligro.

9.12.3 Efectos de la Vibración

Los efectos negativos que provoca la vibración en el juego ergonómico, son los siguientes:

a. Objeto: De las tres situaciones antes presentadas, dos muestran la posibilidad de que el objeto vibre. Esto se debe a que casi siempre es el quien provoca o produce la vibración por o para su funcionamiento. En este caso, los efectos negativos pueden ser el desgaste de piezas por el mismo uso requiriendo de un constante mantenimiento. Estos detalles pueden y deben ser contemplados por los diseñadores e ingenieros desde el momento en que se está proyectando el objeto en cuestión.

En cambio en la tercera opción o cuando el objeto está estático no es afectado substancialmente por la vibración. Aunque para que esta condición se dé, deben existir un usuario y dos objetos; uno de ellos debe provocar la vibración y el otro mantenerse inmóvil. Por ejemplo, cuando una persona viaja en un automóvil, el carro produce la vibración y el usuario también se mueve, pero los objetos que están en la vía pública se mantienen estáticos y de alguna manera, ajenos a la relación, aunque sean ellos los que conforman el entorno donde se lleva al cabo la relación ergonómica en ese momento.

b. Actividad: La calidad de cualquier actividad siempre va a verse disminuida cuando el usuario no este actuando bajo sus mejores condiciones. Las actividades que suelen verse afectadas específicamente por la vibración son:

- ◇ Las actividades manuales que requieren control y destreza motriz (escritura, armado o desarmado de piezas, control de teclados, etc.).
- ◇ Las actividades visuales como la lectura de textos, cifras y tableros visuales.
- ◇ Todas las actividades de precisión y confort que se realizan con manos y pies.
- ◇ Tal parece que las actividades cognitivas o donde intervienen los procesos mentales no sufren realmente alteraciones en ellas mismas; pero sí cuando la atención del usuario se logra desviar por algún malestar físico, es decir, cuando pierde concentración mental.
- ◇ En resumen, diremos que las actividades motoras o sensoriales experimentan más efectos negativos que las actividades puramente mentales.

c. Usuario: El cuerpo humano al igual que todos los cuerpos físicos, presenta efectos de resonancia siempre que se mueve, ya sea por sí mismo o porque otro cuerpo u objeto le transmita dicho movimiento. Además cada parte del cuerpo experimenta un grado diferente de resonancia, principalmente por:

- | | | |
|---------------|----------------------------------|------------|
| ◇ Forma | ◇ Función | ◇ Material |
| ◇ Dimensiones | ◇ Consistencia (sólida o acuosa) | |

Aquí es importante recordar que hay líquidos vitales fundamentales para el buen funcionamiento del cuerpo, y para esto deben mantener ciertas propiedades físicas inalterables. Entre los líquidos más importantes están:

- ◊ La sangre que debe mantener su presión más o menos estable para no alterar el estado cardiaco del hombre; además que debe irrigar completamente el cuerpo para no tener problemas circulatorios, de entumecimientos o fatiga muscular.
- ◊ El líquido llamado endolinfa que se encuentra dentro de las células y micróbulos del aparato vestibular, tampoco debe experimentar movimientos bruscos pues al moverse excita las terminaciones nerviosas del sentido del equilibrio provocando mareos y vértigo.

Desde el punto de vista físico la vibración ataca las diferentes partes del cuerpo de diferente manera:

- ◊ Cuando la vibración ataca al cuerpo entero, cada elemento corporal resuena a diferentes grados. Pero lo realmente agotador es el queer luchar contra el movimiento, manteniendo una estabilidad a costa de la tensión muscular. Si la intensidad o la frecuencia son verdaderamente altas, independientemente de que el tiempo de exposición sea corto, habrá partes del cuerpo que más que una simple vibración sientan realmente golpes sobre la piel.
- ◊ Cuando la cabeza resuena a mayor frecuencia que el resto del cuerpo, los efectos repercuten básicamente en dos órganos sensoriales: el aparato vestibular y el sentido de la vista. En el primero ya vimos que la excitación anormal de las terminaciones nerviosas provoca mareos y vértigo, y el segundo se va atentado por varios motivos: si el observador o usuario se mantiene estático y el objeto se mueve, el hombre siempre tratará de forzar la vista para fijar la imagen la cual por la vibración se imprime en la retina como una superposición de imágenes provocando anomalías de la fatiga visual, mareos. Por otro lado, si el usuario está en movimiento, se verá obligado para tratar de mantener la cabeza y los ojos inmóviles para poder cumplir con la tarea visual. Esto último también provoca fatiga visual y tensión nerviosa, pero no produce tantos errores como en el caso anterior.
- ◊ Cuando la parte más afectada resulta ser el tronco (cabeza, torácica y abdomen) los efectos se manifiestan como:
 - Dolor muscular en espalda y cuello debido a la tensión nerviosa y muscular que se presenta instintivamente en contraposición al movimiento.
 - Dolor de riñones.
 - Dolor de costillas, esternón y columna vertebral.
 - Incomodidad gastrointestinal.
 - Lesiones internas producidas por movimiento visceral, como rupturas de ligamentos o tejidos de soporte.
- ◊ La vibración afecta brazos y manos cuando:
 - El objeto vibrador se maneja con las manos como rotomartillos, taladros, batidoras, etc.. En este caso se presenta agotamiento muscular por el exceso de ácido láctico; agotamiento nervioso por el esfuerzo de mantener la estabilidad manual; y entumecimiento por la falta de irrigación sanguínea, la cual en su caso más grave produce la "enfermedad de los dedos blancos o enfermedad de Raynaud" (Osborne, 1987: 243).

- También hay agotamiento y fatiga muscular cuando se realizan actividades manuales que requieren de precisión motriz.
- Y podemos decir por todo lo anterior que la vibración afecta también al sentido del tacto y al propioceptivo.
- o Cuando la vibración afecta a los miembros inferiores (piernas y pies), se presenta entumecimiento y fatiga muscular y nerviosa. Aunque para esto se requiere de una intensidad, frecuencia o duración mucho mayor ya que los músculos de las piernas por sus dimensiones tienen mayor capacidad y resistencia para el esfuerzo físico y sus movimientos no son de gran precisión.

