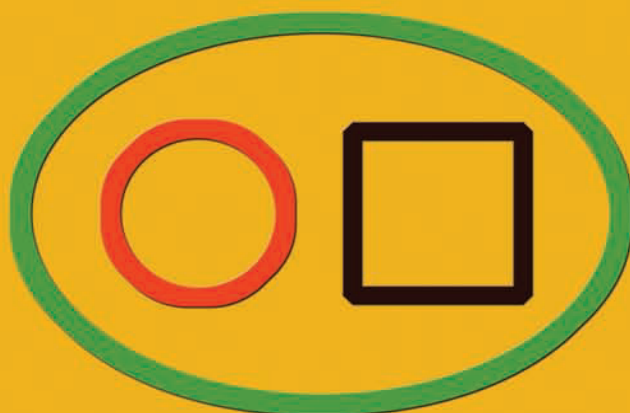


Cuarta Edición

Ergonomía

aplicada



ECOE EDICIONES

J. Alberto Cruz G.
Andrés Garnica G.



J. Alberto Cruz Gómez

Industrial que incursionó en el diseño en el año 1974 como parte del cuerpo de profesores de la Universidad Jorge Tadeo Lozano cuando fundó la primera facultad de Diseño Industrial de Colombia. Desde entonces ha sido un estudioso investigando en los campos que requieren de profundización, para el entendimiento científico y tecnológico con el fin de darle aplicación práctica y realista a esta disciplina.

Catedrático en las áreas de diseño industrial y Ergonomía, conferencista y autor de artículos pertinentes.

Actualmente es asesor de varias empresas y responsable de diseños que se están produciendo industrialmente.



G. Andrés Garnica Gaitán

Diseñador industrial, investigador en el área de Ergonomía y catedrático en las universidades Autónoma de Colombia, Militar, Nueva Granada, los Andes, Nacional, Jorge Tadeo Lozano e Istmos de Panamá.

Se ha desempeñado en la industria en el desarrollo de electrodomésticos y muebles. Asesor en diferentes empresas, conferencista de diseño y ergonomía. Autor de varios artículos y además, especialista en dibujo y diseño por computador para procesos CAM.

ERGONOMÍA APLICADA

J. Alberto Cruz G.

G. Andrés Garnica G.

Cruz Gómez, J. Alberto

Ergonomía Aplicada/ J. Alberto Carlos Cruz G.,

G. Andrés Garnica G. -- 4a. ed. -- Bogotá: Ecoe Ediciones,
2010.

216 p.; 24 cm.

ISBN 978-958-648-664-4

1. Ergonomía 2. Sistemas Hombre-máquina 3. Biomecánica
4. Salud ocupacional 5. Seguridad industrial I. Garnica Gaitán Germán
Andrés II Tít.

620.82 cd 19 ed.

A1087094

CEP- Banco de la República- Biblioteca Luis Ángel Arango

Colección: Textos universitarios

Área: Ingeniería y arquitectura

Primera edición: Bogotá, D.C., 1995

Segunda edición: Bogotá, D.C., 2001

Tercera edición: Bogotá, D.C., septiembre de 2006

Cuarta edición: Bogotá, D.C., junio de 2010

Reimpresión: Bogotá, D.C., septiembre de 2010

ISBN 978-958-648-664-4

© J. Alberto Cruz G. -Andrés Garnica G.

E-mail: acruzg@hotmail.com - gdisenoeu@yahoo.com

© Ecoe Ediciones Ltda.

www.ecoeediciones.com

E-mail: correo@ecoeediciones.com

Carrera 19 No. 63C-32 . Tel.: 2481449 – Fax: 3461741

Coordinación editorial: María del Pilar Osorio

Ilustraciones: Diego Mojica - J. Alberto Cruz G. -Andrés Garnica G.

Autoedición: Guillermo Peñalosa Martínez

Portada: Magda Rocío Barrero

Impresión: Litoperla Impresores

Carrera 25 No. 8-84, Tel. 3711916

Impreso y hecho en Colombia

CONTENIDO

PRESENTACIÓN	15
INTRODUCCIÓN	17
CAPÍTULO 1	
PRINCIPIOS DE ERGONOMÍA	21
EL PROPÓSITO Y ALCANCE DE LA ERGONOMÍA	22
ROL DEL DISEÑO	22
DEFINICIÓN DEL DISEÑO INDUSTRIAL	23
HISTORIA DE LA ERGONOMÍA	23
Etapa doméstica	25
Etapa artesanal	25
Etapa industrial	27
Etapa de producción masiva	28
Algunos hechos	
CAPÍTULO 2	
DETERMINANTES	33
Concepto de ergonomía APLICADA	34
El objeto y su función	35
Función del objeto	35
MANIPULACIÓN	37
GRUPO EN ESTUDIO	37
CONCEPTO DE GRUPO SOCIAL	37
ENTORNO	38
CAPÍTULO 3	
FACTORES HUMANOS	39
FACTORES FISIOLÓGICOS	40
ESTRUCTURALES	41
Anatomía	41
Descripción anatómica	41
Algunos términos generales	42
descriptivos de la anatomía humana	42
ANTROPOMETRÍA	43
Dimensiones antropométricas	47
Medición antropométrica	49
FUNCIONALES	50
MOTIVACIONES E IMPULSOS	50
CLASIFICACIÓN DE LOS MOTIVOS	50
NECESIDADES BIOLÓGICAS	50
ESTÍMULOS	51

NECESIDADES FISIOLÓGICAS	52
Necesidad de oxígeno	52
Alimentos y agua	53
Eliminación de desechos	53
Necesidad de rehuir al mal olor	53
Control de temperatura	54
Impulso sexual	55
El sueño	56
Descanso	56
Movimiento	56
Posición	57
Cambio de postura en la posición sedente	57
Ritmo	59
Necesidad de supresión del dolor y rasquiña	59
Luz solar	59
Supresión de ruidos molestos o dañosos	59
Supresión de vibración o electromagnetismo molestos o dañosos	60
ADAPTACIÓN DEL INDIVIDUO AL MEDIO AMBIENTE	60
BIOMECÁNICA	61
Concepto de biomecánica	61
La capacidad muscular	64
Velocidad de reacción y acción	65
Biometría	65

CAPÍTULO 4

PERCEPCIÓN	71
LOS ÓRGANOS SENSORIALES	72
LA COMUNICACIÓN CELULAR	72
FISIOLOGÍA SENSORIAL	74
LOS ESTÍMULOS	74
PERCEPCIÓN SENSORIAL	74
LOS RECEPTORES CINESTÉSICOS Y VESTIBULARES	74
UMBRALES DE SENSIBILIDAD	76
PERCEPCIÓN INCONSCIENTE	76
SELECTIVIDAD PERCEPTIVA	76
DISCRIMINACIÓN SENSORIAL	76
FACTORES SENSORIALES EXTERNOS	77
Adaptación	77
Intensidad	77
Contraste	77
Repetición	78
Movimiento	78
FACTORES SENSORIALES INTERNOS	78
Motivaciones	78
Disposición y expectación o estado de alerta	78
INTERPRETACIÓN PERCEPTUAL	78
Percepción de los objetos	79

Agrupación	79
Silueta-fondo	80
Contorno	80
Completamiento	80
Movimiento aparente	81
Profundidad	81
Persistencia	82

CAPÍTULO 5

MODALIDADES SENSORIALES Y ÓRGANOS DE LOS SENTIDOS	83
LOS OJOS	84
El ojo como instrumento	84
Matiz	86
Matices complementarios	86
Mezcla de color	86
Saturación	86
Ceguera al color	88
Brillo	88
Sensibilidad del ojo	88
Adaptación al ambiente lumínico	88
Sensibilidad espectral	89
Percepción del color	89
Agudeza visual	89
Campo visual	89
El contraste	89
El medio ambiente lumínico o perioobjeto	90
Acomodación del enfoque	90
Percepción visual espacial	91
Percepción visual del movimiento	91
EL OÍDO	92
Ondas sonoras	93
Volumen y tono	93
Timbre	93
Función vestibular del oído	94
Orientación en el espacio	94
Fenómeno de enmascaramiento	95
La percepción espacial auditiva	95
LOS SENTIDOS QUÍMICOS	96
El olfato	97
Sensibilidad olfativa	97
Adaptación	97
El gusto	97
Receptores del gusto	97
Sensibilidad gustativa	98
El sabor	98
LOS SENTIDOS CUTÁNEOS	99
Presión o tacto	99
Estimulación térmica	99
El dolor	100

LOS SENTIDOS PROFUNDOS	100
SENTIDOS CINESTÉSICOS	101

CAPÍTULO 6

IMPULSOS GENERALES EMOCIONALES. CONDUCTAS INSTINTIVAS	103
MIEDO Y ATAQUE	104
Aislamiento sensorial	104
Necesidades de sonidos habituales (ruido y música)	105
Curiosidad	105
Impulsos manipulativos	105
Impulsos afectivos	105
Las emociones	106
La motivación	106
Niveles de activación	107

CAPÍTULO 7

FACTORES PSICOLÓGICOS	109
MECANISMOS DE LA FORMACIÓN DE LA CONDUCTA	110
Desarrollo y maduración	110
FORMACIÓN DE LA CONDUCTA	111
Aprendizaje	111
Condicionamiento	112
Principio de transferencia	112
Transferencia positiva o negativa	112
Asociación	113
Motivación	113
Ley del efecto	113
Reforzamiento	113
Interferencia	114
Habitación	114
Sensibilización	114
Inhibición	114
Desarrollo de las destrezas	115
COMPORTAMIENTO SOCIAL DEL INDIVIDUO	116
Motivos derivados	116
Apetencias	117
Sexo	117
Edad mental	118
Afiliación	118
Aprobación social	118
Status	119
Seguridad	119
Rendimiento y productividad	119
Experiencia	119
Miedo al fracaso	120
Entretenimientos	120
Miedo adquirido	120

Fobias	120
Cansancio físico y mental: fatiga	121
Gusto y concepción estética	121
Espacio vital	123
Hábitat	123
Territorialidad	123
CAPÍTULO 8	
FACTORES SOCIOLÓGICOS	125
INJERENCIA DE LA SOCIOLOGÍA EN LA ERGONOMÍA	126
POSTULADOS DE RELACIÓN	126
Necesidad de agruparse	126
Conducta compartida	126
Estructura - status	128
Grupos sociales	128
Clases sociales - status	128
FACTORES SOCIOLÓGICOS	128
El individuo en el grupo	129
Grupos sociales	129
La cultura	130
Estructura del grupo	130
Clases de grupos	131
Las clases sociales	132
Status	132
Objeto prestigio	133
Líderes, jefes y subordinados	134
Conducta del grupo	134
Normas sociales	135
Las actitudes como normas	136
Actitudes negativas, positivas y prejuicio social	137
Cambio de actitud	137
Propaganda	138
Concepto estético del grupo	138
CAPÍTULO 9	
ENTORNO	141
CONCEPTO	142
MACROENTORNO	142
Factores físicos del medio ambiente	142
Influencia de los factores físicos en el grupo social	142
Características biológicas	144
Entorno social	144
MICROENTORNO	146
Sitio de labor	146
Lugar de operación	147
Puesto de trabajo	148

CAPÍTULO 10

CONJUNTO OPERANTE	149
CONCEPTO	150
LOS FUNDAMENTOS DE LA OPERACIÓN	150
COMUNICACIÓN	150
Lectura	151
Lenguaje	152
El signo	152
La señal	153
Aprendizaje de la actividad	153
Desempeño de la actividad	153
FACTORES DE PRODUCTIVIDAD	154
Entrenamiento	154
Precisión	154
Prontitud	154
Satisfacción	154
Variables del desempeño individual: rendimiento	155
COMPONENTES DEL CONJUNTO OPERANTE	155
Mandos	155
Instrumentos de lectura	156
Tableros (displays), indicadores y pantallas	156
Distancia de manipulación	157
Mecanismos de acción (controles)	157
El estudio ergonómico	158

CAPÍTULO 11

MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN	159
INTRODUCCIÓN	160
LOS CONCEPTOS DE CAJA NEGRA Y DE CAJA DE CRISTAL	161
MÉTODOS LÓGICOS GENERALES	162
Inducción o inferencia	162
Deducción	162
Análisis	163
Síntesis	163
EL MÉTODO CIENTÍFICO APLICADO	163
LAS ETAPAS DE INJERENCIA DE LA ERGONOMÍA	165
FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN	167
MÉTODOS FÁCTICOS DE OBSERVACIÓN Y EXPERIMENTACIÓN	167
MÉTODO DE OBSERVACIÓN DIRECTA	167
CONDICIONES CIENTÍFICAS DEL MÉTODO DE OBSERVACIÓN DIRECTA	168
Limitaciones	171
ENCUESTAS	171
Lista de actividades	172
Condiciones de la encuesta	173
Tipos de cuestionarios	173

1. De respuesta abierta	173
2. De respuesta cerrada	174
INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS	174
INTERPRETACIÓN MATEMÁTICA	175
GRÁFICAS	175
CONCLUSIONES	177
PARÁMETROS	177
REQUISITOS QUE DEBEN TENER	178
LAS CONCLUSIONES	178
LABORATORIO DE ERGONOMÍA	179
Introducción	179
Pautas de procedimiento para el desarrollo del estudio	180
Análisis de las cualidades del objeto	181
FACTORES HUMANOS	182
Análisis de factores estructurales	182
Análisis de factores funcionales	182
APLICACIÓN DE LA BIOMETRÍA	184
Trabajo de campo	184
Instrumentos de medición (aparatos)	184
Errores que deben ser evitados	185
CAPÍTULO 12	
EJEMPLOS DE DESARROLLO DE UN ESTUDIO ERGONÓMICO	187
Parámetros preliminares	188
Desarrollo	188
Determinación de las dimensiones necesarias para la fabricación de la silla-escritorio	192
Marcha para la obtención de la medida P	192
Criterios para determinar la altura del asiento P	192
Programa de ejecución de medición de la dimensión P	194
Conclusión del estudio	198
CAPÍTULO 13	
FUENTES DE CONSULTA/REFERENCIAS DE NORMAS Y ESTÁNDARES	199
GLOSARIO	206
BIBLIOGRAFÍA	213

INDICE DE FIGURAS, CUADROS Y GRÁFICAS

CAPÍTULO 1

Figura 1.	Historia del garrote	24
Figura 2.	Elaboración de puntas de lanza por percusión	25
Figura 3.	Etapa artesanal	26

CAPÍTULO 2

Figura 4.	Interrelación hombre-artefacto	34
Figura 5.	El objeto y su función	36

CAPÍTULO 3

Figura 6.	Planos cortantes en el cuerpo y términos referentes a posición y dirección	42
Figura 7.	Medidas anatómicas generales	44
Figura 8.	Resolución volumétrica	44
Figura 9.	Somatotipos	45
Figura 10.	Factores que inciden en el diseño	46
Figura 11.	Diferentes dimensiones corporales	47
Figura 12.	Movilidad postural - Dimensiones antropométricas	48
Figura 13.	Dimensionamiento antropométrico por fotografía	49
Figura 14.	Eliminación de desechos	54
Figura 15.	Adaptación a la temperatura ambiental	55
Figura 16.	Silla ortopédica	57
Figura 17.	Cambios de postura durante el sueño	58
Figura 18.	Adaptación del individuo al medio ambiente	61
Figura 19.	Movimiento rectilíneo	62
Figura 20.	Movimiento de un segmento (flexión)	62
Figura 21.	Análisis biomecánico para el diseño de una valija	64
Cuadro 1.	Modelo de tabulación	67
Gráfica 1.	Histograma	69

CAPÍTULO 4

Cuadro 2.	Modalidades sensoriales principales y los órganos de los sentidos	73
Figura 22.	Percepción sensorial	75
Figura 23.	Ilusiones ópticas	75
Figura 24.	Interpretación perceptual	79
Figura 25.	Agrupación	79
Figura 26.	Silueta-fondo	80
Figura 27.	Contorno	81
Figura 28.	Completamiento	81
Figura 29.	Profundidad y persistencia	82

CAPÍTULO 5

Figura 30.	El ojo como instrumento	85
Figura 31.	Percepción visual	85

Gráfico 2.	Espectro electromagnético	87
Figura 32.	Periobjeto	90
Figura 33.	Percepción visual espacial	91
Figura 34.	El oído	92
Gráfica 3.	Niveles de intensidad sonora	94
Figura 35.	Propiocepción	95
Figura 36.	Percepción espacial auditiva	96
Figura 37.	Presentación de los alimentos	98
CAPÍTULO 6		
Figura 38.	Impulsos manipulativos	106
CAPÍTULO 7		
Figura 39.	Destrezas	115
Figura 40.	Miedo adquirido	121
Figura 41.	Evolución estética	122
CAPÍTULO 8		
Figura 42.	Conducta compartida - Postura sedente	127
Figura 43.	Objeto prestigio	133
Figura 44.	Modelos de belleza según su época	139
Figura 45.	Objeto utilitario	140
CAPÍTULO 9		
Figura 46.	Influencia geográfica en tipo de habitación	143
Figura 47.	Influencia de los factores físicos del macroentorno en la evolución fisiológica del grupo	145
Figura 48.	Sitio de labor - Lugar de operación	147
Figura 49.	Puesto de trabajo	148
CAPÍTULO 10		
Figura 50.	Lectura	151
Figura 51.	Instrumentos de lectura	156
Figura 52.	Distancia de manipulación	157
CAPÍTULO 11		
Cuadro 3.	Etapas de injerencia de la ergonomía en proyectos de diseño de productos	166
Gráfica 3.	Diagrama circular	175
Gráfica 4.	Diagrama de líneas	176
Gráfica 5.	Diagrama de barras	176
CAPÍTULO 12		
Figura 53.	Dimensiones necesarias para la fabricación de la silla	189
Figura 54.	Posiciones extremas	192
Figura 55.	Postura típica de alumno en clase	193
Figura 56.	Posiciones que adoptan los jóvenes	194
Figura 57.	Programa de ejecución de medición	195
Cuadro 4.	Modelo de tabulación	196
Gráfica 6.	Histograma	198

PRESENTACIÓN

Varios años de experiencia profesional y de dedicación investigativa y docente constituyen el soporte intelectual y científico que los profesores J. Alberto Cruz Gómez y Germán Andrés Garnica Gaitán utilizaron en la creación de este libro. Ergonomía aplicada no es un texto más dedicado a la ciencia ergonómica, el lector, a medida que estudia la obra, podrá observar que evidentemente se ha trascendido el antiguo concepto de ergonomía, entendida como simple antropometría, aportando una idea más amplia, más integral y por ende más valiosa, con la que se abre el campo ergonómico a la intervención interdisciplinaria.

El trabajo de los investigadores Cruz y Garnica puede considerarse como esencial, en el sentido que plantea nuevos fundamentos. Ergonomía aplicada examina minuciosamente la evolución histórica del concepto, los actuales métodos de investigación, las variables que interactúan en el conjunto de las operaciones ergonómicas, así como sus determinantes fisiológicas, psicológicas, sociológicas y de entorno.

La obra está diseñada para obtener una lectura didáctica, tanto para especialistas en el tema como para estudiantes iniciados. Su lenguaje es claro y la disposición de títulos y subtítulos facilita un seguimiento ordenado y comprensivo. Los gráficos e ilustraciones en sí mismos reflejan la pedagogía clásica con la que los autores han enseñado a sus estudiantes en las aulas universitarias.

Estamos seguros de que este estupendo trabajo será bienvenido en todos los círculos académicos y universitarios, puesto que su contribución al desarrollo de esta disciplina es indiscutible y de actualidad internacional.

INTRODUCCIÓN

El hombre primitivo se convirtió en ser social, porque el andar solo lo hacía una criatura vulnerable, insuficiencia que resolvía reuniéndose en grupos. Se movilizaban, cazaban, descansaban o dormían en apretada comunidad. Uno de ellos observaba a todos los demás y era a su vez observado por los otros. Copiaban sus acciones y comportamientos: surge la conducta social.

Luego, cuando comenzó a cultivar la tierra y se hizo sedentario, los grupos se transformaron en comunidades que necesitaron artefactos que les sirvieran para defenderse y llevar un mejor vivir.

Para satisfacer sus necesidades fisiológicas, el hombre inventó soluciones que en el largo proceso de *prueba y error* se fueron perfeccionando. El avance tecnológico, desde el garrote, pasando por las sociedades artesanales hasta llegar a la complejidad del actual progreso científico, hizo obligatorio el desarrollo de un método de diseño que abreviara el antiguo proceso, y que ayudado por la ciencia y la tecnología, resolviera de manera satisfactoria los problemas crecientes de una sociedad que evoluciona cada día más rápido. Apareció el *diseño industrial*.

Al principio se solucionaron las necesidades fisiológicas, pero el complicado sistema social las convirtió en apetencias, con un extenso campo de complejidad, que hace aparecer el entorno social como el principal factor de incidencia en el comportamiento humano.

El hombre diseña y fabrica artefactos que van a magnificar sus facultades y así, sobrepasar sus propias limitaciones para solucionar sus apetencias; también produce objetos con el propósito de conseguir satisfacción en su vivir.

La *ergonomía* surge tímidamente a fines del siglo XIX estudiando la incidencia de la fisiología en los procesos industriales.

Pero son las guerras las que la impulsan en el proceso evolutivo, aplicándola en la adaptación del hombre a los aparatos bélicos. Para lograrlo, fue necesario relacionar y estudiar los aspectos de la función del artefacto: la función toma parte en la ergonomía.

En este momento de la historia, ergonomía y factores humanos tienen un mismo significado. Se comienza a aplicar la fisiología, pero solamente en el aspecto an-

tropométrico. Por esa época, la antropometría es considerada como la disciplina más importante en la ergonomía. Se establecieron tablas y normalizaciones que pretenden cubrir todas las actividades del hombre. Las posibilidades de acción del hombre son simuladas por medio de maniqués configurados con promedios de medidas derivadas de grupos con características físicas particularizadas. Todavía más: muñecos a escala, que por su tamaño, aparentemente hacían fácil la determinación de dimensiones y espacios humanos, desde la mesa de trabajo. Para entonces, los *promedios* eran los patrones para la decisión de medidas humanas aplicadas al *diseño*.

La psicología está dirigida a la adaptación del obrero a su labor; se aplica a las actividades u oficios y a la higiene del trabajo.

Elton Mayo descubre que las implicaciones sociológicas de los obreros de la Western Electric tenían mayor incidencia en su rendimiento, que los aspectos fisiológicos, y lo aplica al interés de la productividad. Otros, más tarde, desarrollan la sociología del trabajo.

La ergonomía se enriquece con la adopción del entorno físico. El concepto de ergonomía quedó conformado por los factores humanos, entendidos como antropometría y biomecánica, productividad; y el entorno con los factores físicos ambientales.

Este libro toma el relevo, desde el punto de lo que hasta ahora se había avanzado, adoptando las nuevas disciplinas complementarias, que no habían sido tenidas en cuenta y desarrollando las ya existentes, con el objeto de ampliar y dar un mayor alcance al estudio de la ergonomía. Estos aportes pueden resumirse así:

La *biometría* tiene un nuevo concepto de dimensión: el hombre para el que diseñamos está vivo, se mueve constantemente, tiene características parecidas, pero no iguales al resto de su grupo; evoluciona con el tiempo y el influjo de su entorno. Se relega el concepto de la *medida promedio*, que deja por fuera a un gran porcentaje del grupo, y se adopta la *amplitud de variación*, lograda por métodos estadísticos, que tiene una aplicación más correcta en la solución del problema, puesto que involucra el más alto porcentaje posible de los miembros del grupo. La interpretación matemática de la antropometría, biomecánica y de todos los aspectos fisiológicos se procesan por medio de la biometría.

Se destaca el influjo del *entorno social*, que tiene mayor injerencia para el comportamiento compartido del grupo que el entorno físico. Es por eso que estudiamos la relación de la *sociología* en toda su importancia.

La *psicología* se aplica al diseño de los objetos, cuyas cualidades se encuentran influenciadas por el hombre en su comportamiento individual, dentro de la esfera

social. Las determinantes sociológicas y psicológicas, pasan de ser elementos subjetivos y conceptuales a manipulables cualitativa y cuantitativamente.

Siendo la ergonomía una disciplina científica, es necesario su estudio utilizando el procedimiento del *método científico* para que sus resultados tengan aplicación práctica.

El artefacto debe ser acorde con las características y facultades del hombre, para que el manejo del objeto y el rendimiento del trabajo permitan lograr un óptimo desempeño, y la ergonomía es la responsable de la consecución y acopio de estas características.

Para lograrlo, el ergónomo consulta todas las posibles fuentes de información, constituidas por documentos escritos, videos, grabaciones magnetofónicas, etc., sumadas a la intervención de especialistas de las disciplinas tocantes al tema, quienes aconsejan en las áreas de su conocimiento, con las experiencias de soluciones anteriores a problemas similares, o las posibles aplicaciones de adelantos científicos o sociales.

El ergónomo compila y coordina estos estudios de las diferentes fuentes, y por un proceso de síntesis logra una conclusión fáctica integral, con jerarquías y ponderaciones de los factores constituyentes. El desarrollo del estudio interdisciplinario es consecuencia de la extensión cognoscitiva de las disciplinas involucradas. En la antigüedad las soluciones eran dadas por individuos superdotados que manejaban el problema integralmente, pero la actual extensión de la ciencia es tal, que la experiencia de un individuo o de grupos especializados no bastan para conocer la ciencia en su totalidad, por el contrario y en consecuencia, el estudio ergonómico se funda en el conocimiento y la experiencia del grupo interdisciplinario y del correcto manejo de la teoría y la ciencia por el ergónomo.

Todas las consideraciones expuestas atrás, tienen valor para el estudio de un proyecto de diseño industrial, siempre que tengan aplicación práctica. Por lo tanto, se considera indispensable la *planeación* de la investigación para llegar a resultados útiles, es decir: los parámetros y determinantes que permitan tomar las decisiones correctas para el planteamiento de la propuesta de solución.

Esperamos que este libro sirva para impartir un mejor entendimiento de esta ciencia, abra nuevos campos de investigación para profundizar en temas cuya importancia o injerencia en la ergonomía no habían sido tenidos en cuenta.



capítulo **1**

**PRINCIPIOS
DE ERGONOMÍA**

EL PROPÓSITO Y ALCANCE DE LA ERGONOMÍA

Es reconocer y estudiar los parámetros que serán utilizados de manera real y práctica, para ser aplicados en el planteamiento de la solución de un objeto requerido por un Grupo.

Mario Bunge en "La ciencia su método y su filosofía" reza en una parte de la introducción "El hombre ... amasa y remoldea la naturaleza sometiéndola a sus propias necesidades, construye la sociedad y es a su vez construido por ella; trata luego de remoldear este ambiente artificial para adoptarlo a sus propias necesidades animales y espirituales, así como a sus sueños: crea así el mundo de los artefactos y el mundo de la cultura".

LA ERGONOMÍA ES CIENTÍFICA E INTERDISCIPLINARIA. Los preceptos están concebidos con base en la racionalidad y objetividad, y se vale de otras disciplinas para complementar los temas tocantes con el proyecto.

LA ERGONOMÍA ES UNA CIENCIA FÁCTICA, porque trata con planteamientos objetivos, los factores son reales y no imaginarios. Por lo tanto trata los aspectos del estudio de forma racional, comprobando los enunciados para llegar a resultados prácticos que establecen parámetros aplicables, cualitativa y cuantitativamente al planteamiento de la solución.

El estudio ergonómico está cimentado en la comprobación de lo presupuestado con la realidad, en el uso del objeto que ha sido verificado por los individuos que conforman el grupo de usuarios; si éstos aprueban su uso o utilidad, significa que el producto fue bien concebido: es una ciencia basada en prueba y error.

La Ergonomía es una de las ciencias que componen el estudio del Diseño Industrial, Arquitectura, Ingeniería, Diseño de máquinas o de cualquier disciplina que toque con alguna actividad humana.

ROL DEL DISEÑO

El origen del diseño comenzó cuando el hombre trató de entender el mundo que lo rodeaba. Valiéndose de su inteligencia consiguió facilitar las actividades que conlleven su existir, solucionando las necesidades propias de su grupo, para conseguir un medio ambiente confortable. Esto se logró, en gran parte, con la ayuda de artefactos que fueron evolucionando en un mundo cada vez más complejo, enriquecido

con la acumulación de experiencias que se ampliaron y profundizaron hasta llegar al actual cuerpo de conocimientos llamado ciencia, que cuando aplicada para el mejoramiento de nuestro medio natural o artificial, por medio de artefactos, se convierte en tecnología. El hombre es el animal superior porque adapta el ambiente natural a sus necesidades.

La comprobación fáctica de la funcionalidad de los objetos, en su proceso evolutivo originó conocimientos que sirvieron para ser aplicados en el mejoramiento progresivo de estos objetos. Condujo a establecer una disciplina que estudia de una manera predictiva y pragmática la correcta función y los procesos de fabricación de artefactos que van a cubrir las necesidades y apetencias, ajustadas a las exigencias demandadas por el grupo social. Estas disciplinas se valen de los avances científicos más recientes para lograr objetos actualizados. El diseño industrial es una disciplina que por estar cimentada y ayudada por ciencias y tecnologías comprobadas, la convierten en interdisciplinaria y científica.

DEFINICIÓN DEL DISEÑO INDUSTRIAL

Existen muchas definiciones, se puede considerar que la mayoría son acertadas, de todas ellas podemos sacar factores comunes: es una actividad de estudio previo de la fabricación y mercadeo de un objeto que llenará las expectativas de un grupo de adquirentes; considera factores que lo llevan a configurar productos con nuevos beneficios funcionales, de uso, de producción, estéticos, ambientales y sicosociales. El diseño industrial es indispensable y obligatorio para empresas que manejen proyectos de producción industrial.

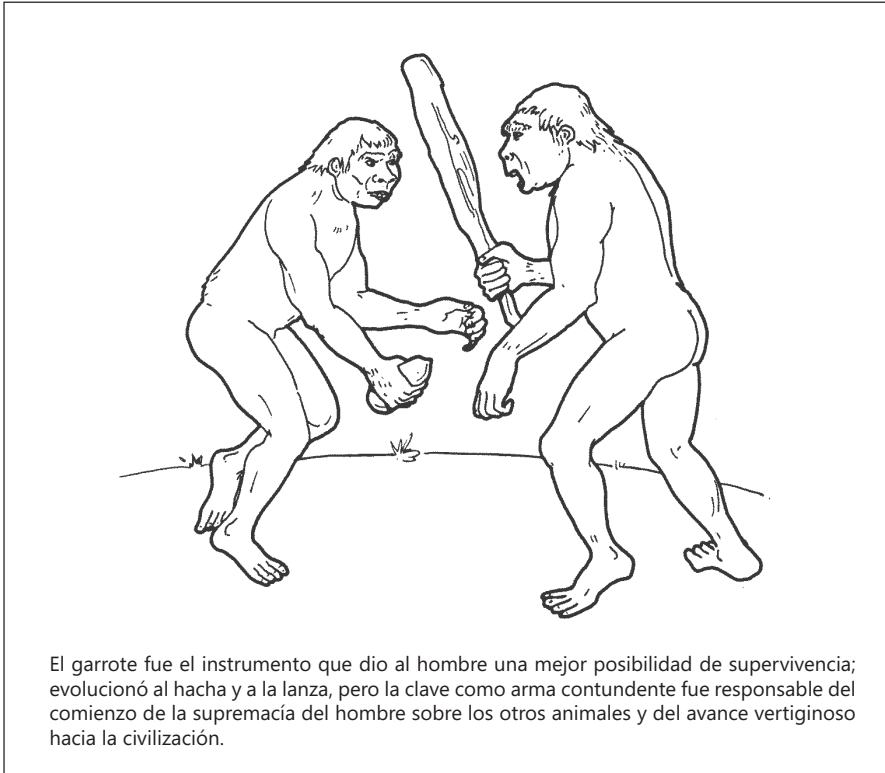
Siendo el objetivo de la empresa satisfacer un mercado previsto con un producto apetecible, el estudio previo a su producción, deberá estar supeditado a los aspectos socioeconómicos, geográficos y temporales impuestos por el grupo al cual está dirigido el proyecto, así como a las condiciones relativas a la empresa.

HISTORIA DE LA ERGONOMÍA

La historia de la ergonomía abarca toda la existencia del hombre, pues él, desde sus inicios, se ha valido de sus facultades adaptándose y utilizando los recursos naturales que lo rodeaban para asegurar su supervivencia. Ha tratado de comprender los fenómenos naturales para aplicarlos en la búsqueda de la adaptación de su entorno. Este desarrollo tomó una transición de miles de años, aun así, este proceso lento marcó el comienzo de la superioridad del hombre sobre los animales y de una evolución progresiva que lo llevó a los logros y complejidad del presente.

El hombre descubre que una rama caída puede servirle como arma defensiva y ofensiva contra otros homínidos o animales. Colige que el grosor del garrote para

Figura 1. Historia del garrote



agarrarlo debe acomodarse al tamaño de su mano; además, la longitud es importante, porque si es muy largo tiene menos posibilidades de acción, y si muy corto, el enemigo queda muy cerca; si es pesado se hace difícil de manejar. Todo este proceso de prueba y error pudo tomar milenios, pero finalmente logró un instrumento apropiado ergonómicamente que evolucionó al hacha y a la lanza (fig.1).

El hombre realiza una larga serie de avances, producto de la exploración y experimentación instintiva o consciente.

Los implementos de caza, agricultura y vivienda marcan la evolución cultural, desde la elaboración de utensilios, 350.000 años antes de nuestro tiempo, por el *australopithecus*, hasta el *homo sapiens* que cada día fabrica sus herramientas con mayor sofisticación.

La vasta historia industrial del hombre se caracteriza por la utilidad del objeto, su modo de producción y sus implicaciones en el grupo social. Se distinguen tres etapas: doméstica, artesanal e industrial.

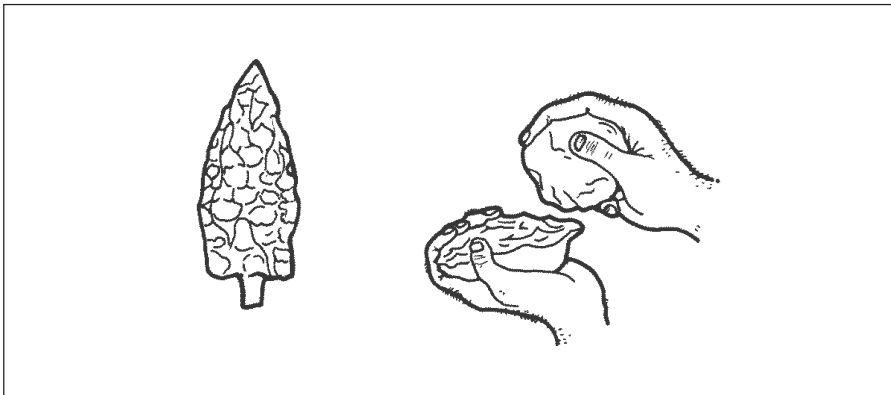
ETAPA DOMÉSTICA

Se caracterizó por la habilidad de cada una de las personas que compartía el hogar para producir utensilios que satisfacerían sus propias necesidades y las de sus allegados. La producción era limitada al grupo familiar.

La conducta social del individuo fue variando en la medida en que el grupo enfrentaba circunstancias evolutivas, con el establecimiento de nuevos roles en la sociedad, condición que dio paso a la etapa artesanal.

La aplicación de su ciencia deja en este período como ejemplos culminantes: utensilios de piedra, cerámica, y otros materiales perecederos (fig. 2).

Figura 2. Elaboración de puntas de lanza por percusión

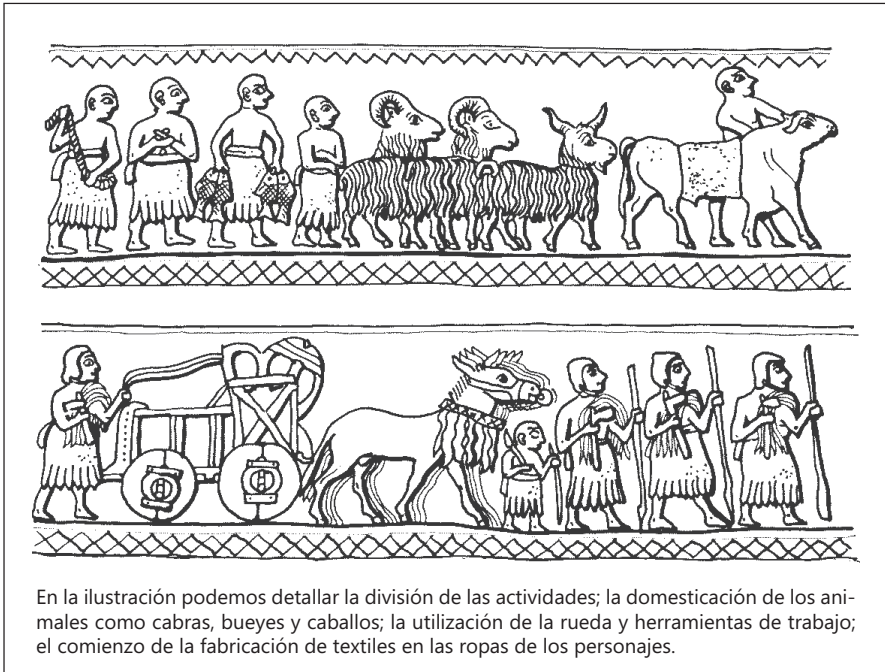


ETAPA ARTESANAL

La producción artesanal se desarrolló dentro o fuera de la casa. Se inició como consecuencia del aumento de la demanda de artefactos utilitarios, debido al crecimiento del grupo y a la asignación de nuevos roles especializados. Se caracterizó por suplir las demandas de un mercado local o regional, que permitió la ampliación del oficio y el consecuente desarrollo de sus herramientas.

Al evolucionar la sociedad hacia la complejidad de los asentamientos sedentarios, aparecieron nuevos y variados roles para sus miembros, se especializaron los oficios y aparecieron las castas con funciones específicas: gobernantes, militares, sacerdotes, artesanos, labriegos, pescadores, mercaderes... (fig. 3).

Figura 3. Etapa artesanal



En la ilustración podemos detallar la división de las actividades; la domesticación de los animales como cabras, bueyes y caballos; la utilización de la rueda y herramientas de trabajo; el comienzo de la fabricación de textiles en las ropas de los personajes.

Como resultado del comercio y migraciones, las ciencias se habían propagado. El conjunto de conocimientos y la destreza para aplicarlos se aprovechan notablemente. Esta condición ayudó a la transformación de la organización social, el sistema económico y la misma estructura del grupo familiar.

Posteriormente, entra a regir la modalidad del control de la producción artesanal por comerciantes.

El desarrollo gradual del sistema económico, el comercio, los descubrimientos y exploraciones de los siglos XV y XVI, fueron la causa del progreso. Estos métodos de producción prevalecen hasta el siglo XVIII, cuando se evoluciona al trabajo en el domicilio y se constituye la industria doméstica. Un empresario, experimentado mercader, traía y distribuía la materia prima a varias personas que trabajaban en sus casas de donde luego recogía los productos manufacturados. Él mismo distribuía el producto final directamente a otros mercaderes o consumidores.

Podemos destacar de este período, artefactos producto de la tecnología y la sociedad que los aplicaba, como: riego artificial, embarcaciones, arados, aparejos, la rueda, vidriería, textiles, equipos de navegación, armas de fuego...

ETAPA INDUSTRIAL

Los cambios que llevaron a transformar pueblos de actividades básicamente campesinas a la sociedad industrial, obedecieron al desarrollo gradual que exigía mayor producción. Ciertos aspectos de los procesos de fabricación, además de variaciones en la estructura familiar fueron asimilados antes de esta etapa de industrialización.

En la Europa de mediados del siglo XVIII, las ciudades eran de reducida extensión con una actividad manufacturera limitada, a cargo de artesanos con talleres propios y herramientas fabricadas por ellos. Podemos colegir que el avance tecnológico y el aumento de la demanda, a causa del acelerado crecimiento de la población en las ciudades obligó a buscar sistemas que multiplicaran la producción.

La máquina de vapor y el telar mecánico en Inglaterra fueron el comienzo de esta etapa denominada Revolución Industrial.

La atención de los inventores se dirigió principalmente a construir máquinas capaces de producir más y a menor costo aprovechando la fuerza mecánica. Surgieron los grandes talleres y establecimientos fabriles. Estos se multiplicaron en los alrededores de las ciudades donde el combustible y la mano de obra eran baratas.

Podemos destacar como avances tecnológicos y hechos primordiales de carácter social y cultural:

1733	Lanzadera volante (J. Kay).
1769	Máquina a vapor (J. Watt).
1780	Arados. Trilladora más eficaz.
1785	Telar mecánico (E. Cartwright).
1805	Telar para seda (J. Jacquard).
1814	Locomotora a vapor (G. Stephenson).
1834	Segadora (C.H. McCormick).
1869	Energía hidráulica para producir electricidad.
1903	Aeroplano (hermanos Wright).
1910	Coches de producción masiva.

ETAPA DE PRODUCCIÓN MASIVA

El período entre guerras permitió un avance tecnológico y desarrollo económico sin precedentes que vino a suplir la enorme demanda, consecuencia del lapso en que la gran mayoría de fábricas estaban dedicadas a la producción bélica. Para los años cuarenta y cincuenta hacen su aparición nuevos tipos de energía y las máquinas electrónicas. Comienza la etapa industrial moderna con el advenimiento de la automatización, que pronto evolucionó a la robotización. Aquí aparece de nuevo el factor de necesidad y exigencia de mercados cada vez más amplios, que demandan soluciones acordes con los diferentes grupos sociales a que se dirige el diseño.

La masificación requiere de condiciones en los artefactos que permitan convertir en compradores a personas de muy diversas capacidades adquisitivas, características y localizaciones geográficas: es indispensable la *ergonomía* como herramienta primordial de estudio en todo proyecto de *diseño*.

ALGUNOS HECHOS DESTACABLES DE LA ERGONOMÍA

El desarrollo de la ergonomía, su reconocimiento y necesidad de estructurarse se evidencia a lo largo de un período prolongado y disímil de la historia. El siguiente, es un listado de algunos y más significativos hechos de su estructuración desde finales del siglo XIX:

- A fines del siglo XIX e inicios del XX en Alemania, Inglaterra, EE.UU. y otros países se organizan cátedras, laboratorios e institutos especializados en higiene y fisiología. Se investiga la influencia del comportamiento del organismo del hombre en los procesos laborales y el entorno industrial.
- 1857. El naturalista polaco Woitej Yastembowski propone en el artículo *Ensayos de Ergonomía o Ciencia del Trabajo*, basado en las leyes objetivas de la ciencia sobre la naturaleza del término ergonomía, que se menciona por primera vez en el semanario *Naturaleza e Industria*.
- 1883. Austria crea leyes de protección al obrero por las que se obliga a protegerlo de los mecanismos y otros elementos peligrosos de las máquinas mediante cubiertas para disminuir accidentes.

Surge en este período la psicotecnia como aplicación de la psicología a situaciones prácticas: se ocupa de resolver la selección de personal, formación profesional laboral, racionalización del trabajo, accidentalidad y adaptación del hombre a la máquina.