9.12.4 Niveles de Vibración

Con la vibración pasa igual que con otros estímulos sensoriales: el organismo posee mecanismos para definir los límites de percepción (umbral máximo, umbral de tolerancia o de dolor), los cuales no han podido ser cuantificados objetivamente a pesar de que existe la Norma "ISO-2631 - *Guide for the Evaluation of Human Exposure to Whole Body Vibration* (Guía para la evaluación a la exposición humana a la vibración de todo el cuerpo)" (Osborne, 1987: 255)". Sin duda, por lo subjetiva que pueda ser la respuesta de las personas encuestadas y además porque cada organismo posee de manera individual diferentes grados de resistencia y por ende de percepción para los diferentes estímulos; los cuales pueden variar según el estado de ánimo, la condición física y las condiciones ambientales que prevalezcan en un determinado momento. Sin embargo, tomamos como guía los siguientes límites de frecuencia que son el resultado de experimentos realizados por varios científicos (Osborne, 1987: 243):

LÍMITES DE FRECUENCIA (HERTZ)	EFFECTOS FÍSICOS
0.1 - 5 Hz.	Mareo
3 - 6 Hz.	Dolor abdominal
7 Hz.	Dolor pectoral
10 Hz.	Dolor esquelético-muscular
10 Hz.	Lesiones en huesos, articulaciones y tendones
10 - 100 Hz.	Dano de columna vertebral
10 - 300 Hz.	Vision borrosa
33 - 166 Hz.	Problemas cardiovasculares
8 - 200 Hz.	Problemas gastrointestinales
8 - 900 Hz.	Enfermedad de Raynaud o de los dedos blancos

Tabla 5. Efectos de la vibración sobre el cuerpo humano.

Para que la vibración llegue a provocar efectos fisiológicos tan graves se requiere que el cuerpo se exponga a dicho estímulo por periodos largos de tiempo. Así que hay dos recomendaciones para evitar estos daños:

- a. Cuando diseñemos cualquier objeto que tenga características vibratorias, debemos procurar aislarlo adecuadamente para evitar que el estímulo se transmita a otro cuerpo y disminuir su nivel hasta donde sea posible.
- b. Que el usuario tenga varios pequeños descansos repartidos a lo largo de su actividad para que cambie de posición, restablezca la normalidad nerviosa y muscular para evitar caer en la peligrosa fatiga. Esto recomendado sobre todo para usuarios que trabajan bajo condiciones de vibración por jornadas largas y continuas.

9.13 Contaminación

9.13.1 Generalidades

Uno de los grandes males que actualmente ataca al planeta en general, es la contaminación. Y esta presenta una cualidad bien particular: es una creación artificial destructora de la creación natural. Es decir, que sólo los levantamientos de polvo, las erupciones volcánicas e incendios forestales se consideran contaminación natural; el resto es de origen artificial. De ahí se deduce que casi la totalidad de dicho factor sea el resultado del aumento incontrolado de la población; de la formación de grandes núcleos industriales y urbanos; de la aparición de los hidrocarburos como nuevas fuentes de energía y el surgimiento de nuevos objetos de uso que motivaron el consumo a gran escala. Toda esta acumulación han ido minando los recursos naturales que a su vez han sido utilizados de manera irracional sobrepasando en mucho la capacidad propia de la naturaleza de autorregeneración.

La razón anterior no es la única que nos motiva a involucrar este mal modificador con los Factores Ambientales; hay otras:

- ◊ Hace algunos años, la calidad ambiental no manifestaba alteraciones ni degradaciones tan palpables; por ende, no representaba ningún problema para las sociedades ni para los primeros hacedores de la ergonomía.
- ◊ Actualmente las condiciones son otras. Los seres humanos estamos aprendiendo a convivir y a sobrevivir con la contaminación; y esta se manifiesta en cualquiera de sus formas como producto de todas las actividades humanas.
- ◊ Finalmente, para la realización de estas actividades requerimos de objetos de uso que de alguna manera contaminan el ambiente. Puede ser durante la realización de la tarea o cuando estos objetos se convierten en desechos al terminar su vida útil y productiva. Por esto consideramos que la presencia de este nuevo factor de alteración ambiental es necesaria para nuestra disciplina.

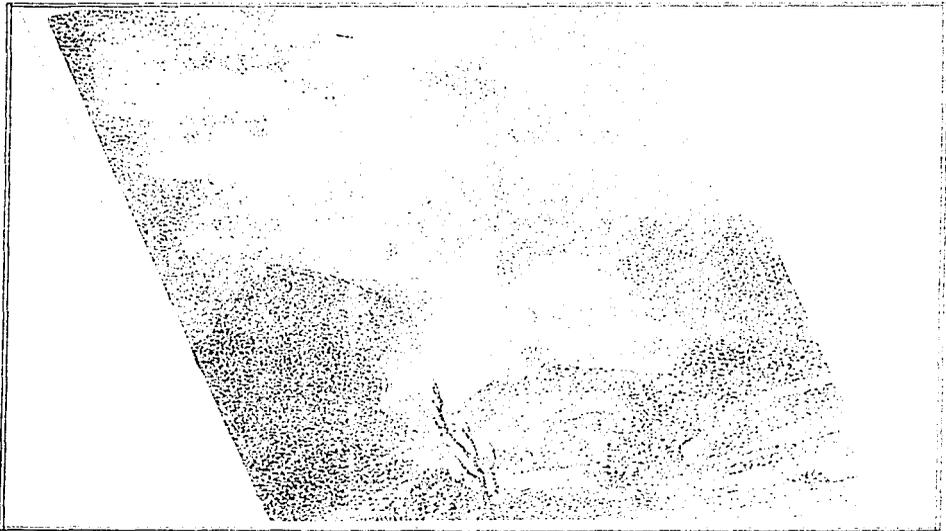


Figura 2. Contaminación natural, causada por un derrame de petróleo en San Andrés, de José María Rodríguez.

9.13.3. Tipos de Contaminación

Durante este último siglo, la contaminación se ha convertido en un mal que ha infestado por igual al mundo entero, porque los productores de dicho mal se encuentran perfectamente diseminados por todo el orbe y a estos los podemos clasificar en:

- ◊ Fuentes fijas o estacionarias: Son los asentamientos humanos en donde se realizan todas las actividades comerciales, industriales, de servicios y otras que generan la mayoría de los desechos acumulables que degradan el medio ambiente.
- ◊ Fuentes móviles: Son todos los sistemas de transporte terrestre, acuático y aéreo que contaminan aunque en menor proporción que los primeros.

De modo general hablamos de contaminación ambiental pero la división más común se basa de manera precisa en el lugar físico donde está se concentra. Así tenemos:

◊ Contaminación Atmosférica ◊ Contaminación de los Suelos ◊ Contaminación del Agua

Es importante señalar que como diseñadores y ergonomistas no estamos excluidos del problema de estos tipos de contaminación; pudiendo estar presentes en las causas que la originan y en la solución del mismo problema:

◊ Tenemos ingerencia directa tanto en las plantas productivas (fuentes estacionarias) como en los objetos productores de contaminantes como maquinaria y vehículos (fuentes móviles).

◊ Así en el momento de laborar en cualquiera de los aparatos anteriores debemos pensar pensando en eliminar o disminuir hasta donde sea posible la emisión de contaminantes, encadenando los esfuerzos que realizan de manera independiente los núcleos de investigación y el gobierno.

◊ Pensando en las repercusiones que la contaminación atmosférica ejerce sobre la salud, nos debemos preocupar más en el diseño de equipos de seguridad tanto para los usuarios como para la industria, para tratar de captar las emisiones en el lugar de origen, antes de que proliferen y se expandan en el ambiente.

Pero hay otra categoría que se refiere a los órganos sensoriales humanos que este mal ataca y están en relación directa con nuestro planteamiento ergonómico. Damos que los cinco órganos sensitivos se ven gravemente afectados por los diferentes tipos de contaminación antes señalados y por otros sin embargo, la vista y el oído son los que más preocupan por su natural importancia. A estos tipos de contaminación de los sentidos:

◊ Contaminación Visual ◊ Contaminación Auditiva

◊ Contaminación visual: Este tipo de contaminación es de carácter eminentemente urbano, porque es en las grandes ciudades donde se presenta con mayor profusión. Prácticamente es la materialización del diseño gráfico usado como el único medio comunicador entre grandes grupos sociales. Porque su uso es casi siempre publicitario y comercial, y a pesar de sus buenas intenciones iniciales (de comandación) se transforma en contaminación por el exceso que manifiesta en todos los renglones: el abuso excesivo de colores, lenguajes, idiomas, imágenes, formas, signos, etc. etc., materiales, efectos visuales y luminosos, etc., que al vertos ubitados en la vía pública se perciben como una unidad bombardeante que acaba por saturar y agotar nuestra sensibilidad y percepción hasta llegar al límite de no ver y no entender lo que tanto elemento gráfico representa.

Este tipo de alteración ambiental obliga a los ergonomistas a establecer más nexos prácticos y teóricos con el diseño gráfico, sobre todo porque la comunicación usuario - objeto es primordial y aún más cuando esta integrada al entorno en que nos desenvolvemos. Por ejemplo, en la vía pública además de los múltiples anuncios publicitarios existen también señales de tránsito que pueden esconderse entre los primeros elementos, llegando a ocasionar problemas visuales que pueden ser simples pero también llegar a ser accidentes de fatales resultados. Por esto la integración de la ergonomía con el diseño gráfico es urgente.

b. Contaminación Auditiva: Esta alteración ambiental también es de tipo urbano e industrial, y aquí se juega con el mal uso y abuso del sonido transformándolo en ruido (ver Sonido y Ruido).

Las repercusiones negativas que tiene en el ser humano se dirigen al aparato auditivo y al aturdimiento mental. Llegando a provocar sorderas transitorias de atención pero llegando hasta la sordera permanente.

Como los productores de sonido y ruido casi siempre son objetos de diseño industrial (ver Factor Psicológico) como máquinas y componentes debemos tomar con más seriedad los proyectos que tengan relación con este estímulo mecánico para evitarlo hasta donde sea posible.

9.13.4 Desechos Sólidos

Los desechos sólidos, vistos como elementos contaminantes son de interés particular para el diseño y la ergonomía porque estos han llegado a unos niveles alarmantes ya que todo lo que consumimos y utilizamos tarde o temprano genera algún desperdicio, desecho o basura; podemos decir que consumimos y desechamos en iguales proporciones. Esto, no motivado a Herbert Marcus a definamos muy acertadamente como la "sociedad del desperdicio" (Vizcaino, 1973: 164").

Es interesante ver como el tipo de basura que encontramos en cualquier trádero oficial o clandestino nos habla de las características de la población a la que pertenece. Por ejemplo, podemos definir:

- ◊ Tipo de alimentación
- ◊ Nivel económico
- ◊ Materiales y procesos más usados en ese momento
- ◊ Temporada del año de mayor consumo de ciertos productos
- ◊ Productos de mayor consumo
- ◊ Tipos de empaques y envases

Así que no sería raro que los antropólogos del futuro estudiaran a la sociedad del s. XX haciendo excavaciones no en vestigios arquitectónicos sino en tráderos de basura (cementerios de la cultura material moderna), y nos dieran los honorosos títulos de "sociedad del pañal desechable o del envase retornable"; además de ubicarnos categóricamente en la gloria "El Jardín del Plástico".

Los desechos sólidos, desperdicios o basura representan el problema principal de todos los grupos humanos modernos, pues su rápida acumulación y heterogeneidad hace que los métodos actuales de eliminación no sea suficientes.

Con base en su composición física, química y biológica la basura se clasifica en: basura orgánica que es biodegradable; es decir, que se descompone y desaparece fácilmente pues la misma tierra la absorbe. La inorgánica, por el contrario, no es degradable y esto provoca su acumulación excesiva.

Otra clasificación los divide en desechos de negocios industriales, de comercios y de áreas de servicios, aunque los dos primeros tipos resultan ser los de mayor porcentaje.

Entre estos tipos de basura abarcamos la totalidad de los materiales existentes; los cuales más recientemente han empezado a ser catalogados como:

◊ Reciclables

◊ Reciclados

◊ Intransformables

Los materiales reciclables son los que pueden ser sometidos a procesos especiales para producir materiales nuevos, con características un poco distintas a las que el mismo posea originalmente pero que pueden ser perfectamente utilizables. Estos materiales resultantes son los llamados reciclados. Entre estas dos categorías tenemos al papel, cartón, vidrio, metal y algunos plásticos, principalmente.

Los materiales intransformables son los que no se pueden reutilizar ya que una nueva transformación alteraría por completo su composición molecular y en este rubro están la mayoría de los plásticos.

La mayoría de los desechos domésticos se componen de materias orgánicas y reciclables, a excepción de algunos detergentes y productos de origen químico; así como la infinidad de empaques y envases plásticos que no tienen más fin que descansar en un tiradero de basura.

En cambio, los desechos industriales son más complejos y variados en su composición. Comúnmente se clasifican como "inflamables, ácidos, causticos, inertes..."(Vizcaino, 1975: 165)" y por si fuera poco cada día se agregan grandes cantidades de desechos radiactivos. Todos resultan bastante dañinos para la salud de la biosfera, y a pesar de ello aun no se descubre la manera de eliminarlos sin ocasionar males mayores y hasta de tener origen como los actuales problemas políticos entre naciones.

A nivel nacional, el manejo de los desechos sólidos es una de las principales problemáticas a que se enfrentan los gobiernos municipales de todo el país, pues de esto depende en gran medida la salud de la comunidad. Sin embargo, vemos que la producción de la basura rebasa en mucho la capacidad y la calidad de su manejo posterior, que se efectúa en tres pasos:

◊ Recolección

◊ Transporte

◊ Destino final

Es importante apuntar que estos tres pasos representan para nosotros verdaderos manantiales de problemas de diseño en los que debemos profundizar para intentar ofrecer alternativas de solución antes de que sea demasiado tarde. Desde luego que el éxito de cualquier empresa no depende sólo de nosotros sino de la unión entre sociedad, investigadores, gobierno y diseñadores; porque cualquier mejora o reforma ecológica además de tener carácter de decreto oficial para hacerla respetar debe ser también de carácter educacional para poder cumplirla satisfactoriamente.