- 1920. Nace la sociología industrial. Se vincula su surgimiento al experimento de Howtorn bajo la dirección de E. Mayo en la empresa Western Electric.

- 1924. En Petrogrado, A.A. Ujtovski estudia al obrero en el proceso del trabajo directamente en la fábrica. Es uno de los fundadores de la fisiología del trabajo.
- En los años veinte y treinta se desarrollan intensamente la psicología, la sociología industrial, la higiene del trabajo y la fisiología, con amplias prácticas en la industria.

La fisiología del trabajo, biomecánica, psicología y sociología del trabajo contribuyen a resolver la adaptación del hombre a la máquina mediante la selección, entrenamiento en procesos tecnológicos, en instrumentos y máquinas.

Los EE.UU. se interesan por los métodos de influencia psicológica en el obrero en la Corporación Psicológica. Es una exponente de la valoración del factor humano frente al técnico, al material y de producción.

En los años treinta se realizan investigaciones experimentales acerca de la psicología de grupo y la motivación.

J. Moreno utiliza test sociométricos para estudiar al hombre y sus relaciones en grupos pequeños.

Se interesan los sociólogos en el *grupo*, como causa de baja productividad, estados de ánimo, organización y otros aspectos.

En Inglaterra, EE.UU. y la URSS se invita a trabajar conjuntamente a psicólogos, fisiólogos, antropólogos, biólogos, médicos e ingenieros para resolver problemas de interacción entre hombre y sistemas de producción y se impulsa el carácter multidisciplinario de las investigaciones.

- 1938. Bell Telephone Laboratories crea un laboratorio para el estudio de los factores humanos.

C.H. McCloy, de la Universidad de Iowa, EE.UU., desarrolla un curso de análisis mecánico de las destrezas motoras, así como las demostraciones de la aplicación de la mecánica a las mejoras de ejecución de ejercicios en los deportes.

Los períodos de guerra impulsan las investigaciones interdisciplinarias con el fin de conocer las condiciones físicas y psicológicas del hombre en beneficio de las técnicas de guerra, como el radar, aviación, marina, etc., tratando de adaptar los equipos al hombre. Para el diseño de elementos bélicos se requiere principalmente de fisiólogos, psicólogos, ingenieros y anatomistas.

Se constituye la psicología ingenieril basada en estudios psicológicos experimentales para establecer las posibilidades y limitaciones del hombre.

- 1945. El Consejo Nacional de Investigación para Medicina Aérea y la Universidad de Corneille de EE.UU., efectúan investigaciones acerca de psicología ingenieril para el diseño de cabinas de avión.
- 1949. Se publica el libro *Fisiología del movimiento* de G.B. Duchene.
- 1950. Se adopta el término *ergonomía* por un grupo de científicos ingleses, que da inicio a la Sociedad de Investigación Ergonómica, contando entre sus miembros a K. Murrel, O. Edholm, P. Randle, W. Floid, quienes destacan la conveniencia del trabajo de diversas disciplinas en conjunto para lograr mejores resultados.

En esta época K. Murrel define la ergonomía como “el conjunto de investigaciones científicas de la interacción del hombre con la máquina y el entorno de trabajo”.

- 1957. Se crea la Sociedad de Factores Humanos en EE.UU.

El término “factores humanos” es la traducción literal y contracción de la expresión norteamericana “*Human Factors Engineering*”, difundida en EE.UU. principalmente, y equivalente a ergonomía en Europa.

La revista *Ergonomics*, editada en Inglaterra, pasa a ser órgano oficial de la Asociación Ergonómica Internacional.

- 1958. Se publica *L'Adaptation de la machine et l'homme*, de Faverge, Leplat y Guiguet. Primera obra en francés completamente dedicada a la ergonomía. Por estos años Faverge y su equipo enseñan sistemáticamente la ergonomía en la Universidad Libre de Bruselas.

En los años subsiguientes, la Asociación Internacional de Ergónomos Europea organiza congresos en Estocolmo (1961), Dortmund (1964), Birmingham (1967).

- 1961. Se crea la Asociación Ergonómica Internacional apoyada por la decisión de la conferencia anual de la Sociedad Ergonómica Británica de 1959 con participación de más de treinta países.
- 1961. Se publica en español la obra *Adaptación de la máquina al hombre* de Faverge, Leplat y Guiguet.
- 1963. Se forma la Sociedad de Ergonomía de Lengua Francesa, SELF. En esta época contrasta el predominio de psicólogos en la ergonomía americana frente a la escasa presencia de éstos en la ergonomía europea, sobre todo en Francia, con excepción de Gran Bretaña.
- 1964. Se crea la Sociedad Ergonómica Japonesa de Investigaciones.
- 1967. Se publica el libro *La biología del trabajo* de O.G. Edholm, en inglés y español.
- 1970. Se publica el libro *Introducción a la ergonomía. Los sistemas hombre máquina*, de Maurice de Montmollin, traducido al español.

- 1970. Ernest J. McCormic publica su libro titulado *Ingeniería de los factores humanos*, que luego amplía (1976) a *Ergonomía: factores humanos en ingeniería y diseño*.
- 1971. Se publica *Ergonomics. Man in his working environment*, de K.F.H. Murrell. Londres, Ed. Chapman and Hall.
- 1971. *Human factors: theory and practice*. D. de Meister, New York.

Para 1974 se habían publicado diez manuales de ergonomía en Japón. Durante este tiempo la nueva disciplina se desarrolla y afianza en países como Francia, Suecia, Japón, República Federal Alemana, Italia, Canadá, India.

Desde los años setenta y ochenta las demandas tecnológicas hacen indispensable el aporte de estudios interdisciplinarios, cada vez más específicos por parte de la ergonomía, que cobran gran auge no sólo con motivo del diseño de artefactos militares sino por la creciente producción de bienes cotidianos e industriales, hasta lograr en la actualidad ser estudio indispensable para el diseño, con especializaciones y doctorados en varios continentes.

Entre otras publicaciones de especial importancia para el estudio de la ergonomía citamos cronológicamente:

- 1968. *El mono desnudo*, de Desmond Morris, Barcelona, Plaza & Janés.
- 1982. *Human performance engineering. A guide for system designers*, Robert W. Bayley Bell Telephone Laboratories, editado en EE.UU.
- 1985. *Fundamentos de ergonomía*. Libro de V. Zinchenko, V. Munipov, Editorial Progreso, Moscú URSS.
- 1987. *Ergonomics at work (o Ergonomía en acción)*, de David J. Osborne, editado en inglés y español.
- 1991. *Ergonomía y productividad* de César Ramírez Cavassa, editado en México.
- 1991. *Nuevo producto. Estrategias para su creación, desarrollo y lanzamiento*, Alejandro Schnarch, Santafé de Bogotá, McGraw Hill.
- 1993. *Ergonomía: introducción al análisis del trabajo*, Jairo Estrada, Medellín, Editorial Universidad de Antioquia.
- 1994. *Manual de Ergonomía*, Fundación MAPFRE, Editorial MAPFRE S.A., Madrid, España.
- 1995. *Introduction to ergonomics*. R.S. Bridger (Ph. D.), Nueva York, McGraw-Hill.
- 1995. *The ergonomics of workspaces and machines. A design manual*. E.N. Corlett and T.S. Clark. Segunda edición, Londres, Taylor & Francis.

- 1996. *Product design. Practical methods for the systematic development of new products*. Mike Baxter. Londres, Chapman & Hall.
- 1997. *Occupational ergonomics. Principles and applications*. Fariborz Tayyari and James L. Smith. Londres, Chapman & Hall.
- 1998. *Human factors in consumer products*. Neville Stanton, University Southampton. Padstow (U.K.), Taylor & Francis.
- 2001. *Ergonomía en Movimiento. Manual de Aplicación*. Unilever Andina S.A., Bogotá, D.C., Colombia.
- 2002. *Introducción al Estado del Trabajo*. George Kanawaty. Oficina Internacional del Trabajo (OIT), Ginebra, 1a. edición, Limusa S.A. de C.V. México D.F., México.



capítulo **2**

DETERMINANTES

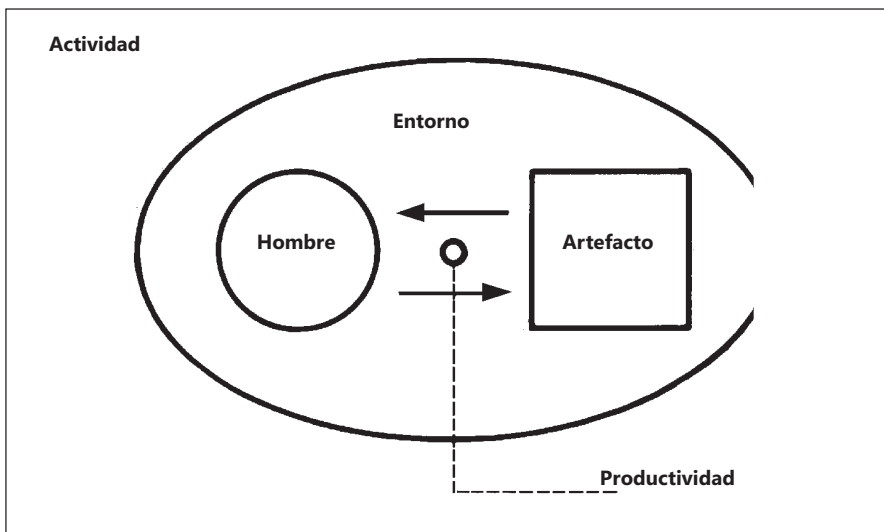
CONCEPTO DE ERGONOMÍA APLICADA

La ergonomía estudia los factores que intervienen en la interrelación *hombre- artefacto* (operario-máquina), afectados por el entorno. El conjunto se complementa recíprocamente para conseguir el mejor rendimiento; el hombre piensa y acciona, mientras que el objeto se acopla a las cualidades del hombre, tanto en el manejo como en aspecto y comunicación. El objetivo de la ergonomía es dar las pautas que servirán al diseñador para optimizar el trabajo a ejecutar por el conjunto conformado por el *operario-artefacto*. Se entiende como *operario* el usuario o persona que manipula el *artefacto*, y como *entorno* el medio ambiente físico y social que circunda al conjunto (fig. 4).

En tanto que la máquina o artefacto tenga elementos de operación acordes con las cualidades del usuario, así mismo el operario tendrá facilidad de manejo y su rendimiento se optimizará. El *entorno* afecta tanto al *operario* como al *artefacto*, dependiendo de sus sensibilidades y de la magnitud de la motivación, que puede ser física y psicosocial.

Todo proyecto de diseño está obligado a usar como herramienta básica para su estudio la ergonomía, que sirve para determinar los *factores de influencia y marco*

Figura 4. Interrelación hombre-artefacto



de limitantes, cuyos resultados cualitativos y cuantitativos se convierten en los requerimientos y parámetros para el planteamiento de una hipótesis acertada.

EL OBJETO Y SU FUNCIÓN

El *artefacto* es todo objeto utilitario para servicio y comodidad del hombre. Producto del raciocinio, conocimiento e inventiva humanos. Como resultado de una tecnología, expresa el nivel de vida, el dominio y manejo de los recursos humanos y materiales de una sociedad.

Todo artefacto es conformado por el hombre para realizar una actividad en la solución de una necesidad; este objetivo lo convierte en artefacto utilitario. La singularidad de su forma y lenguaje se deben a dos importantes factores:

- a. El hombre y sus cualidades en los órdenes fisiológicos y sociales.
- b. La configuración funcional, respuesta a las condiciones que motivaron su invención como componente de un sistema productivo.

Función del objeto

Todo artefacto es funcional en tanto permita solucionar una necesidad. La razón de su creación es complementar, aligerar, magnificar y dar comodidad al trabajo del hombre.

La manera como desempeñan la tarea los individuos del *grupo* es una referencia para el estudio de la función y la posterior utilización del artefacto. La función del objeto debe responder a las necesidades y características del grupo (fig. 5).

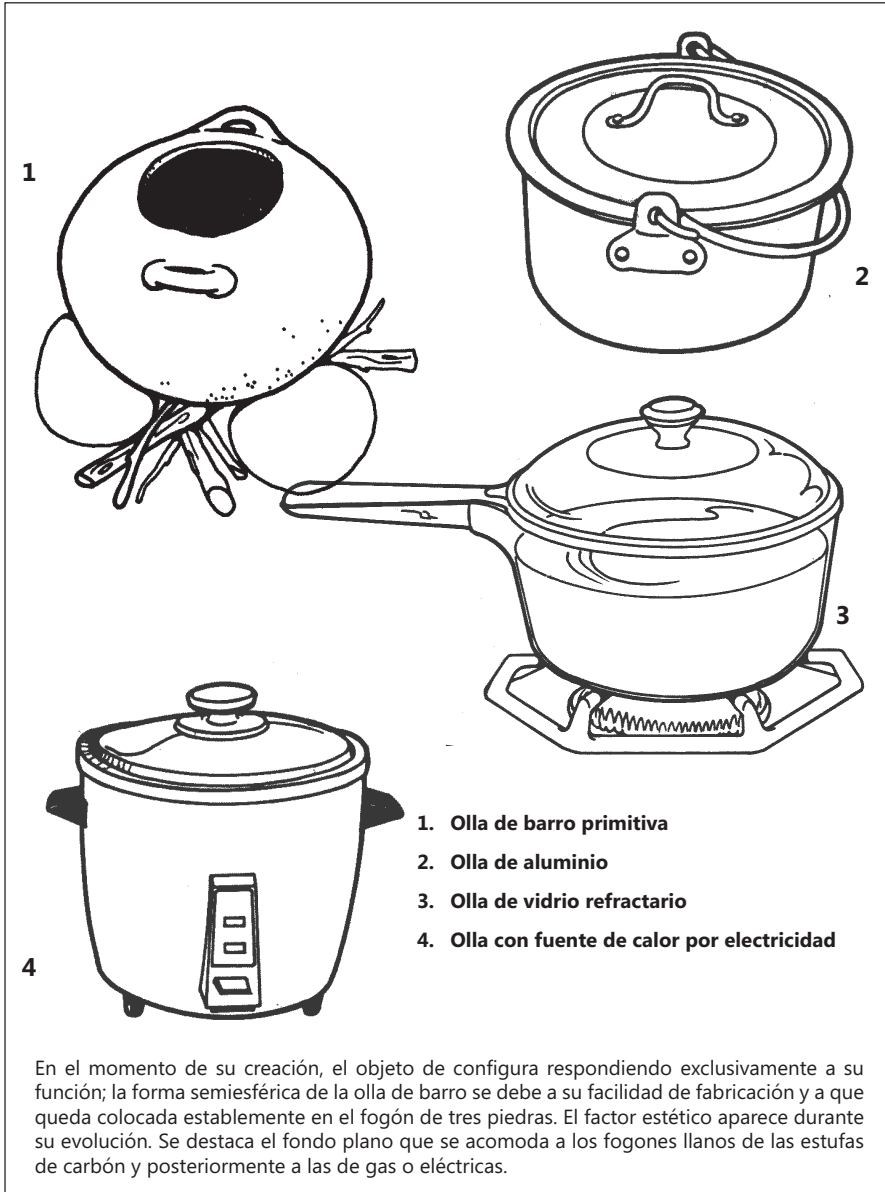
Definir la función pormenorizada del artefacto sirve para estudiar la necesidad de los componentes y su sintetización como un todo.

La causa de la existencia individual de cada uno de los componentes de un artefacto es la de complementarse para conformar un mecanismo operante.

No tiene utilidad alguna el desempeño por separado de cada uno de los componentes, sólo cobran importancia como parte de un conjunto operante. Su ordenada y congruente contribución determinan el aspecto y significación del objeto utilitario; un solo componente faltante o deficiente en su trabajo da como resultado una mala o nula utilización del artefacto.

Un ejemplo es el de la aguja de la máquina de coser, que si hace falta, la máquina no puede desempeñar su función.

Figura 5. El objeto y su función



La necesidad es el incentivo que causa la creación de un artefacto para realizar una tarea; recién ideado, la función le impone la apariencia formal; en la medida en que evoluciona adquiere una connotación estética. Así mismo, pueden aparecer elementos, que por condiciones psicosociales del operario, son partícipes por tradición, costumbre o presentación estética, pero inútiles como partes funciona-

les. En todas las culturas la inclusión de ceremonias mágicas, religiosas y agüeros al desarrollar una actividad, no aportan a la función, pero sí a la satisfacción personal del operario.

MANIPULACIÓN

Se refiere a los movimientos del operario, necesarios para ejecutar la tarea. Durante este accionar se puede determinar las características fisiológicas y psicológicas del operario, y así, poder establecer científicamente las capacidades y destrezas necesarias para llevar a cabo la actividad.

GRUPO EN ESTUDIO

El conjunto de personas posibles adquisidoras de un producto en estudio, de acuerdo con el empresario industrial, se llama *grupo de mercadeo*.

El concepto de *grupo de mercadeo* para el diseñador se amplía en el *grupo en estudio*; es decir, el formado por los compradores, usuarios y compradores-usuarios, que son las personas que conforman el grupo de las que interesa reconocer sus características ergonómicas.

El ama de casa que compra una licuadora para usarla en su cocina es *adquisidora-usuaria*. Cuando el padre compra un juguete a su hijo, el padre es el adquisidor y el niño el usuario.

CONCEPTO DE GRUPO SOCIAL

Para la ergonomía se deben tener en cuenta las cualidades y comportamiento compartido del *grupo en estudio*, pues estos producen los parámetros humanos que se usarán en el *diseño*.

El hombre es un animal social, que nace con una conducta natural de integración al grupo. Desde niños nos reunimos y mantenemos dependencia recíproca con las personas que se encuentran a nuestro alrededor. La vida de las personas está regida por la continua acomodación a los patrones y normas sociales de la comunidad a que pertenecen.

En la infancia, el grupo familiar es el de mayor influencia para su socialización, lo que es en realidad un proceso de aprendizaje. A medida que el niño se desarrolla y va adquiriendo independencia, entra en contacto con muchos grupos de diferente índole. Simultáneamente con su desarrollo vital, va entretejiendo una compleja maraña de relaciones con personas de variadas organizaciones sociales, haciéndose al mismo

tiempo miembro de varios grupos de características diferentes (económica, intelectual, recreativa, política, de *status*, sexo, edad, etc.).

Los grupos son variadísimos en tamaño, transitoriedad o permanencia; los individuos que los conforman se identifican por una conducta compartida de intereses, ideas comunes, actitudes recíprocas y reglas de convivencia. Hay grupos duraderos como los religiosos, o transitorios como los formados por los asistentes a espectáculos.

Los grupos en su formación requieren de organización y estructuración, estableciendo rangos entre sus miembros, asignándoles actividades diferentes, exigiéndoles que compartan actitudes y creencias. Tanto la ubicación como la actividad del individuo tiene relación con sus facultades y depende de la importancia que les concede la sociedad. Dentro de estas distribuciones individuales se reflejan, entre otras: la edad, el sexo y el *status*. El sexo marca diferencia de trato y actividades. La edad determina obligaciones ante la sociedad y consideraciones en el trabajo: un anciano es considerado como prudente y sabio, mientras que a un joven se le envía a la guerra y a un niño se le asignan tareas leves.

ENTORNO

El entorno es el ambiente físico y sociológico que rodea al operario, que afecta su comportamiento en la ejecución de la tarea necesaria para el funcionamiento del artefacto.

Las relevantes físicas, entre muchas, son: luz, temperatura, vibración, sonido, humedad y todas las que dependen del entorno material.

Las sociológicas: mandos, espacio vital, territorialidad, status, aprobación social, seguridad, conducta de grupo, etc.



capítulo **3**

FACTORES HUMANOS

El estudio del conjunto de características comunes en los miembros del grupo escogido, como posibles usuarios de un artefacto en proceso de diseño, sirve para precisar cuáles serán parte de los parámetros o determinantes para el diseño del artefacto. En el estudio ergonómico se toman los que tengan suficiente injerencia en el problema particularizado que se está investigando. Estas características se dividen en: fisiológicas, psicológicas y sociológicas.

La úlcera péptica es la erosión en las paredes internas del duodeno o el estómago a consecuencia de una secreción exagerada de ácidos gástricos: manifestación fisiológica. Sin embargo, la secreción de ácidos es consecuencia de una reacción de ansiedad (psicológica), que a su vez tiene como origen un conflicto de frustración motivado por las exigencias sociales de su entorno.

Este ejemplo nos muestra que las tres características –fisiología, psicología y sociología– siempre estarán presentes en los estudios ergonómicos, enlazándose de tal manera que es imposible determinar una línea divisoria entre ellas. Por razones de estudio se desarrollarán separadamente; sin embargo, se debe tener en cuenta que su conjunción es inevitable en el desarrollo de cualquier investigación ergonómica.

Todas las cualidades y características de los *grupos en estudio* que estén involucradas en los proyectos de diseño, por ser rasgos distintivos y comunes que pueden afectar las propuestas de solución, se pueden considerar como *factores humanos*, y se dividen en: *factores fisiológicos, psicológicos y sociológicos*.

FACTORES FISIOLÓGICOS

Se considera como estudio fisiológico, todos los factores biológicos que atañen al hombre como ser dinámico y cambiante en sus funciones vitales, con un proceso de desarrollo y cualidades orgánicas observables y mensurables. Este sistema orgánico es en parte responsable del comportamiento: capacidades y conducta del ser humano. Significa que las condiciones de funcionamiento de los órganos influyen en la capacidad física, intelectual y anímica, temporal o permanente del ser humano.

Con fines ergonómicos, los factores fisiológicos se subdividen en *estructurales* y *funcionales*.

Los *estructurales* son tratados por la anatomía y la antropometría, siendo la anatomía la que identifica la forma, ubicación y composición de los órganos y cuerpo; y la antropometría la que los dimensiona.