Afortunada o desgraciadamente (por la gran responsabilidad que ello implica) los diseñadores no solo podemos colaborar para resolver los problemas derivados del manejo, sino en el diseño y producción de los objetos que finalmente serán desechados:

- ◊ Como vimos anteriormente, la mayoría de los productos que usamos y consumimos (sobre todo los periféricos) vienen empaquetados, y después de terminado el producto siempre queda un envase o contenedor convertidos en desechos, además de que el mismo producto se transforma en basura al término de su vida productiva.
- ◊ Otra categoría de suma importancia son los objetos cuyo material original constituya contaminantes.
- ◊ Como diseñadores podemos contribuir a la disminución o reducción en la cantidad de basura trabajando específicamente en el área de empaque, envase y embalaje proponiendo que todos ellos puedan tener uso o varios usos posteriores antes de ser desechados definitivamente.
- ◊ Que los materiales utilizados sean reciclables, reutilizables y biodegradables. Por ejemplo, utilizar materias primas naturales como las fibras vegetales para el empaque de algunos alimentos en sustitución de los plásticos.
- ◊ Sustituir hasta donde sea posible los plásticos por papel y cerámica, cuidando en este último su grado de absorción y recubrimiento para evitar el desprendimiento de contaminantes metales dañinos para el organismo como el plomo.
- ◊ Desde el punto de vista meramente organizativo, el cambio, nueva aplicación y reutilización de materiales en algunos objetos de diseño, implica alteraciones en la relación usuario - objeto - entorno aunque la función de estos objetos no sufra ninguna modificación. Por ejemplo, originalmente las latas de aluminio se usaban como de papel. Posteriormente surgieron las plásticas y aunque la función original de contener y transportar X productos no cambio, el usuario sí ha modificado su relación con ellas pues resultaron ser más resistentes y durables, dando la posibilidad de utilizarlas muchas veces antes de desecharlas definitivamente. Por otro lado, son nocivas para el ambiente porque sus características las han transformado en elemento decorativo de los paisajes urbanos y rurales.
- ◊ Desde el punto de vista económico resulta excesivamente caro el manejo actual de la basura; y por otro lado, como veremos en la siguiente tabla, a los tiraderos van a dar materiales y sustancias que tratados de otra manera pueden reincorporarse a los procesos de producción dejando de ser a su vez pérdida económica e inerte.

En fin, hay que recordar que este factor representa una área viva para el trabajo del diseñador.

En la siguiente tabla se dividió el país por regiones para evaluar los desechos sólidos, pero es importante mencionar que en la evaluación no se incluyó al Distrito Federal pues por sí sólo es digno de un estudio aparte.

Composición Porcentual por Zonas de los Residuos Sólidos Municipales				
SUBPRODUCTOS	FRONTERA	NORTE	CENTRO	SUR
Cartera	7.01	4.28	4.16	4.51
Residuos de metales	0.00	0.21	0.26	0.27
hierro	0.02	0.09	0.09	0.01
cobre	0.21	0.28	0.09	0.31
latón	0.13	0.04	0.10	0.00
Materiales ferrosos	0.51	0.06	0.00	1.07
Materiales no ferrosos	0.22	0.07	0.05	1.00
Papel	11.30	0.17	0.00	0.00
Pañal desechable	4.96	0.19	0.20	4.01
Plástico película	2.60	2.79	0.00	2.02
Plástico rígido	2.07	2.08	1.00	2.38
Residuos jardín	15.35	7.40	0.05	7.00
Residuos alimenticios	25.72	37.56	30.20	41.00
Frapo	2.50	1.00	0.00	1.00
Vidrio de color	3.90	2.00	2.00	2.00
Vidrio transparente	4.22	4.27	4.10	4.20
Otros	12.67	0.01	14.30	4.20
Total	100.00	100.00	100.00	100.00

Tabla 6. Relación de los desechos sólidos a nivel nacional. (Información obtenida en el "Informe de la Situación General en Materia de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente 1981 - 1990". Comisión Nacional de Ecología, México, 1991, p. 95).

9. 14 Anexos

Anexo A. Bibliografía localizada.

DESIGN FOR THE REAL WORLD. Human ecology and social change.

Papanek, Victor

Thames and Hudson, Gran Bretaña, 1991

TS 171.4 / P 37 1991

BIBLIOGRAFIA

- * Alphin, Willard. *Fundamentos de lamparas e iluminacion*. Sylvania Iluminacion, Focos, S.A.
- * Arias, Rodolfo. *Apuntes sobre Higiene Industrial*. CIESS, Mexico, 1955.
- * Campos A., Guillermo. *Meteorología para pilotos aviadados*. Univ. Aerovías de México, México, 1997.
- * Carnicer Royo, E. *Aire acondicionado*. Ed. Paraninfo, Madrid, 1991.
- * Carnicer Royo, E. *Ventilación industrial*. Ed. Paraninfo, Madrid, 1991.
- * Clarke, George L. *Licentados en psicología*. Laubrey S.A., Barcelona, 1989.
- * Comisión Nacional de Ecología. *Informe de la situación general en materia de equilibrio ecológico y protección al ambiente. México - 1990*. México, 1991.
- * De Grandis, Lucina. *Tecnia y uso del color*. Ed. Gatausa, Madrid, 1965.
- * Deribere, M. *El color en las actividades nomadas*. Ed. Tecnica, Madrid, 1964.
- * Deribere, M. *Tecnia del alumbrado. Principios fundamentales*. Ed. Paraninfo, Madrid, 1967.
- * Duhot, Emile. *Los climas y el cuerpo humano*. Omega, Suroc 14, Salvat, Barcelona, 1949.
- * De Cusa Ramos, Juan. *Calentacion, refrigeracion y aire acondicionado*. Ed. C.E.A.C. Barcelona, 1991.
- * Garcia, Enriqueta. *Apuntes de climatología*. UNAM - IPN, México, 1967.
- * Heimstra, Norman Van Mc Farling, Leslie. *Psicología ambiental*. Ed. El Manual Moderno, México, 1979.
- * Jimenez Buitilo, Ed. Alagon, Juan. *Introducción a la psicología ambiental*. Ed. Alianza, Madrid, 1986.
- * Küppers, Harald. *Fundamentos de la tecnica de los colores*. Ed. G. Gili, Barcelona, 1960.
- * Margalef, Ramon. *Ecología*. Ed. Omega, Barcelona, 1980.
- * Osborne, David. *Ergonomia en acción*. Ed. Trillas, México, 1987.
- * Ortiz, Georgina. *El significado de los colores*. Ed. Trillas, México, 1992.
- * Porges, John, Porges, Fred. *Principios de calefaccion, ventilacion y aire acondicionado*. Ed. Boixareu, Barcelona, 1974.
- * Pringle, Laurence. *Introducción a la ecología*. Ed. Marymar, Argentina, 1971.
- * Sánchez, Vicente; Guza, Beatriz. *Glosario de terminos sobre medio ambiente*. El Colegio de México, México, 1982.
- * Theodorson, G.A. *Estudios de ecología humana I*. Ed. Labor, Barcelona, 1974.
- * Vizcaino Murray, Francisco. *La contaminación en México*. Sec. Obras de Ciencia y Tecnología, Ed. FCE, México, 1975.
- * Westinghouse, 1976.
- * Yañez, Enrique. *Arquitectura: tecnica, diseño, contexto*. UNAM, México, 1983.