Los *funcionales* se refieren al hombre como organismo activo con sus capacidades cinéticas, homeostáticas y de desarrollo y sustitución de los tejidos; abarca los órganos sensoriales; necesidades e impulsos; capacidades musculares, sensoriales y de reacción; estudiadas por la biomecánica en el laboratorio.

Para poder utilizar de manera aplicable los datos que aportan las disciplinas estructurales y funcionales, deberán ser procesadas por medio de la biometría.

ESTRUCTURALES

Anatomía

La anatomía se ocupa del estudio de la estructura descriptiva y topográfica de los órganos y aparatos: esqueleto, articulaciones, músculos, vasos y nervios; permite comprender el cuerpo humano en sus partes y como un todo, dado que ningún órgano se halla aislado física ni funcionalmente.

La ergonomía se interesa por la anatomía descriptiva que reúne los elementos anatómicos y funcionales. La anatomía descriptiva estudia huesos, nervios, músculos, etc., se subdivide en: osteología, neurología, artrología, miología, angiología, órganos de los sentidos, aparato de la digestión, aparato de la respiración y fonación, aparato urogenital y glándulas de secreción interna y externa. La anatomía nos informa de los órganos, sus conexiones e inserciones con otros órganos y de su evolución, nos muestra la proyección o apariencia superficial (anatomía superficial) y topográfica cuando se utilizan los planos cortantes.

Descripción anatómica

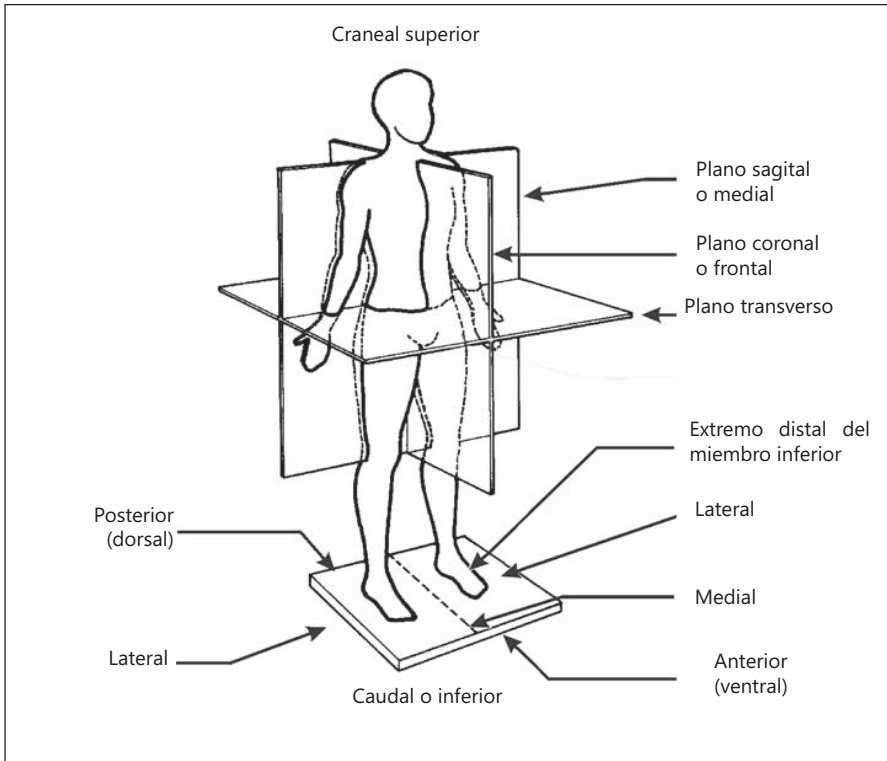
Para efectos de la descripción anatómica, el cuerpo humano se considera en posición vertical erguida. Esta se refiere a lo que está adelante del cuerpo como: anterior; detrás: posterior; afuera o lateral: externo; adentro: interno o medial; y para las posiciones extremas: arriba y abajo (fig. 6).

La descripción anatómica utiliza comparaciones geométricas como: prisma, cilindro, cubo, de cara y de ángulo, de circunferencia, de diámetro, etc. Sin embargo, más que estas denominaciones lo que cuenta es la orientación en el espacio materializada por los cortes que seccionan al cuerpo humano en sentido vertical, horizontal y oblicuo.

Los planos cortantes que considera la anatomía son:

- Mediano sagital, vertical anteroposterior que divide al cuerpo en dos partes iguales.
- Frontal, vertical pero perpendicular al sagital.

Figura 6. Planos cortantes en el cuerpo y términos referentes a posición y dirección



- Sagitales, paralelos al mediano sagital.
- Transversales u horizontales son perpendiculares al eje vertical del cuerpo.
- Los oblicuos guardan un ángulo diferente a 90 grados con respecto al eje longitudinal del cuerpo o miembro, son los menos utilizados y más artificiales.

Todos y cada uno de los cortes presentan dos caras: superior o inferior, derecha o izquierda, anterior o posterior.

Algunos términos generales *descriptivos de la anatomía humana*

- *Posición anatómica*: se considera el cuerpo de pie erguido, mirando al frente, con los brazos paralelos al eje de gravedad del cuerpo, con las palmas de las manos hacia adelante y juntos los miembros inferiores. No es una postura funcional.

- *Posición normal o fundamental:* cuerpo erguido, con los brazos colgando a lo largo del tronco, las palmas de las manos mirando al cuerpo, los pies guardan un ángulo de apertura entre ellos de 30 a 40 grados a partir del eje de gravedad para aumentar la estabilidad; parte posterior del tronco, hombros y pecho algo encorvados; puede considerarse como la postura funcional.
- *Profundidad:* es una dimensión que se toma desde el eje central del cuerpo o del eje de alguna de sus partes.

En todo órgano, a la parte que queda más cerca del plano medio se le llama interna; la que queda más lejos externa, la que mira adelante hacia el observador, anterior; la que mira hacia atrás, posterior; la que mira arriba, superior; y la que mira abajo, inferior. Los términos interior y exterior se reservan para los órganos huecos: interior por dentro y exterior por fuera.

- *Superficial:* se refiere a la ubicación de las partes externas del cuerpo.
- *Distal y proximal:* extremos relativos de los miembros o sus partes. El extremo proximal del miembro superior, por ejemplo, es el hombro y la mano es el distal. El codo es el proximal del antebrazo y la muñeca el distal del mismo.
- *Eje de gravedad:* visto el cuerpo lateralmente en posición normal, es la línea que pasa por la apófisis mastoidea en el cráneo y el acetábulo de la pelvis en la cadera y por la cara anterior de la articulación de la rodilla y el tobillo.

El cuerpo humano anatómicamente no es simétrico. Unos órganos se hallan ubicados a derecha o izquierda, así el hígado a la derecha y el bazo a la izquierda; numerosos órganos son impares. Se considera simétrico un órgano impar cuando ambas partes laterales son iguales.

ANTROPOMETRÍA

La antropometría dimensiona las partes anatómicas. Esta disciplina se ocupa de las dimensiones físicas y proporciones del cuerpo humano (fig. 7).

El acotamiento corporal es el que nos permite apreciar en tres dimensiones al hombre, tanto en sus partes como en su conjunto (fig. 8). Esta medición antropométrica se realiza en cada individuo integrante de un grupo poblacional en estudio; las resultantes cuantitativas de las mediciones son ordenadas en las tabulaciones y desarrolladas en histogramas biométricos. El grupo en estudio tiene características propias y diferentes a los grupos aledaños y como está en continua evolución, sufre cambios con la época en que se realice la investigación. Esto hace obligatoria la aplicación inmediata de los

Figura 7. Medidas anatómicas generales

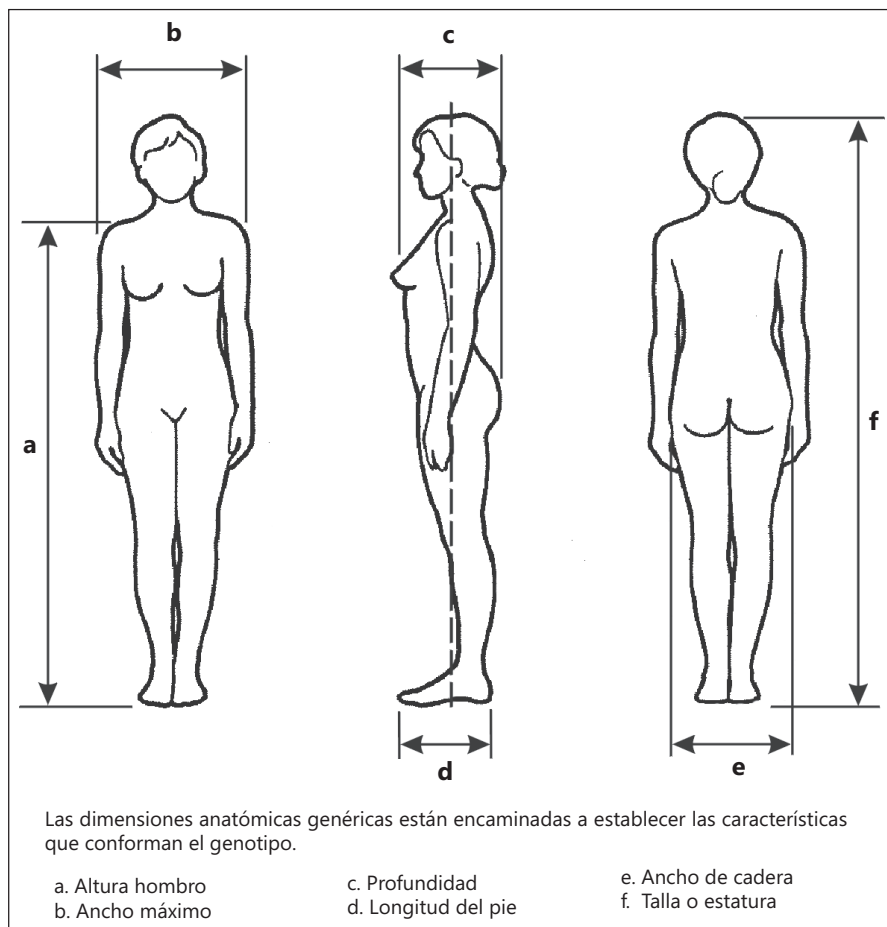
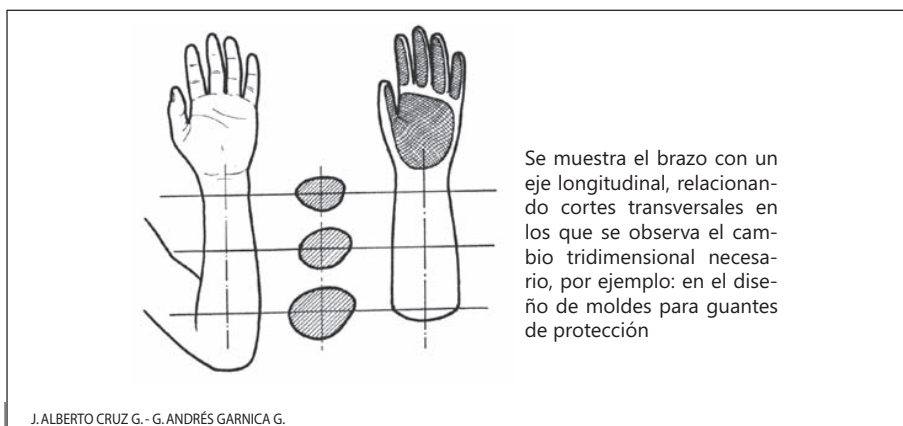


Figura 8. Resolución volumétrica



resultados del estudio para el momento, lugar geográfico y grupo en observación; de lo contrario, los parámetros conseguidos perderán vigencia de utilización.

La dimensión antropométrica carece de aplicación posterior, puesto que registra la medida del individuo en un momento específico de su evolución y depende de la variabilidad física que es una constante en las distintas etapas de desarrollo del ser humano, debido a la edad, sexo, dieta, cultura, actividad laboral, recreativa, etc., que modifican sus particularidades somáticas e involucran factores fisiológicos y psicosociales (fig. 9).

Muchas tablas publicadas en libros y folletos muestran las dimensiones *promedio*, para ser usadas como parámetros; estos promedios involucran un porcentaje bajo de la población en estudio y dejan por fuera la mayor porción de usuarios. De lo anterior deducimos que los promedios no pueden ser usados como cifras de trabajo en un proyecto de diseño, sino la franja presentada por la *desviación estándar*, comprendida entre los puntos de inflexión mínimo y máximo del *histograma*; o uno de los puntos de inflexión (*Cálculo del histograma*, pág. 62). Para la altura de un asiento se toma el *punto mínimo de inflexión* y para la altura de la puerta de un submarino el *punto máximo de inflexión*, mientras que para el asiento de un automóvil se utiliza la *amplitud de variación*.

Figura 9. Somatotipos

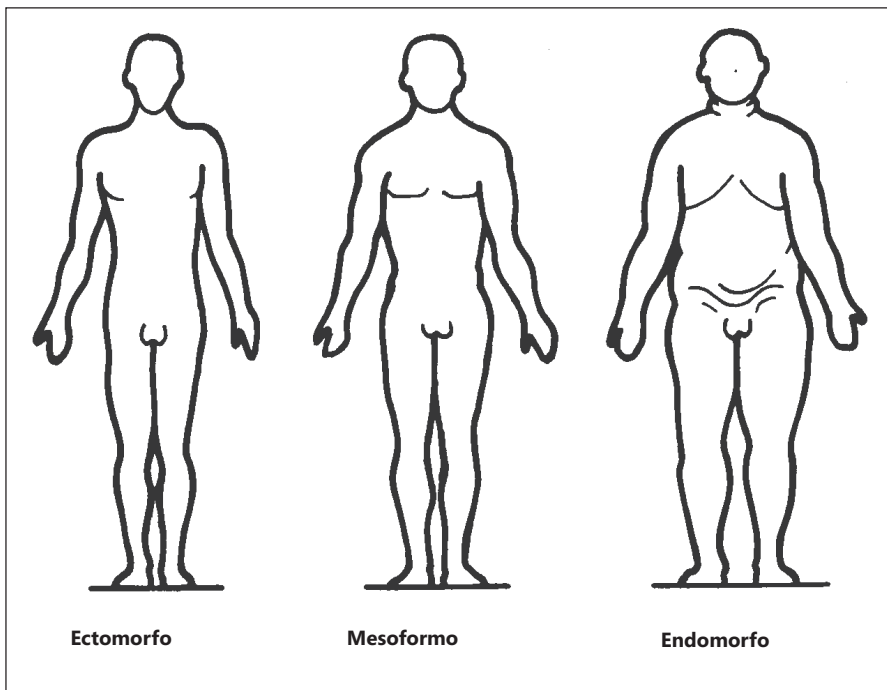
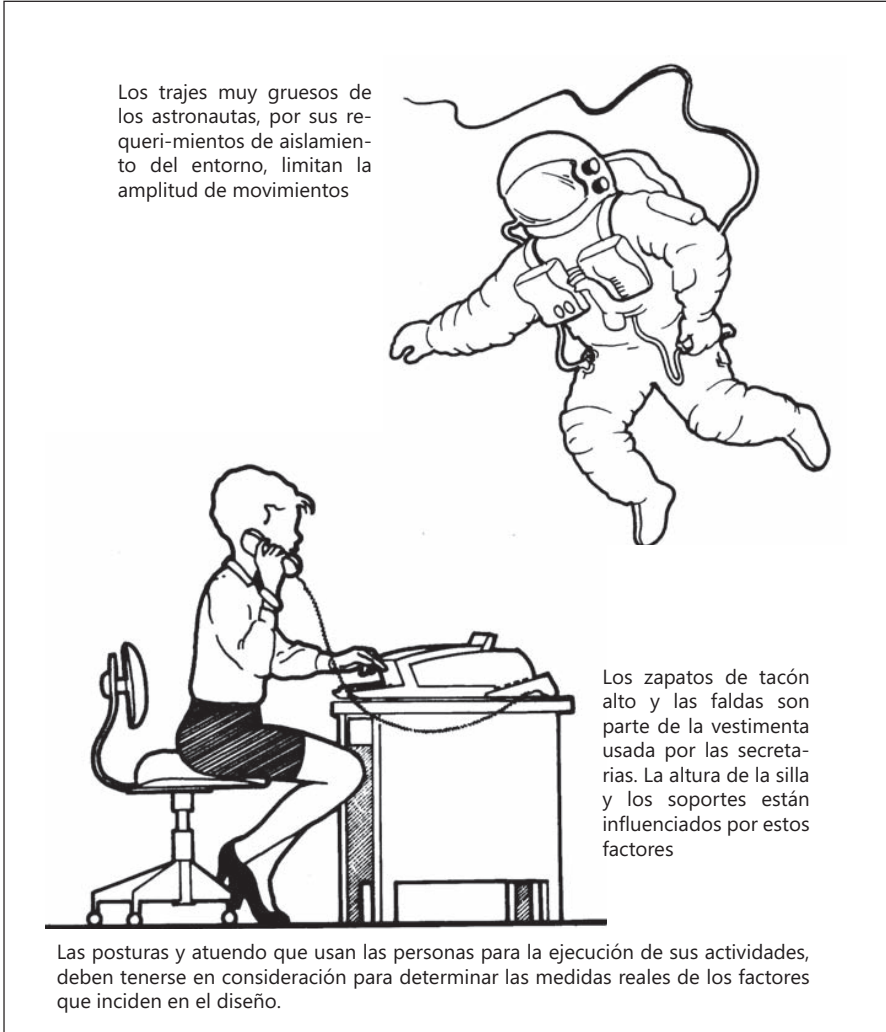
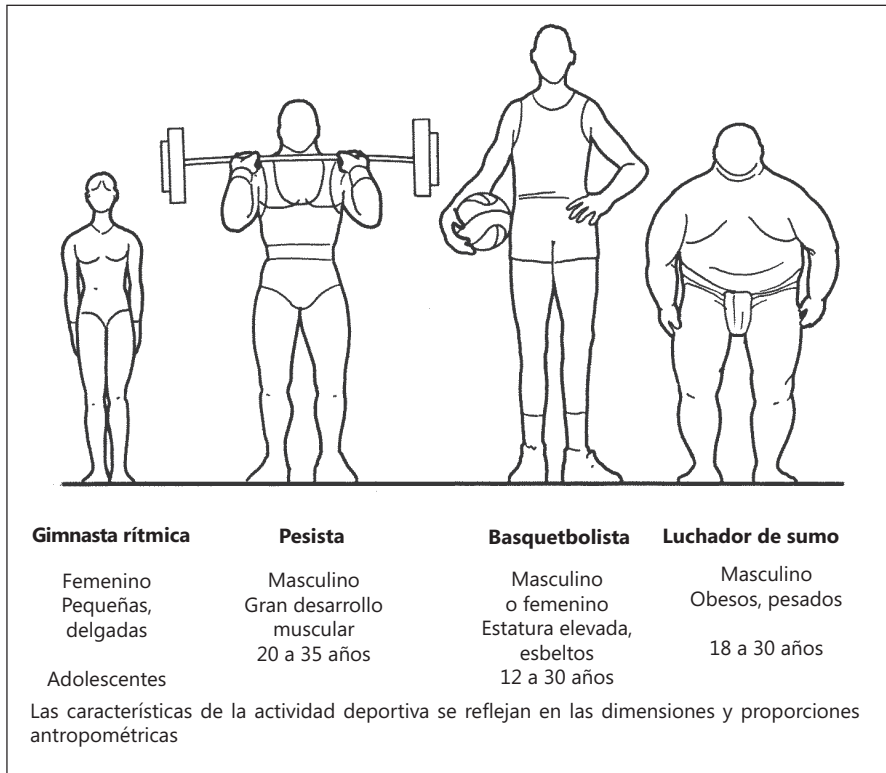


Figura 10. Factores que inciden en el diseño



Las dimensiones deberán ser tomadas de acuerdo con las condiciones propias de la actividad en que se va a desempeñar la acción. Ropas o implementos característicos de la actividad que se va a desarrollar con el objeto, deben tenerse en cuenta para la obtención de los parámetros (fig. 10). Cuando se van a determinar la dimensiones de una silla para secretaria, la altura del asiento se tomará con los zapatos de tacón alto, que son parte del atuendo profesional.

La diferencia de dimensiones corporales dentro de una misma población es consecuencia de las disparidades genéticas que hace el genotipo; éste sumado a las características psicossociológicas que influyen en el individuo desde su nacimiento, es llamado fenotipo.

Figura 11. Diferentes dimensiones corporales

El genotipo y fenotipo se evidencian en todo estudio dimensional y establecen la individualidad antropométrica, expresada en tablas y gráficas; se señalan como principales variables: sexo, edad, ocupación, localización geográfica, *status* y aspectos culturales.