Figura 1 y 2: *Nación de Imagenes. La litografía de mexicana s. XIX*. Amigos del Museo Nacional de Arte, A.C., México, 1994.

Parte D

Esta última parte
esta constituida por dos capitulos
y se podría definir
como la conclusión del trabajo.

El capitulo X, se refiere
a los Factores Objetuales
y a la relacion que estos tienen
con los Factores Humanos
y los Ambientales.

En el capitulo XI se explican
métodos y técnicas para la realización
del Analisis Ergonómico
dentro de cualquier proyecto
de diseño industrial.

Métodos y Técnicas Ergonómicas

X. Factores Objetuales

10.1 Generalidades

Los diseñadores industriales manejamos terminos y conceptos que además de formar parte de nuestro campo, son propiedades materiales de los objetos. La transformación que sufre el concepto de diseño para llegar a ser característica cualitativa o cuantitativa del objeto se da mediante el proceso creativo; es decir, en la "Etapa de Diseño" propiamente dicha (ver capítulo XI) en esta etapa, todos los datos y cifras que se obtuvieron de la "Etapa de Investigación" (ver capítulo XI) se mezclarán con los conceptos de diseño, y a su vez a uno de los traducciones en líneas conformadoras del objeto hasta llegar a los resultados finales.

10.2 Definición

El resultado material que se obtiene del proceso anteriormente señalado, es lo que comúnmente denominamos como características formales y propiedades del objeto; y que aquí llamaremos Factores Objetuales.

Entre los Factores Objetuales más importantes, encontramos los siguientes:

- ◊ Dimension
- ◊ Controles
- ◊ Símbolos y signos
- ◊ Tecnología
- ◊ Forma
- ◊ Acabados
- ◊ Volumen
- ◊ Indicadores
- ◊ Material
- ◊ Color
- ◊ Textura
- ◊ Peso

Estos "Factores Objetuales" dentro del "Análisis Ergonómico" (ver capítulo XI) nos ayudarán a marcar los parámetros y cualidades formales que podrá tener nuestro objeto. Dicho de otra manera, los "Factores Objetuales" pueden ser considerados como los "Requerimientos" (ver capítulo XI) particulares que el "Análisis Ergonómico" aportará al proyecto de diseño.

10.3 Factores Objetuales contra Factores Humanos y Ambientales

Los "Factores Objetuales" además de ser las propiedades cualitativas y cuantitativas de los objetos, son también los puntos por los que se presenta la **ergonomía**: es decir, que estos factores son los que mantienen una relación directa y material tanto con los usuarios, como con el entorno. En la tabla 1, muestra más de manera general cuáles son los "Factores Humanos" y los "Factores Ambientales" que se presentan en dicha relación.

Factores Objetuales	Factor Anatomo- fisiológico	Factor Antropo- métrico	Factor Psicológi- co	Factor Socio- Cultural	Factores Ambienta- les
Dimensión					
Volumen					
Peso					
Forma					
Controles					
Indicador- es					
Material					
Acabados					
Textura					
Color					
Símbolos y signos					
Tecnolo- gía					

Tabla 1. Relación entre los factores Objetuales y los Factores Humanos y Ambientales.

Ahora de manera particular expondremos en la tabla 2 cuándo y cuáles son exactamente los "Factores Humanos" y los "Factores Ambientales" que influyen sobre cada uno de los "Factores Objetuales".

Factores Objetuales	Factor Anatomo- fisiológico	Factor Antropo- métrico	Factor Psicológico	Factor Socio - Cultural	Factor Ambiental
Dimensión	Aparato Locomotor: Posiciones y Movimientos	A. Estática: Dimensiones; A. Dinámica: Angulos.			
Volumen	Aparato Locomotor y Biomecánica: Posiciones, Movimientos y Manejo de cargas.	A. Estática y Dinámica: Dimensiones y Angulos.	Sistema Visual.	Sistema Somestésico.	
Peso	Aparato Locomotor y Biomecánica: Posiciones, Movimientos, Manejo de cargas y Esfuerzos.	A. Estática y Dinámica: Dimensiones y Angulos.	Sistema Vestibular.	Sistema Visual.	
Forma	Formas anatómicas y orgánicas.	A. Estática y Dinámica: Dimensiones y Angulos.	Sistema Somestésico.	Sistema Visual.	
Controles	Aparato Locomotor y Biomecánica: Posiciones, Movimientos y Esfuerzos.	A. Estática y Dinámica: Dimensiones y Alcances.	Sistema Visual.	Sistema Somestésico.	Convencionalismos para el manejo de controles
					Iluminación, Color y vibraciones.

Tabla 2 (primera parte).

Factores Objetuales	Factor Anatomo- fisiológico	Factor Antropo- métrico	Factor Fisiológico	Factor Socio- Cultural	Factores Ambiental
Indicadores	Aparato Locomotor y Biomecánica; Posiciones y Movimientos	A. Estática y Dinámica; Dimensiones, Ángulos y Aclaras.	Sistemas: Visual, Somestésico, Auditivo y Olfatorio.	Convencional para entender la información.	Temperatura, Iluminación, Color, Ruido y Vibraciones.
Material			Sistemas: Visual, Somestésico, Auditivo, Olfatorio y Gustativo.	preferencias por materiales naturales o artificiales.	Temperatura, Humedad, Ventilación, Iluminación, Color, Ruido, Vibración y Contaminación.
Acabados			Sistemas: Visual, Somestésico, Auditivo, Olfatorio y Gustativo.	Preferencias por materiales naturales o artificiales.	Temperatura, Humedad, Ventilación, Iluminación, Color, Ruido, Vibración y Contaminación.
Textura			Sistemas: Visual y Somestésico.	Preferencias culturales.	Iluminación, Color, Ventilación y Contaminación.
Color			Sistemas: Visual y Somestésico.	Preferencias culturales.	Iluminación y Color.
Símbolos y signos			Sistemas: Visual Auditivo.	Información Convencional	Iluminación, Color y Ruido.
Tecnología			Sistemas: Visual Auditivo y Somestésico.	Comprensión y aceptación de la tecnología	Temperatura, Humedad, Ventilación, Iluminación, Color, Ruido, Vibración y Contaminación.