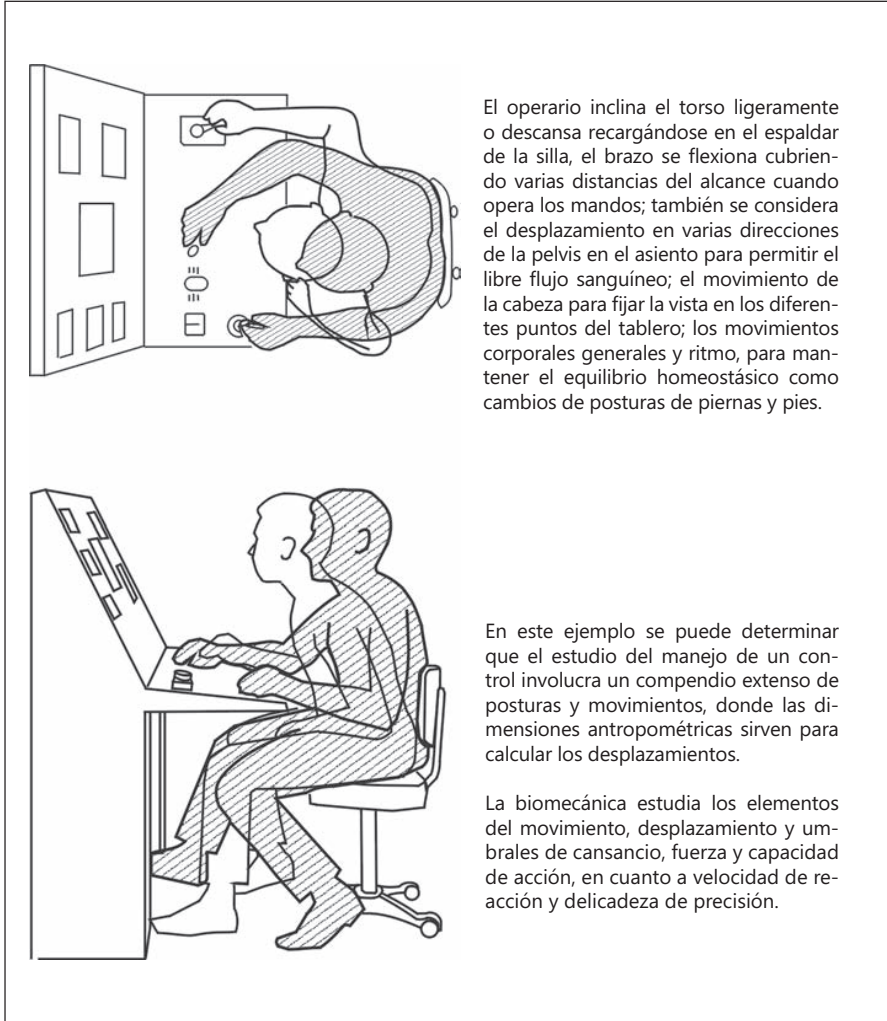
La ocupación es un ejemplo de variabilidad antropométrica: basquetbolistas, niñas gimnastas rítmicas, pesistas, luchadores de sumo, etc., muestran diferencias típicas (fig. 11).

Si se realiza el estudio ergonómico de una cabina de camión, éste mostrará diferencias con la cabina de un automóvil que generalmente está ocupada por personas con un rango social y estatura mayores al de los conductores de camión.

Dimensiones antropométricas

Las dimensiones que se toman en un estudio antropométrico están determinadas por las variables predominantes de la actividad en análisis. Consecuentemente, la movilidad postural del sujeto en su accionar resuelve cuáles deberán ser las dimensiones

Figura 12. Movilidad postural - Dimensiones antropométricas



El operario inclina el torso ligeramente o descansa recargándose en el espaldar de la silla, el brazo se flexiona cubriendo varias distancias del alcance cuando opera los mandos; también se considera el desplazamiento en varias direcciones de la pelvis en el asiento para permitir el libre flujo sanguíneo; el movimiento de la cabeza para fijar la vista en los diferentes puntos del tablero; los movimientos corporales generales y ritmo, para mantener el equilibrio homeostático como cambios de posturas de piernas y pies.

En este ejemplo se puede determinar que el estudio del manejo de un control involucra un compendio extenso de posturas y movimientos, donde las dimensiones antropométricas sirven para calcular los desplazamientos.

La biomecánica estudia los elementos del movimiento, desplazamiento y umbrales de cansancio, fuerza y capacidad de acción, en cuanto a velocidad de reacción y delicadeza de precisión.

involucradas. Estas dimensiones estáticas de la secuencia del movimiento permiten elaborar tablas con información procesable biométricamente (fig. 12).

La fiabilidad de los datos aportados por la antropometría es resultante de la escogencia de la muestra, que debe ser representativa del grupo en estudio. Estudios ya elaborados como los encontrados en las tablas, compendios libros de antropometría para actividades y espacios, son fuentes tomadas sobre grupos de personas civiles o militares que han tenido cambios por la evolución propia del género humano. Estas tablas sólo pueden servir como ejemplo para desarrollar los estudios de antropometría concernientes al reconocimiento del problema específico.

Medición antropométrica

La antropometría para llevar a cabo sus mediciones utiliza instrumentos, entre otros:

Escalas métricas, goniómetro, antropómetro, calibrador de piel plegada, calibrador de deslizamiento, cinta métrica, compás, tabla osteométrica, palatómetro, orbitómetro, carta de colores para cabello, carta de colores para ojos, báscula y muchos otros instrumentos diseñados a propósito del estudio dimensional del hombre.

En la mayoría de casos no es posible conseguir el aparato apropiado, lo que obliga al diseño y fabricación del instrumento (Fig. 13)

Figura 13. Dimensionamiento antropométrico por fotografía



FUNCIONALES

Motivaciones e impulsos

Los motivos que incitan a las personas a ejecutar acciones que las impulsen a satisfacer sus necesidades, oscilan entre impulsos básicos como son el hambre alimentaria y sexual, hasta otros psicossociológicos derivados de un complicado sistema social de relaciones interpersonales, que establecen motivaciones complejas, producto de un proceso de aprendizaje individual. La amistad, el prestigio y el éxito, son algunos ejemplos de estas motivaciones.

Clasificación de los motivos

Primarios, que no dependen del aprendizaje y surgen en el transcurso de la maduración, y *secundarios*, consecuencia del aprendizaje, que incluyen los temores inculcados y la mayoría de las motivaciones sociales. La característica de los impulsos primarios no son resultado del aprendizaje, sino de los fines que los satisfacen y los mecanismos de conducta correlativa que desarrollan.

Los primarios se dividen en impulsos *fisiológicos* y *generales*. Los *impulsos fisiológicos* son el resultado de una necesidad interna. Los *impulsos generales* son independientes de las necesidades fisiológicas o del aprendizaje y serán tratados en el capítulo quinto de este libro.

Necesidades biológicas

Todo ser viviente está sujeto al ambiente que lo rodea. El aire que respiramos nos mantiene en dependencia con el entorno, en todo momento necesitamos de aire y podemos sobrevivir sólo unos minutos sin él. Y así mismo todas las necesidades biológicas son causantes de un mecanismo de reposición para mantener el equilibrio fisiológico; así, cuando aparece la necesidad biológica de mantener el cuerpo con las suficientes proteínas, grasas, azúcares, vitaminas y minerales, el organismo humano desarrolla una conducta cuyo objetivo es reducir esta necesidad.

Consecuentemente con lo anterior se puede decir que las necesidades de supervivencia del hombre están divididas en:

1. Mantener el equilibrio fisiológico interno, que puede ser alterado por los agentes físicos del medio ambiente y a los cuales debe adaptarse.

Estas necesidades son: oxígeno, equilibrio térmico, luz solar, control de sonido y vibración, entre otros, y los llamados *impulsos generales*.

2. Las necesidades biológicas más destacadas que exigen el mantenimiento del metabolismo energético, son: agua y alimento, eliminación de desechos, impulso sexual, sueño y descanso, mantener la posición normal, actividad, movimiento y ritmo.

Toda necesidad genera un impulso que lleva a una conducta y esta a su vez tiende a reducir o suprimir las condiciones que le dieron origen. A las consecuencias psicológicas de afirmación de las necesidades corporales las llamamos impulsos.

Homeostasia (según Cannon, 1932), es la tendencia del cuerpo a mantener el equilibrio de las condiciones fisiológicas internas, como mecanismo para la preservación de la vida.

Las necesidades fisiológicas son motores poderosos que generan conductas psicossociológicas complejas, pero el motivo inicial, que es la necesidad primaria, permanece invariable aunque el hombre haya conseguido logros espectaculares. Los astronautas seguirán necesitando del oxígeno, la comida, bebida y la eliminación de sus desechos. Las cápsulas y los trajes que usan deberán tener las posibilidades de satisfacer estas necesidades.

Los impulsos fisiológicos son activados por los estímulos sensoriales, tisulares, hormonales y pueden ser múltiples o desconocidos dependiendo del caso.

Estímulos

Se llama *estímulo* a cualquier cambio de energía que activa órganos sensoriales. De todas las formas de energía física que existen en el mundo, nuestros órganos son sensibles –limitadamente, a algunas– e insensibles por completo a otras. El ojo, por ejemplo, responde solamente a una pequeña parte del espectro electromagnético total, y el oído responde únicamente a un rango limitado de vibraciones del aire, en tanto que los rayos cósmicos y las ondas de radio no activan directamente a los órganos de los sentidos, aunque sí los alteran.

Hay seis clases de estímulos que activan a nuestros receptores: *mecánicos*, *térmicos*, *luminosos*, *acústicos*, *químicos* y *eléctricos*. Todas estas formas de cambio de energía deben considerarse como información potencial para el organismo, y los órganos de los sentidos han de entenderse como informadores. El ojo, la piel, la parte auditiva y recepción vestibular del oído interno proporcionan información espacial principalmente, pero también de tiempo. El oído es especialmente agudo para efectuar distinciones temporales. Los sentidos químicos –el olfato y el gusto–, tienen poco que ver con el espacio o el tiempo y nos hablan sobre todo de la composición de las materias en que se sustenta la vida, de la bebida y de los alimentos. Las restantes formas de sensibilidad están dirigidas a la captación de acontecimientos internos, de hechos que tienen lugar en el aparato digestivo

y en los músculos (cuadro 2, *Modalidades sensoriales principales y órganos de los sentidos*).

Llamamos *sensación* a la impresión que recibimos por medio de los sentidos. Las sensaciones pueden describirse en términos de sus dimensiones: cualidad, intensidad, extensión y duración. La cualidad nos dice lo "que es", la intensidad "cuán fuerte es", la extensión "cuán grande" y la duración "cuán prolongada" es la impresión sensorial.

En todas las formas de la sensibilidad se observa al fenómeno del *umbral*. Para cada vía sensorial existe una magnitud del estímulo, pequeño pero mensurable, por debajo de la cual no hay sensación, llamado *umbral mínimo absoluto*, y por encima se aprecian los diversos brillos, volúmenes de sonido, intensidades de presión, etc. También existe el *umbral máximo absoluto* que es la magnitud máxima soportable; por encima de ésta se produce daño fisiológico. Muchos factores tanto internos como externos respecto del organismo de las distintas personas, varían de acuerdo con el momento en que se sucede la estimulación, la atención, el estado anímico, experiencias previas, etc., que afectan el tamaño de este umbral absoluto. Por lo tanto, los valores del umbral absoluto son cifras inestables.

Necesidades fisiológicas

En la búsqueda de la mejor satisfacción de sus necesidades fisiológicas el hombre ha ideado (inventado) artefactos y elementos cada vez más complejos. Las necesidades fisiológicas son fuentes del diseño; la ergonomía estudia y concluye los parámetros que sirven de soporte para el diseño de los productos que solucionan estas necesidades. Un ejemplo de esto, son todos los artefactos y elementos que sirven para solucionar la necesidad de comer y beber: desde el arado, siembra y recolección con máquinas especializadas; el almacenamiento y preservación en refrigeradores; la preparación de alimentos por licuadoras y ayudantes de cocina, luego su cocción en ollas, estufas y hornos; los elementos de servicio en la mesa como platos, tazas y cubiertos, la mesa y sillas de comedor: todo lo anterior requiere de artefactos, que deben ser diseñados con parámetros ergonómicos.

Las necesidades fisiológicas que deben considerarse son aquellas que tengan incidencia en el *estudio particularizado*. Las listadas a continuación no cubren la totalidad, pero son las más importantes:

Necesidad de oxígeno

Como se refirió al principio, el hombre requiere respirar aire continuamente y la falta por algunos minutos es causa de su deceso. También se debe anotar que el enrarecimiento del aire –como sucede en las alturas– cambia la conducta normal

de las personas: aparecen síntomas de deficiencia de coordinación muscular, pérdida de la memoria y una sensación de euforia que minimiza la apreciación de la grave situación en que se encuentra; se sabe del fin trágico de montañistas y aeronautas por esta sintomatología. Cuando en un recinto cerrado, caliente (+ de 22 °C), como podría ser el ambiente de una sala de clase sin aire acondicionado, los participantes sentirán un adormecimiento por la reducción del nivel del oxígeno. Cuando ocurre un incendio, la presencia de gases nocivos (monóxido de carbono) en el medio ambiente son detectados por el organismo a través del olfato y la dificultad de respirar, lo que motiva la acción de desalojo del lugar.

Alimentos y agua

Para mantener el metabolismo en un nivel normal se debe sostener el nivel de agua, reponiendo la cantidad perdida en función de la temperatura y humedad ambiente. La excreción de los riñones y la evaporación en el proceso de transpiración y respiración, se recupera bebiendo. Los tejidos biológicos exigen las cantidades de proteínas, grasas y azúcares para generar la energía necesaria en la normal actividad del ser vivo; las vitaminas y minerales para mantener los procesos de crecimiento; los carbohidratos que son fuente de las calorías. Cuando falta cualquiera de estos elementos, se siente hambre, que en este caso es la causa del "impulso".

El organismo no solamente regula cuándo y cuánto se debe comer, sino que también selecciona el alimento que viene a suplir la deficiencia específica, ya sean proteínas, carbohidratos, vitaminas o minerales. Los niños con deficiencia de calcio, escarban las paredes de las casas o comen tierra, como mecanismo de consecución del mineral faltante. Este mecanismo selectivo se va deteriorando con la evolución social del individuo, por ingestión continuada de comidas muy elaboradas y abundantes.

Eliminación de desechos

La necesidad biológica de suplir de alimento al tejido orgánico es responsable de producir la eliminación de los productos finales del proceso digestivo. La evacuación del exceso de líquidos por la micción y de los sólidos por la defecación, constituyen necesidades que en los primeros meses de vida son naturales pero modificadas por conductas aprendidas que nos llevan a escoger el momento y lugar de la excreción (fig. 14).

Necesidad de rehuir al mal olor

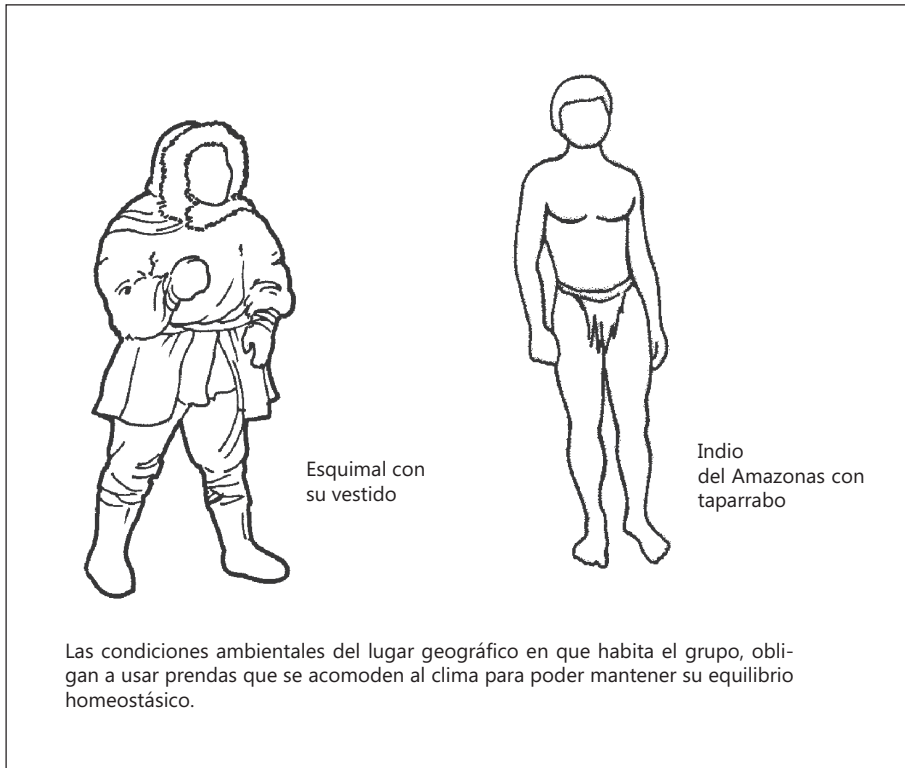
Que a veces se hace insoportable, nos indica que debemos alejarnos del lugar que contiene microorganismos que nos podrían infectar.

Figura 14. Eliminación de desechos



Control de temperatura

El hombre requiere mantener una temperatura interior de aproximadamente 37°C; este nivel se afecta por la temperatura ambiente. El control homeostático, hace que las personas se quiten prendas, busquen lugares frescos, la sombra, o el aire acondicionado cuando sienten calor; se cubran con cobijas abrigadas, vestidos térmicos o se acerquen a fogatas cuando es frío lo que sienten. La temperatura normal ambiente para que una persona se sienta comfortable, difiere notablemente debido al clima donde acostumbra vivir. Alguien que viva en la zona tropical en temperatura que fluctúa entre los 18 y 20°C, cuando llega a lugares de tempera-

Figura 15. Adaptación a la temperatura ambiental

tura de 13°C sentirá un frío molesto, o bien un calor sofocante para las personas que llegan a climas cálidos provenientes de climas fríos. La determinación de frío o calor, corresponde a la comparación habitual de la zona en que habita el grupo en particular (fig. 15).

Impulso sexual

La necesidad de procrear para la supervivencia de la especie posee una significación especial y conduce a una motivación de intensidad muy fuerte. La motivación y el mecanismo de satisfacción será consecuencia de las hormonas sexuales y de los hábitos adquiridos mediante el aprendizaje. Las hormonas influyen en los caracteres sexuales, pero es en la conducta sexual en la que tienen mayor injerencia el aprendizaje, los hábitos y la experiencia.

Las diferencias fisiológicas con respecto al sexo y la edad son notables; influyen anatómicamente el comportamiento de eliminación de desechos, la capacidad muscular y postura, la tendencia a actividades relativas a la maternidad en un

período de gestación y cuidados del niño en la infancia, entre otras. También son importantes las diferencias fisiológicas por la edad, que tienen una gran importancia sobre todo en la actividad. En la medida en que el hombre o mujer avanza en edad tiende a una menor actividad, esto mismo ocurre en el interés sexual u otros motivos. La causa, probablemente está en los procesos somáticos.

La *edad fisiológica* varía en cada persona, hay quienes a pesar de tener avanzada edad conservan su aparato fisiológico en la misma condición de otros que cronológicamente están veinte o más años atrás. Al definir el grupo se considera este aspecto.

El sueño

Es el impulso fisiológico que nos lleva al descanso y reposición de la energía y el equilibrio orgánico. No se sabe sobre el mecanismo del sueño pero se ha pensado que está controlado por los centros nerviosos cerebrales.

El sueño vigilia es un estado de somnolencia que permite a la persona descansar, pero sus sentidos permanecen alerta para cualquier peligro o señal que considere importante para despertar completamente.

Descanso

Tenemos que tomar una actitud de descanso para permitir la reposición de nuestras fuerzas disminuidas; después de un período de actividad se llega a la fatiga y es cuando el organismo necesita reposo. Dentro de los mecanismos de reposo están los de acostarse, sentarse o tomar posiciones de descanso que son características culturales por imitación. (ver figura 42).

Movimiento

Los seres humanos se mantienen en movimiento sin una razón aparente, pero esto es una necesidad fisiológica; si observamos a las personas, podemos ver que continuamente mueven las manos, la cabeza o diferentes partes del cuerpo sin razón aparente: esto es una necesidad de todo el sistema biológico motor, involucra el sistema nervioso, músculos y tendones. El desarrollo motor del niño exige un alto nivel de actividad, mientras que en los ancianos el metabolismo es más lento, lo cual hace que los movimientos exijan menor esfuerzo y mayor período entre movimientos.

Posición

Las posiciones erguida o sedente son las más usuales, aprendidas o no, son utilizadas para desplazamiento, descanso y actividad; son notablemente diferentes en los ancianos, niños o mayores; como también por etnia y región geográfica. Cuando se adopta una posición insólita, como cabeza abajo, la acumulación de sangre en la cabeza así como la distorsión perceptual, causan malestar.

Cambio de postura en la posición sedente

Para evitar la congestión circulatoria y mantener el metabolismo, debemos cambiar constantemente de postura. Cuando se permanece mucho tiempo en una posición estática, estando parado, sentado o acostado, se siente incomodidad; entonces cambiamos de posición para permitir el libre flujo sanguíneo del músculo oprimido y evitar calambres (fig. 16).

Figura 16. Silla ortopédica

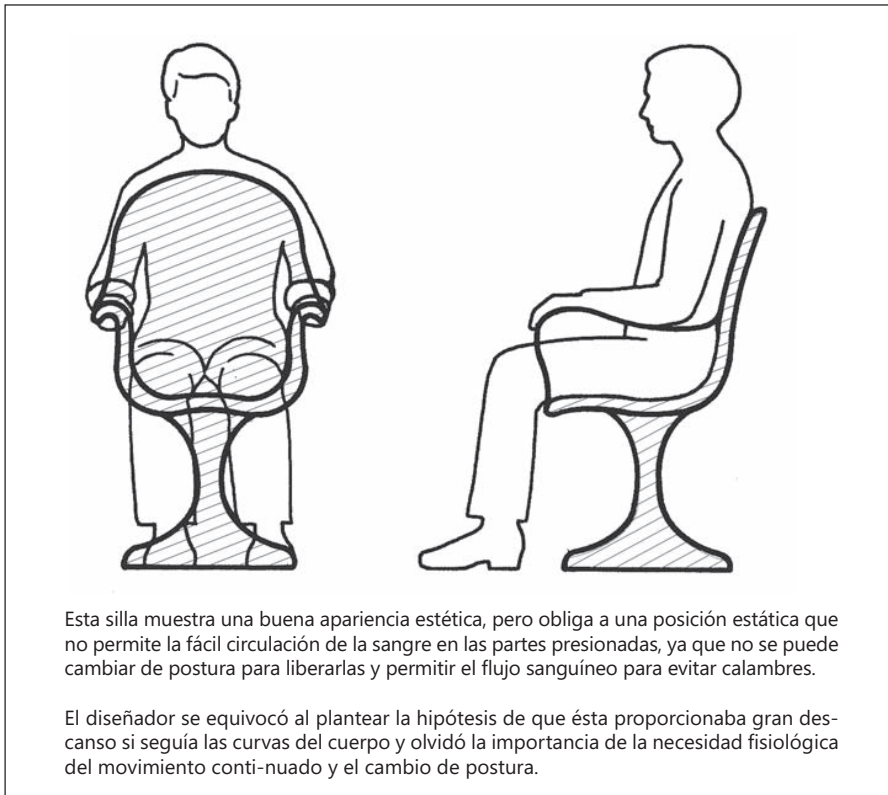
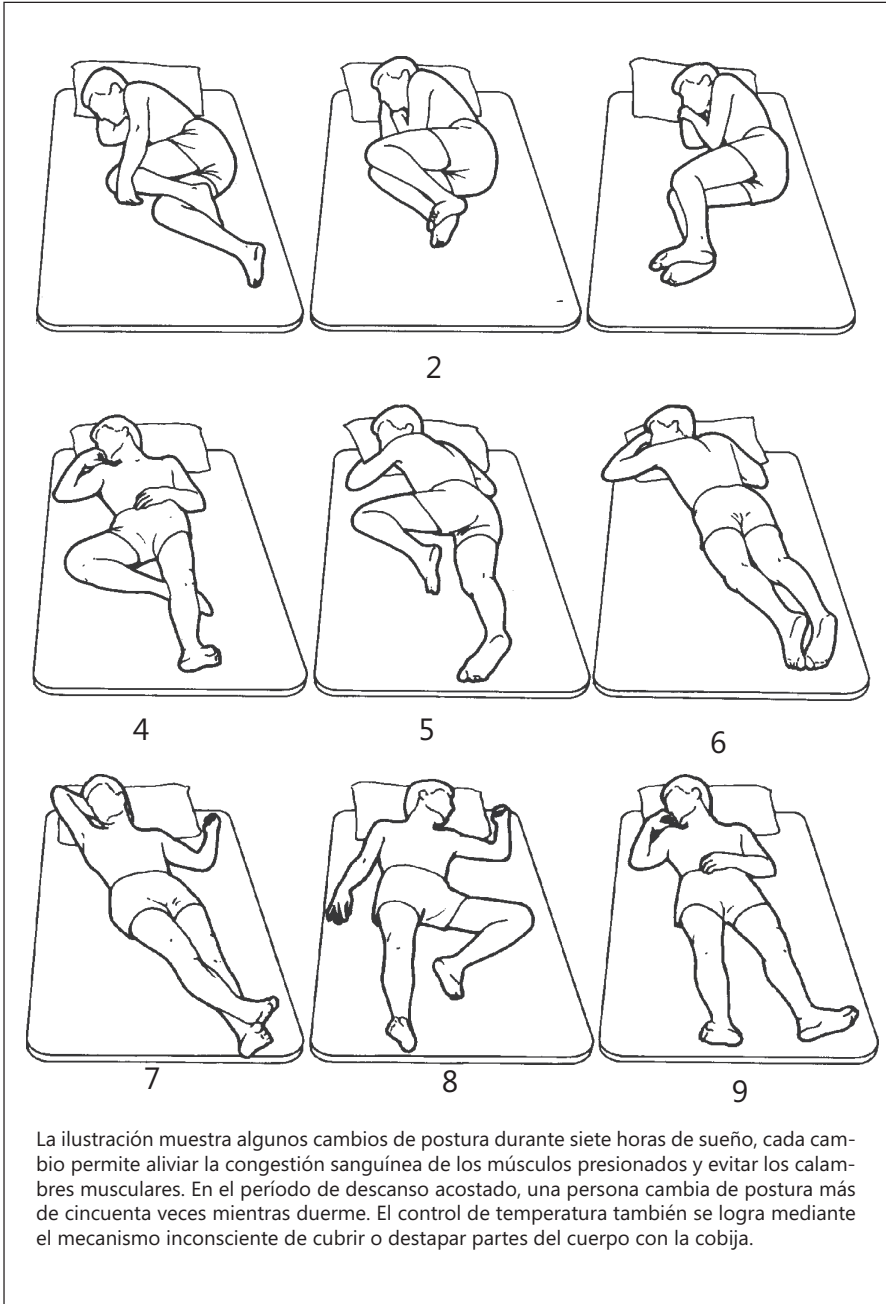


Figura 17. Cambios de postura durante el sueño



La ilustración muestra algunos cambios de postura durante siete horas de sueño, cada cambio permite aliviar la congestión sanguínea de los músculos presionados y evitar los calambres musculares. En el período de descanso acostado, una persona cambia de postura más de cincuenta veces mientras duerme. El control de temperatura también se logra mediante el mecanismo inconsciente de cubrir o destapar partes del cuerpo con la cobija.

En el sueño la persona cambia de postura de cincuenta a setenta veces durante ocho horas regulares. Estos movimientos también sirven para mantener el equilibrio térmico. La transpiración, el jadeo, el tiritar o el destapar inconscientemente todo o parte del cuerpo, son mecanismos de ajuste a los cambios de temperatura ambiental (fig. 17).

Ritmo

Se considera como la actividad o necesidad de movimiento no repetitivo que permite a cada uno de los músculos trabajar en períodos regulares de tiempo para mantener el equilibrio homeostático. Es parte de la necesidad de movimiento y deberá ser tenido en cuenta en el diseño de consolas de control o máquinas de accionamiento repetitivo.

Necesidad de supresión del dolor y rasquiña

Para determinar cuál es la causa que produce el dolor, debemos observar los estímulos que lo originan: el pinchazo de una aguja, un golpe, el exceso de sonido, electricidad, etc.; pero la gran cantidad de factores componentes hacen difícil expresarlos en términos físicos. Si aplicamos calor radiante a una parte de la piel, en primera instancia sentiremos calor, pero si se aumenta en intensidad comenzaremos a sentir dolor. El organismo avisa que debe suprimirse esa sensación para evitar lesiones tisulares. La rasquiña significa también un mecanismo de defensa de menor intensidad que el dolor.

Luz solar

Necesitamos la luz del sol que trae los rayos ultravioleta e infrarrojos, entre otros, y sirve para mantener la vida. La luz solar es la responsable del principio de la vida: la evolución desde los aminoácidos hasta los vertebrados fue posible gracias a ella. La producción de la vitamina D necesaria para el metabolismo del calcio y la descomposición en la piel de la bilirrubina para prevenir la ictericia es consecuencia de los rayos solares.

Supresión de ruidos molestos o dañosos

Ya se vio como el ruido estimula el oído y se define como el “sonido no deseado” porque causa una sensación desagradable cuando se escucha. Los parámetros de medida son la frecuencia y la intensidad. La exposición del oído a un ruido ambiente intenso y continuado causa sordera, razón por la cual los obreros en fábricas ruidosas usan tapaoídos para prevenirla. El cambio de umbral puede ser solamente temporal y depende del tiempo e intensidad de exposición al ruido. La supresión absoluta del sonido es uno de los más molestos de los aislamientos sensoriales.

Supresión de vibración o electromagnetismo molestos o dañosos

Es el movimiento oscilatorio rápido que produce un cuerpo al desplazarse circular o linealmente. Como el sonido se mide por su intensidad y frecuencia, la percepción de la vibración se hace por medio de los órganos exorreceptores de la piel; sin embargo pueden afectar, si son muy fuertes, los órganos vestibulares del oído o células cerebrales. La disonancia afecta en diferentes frecuencias al cuerpo humano: sabemos que una frecuencia induce a ampliar la movilidad de una estructura, si la vibración es igual a la frecuencia de vibración de la estructura; como el cuerpo humano está compuesto de diferentes órganos, huesos, músculos, sangre, masa encefálica, etc., por lo tanto, una parte del cuerpo puede ser activada por una vibración que podría causarle daño siempre que la intensidad y duración sean lo suficientemente fuertes para la persona en particular.

Muchos aparatos electrodomésticos pueden producir, y de hecho producen ondas electromagnéticas de luz, sonido o vibración, que dependiendo de su intensidad y duración, afectan los órganos que responden al tipo de señal emitida por estos aparatos. Algunas veces sentimos malestar, intranquilidad o agresividad, sin entender por qué sucede: es por causa de alguna fuente productora de ondas ultrasonoras o electromagnéticas, que estando por debajo o encima de nuestros umbrales perceptivos, no poseemos los órganos sensores con capacidad sensitiva para captar estas manifestaciones de energía, pero que sí nos afectan. La irradiación de rayos X, lo mismo que el campo electromagnético de un conductor eléctrico, son ejemplos de esta agresión.

Algunos resultados fisiológicos a estos fenómenos, son: el cansancio visual y mental por ondas lumínicas producidas por tubos de neón; la vibración o ultrasonido imperceptible del motor de una máquina hace irascible al operario; la agresividad de un grupo numeroso de jóvenes asistentes a un concierto por el ritmo de tambor persistente y cercano al período del pulso del corazón; o bien, el malestar cerebral producido por una onda ultrasonora, cuya fuente es un radio receptor o aparato de sonido que la emite. El malestar sentido es el aviso para que nos alejemos de ese lugar, o suprimamos la fuente, aunque no podamos discernir qué es lo que nos está produciendo esta desagradable sensación.

ADAPTACIÓN DEL INDIVIDUO AL MEDIO AMBIENTE

La adaptación del individuo al medio ambiente es la capacidad del ser humano para sobrevivir en regiones de condiciones ambientales adversas o muy difíciles; está condicionada a la acomodación fisiológica, que funciona en rangos bastante amplios. Ejemplo: esquimales o beduinos. Sería muy difícil sobrevivir si el organismo trabajara demandando solamente condiciones ideales.

Esta conducta está sujeta a modificaciones tanto fisiológicas como psicológicas. El hombre aprende a adaptarse al ambiente en que vive y transferir este aprendizaje a nuevas situaciones para acomodarse a un medio que cambia constantemente.

Esta capacidad de acomodación permite que el individuo se adapte a la zona geográfica con todas sus condiciones ambientales de temperatura, humedad, altura sobre el nivel del mar, período solar y todos los factores propios de la combinación de lugar geográfico y geológico, como: productos vegetales y animales para la dieta del *grupo social*; todo esto afecta su aparato fisiológico impartándole características anatómicas propias cuando el período de permanencia es suficientemente largo, como es el caso de los grupos étnicos (fig. 18).

Figura 18. Adaptación del individuo al medio ambiente



BIOMECÁNICA

Concepto de biomecánica

La biomecánica estudia el funcionamiento mecánico de los seres vivos y busca la explicación física de los fenómenos vitales. El interés por el estudio del movimiento del cuerpo humano nace de la necesidad de reconocer los rangos de capacidad de alcance, fuerza, velocidad y fatiga; además de las limitaciones de direcciones de movi-

Figura 19. Movimiento rectilíneo

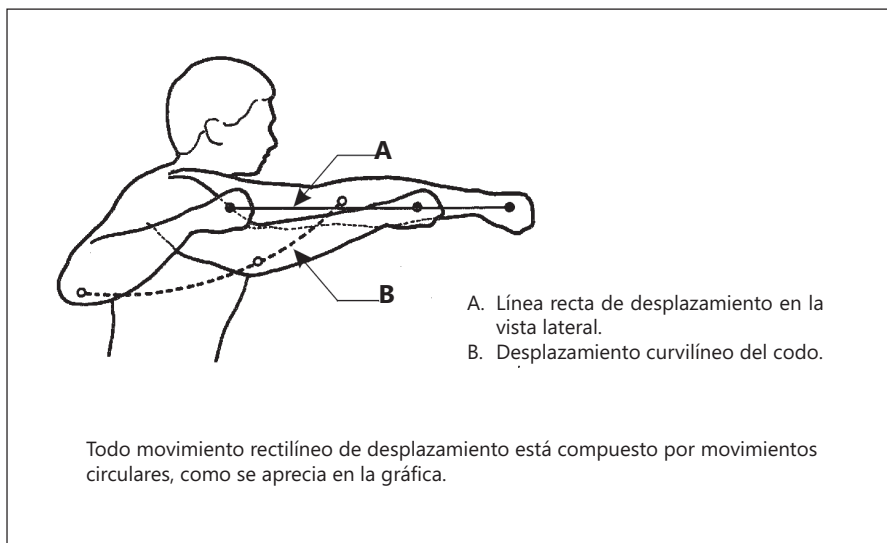
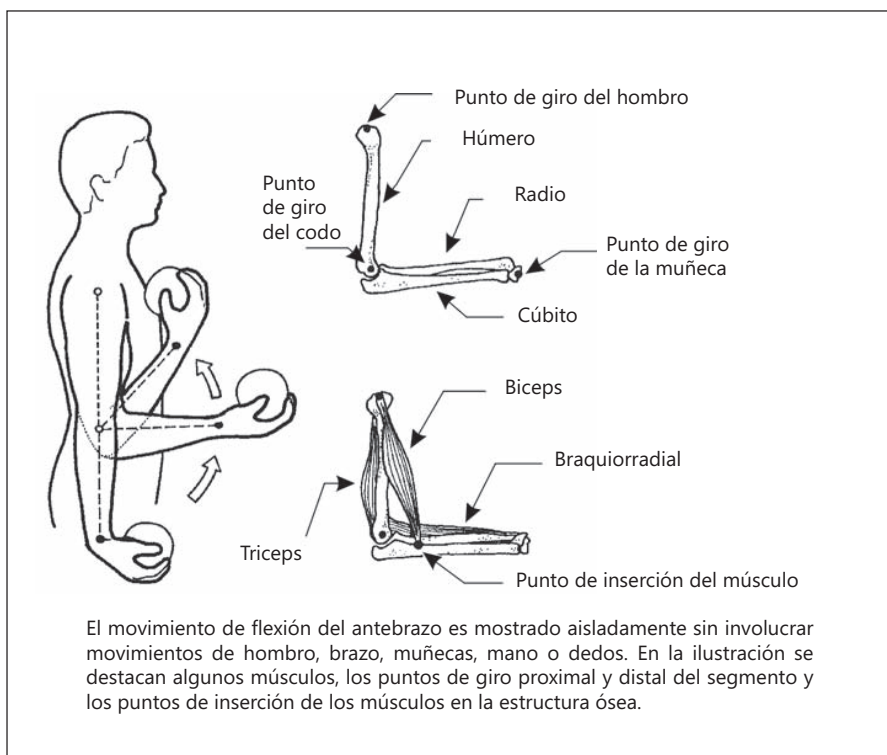


Figura 20. Movimiento de un segmento (flexión)



miento angulares y de rotación, en una actividad específica de un grupo en estudio. Debe recordarse que estas cifras varían dependiendo de las diferencias anatómicas a consecuencia de factores tales como: edad, sexo, raza, fenotipo, ocupación, clase de ejercicio, posición del cuerpo; si lleva ropa y elementos de protección: máscaras, delantales, gafas, cascos, botas, guantes, e instrumentos propios de la actividad, o se encuentra desnudo, etc. La biomecánica es el estudio científico de índole estructural y fisiológico del comportamiento mecanoquímico del cuerpo en los seres vivos al realizar una acción. Este estudio puede ejecutarse en el laboratorio; sin embargo, muchas acciones deben ser observadas en el entorno propio de su condición. Por la observación y análisis, la biomecánica investiga los estados dinámicos consecutivos del cuerpo y de sus partes, de un accionar voluntario o involuntario, como una serie de reacciones musculares coordinadas e interdependientes.

La estructura corporal del hombre le proporciona la posibilidad de realizar una amplia gama de movimientos, simultáneamente y en múltiples direcciones, por la acción coherente de sus segmentos.

La estructura ósea, muscular, las articulaciones le facultan para realizar rotaciones, extensiones, elevaciones, inclinaciones, flexiones, abducciones y aducciones, entre otros, que logran el trabajo mecánico necesario para realizar las más diversas tareas.

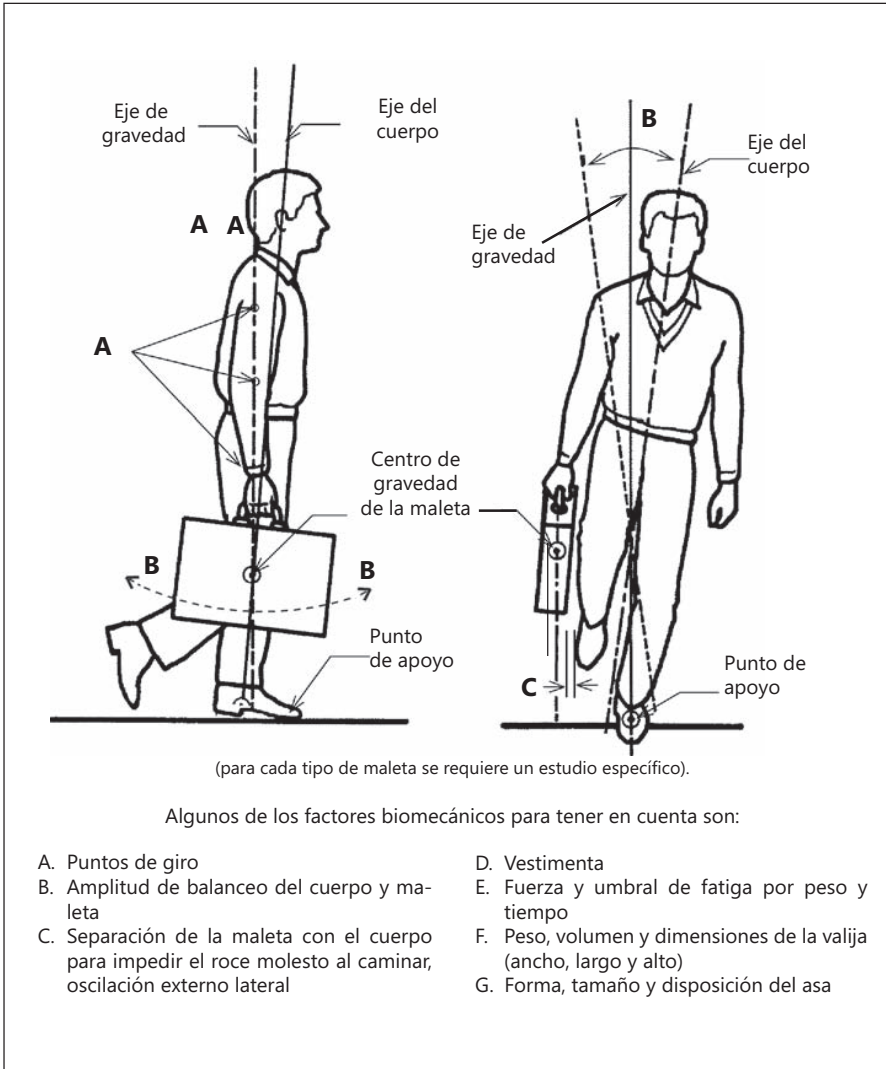
Es indispensable reconocer que "todo movimiento es rotacional, aún en el caso en que un segmento se esté desplazando en línea recta, este movimiento es consecuencia de la rotación de dos o más segmentos". El tronco puede ascender o descender en línea recta, en un eje perpendicular al piso, esto es consecuencia de la rotación combinada de los segmentos: muslo, pierna y pie (fig. 19).

El dimensionamiento de la energía necesaria para ejecutar un movimiento o combinación, es necesario para establecer el rango de aguante y los umbrales. Su estudio requiere de la contribución de disciplinas tales como: biofísica, anatomía, antropometría, física, mecánica, fisiología. Estas aportan datos en relación con capacidades, comportamientos, propiedades, relaciones mecánicas y reacciones a condiciones ambientales de diversa índole.

La biomecánica permite entender el funcionamiento de los sistemas móviles del cuerpo, propiedades de los músculos y esqueleto, la fuente de energía, potencias desarrolladas, esfuerzos, etc., en un entorno. Ejemplo de esto es el trabajo mecánico desarrollado por los músculos esqueléticos del brazo, cuando se accionan para elevar un peso (fig. 20).

Se utiliza la biomecánica para establecer las condiciones de trabajo que afectan al operario en cuanto a la parte fisiológica, cualificando y cuantificando las capacidades y sus efectos; estos incluyen los provocados por el entorno (fig. 21).

Figura 21. Análisis biomecánico para el diseño de una valija



La capacidad muscular

Es el dimensionamiento de la fuerza y aguante de un individuo cuando realiza una actividad. La fuerza se refiere al peso que puede levantar el individuo violando la ley de la gravedad, la presión que puede lograr con manos y brazos, el empuje o tracción, y el aguante al tiempo que puede mantenerse ejerciendo esta fuerza o movimiento. Tanto en la fuerza como en el aguante se pueden medir los umbrales en tiempo y en kilogrametros.

Velocidad de reacción y acción

Una persona recibe un estímulo sensorial, razona una decisión y envía a sus músculos una orden de acción. El proceso completo requiere de un tiempo que es mensurable. La velocidad determinada de este proceso nos sirve para saber si una máquina puede ser manejada dentro de la capacidad de reacción de un grupo. Esta velocidad es variable: entre mayor sea el período de actuación, por el cansancio y las condiciones del entorno es más lenta. Deben considerarse todos los factores posibles que intervengan en la operación en estudio.

Recursos de estudio, por:

- Fotografía, incluso la estereoscópica.
- Películas (cinematográfico) o el video.
- Simulación en computador.
- Radiografía.
- Electromiografía, entre otros.

BIOMETRÍA

La *biometría* procesa de manera coherente los datos obtenidos por la antropometría y la biomecánica, aplicando métodos estadísticos y matemáticos al estudio biológico de los seres vivos. Es una ciencia extensa, pero en lo que atañe a la ergonomía, está limitada al estudio de los fenómenos que provean resultados aplicables a un proyecto de diseño.