Tabla 2 (segunda parte). Relación entre Factores.

10.4 Funciones Objetuales

La conjunción y presencia de los Factores Objetuales definen tres funciones básicas de cualquier objeto o producto de diseño industrial. Bernd Lobach denomina a estas funciones como: función práctica, función estética y función simbólica (Lobach, 1981: 53); y a su vez las define de la siguiente manera:

a. Funciones Prácticas

"Son funciones prácticas todas las relaciones entre un producto y un usuario que se basan en efectos directos orgánico-corporales, es decir fisiológicos (Lobach, 1981: 55-56)".

b. Funciones Estéticas

"La función estética es la relación entre un producto y un usuario experimentada en el proceso de percepción (Lobach, 1981: 56)".

c. Función Simbólica

"La función simbólica de los productos está determinada por todos los aspectos espirituales, psíquicos y sociales del uso (Lobach, 1981: 62)".

Aquí debemos aclarar que si bien es cierto que las tres funciones se pueden presentar en un mismo objeto, siempre habrá una de ellas que tenga prioridad sobre las otras dos. Es decir, que habrá objetos eminentemente prácticos; otros con mayor carga estética; y otros definitivamente simbólicos. Estas funciones son las que delimitan el carácter conceptual del objeto.

10.5 Funciones Objetuales y Factores Humanos.

Es evidente que de acuerdo a sus definiciones las tres funciones tienen una fuerte carga ergonómica. Sin embargo, el autor aunque habla de manera tan clara de "la relación entre un producto y un usuario", nunca menciona a la ergonomía como la disciplina que estudia estas relaciones. En la tabla 3 mostramos gráficamente la relación que existe entre los Factores Humanos y las Funciones que el mismo autor nombra.

Factores Humanos	Función Práctica	Función Estética	Función Simbólica
Factor Anatómico - fisiológico			
Factor Antropométrico			
Factor Psicológico			
Factor Sociocultural			

Tabla 3. Relación entre los "Factores Humanos" y las "Funciones" de los objetos.

Es interesante observar que existe una clara similitud entre la tabla 3 y las tablas 1 y 2. A continuación explicamos estas igualdades:

En la tabla 1 vemos que el "Factor Anatómico-fisiológico" y el "Factor Antropométrico" solo tienen influencia sobre los "Factores Objetuales" que podríamos considerar prácticos y funcionales; y precisamente al correlacionarlos con las "Funciones Objetuales" estos factores se circunscriben a la "Función Práctica".

El "Factor Psicológico" en las tablas 1 y 2 se hace presente en la definición de casi todos los "Factores Objetuales", y esto se da simplemente porque desde el momento mismo de mirar un objeto ya se está haciendo uso de él. Así pues, no es de extrañar que este factor se relacione con las tres "Funciones Objetuales", aunque desgraciadamente, su estudio y desarrollo dentro de la ergonomía aún están en una etapa muy elemental.

Finalmente, el "Factor Sociocultural" tiene que ver con los "Factores Objetuales" que se relacionan con el comportamiento social y los convencionalismos de ahí que este factor influya tanto a la "Función Estética" como a la "Función Simbólica". Sin embargo, dentro de la ergonomía poco se ha dicho al respecto y los diseñadores industriales siguen manejando los estilos formales como resultado de sus gustos personales o tendencias sencillamente económicas.

BIBLIOGRAFIA

Löblich, Bernd, *Diseño Industrial: bases para la configuración de los productos industriales*. Barcelona, Gustavo Gili, 1981.

XI. Métodos y Técnicas Ergonómicas

11.1 Generalidades

Se creía que el diseñador sólo necesitaba el rayo de la luz inspiradora para crear maravillas. Afortunadamente hoy sabemos que el diseñar es un oficio y profesión que requiere de otras cosas además de papel, tinta y una superficie de dibujo. El diseñador debe inmiscuirse en mundos ajenos a él pero tan reales como el campo de la producción, mercado, materiales, etc. y ante todo debe llegar hasta los dominios de los futuros usuarios. Pero para hacer esto y lograr un resultado óptimo se debe seguir un orden y una sistematización; por eso, todo proyecto de diseño industrial tiene un proceso metodológico. Y una de las principales dificultades a las que nos enfrentamos los estudiantes, es que no sabemos exactamente qué datos ergonómicos necesitamos ni cómo aplicarlos y menos imaginamos la repercusión real que tendrá la ergonomía sobre el objeto. Así, la primer pregunta "ergonómica" que nos hacemos es: ¿dónde y cómo se integra la ergonomía en el proyecto de diseño?.

Debemos recordar que una característica básica de todo objeto de diseño industrial es que debe ser usado por un ser humano. Así, partiendo de esta premisa estamos conscientes de que todo proyecto de diseño industrial incluye un capítulo de ergonomía. Anteriormente, pudimos haber pensado que si nuestro proyecto era una "Jaula para aves" ¡felizmente no había ergonomía!, pero... ¿quién le va a dar mantenimiento a la jaula?, ¿quién va a alimentar a las aves?, ¿quién va a transportar la jaula cuando sea necesario?. Por supuesto que el responsable de estas y otras actividades es un ser humano; y el responsable de considerar esto como ergonomía es el diseñador industrial.

11.2 Proceso Metodológico para Diseño Industrial

El modelo que aquí presentamos (tabla 1) no pretende ser el método que garantice el éxito rotundo, porque cada proyecto y cada diseñador tendrá sus propias necesidades y formas de trabajar. Simplemente en él queremos mostrar las etapas generales de todo proyecto y ubicar de modo más gráfico y práctico el lugar donde hace su aparición e incursión la ergonomía.

Este proceso metodológico posee seis etapas relacionadas entre sí. Invariablemente la primera etapa a despejar será la "Estructuración" que es donde se define el proyecto en general. Posteriormente se inicia la "Etapas de Investigación" y en ella se puede ir y venir por sus divisiones tantas veces como sea necesario hasta considerarla concluida para luego extraer los "Requerimientos", los cuales se traducirán en líneas y formas en la "Etapas de Diseño". Finalmente se llega a la "Etapas de Realización" que es donde adquiere vida total el objeto diseñado. Es importante señalar que aún después de dar por terminada una etapa se puede retornar a ella hasta que el proyecto concluya satisfactoria y definitivamente.

También hay que recordar que el trabajo del diseñador es interdisciplinario y él es sólo un mediador entre diferentes profesiones y oficios, por esto es preferible buscar la

asesoría adecuada para el tema que estemos desarrollando y así abarcar mayores áreas del conocimiento dando soluciones reales y profesionales. El diseñador sabe diseñar, pero no es un "todólogo".