Cuando se observa una tabulación ordenada de dimensiones antropométricas o biomecánicas de una población, tales como talla, umbrales de capacidad auditiva, visual, resistencia a un esfuerzo muscular, se muestran cifras variables: ningún individuo es igual a otro de su grupo, las dimensiones son distintas de una persona a otra y a primera vista, no permiten una interpretación aplicable.

Las características reconocibles de la vida son: la diversidad y el cambio. En la mayoría de los casos, un rasgo biológico muestra tendencias semejantes en sus valores y sus frecuencias similares revelan un principio de organización. Si para un rasgo, un valor se repite en un grupo de manera similar, es probable que esté representado con la misma amplitud de variación en un grupo análogo. De lo anterior se colige que la frecuencia de un valor nos está informando de su "probabilidad de aparición", considerada como variable aleatoria, que puede ser manejada como un fenómeno estadístico.

Algunas veces se acumulan cifras que no muestran regularidad o tendencia y de las que no se puede obtener ninguna información práctica o que arrojan conclusiones inexactas, en muchos casos es consecuencia de la escogencia indebida de la *muestra*.

Extensión de aparición, es el intervalo de frecuencia de aparición de un fenómeno biológico. Este alcance oscila entre los límites de *máximo* y *mínimo* su extensión constituye la *amplitud de variación* y conforman la porción más representativa del grupo; el diseñador debe usar para su trabajo las cifras de la amplitud de variación.

Modo, es el valor que se repite con mas frecuencia y *media*, es la medida aritmética. Modo y media son parámetros de posición que muestran la tendencia central.

La *media aritmética* es el valor de medida que se consigue sumando todos los valores y dividiéndolos por el número de ellos. La media es un dato útil pero insuficiente; es fácil de calcular, pero el deseo de expresar en un número único un fenómeno complejo, conduce al riesgo de dejar por fuera del uso del artefacto a un crecido grupo de personas que se encuentran alejadas de la *media*.

Se debe tener en cuenta que a los lados de la media, existe una dispersión, que constituye la mencionada *amplitud de variación*.

La aplicación de la biometría sirve para encontrar datos manejables y aplicables, obtenidos del elevado número de variables propias de cada factor en una actividad específica, dentro de un grupo social. Así, se puede reconocer y considerar rasgos tales como: temperaturas corporales, velocidad de reflejos, frecuencias cardíacas, potencias musculares, tiempos de ejecución de una tarea, fatiga; estaturas y alcance y otros dimensionamientos del cuerpo humano. También tiene aplicación para factores sensoriales: la vista, oído etc.; y aspectos psicosociológicos como cansancio mental, miedos...

La manera de determinar matemáticamente la *amplitud de variación*, para concluir con los parámetros de diseño, se logra por medio de una gráfica llamada histograma, donde se procesan matemáticamente los datos obtenidos. La abscisa muestra los valores sucesivos del rasgo en estudio y la ordenada la frecuencia de aparición de cada valor. Tomando como ejemplo la talla de un *grupo en estudio* (cuadro 1), se observa en el cuadro que entre más se desvía una talla de la media, menor será su frecuencia de aparición: los gigantes o enanos no son los más comunes. El histograma nos muestra que de un aparente desorden de datos, existe una organización (gráfica 1).

Cuadro 1. Modelo de tabulación

a	b	c	d b x c	e c x d	f
156	2	-12	-24	288	2
57	1	-11	-11	121	3
58	4	-10	-40	400	4
59	6	-9	-54	486	6
160	8	-8	-64	512	7
61	6	-7	-42	294	9
62	9	-6	-54	324	11
63	6	-5	-30	150	13
64	13	-4	-52	208	15
65	16	-3	-48	144	18
66	15	-2	-30	60	21
67	22	-1	-32	22	22
68	20	0	-471		
69	21	1	21	21	22
170	17	2	34	68	21
71	14	3	42	126	18
72	16	4	64	256	16
73	8	5	40	200	13
74	10	6	60	360	10
75	6	7	42	294	8
76	6	8	48	384	6
77	5	9	45	405	4
78	1	10	10	100	3
79	4	11	44	484	2
180	2	12	24	288	1
			474		
	N.C.= 238		$\Sigma = 3$	$\Sigma = 5.995$	

Columnas

- a. Valores sucesivos del rasgo en estudio. Se colocan en la abscisa.
- b. Frecuencia de aparición de los casos observados. Al final de la columna el total de frecuencias, igual al total de casos observados.
- c. Desviación en relación con la media provisional.
- d. Producto de la frecuencia por la desviación; y las sumatorias de los productos negativos y de los positivos.
- e. Producto de las desviaciones por los valores de **d**; sumatoria.
- f. La frecuencia ideal sin las asperezas accidentales, debidas a un reducido número de observaciones. Se leen de la curva ya confeccionada.

Cálculo del histograma

La media provisional (media aritmética):

Suma de los extremos dividida por dos.

c = Desviación desde la media provisional.

$$\frac{156 + 180}{2} = 168$$

Números sucesivos iniciando desde la media provisional que se considera 0 (cero). Las cifras sucesivas hacia la medida descendente son de valor negativo. Los números sucesivos hacia la medida ascendente son valores positivos.

d = Producto de la frecuencia por la desviación ($b \times c$). Además contiene las sumatorias de los productos negativos y positivos.

e = Producto de las desviaciones por las frecuencias ($c \times d$).

– Sumatoria de los productos negativos y positivos de e (suma algebraica).
 $474 - 471 = 3$

• **Media de las desviaciones (MD)**. Es igual al producto de la suma algebraica de las desviaciones dividido por el número de casos observados.

$$\frac{\sum d}{N.C} = \frac{3}{238} = 0,013$$

• **Media verdadera (MV)** Es igual a la media provisional sumada a la media de las desviaciones.

$$MV = MP + 0,013 = 168,013$$

• **Media del cuadrado de las desviaciones.** Es igual a la sumatoria de **e** dividida por la sumatoria de **b = N.C**

$$Me = \frac{5995}{\# \text{ de casos } 238} = 25,189$$

La sumatoria de las desviaciones se encuentra en la columna **e** y es igual a 5,995.

• **Cuadrado de la media de las desviaciones**

$$MD^2 = (0,013)^2 = 0,00017$$

La diferencia entre la media del cuadrado de las desviaciones y el cuadrado de la media de las desviaciones, es:

$$25,189 - 0,00017 = 25,1888$$

• **Desviación estándar (DS=δ)**. Es igual a la raíz cuadrada de la diferencia obtenida en el paso anterior.

$$DS (\delta) = \sqrt{25,1888} = 5,0188$$

• **Punto de inflexión mínimo (PImín)**. Es igual a la media verdadera (**MV**) menos la desviación estándar (**DS**):

$$168,013 - 5,0188 = 162,99$$

• **Punto de inflexión máximo (PImax)**. Es igual a la media verdadera (**MV**) más la desviación estándar (**DS**):

$$168,013 + 5,0188 = 173,03$$

• **Amplitud de variación o dispersión (D)**. Es igual a 2 veces δ

$$D = 2 \times 5,0188 = 10,0376$$

y es la zona localizada entre el punto de inflexión mínimo y máximo.

• **Porcentaje de la población considerada.** Es igual a la suma de valores de frecuencia incluidos en la Amplitud de Variación, dividido por el número total de frecuencias observadas

$$= \frac{(6+13+16+15+22+20+21+17+14+16+8)}{238} \times 100$$

$$= 70 \%$$

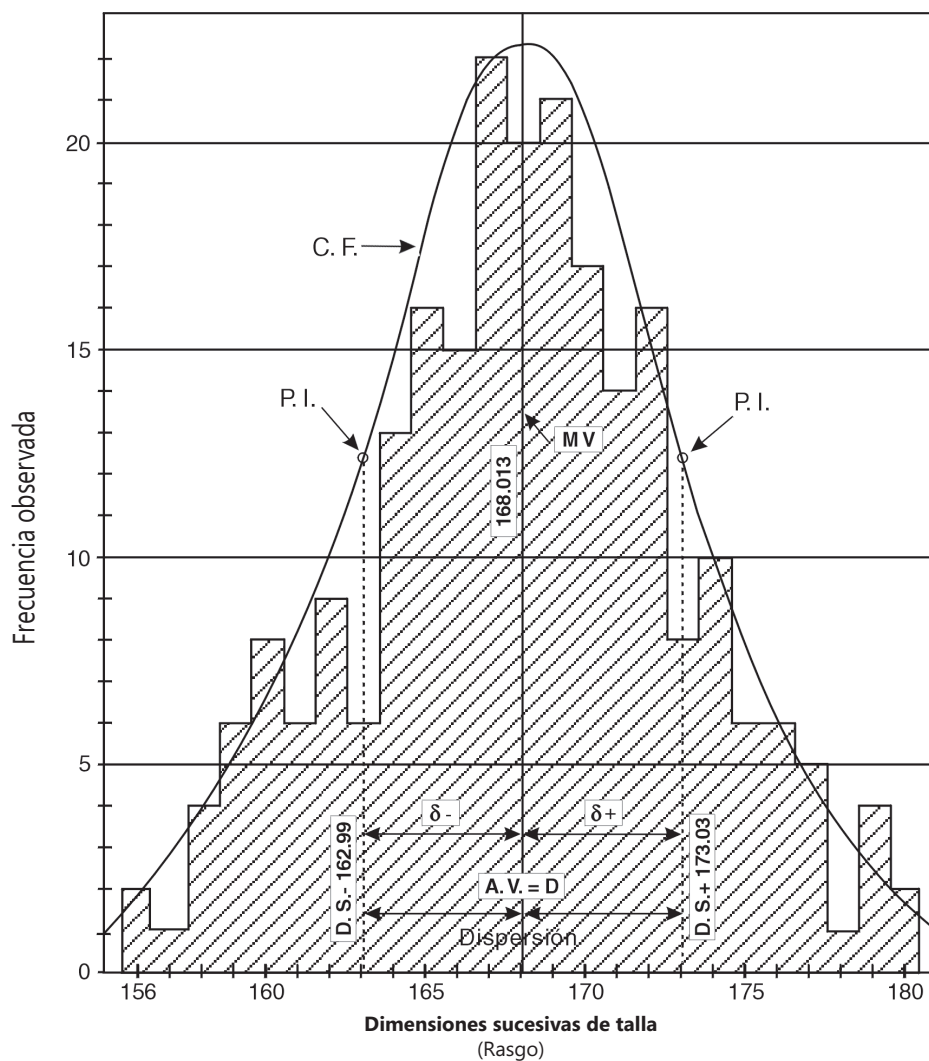
• **Error standard de la media =**

$$= \frac{\delta}{\sqrt{N.C}} = \frac{5,0188}{\sqrt{238}} = 0,3253$$

• **Coefficiente de variación relativa =**

$$= \delta \text{ dividida MV}$$

$$\frac{5,0188}{168,013} = 0,0298 = 3\%$$

Gráfica 1. Histograma

C.F.: Curva de frecuencia

M.: Media provisional

P.I.: Punto de inflexión

D.: Dispersión

D.S.: Desviación estándar (δ)N.C.: Número de casos
observados

M.V.: Media verdadera

A.V.: Amplitud de variación = Dispersión

 $\delta + \delta = A.V.$ D.S. positiva = $M + \delta$ D.S. negativa = $M - \delta$



capítulo **4**

PERCEPCIÓN

LOS ÓRGANOS SENSORIALES

La comunicación con el mundo que nos rodea es posible gracias a nuestros órganos sensoriales, que nos permiten reconocer e interpretar los fenómenos físicos del entorno.

Los aspectos de aprendizaje y condicionamiento de la conducta llegan y se acopian en el cerebro a través de los canales sensoriales que nos transmiten información de tiempo, espacio, forma, etc. La vista nos sirve para enterarnos de los hechos espaciales y obtener el conocimiento humano transmitido mediante la lectura; el oído nos permite captar lo temporal, nos hace posible la comunicación oral y la localización espacial (fig. 22). El resto de canales sensoriales nos informan de todos los aspectos físicos complementarios para tener un panorama completo de lo que sucede a nuestro alrededor e interior por medio de la percepción (cuadro 2).

LA COMUNICACIÓN CELULAR

Para que el organismo pluricelular humano pueda sobrevivir y funcionar eficazmente, es necesario que todas las células que componen su organismo actúen coordinadamente, esta coordinación requiere de transferencia de información entre células pertenecientes a partes del organismo que se encuentran alejadas.

Son dos las maneras de comunicación celular: el *sistema endocrino* y el *sistema nervioso*.

El sistema endocrino funciona por medio de células que secretan hormonas las cuales son transportadas por el torrente sanguíneo para alcanzar todas las zonas del cuerpo; cuando llegan a su destino hacen contacto con células que responden específicamente a ese tipo de estímulo.

El sistema nervioso está compuesto por una fina red de prolongaciones nerviosas que establecen comunicación intercelular por medio de la secreción de sustancias neurotransmisoras, que activan eléctrica y químicamente la célula receptora.

Ambos sistemas requieren de la acción de hormonas mensajeras que son secretadas por la célula emisora y se desplazan hasta entrar en contacto con la superficie de la célula receptora, para modificarle su actividad eléctrica o química.

Cuadro 2. Modalidades sensoriales principales y los órganos de los sentidos

Forma sensorial	Órgano sensitivo	Forma de energía	Clasificación	
			Receptor	Sentidos
Visión	Ojo	Lumínica	Teleceptor	Sentidos Espaciales
Audición	Oído	Acústica		
Olfato	Mucosa olfativa	Química		
Gusto	Yemas gustativas	Química		
Aceleración circular	Canales semicirculares	Mecánica y gravedad	Interoceptores	
Aceleración lineal	Utriculo			
Dolor	Terminaciones nerviosas desnudas	Todas	Exteroceptores	Sentidos cutáneos
Tacto	Corpúsc. Meissner, etc.	Mecánica		
Calor	Órganos de Ruffini	Térmica		
Frío	Bulbos de Krause	Mecánica		
Presión	Corpúsculos de Paccini	Mecánica	Propioceptores	
Estiramiento muscular	Órgano de golgi Husos musculares	Mecanoquímica		
Posición de las articulaciones	Terminaciones nerviosas de las articulaciones	Mecanoquímica	Interoceptores	Sentidos viscerales
Presión arterial	Pared del seno carotideo y del arco aórtico	Mecánica		
Presión venosa -central-	Paredes de las grandes venas, aurículas	Mecánica		
Insuflación de los pulmones	terminaciones vagales en el parenquima pulmonar	Mecánica		
Temperatura de la sangre en la cabeza	Células hipotalámicas	Térmica		
Presión parcial De O ₂ (PO ₂)	Cuerpos carotídeo y aórtico	Mecanoquímica		
pH del LCR	Receptáculo. Superficial. Ventral del bulbo raquídeo	Mecanoquímica		
Presión osmótica del plasma	Receptáculo. En hipotálamo anterior	Mecanoquímica		
Diferencia arteriovenosa en la glucosa sanguínea	Células del hipotálamo (glucostatatos)	Mecanoquímica		

FISIOLOGÍA SENSORIAL

El proceso arriba descrito se aplica para los receptores sensoriales. Cada receptor de los sentidos está especializado para convertir una forma de energía en potenciales de acción. Cada uno a su vez, tiene una vía hacia el cerebro de la sensación percibida. Las diferencias de intensidad de una sensación dada son obtenidas de dos maneras: por cambios de frecuencia en los potenciales de acción en los nervios sensitivos y por variación en el número de receptores activados.

Los estímulos

Son cambios energéticos producidos por los fenómenos físicos que nos rodean. Cada uno de nuestros receptores responde a un tipo determinado de energía. El gusto y el olfato captan la energía química; los órganos del calor y el frío perciben la energía térmica; el tacto y el dolor reaccionan a la energía mecánica, eléctrica y térmica; el oído recibe las ondas acústicas; y el sentido vestibular se activa por la energía mecánica, el ojo es impresionado por la energía lumínica. Nuestros receptores pueden captar solamente una franja restringida de energía. Los ojos solamente reaccionan ante la energía de las ondas electromagnéticas comprendidas en el espectro entre el ultravioleta y el infrarrojo; nuestro aparato auditivo capta las vibraciones sónicas que oscilan entre los veinte y veinte mil ciclos por segundo.

Percepción sensorial

Es el proceso de recepción, transporte, discriminación de los estímulos e interpretación de sus significados; es el enlace entre los procesos sensoriales y el razonamiento que decide la conducta a seguir (fig. 22).

Existe diferencia entre lo que percibimos y la realidad exacta del mundo externo.

En el caso del ejemplo **a** (fig. 23), podemos medir con una escala la longitud y constatar la ilusión de diferencia. Establecer la verdad es posible cuando contamos con instrumentos de verificación. Los aparatos de verificación y medición nos sirven para confirmar nuestra percepción del mundo y evitarnos ilusiones y errores.

Los receptores cinestésicos y vestibulares

Los órganos sensoriales son los *receptores cinestésicos* de la vista, el oído, el gusto, el olfato y el tacto que conlleva el dolor presión y la temperatura; los músculos y tendones nos informan sobre la presión, movimiento y posición de los segmentos corporales en el espacio. Además, en el oído se encuentran los *receptores vestibulares*, que proporcionan la percepción de la fuerza de la gravedad y rotación de la cabeza.

Figura 22. Percepción sensorial

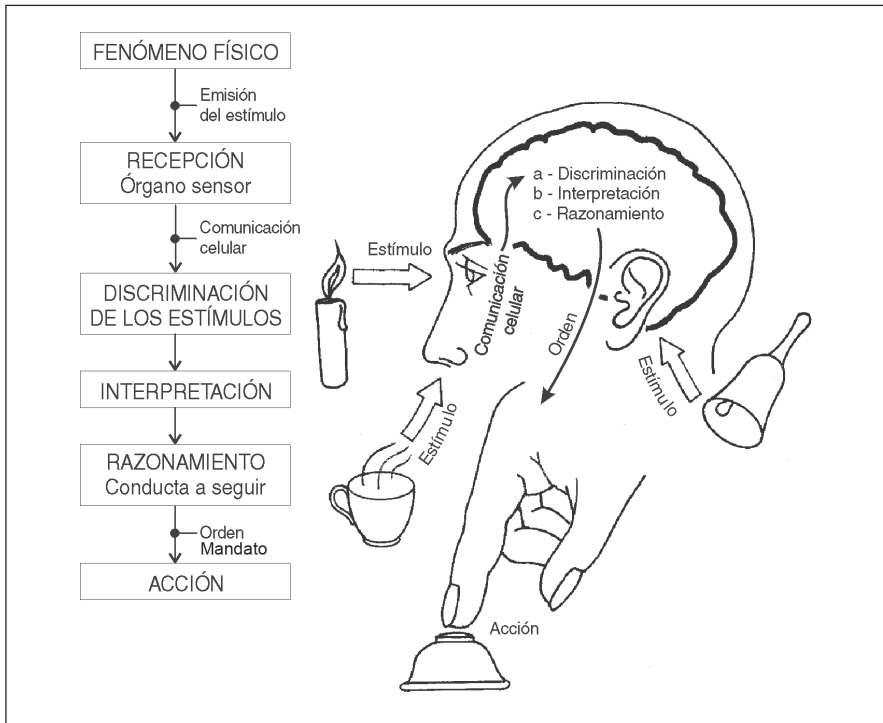


Figura 23. Ilusiones ópticas

a. La línea horizontal de la figura superior parece más larga que la inferior.

b. Las líneas horizontales no parecen tener la misma dimensión, al compararlas con diferente posición de las verticales.

c. Los cuadrados parecen de diferente tamaño.

d. El círculo interior de la derecha parece más grande que el exterior de la izquierda.

e. No parece un círculo perfecto.

Umbral de sensibilidad

La capacidad de un receptor para percibir la cantidad mínima de estímulo, está restringida al nivel de energía que lo pueda sensibilizar; esto se llama umbral de sensibilidad. Cada sentido tiene un *umbral mínimo absoluto* que es el mínimo perceptible y un *umbral máximo absoluto* que es la mayor intensidad soportable sin dañar o deteriorar el órgano sensorial.

Percepción inconsciente

Existen estímulos, que aun encontrándose por debajo del umbral consciente, son captados por las personas, recogidos en su subconsciente y causan efectos psicológicos; éstos son aprovechados por los publicistas para enviar mensajes ocultos, sin que el público, de una manera consciente, los capte. Este fenómeno es llamado *percepción subliminal*.

Selectividad perceptiva

La característica más relevante de la percepción es su naturaleza selectiva. Nuestros órganos sensoriales perciben una enorme cantidad de información simultáneamente, pero solamente una parte se distingue con cierto nivel de claridad; el resto permanece en la penumbra, esto nos demuestra que la atención obra discriminatoriamente en la percepción. Atendemos solamente los estímulos que nos interesan y les damos la importancia que se merecen, dentro de una escala de valores fluctuantes, dependiendo de la ocasión.

Discriminación sensorial

Cuando alguien pone atención, el oído puede percibir en un nivel más bajo de umbral mínimo que si estuviera descuidado.

Si algún sonido leve, asociado con peligro, aparece cuando el sujeto se encuentra distraído, inmediatamente el sentido se agudiza. En este momento el sentido está obrando como preventor de algún peligro. Otro aspecto, de esta misma índole es el del *foco y fondo* en la visión; en el *foco* la percepción es muy clara, rodeándolo las percepciones aparecen vagas o difusas, súbitamente cambian: lo que antes estaba en el fondo aparece con detalle, dejando el resto en la penumbra; estas variaciones suceden por nuestro deseo o conveniencia.

Estos cambios de la atención ocurren con una fluctuación continua que obedece a un orden dependiente de los factores externos e internos.