PROCESO METODOLÓGICO DE UN PROYECTO DE DISEÑO INDUSTRIAL	
PROCESO DE DISEÑO INDUSTRIAL	PROCESO ERGONOMICO
I. ESTRUCTURACION	1. Delimitación del Análisis Ergonómico
a. Planteamiento del problema.	
b. Ubicación del problema.	
c. Justificación del problema.	
d. Definición del problema.	
II. INVESTIGACION	2. Perfil del Usuario
a. Análisis Ergonómico	3. Factores Ergonómicos:
b. Análisis de Productos Existentes	- Factores Humanos
c. Análisis de Mercado	- Factores Ambientales
d. Análisis de la Tecnología del Producto	- Factores Objetuales
e. Análisis de Materiales	
f. Análisis de Procesos de Producción	
g. Análisis de Costos	
h. Análisis de la Normatividad	
III. REQUERIMIENTOS	4. Requerimientos Ergonómicos
a. Conclusiones de la investigación y puntos claves para el diseño y la conceptualización.	
IV. ETAPA DE DISEÑO	5. Etapa Creativa
a. Utilización de técnicas bidimensionales	
b. Selección de alternativas	
c. Desarrollo bidi y tridimensional de los diseños elegidos.	
d. Evaluación de alternativas	
e. Elección definitiva	6. Solución
V. ETAPA DE REALIZACION	7. Método Ergonómico de Simulación
a. Realización bidimensional	
b. Realización tridimensional	
c. Etapa de Simulación	
d. Etapa de Correcciones	
VI. ETAPA DE PRODUCCION	8. Comprobación ergonómica del prototipo
a. Producción del prototipo	
b. Comprobación del prototipo	

Tabla 1. Proceso metodológico de un proyecto de diseño industrial.

11.2.1 Etapa de Estructuración

En esta primera etapa se define y particulariza el proyecto dando respuesta a los siguientes puntos (Anexo A):

- a. Planteamiento del Problema: Tema del proyecto. ¿Cuál es el problema que se debe solucionar?
- b. Ubicación del Problema: ¿Dónde se ubica físicamente el problema? La ubicación puede ser desde un macro hasta un microambiente.
- c. Justificación del Problema: ¿Por qué se busca una solución de Diseño Industrial para ese problema en específico?
- d. Definición del Problema: Exactamente ¿qué se va a diseñar?

Quien brinde dichas respuestas puede ser el profesor de diseño, el mismo estudiante al plantear su proyecto, o el cliente al solicitar los servicios del diseñador. Las respuestas además de ser la base del proyecto también definen nuestro campo de acción y nos permitirán realizar la "Delimitación del Análisis Ergonómico".

11.2.2 Etapa de Investigación

Según el texto "Investigación Social. Teoría y Práxis", la investigación es "...un proceso dialéctico en donde se pasa de un proceso específico a otro y pueden realizarse de manera simultánea dos o más procesos..." (Rojas Soriano, 1988: 50)". Además, la finalidad de la investigación es el llegar a elementos desconocidos que guían al planteamiento de hipótesis y posibles soluciones. Esta etapa es la parte medular del proyecto si consideramos que es la que nutre de conocimientos al diseñador; y se puede hacer por medio de investigaciones bibliográficas (literatura, videos, etc.), de campo (entrevistas, cuestionarios, observación, etc.) y experimentales (aplicación de métodos y técnicas específicos). En nuestro caso los 'procesos específicos' son cada uno de los ocho "Análisis" que forman parte de un proyecto de diseño industrial y aunque no son los únicos si son los básicos:

- a. Análisis Ergonómico: Este punto es el que abarca toda la información relacionada con el sistema usuario - objeto - entorno y que ya quedó explicado ampliamente en los capítulos anteriores.
- b. Análisis de Productos Existentes: Aquí se investigan todos los productos y objetos ya existentes que pertenecen al mismo tipo de mercado y categoría que nuestro futuro diseño. El fin es analizar los objetos que serán nuestra competencia directa, evidenciando sus errores y aciertos para saber qué es lo que en nuestro diseño debemos aprovechar y evitar.
- c. Análisis de Mercado: El objetivo de todo diseñador y fabricante es que sus productos lleguen a manos de los consumidores. Por eso es necesario ubicar nuestro diseño en el tipo

de mercado más adecuado para que su comercialización se realice sin dificultades.

d. Análisis de la Tecnología del Producto: Este apartado se enfoca a la relación "Función - Tecnología" definiendo cómo y cuáles serán los medios y elementos tecnológicos que harán posible el funcionamiento del objeto.

e. Análisis de Materiales: La manifestación tangible y objetiva de las ideas que el diseñador concibe como solución, es la materialización; fenómeno que se realiza por medio de materias primas y componentes específicos que se seleccionan a partir de la función, ergonomía, mercado, proceso de producción, etc. y todo aquello que afecte y delimite el proyecto.

f. Análisis de Procesos de Producción: Aquí se definen e investigan el o los procesos de producción ideales para la transformación de los materiales antes seleccionados y necesarios para elaborar o fabricar totalmente el objeto diseñado.

g. Análisis de Costos: La aparición de este apartado depende del grado de complejidad del proyecto o de las exigencias del nivel que se esté cursando. Sin embargo, es importante considerar este factor económico porque en la realidad el diseñador siempre se encontrará entre costos de producción, de mercado, precios totales, ganancias, pérdidas, etcétera.

h. Análisis de la Normatividad: Para que cualquier producto pueda ser competitivo se deben seguir ciertos reglamentos que van desde lineamientos internos de la planta productiva hasta las Normas Oficiales Mexicanas y las normas internacionales como ISO y DIN.

No existe un "Análisis" o apartado más importante que otro; su jerarquización dependerá del tipo de proyecto que se trate. Y tampoco hay un orden riguroso para su investigación; lo importante es llevar un seguimiento lógico y aceptar todos los datos que nos puedan ser útiles sin perjudicar, para tener un panorama más amplio de alternativas que a su vez nos permitan ofrecer soluciones con diversos enfoques.

11.2.3 Etapa de Requerimientos

Quando la "Etapa de Investigación" concluye, debemos estudiar objetivamente la información recabada en cada uno de los ocho "Análisis" para elegir únicamente la alternativa de solución más adecuada que cada uno de ellos nos ofrezca para las necesidades de nuestro proyecto. Es decir que debemos llegar a la síntesis de todo lo investigado para poder establecer finalmente los requerimientos de diseño.

Una definición dice que "...el término requerimiento es sinónimo de restricción, especificación, consideración, variable,... variables que limitan las alternativas del solucionador de productos (Rodríguez, s.f.: 52)". Y en efecto, los requerimientos son la lista de enunciados que definen las características cualitativas y cuantitativas que deberán tener los objetos. Por esto, el diseñador no puede crear si no tiene en sus manos el listado de requerimientos que se irán traduciendo en líneas y formas durante la "Etapa de Diseño"

dándole carácter a los "Factores Objetuales" (cap. X). Cada uno de los ocho "Análisis" brindará sus propios requerimientos, así tendremos:

- ◊ Requerimientos Ergonómicos
- ◊ Requerimientos de Costos
- ◊ Requerimientos de Materiales
- ◊ Requerimientos de Procesos de Producción
- ◊ Requerimientos de Mercado
- ◊ Requerimientos de Tecnología del Producto
- ◊ Requerimientos de Productos Existentes
- ◊ Requerimientos de la Normatividad

Al sintetizar la información e ir enunciando cada requerimiento debemos tener cuidado en su redacción y en los datos que muestre. Por ejemplo, debemos decir: "... el objeto X tendrá ... el objeto Y será ..." , y no "...el objeto X puede ser... el objeto Y podrá tener...", a menos que se tengan varias soluciones o rango de datos para un mismo requerimiento y su elección pueda ser indistinta.

De igual manera la información que se presente en cada requerimiento debe ser particularizada; por ejemplo, debemos decir: "1. La superficie principal será de madera de pino de primera de 3/4"; 2. La superficie principal tendrá las siguientes dimensiones...". Y no mezclar datos en un mismo enunciado como "1. La superficie principal será de madera de pino de primera de 3/4" y tendrá las siguientes dimensiones...".

También debemos evitar el ser ambiguos. No podemos decir: "... el objeto X será ligero..", porque no tendríamos parámetros para definir el término "ligero"; por esa razón debemos ser específicos y decir: "... el objeto X tendrá un peso máximo de 2.750 kg.".

Todo esto parece obvio, pero al establecer requerimientos debemos ser claros pues habrá ocasiones en las que nosotros realicemos la investigación y establezcamos los requerimientos; pero será tal vez otra persona la que diseñe o viceversa. Pero en cualquiera de los casos, debemos evitar confusiones para que lo dicho en letras sea igual a lo dicho en líneas y formas.

11.2.4 Etapa de Diseño

Esta es la etapa creativa propiamente dicha; y para llegar a ella lo más conveniente es tener a la mano el enlistado de requerimientos y las mejores condiciones personales (estado de ánimo, tiempo, ambiente agradable y el material necesario) para poder vencer el primer obstáculo: el papel en blanco, que a fuerza de trazos irá sediendo y por ende las ideas empezarán a fluir.

Al empezar a diseñar casi siempre el primer manejo que se hace de la forma es bidimensional, esto es en bocetos, croquis, diagramas, etc. realizados con técnicas rápidas a mano alzada por medio de una lluvia de ideas o cualquier otra técnica creativa hasta ser más complejas por el uso de la computadora.

Posteriormente algunas de esas ideas habrán de ser seleccionadas como posibles alternativas y se deberán trabajar más detalladamente en la siguiente etapa. Aquí también

se empieza a dimensionar el objeto y a manejar la escala más conveniente para facilitar su trabajo tridimensional.

De las alternativas elegidas anteriormente habrá que seleccionar finalmente una o dos diferentes entre sí. La selección se hará con base al concepto de diseño, al establecimiento de los requerimientos y sobre todo se buscará que el objeto elegido sea el que mejor satisfaga la necesidad original.

11.2.5 Etapa de Realización

Esta etapa es prolongación de la anterior, y algunas veces no se percibe sustancialmente el cambio entre ellas. Sin embargo, podemos diferenciarlas porque en la "Etapa de Diseño" además de tener varias posibles soluciones, estas se trabajan de manera general. En cambio, en la "Etapa de Realización" se trabajan las alternativas con más fuertes posibilidades de solución pero de manera específica y detallada. Esto se logra definiendo dimensiones; materiales para los diferentes elementos; mecanismos y su funcionamiento; estandarización y modulación de piezas; etc. Para lograr la visualización de todos los detalles y características del objeto se elaboran planos en sus diferentes modalidades (vistas, cortes, detalles, isométricos, perspectivas) y maquetas y modelos diferentes antes de llegar al prototipo.

11.2.6 Etapa de Correcciones

Desafortunadamente en los proyectos que se realizan en las escuelas de Diseño Industrial nunca o casi nunca se realiza la "Etapa de Correcciones" y directamente se pasa a la creación del prototipo dándose por terminado el proyecto.

Realmente la "Etapa de Correcciones" abarca dos momentos fundamentales:

- a. Correcciones antes del prototipo: Estas se hacen después de haber realizado una simulación ergonómica sobre material bidimensional (planos) para verificar los datos establecidos en la "Etapa de Requerimientos". Si hay diferencias significativas se deberán efectuar las correcciones pertinentes sobre planos hasta considerar adecuados los datos y características del objeto para finalmente pasar a la fabricación del prototipo.
- b. Correcciones después del prototipo: Estas se hacen después de realizar otra simulación ergonómica directamente sobre el prototipo. Ahí se checarán datos referentes al uso, la función, estética, tecnología y producción; pudiendo ser que se presenten cambios en más de una área. Por ejemplo, se decide cambiar el material de 'X' pieza; el mecanismo 'Y' tiene que ajustarse; el color debe cambiar de tono; las dimensiones deberán reajustarse; etcétera.

11.2.7 Etapa de Producción

Después de realizadas las correcciones finales, estas deberán hacerse directamente en los planos de presentación y en los de producción. Aquí será donde se dé por terminado el proyecto aunque sea momentáneamente si se trata de un proyecto profesional; y por fin se dará paso a la producción real, la cual debe estar a cargo de varios profesionales y entre ellos el diseñador fungirá como director del desarrollo del producto y conciliador de ideas.

11.3 Anexos

Anexo A. Bibliografía localizada.

NEW METHODS IN APPLIED ERGONOMICS	
Wilson, John R., Corlett, E. Nigel y Manenica, Ilija	
Taylor & Francis, Gran Bretaña, 1987	T 59.7 / I 57 1987

DESIGNING FOR HUMANS: THE HUMAN FACTORS ENGINEERING	
Burgess, John H.	
Petrocelli Books, Nueva Jersey, 1986	TA 166 / B 87

HUMAN FACTORS TESTING AND EVALUATION. Advances in Human Factors / Ergonomics, 5	
Meister, David	
Elsevier, Países Bajos, 1986	TA 166 / M 34 1987

METODOS DE DISEÑO	
Jones, J. Christopher	
Ed. Gustavo Gili, Barcelona, 1976	TA 174 / J 66

BIBLIOGRAFIA

- * Rodríguez M., Gerardo. *Manual de Diseño Industrial. Curso básico.*
Ed. Gustavo Gili- UAM-Azc., México, s.f.
- * Rojas Soriano, Raúl. *Investigación social, teoría y praxis.*
Ed. Plaza y Valdés, México, 1988.