Factores sensoriales externos

Adaptación

Es muy importante si se tiene en cuenta que todos los órganos sensoriales terminan adaptándose a los estímulos. Entre más fuerte es la estimulación, mayor es la adaptación correspondiente. Algunos sentidos, como el del equilibrio, tienen una baja adaptación. Los sentidos del gusto y del olfato están entre los más adaptables. En la visión y audición cuando la estimulación es continua e invariable, da como resultado una acomodación que la aleja a un segundo plano, con una reducción en la brillantez de la visión y de volumen en la audición. En los sentidos cutáneos la adaptación al calor, al frío y a la presión se puede lograr fácilmente. Hay también una adaptación que se activa rápidamente cuando se reciben señales, que a juicio del mecanismo discriminatorio sean de carácter alarmante. El tiempo de transición varía: cuando aparece algo nuevo o un cambio notable en la intensidad de un estímulo –como es el caso del paso del ambiente iluminado de la luz día a la penumbra de una sala de cine– hay un tiempo de acomodación de uno a dos minutos dependiendo del individuo.

Una persona que tiene su dormitorio cercano a una estación de ferrocarril duerme tranquilamente con el ruido; si llegase a quedar en silencio se despertará sobresaltada. Las gentes que habitan en sitios cercanos a fábricas que producen mal olor, se habitúan a tal punto que no les molesta cuando ingieren sus comidas.

Intensidad

Cuanto más *intenso* sea un sonido, mayor será la atención que le prestamos. Esto mismo ocurre con los estímulos luminosos y sucede en los anuncios de la Guía Telefónica: entre más *grandes* llaman más la atención del lector. En general, entre dos estímulos el más intenso es el dominante.

Contraste

Existe una tendencia de adaptación a los estímulos que nos rodean. Al entrar a un restaurante, al principio oímos todos los sonidos como conversaciones, roce de cubiertos y todos los que son comunes en estos lugares, pero con una corta permanencia en este recinto, ya no los notamos. Pero si de pronto desaparece el ruido, lo que percibimos es el silencio. Manejando un automóvil, el sonido del motor se percibe solamente cuando éste falla. Podemos concluir que tanto el principio como el final de un estímulo llaman nuestra atención.

Repetición

Cuando oímos un sonido repetido, como el de una sirena, nos atrae la atención; una ráfaga de ametralladora llama más la atención que un disparo aislado. La repetición atrae la atención cuando el interés sobre un estímulo se desvanece. También, se aumenta la sensibilidad o estado de alerta ante un estímulo repetitivo.

Movimiento

Los seres humanos y el resto de los animales se sienten atraídos por las cosas en movimiento. Los propagandistas comerciales conocen esta circunstancia y la utilizan para hacer anuncios de neón creando la ilusión de movimiento.

Factores sensoriales internos

Motivaciones

Sabemos que lo de mayor preferencia para una persona es lo que más atrae su atención. Un ornitólogo que reconoce un campo junto con un geólogo se dará cuenta de las especies de pájaros que no observó el geólogo, pero el ornitólogo no percibirá las rocas que sí son de interés para el geólogo. En las propagandas de productos que no tienen que ver con el sexo, aparecen mujeres en breves trajes de baño, porque el impulso sexual es un atractivo poderoso para fijarse en el anuncio.

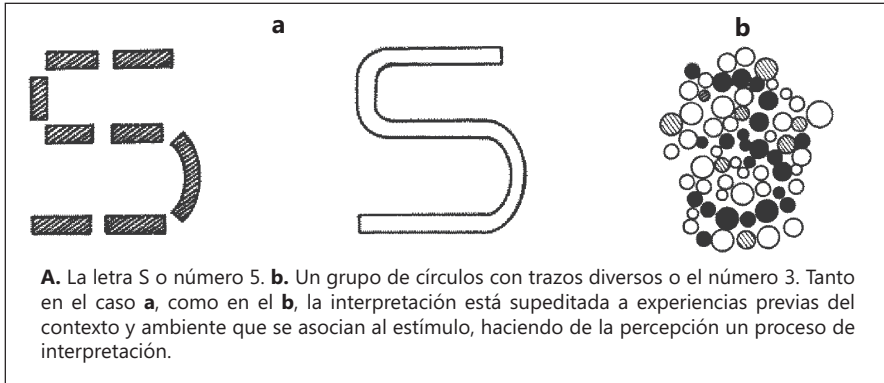
Disposición y expectación o estado de alerta

Sirve para seleccionar lo que se quiere percibir. La madre se despertará fácilmente con el llanto del bebé, mientras que el esposo, que no reaccionó por el llanto, sí se despertará bruscamente por un sonido extraño en la casa.

Interpretación perceptual

La percepción es el proceso de discriminación de los estímulos recibidos e interpretación de sus significados que no representan la realidad circundante, porque están influenciados por experiencias pasadas, que eliminan o añaden características y pueden ser distorsionadas por las interferencias. Las percepciones simultáneas de varios sentidos interactúan; lo que se oye afecta a lo que se ve; los impulsos de los sentidos musculares pueden alterar la percepción visual.

Las percepciones se modifican por la significación de un aprendizaje previo, hasta el grado en que percibimos lo que deseamos percibir.

Figura 24. Interpretación perceptual

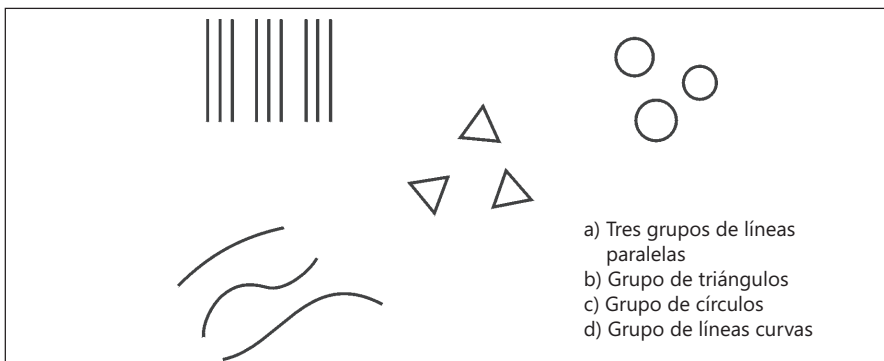
Percepción de los objetos

La percepción se desmembra en una cantidad enorme de factores que son objeto de estudio; citaremos algunos:

La estimulación visual no nos llega solamente como brillos o manchas de color, sino como objetos, cosas como sillas y mesas; en la estimulación auditiva los ruidos y los sonidos se estructuran en voces, melodías o el ruido de un auto en movimiento. En parte la identificación es consecuencia del aprendizaje, pero en su mayoría se trata de una propiedad intrínseca de los sentidos que estructuran en formas simples nuestras percepciones (fig. 24).

Agrupación

Inconscientemente tendemos a agrupar en estructuras de forma y aproximación como se puede ver en el siguiente ejemplo (fig. 25).

Figura 25. Agrupación

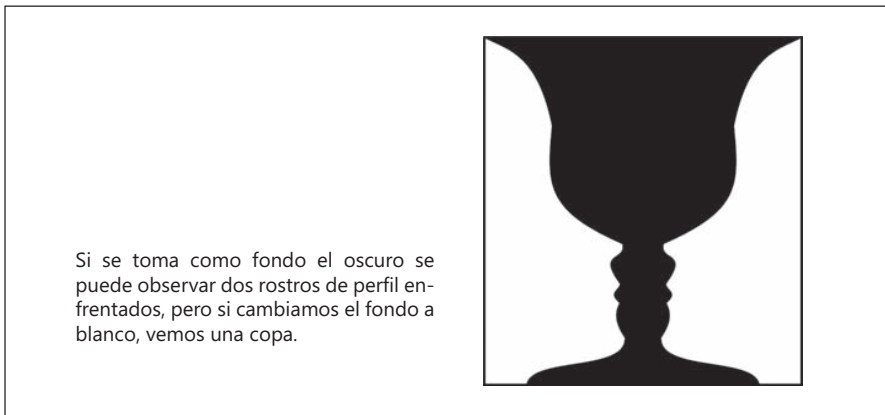
En los sonidos las agrupaciones de notas conforman una melodía.

Silueta-fondo

Existe una notoria tendencia a percibir de manera relevante la figura y dejar en un segundo plano de importancia el fondo; el compositor musical hace resaltar la melodía de un instrumento, que luego pasará a otro para lograr variedad e interés melódico.

Vemos una copa o unos rostros enfrentados, dependiendo de lo que se escoja como figura (fig. 26).

Figura 26. Silueta-fondo



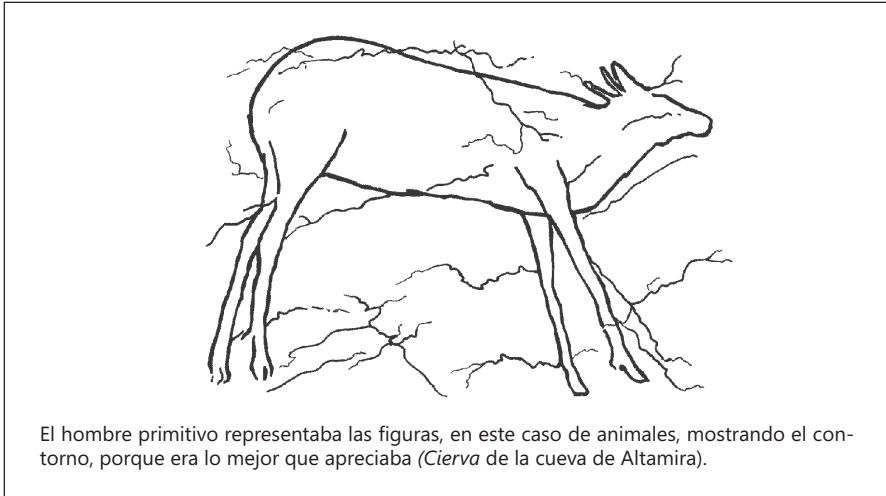
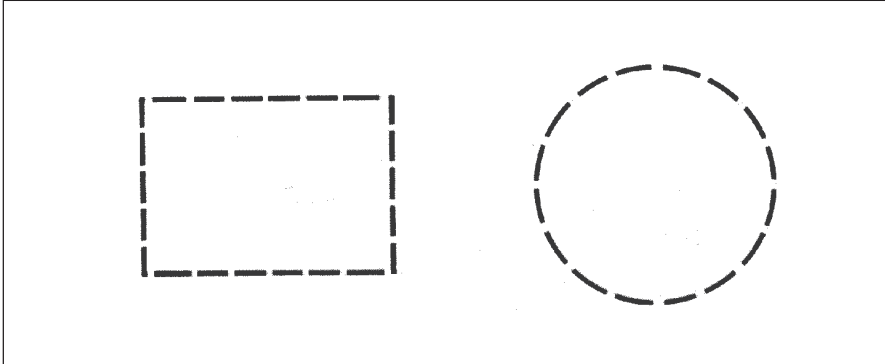
Contorno

Nuestra percepción atiende al contorno de las figuras; el dibujo primitivo nos muestra que el hombre distingue con mayor relevancia gráfica es el contorno. Nos sirve para diferenciar el ángulo y la distancia aparentes de los objetos tridimensionales conocidos.

El cavernícola dibujó sus pinturas rupestres haciendo énfasis en los contornos de los animales representados (fig. 27).

Completamiento

Cuando recibimos estímulos fragmentarios tendemos a llenar los vacíos o partes faltantes, completando la forma, aun cuando no percibimos todos los elementos conformantes. Parte de la pintura impresionista se basa en esta particularidad (fig. 28).

Figura 27. Contorno**Figura 28. Completamiento*****Movimiento aparente***

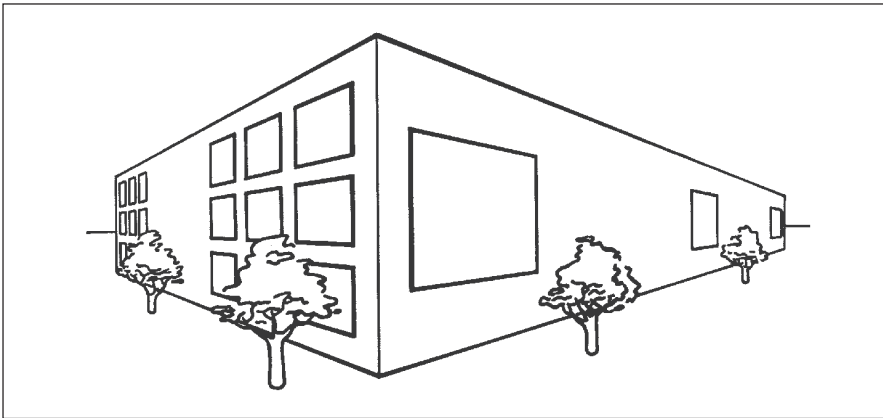
Esta propiedad perceptiva se aplica en los avisos luminosos, donde el encendido y apagado de las luces, dependiendo de su frecuencia, nos da la sensación de movimiento. El cine no es otra cosa que la proyección quieta, por una fracción de segundo, de una sucesión de imágenes.

Profundidad

En la medida en que nos alejamos de un objeto, éste va pareciendo más pequeño; la comparación de tamaño de la imagen nos da la idea de lejanía o profundidad de

un espacio tridimensional. La visión estereoscópica, teóricamente está basada en el par de ojos, que teniendo una ligera separación, nos permiten mirar el objeto desde dos ángulos que lo enfocan en un punto de convergencia; el cambio de ángulo que se suscita de acuerdo con la distancia de enfoque nos permite determinar la lejanía de éste. Esto es aplicado en cartografía para dibujar en los mapas las curvas de nivel, usando fotografías aéreas. Otra ayuda para distinguir profundidad es la perspectiva lineal; si nos ubicamos en el centro de una calle recta y larga, observamos que los andenes parecen unirse en lontananza; este fenómeno nos ayuda a determinar diferencias de distancia por la percepción visual. Podemos saber la distancia y localización de un sonido; el ruido que produce un auto que se acerca, pasa por nuestro lado y luego se aleja, nos permite determinar las diferentes distancias y posición del auto en movimiento. El brillo del color, la sombra y la luz nos sirven para reconocer la profundidad y posición de las cosas respecto a nosotros; lo mismo sucede con el sonido, que es más claro entre más cerca sea emitido y más fácil reconocer su proveniencia; esto se aplica para el sonido estereofónico.

Figura 29. Profundidad y persistencia



Persistencia

Es la cualidad perceptiva para que los objetos, vistos desde diferentes ángulos, parezcan siempre con la misma forma. Una ventana cuando se mira de lado, llega a nuestra retina como un trapecio; nosotros la consideramos rectangular, no importa el ángulo desde donde la miremos, parecerá persistentemente como rectangular (fig. 29).

En lo que se refiere a las percepciones existe un campo de estudio muy extenso, que por razones de espacio no será posible desarrollar en este libro. Para cualquier proyecto especializado de diseño, hay que llevar a cabo, en cada caso, una investigación intensiva.



capítulo **5**

**MODALIDADES
SENSORIALES
Y ÓRGANOS
DE LOS SENTIDOS**

Para efectos de la ergonomía, los órganos de los sentidos se consideran como instrumentos que captan los fenómenos físicos circundantes inmediatos por su carácter e intensidad; tales órganos conocidos como *exteroceptores*, son: los ojos, los oídos, nariz, boca y piel.

LOS OJOS

Los ojos son órganos fotosensibles. Dentro de su envoltura protectora, cada ojo, posee un conjunto de receptores, un sistema de lentes para enfocar la luz y un sistema de nervios para conducir al encéfalo los impulsos generados por estos receptores. Para enfocar y moverse cuenta con siete músculos. Para protegerse de lesiones por golpe tiene las paredes óseas de la órbita; la limpieza se efectúa por las lágrimas, secretadas por glándulas que también sirven para mantener el ojo lubricado; el parpadeo ayuda a conservar húmeda la córnea y barre las partículas extrañas. Las cejas previenen la caída de sudor y mugre en la órbita, y somborean junto con las pestañas para impedir que la luz vertical interfiera con la proveniente del enfoque.

El ojo como instrumento

Puede percibir un hilo de un milímetro de grosor a más o menos diez metros de distancia en condiciones ideales. Cuando se halla plenamente adaptado a la oscuridad puede ver el resplandor de la llama de un fósforo a veinticinco kilómetros de distancia, si es una noche despejada y sin niebla. También, puede distinguir centenares de miles de tonalidades cromáticas. Los campos de sensibilidad y percepción del ojo humano son muy amplios, sobra decirlo, después de los ejemplos anteriores (fig. 30).

La percepción visual es el principal medio de recibo de información del mundo que nos rodea. No solamente distinguimos formas y tamaños, sino también el color; la percepción discriminativa del color se logra por la estimulación de los conos. Los bastones dan solamente blancos, grises y negros. Los conos y bastones se encuentran en la retina (fig. 31).

Los bastones, como los conos, responden a una amplia gama de ondas espectrales. Como resultado de la estimulación de los conos (fotópica) podemos captar ondas luminosas comprendidas entre los 4.000 y 8.000 angström (400 a 800 milimicras, μ u), llamado el espectro visible.

Las dimensiones cromáticas son tres: *matiz, saturación y brillo*.

Figura 30. El ojo como instrumento

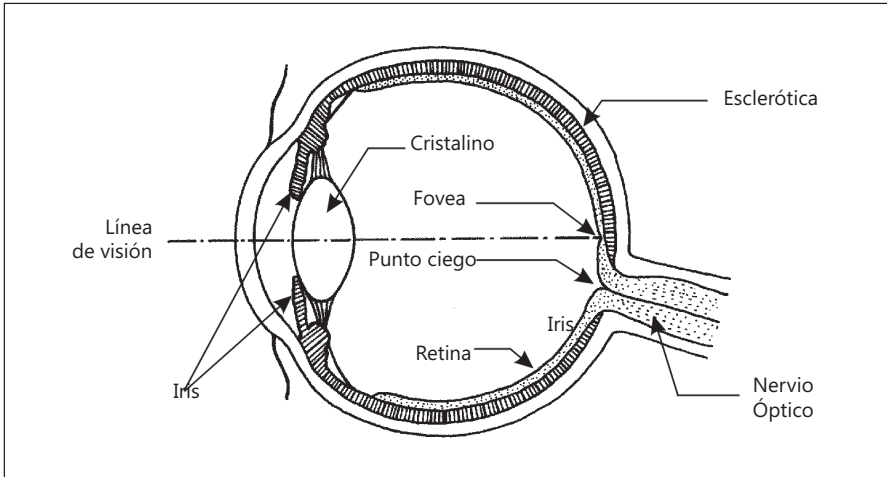
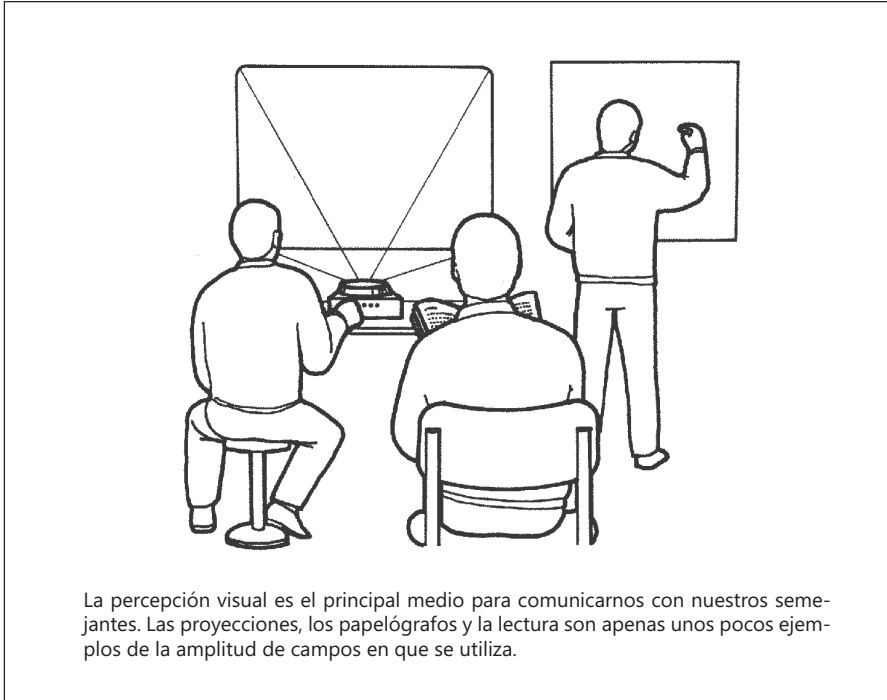


Figura 31. Percepción visual



Matiz

Nos referimos al matiz cuando se trata de los colores del espectro: amarillo, rojo o azul, son algunos de ellos. El matiz depende de la longitud de onda predominante, cuando se trata de la observación de una mezcla de longitudes de onda. Como la sensibilidad del ojo no es igual para todas las longitudes de onda, da como resultado una condición de asociación en la relación del matiz con respecto a la longitud de onda.

430 μ	Violeta	571 μ	Verde - amarillo
470 μ	Azul único	578 μ	Amarillo - verdoso
482 μ	Azul verdoso	582 μ	Amarillo único
492 μ	Verde azul	610 μ	Naranja
495 μ	Verde	590 μ	Rojo amarillento
497 μ	Verde - azulado	660 μ	Rojo único
515 μ	Verde único		Rojo púrpura

Matizes complementarios

La ley de los colores complementarios es básica en la visión del color. Los colores complementarios se perciben como grises o blancos cuando son mezclados. El brillo hace referencia a los grises, una segunda dimensión de color, que está comprendida entre el negro en un extremo y el blanco en el otro.

Los matizes complementarios son los que mezclados en sus proporciones debidas se neutralizan entre sí y producen gris o blanco.

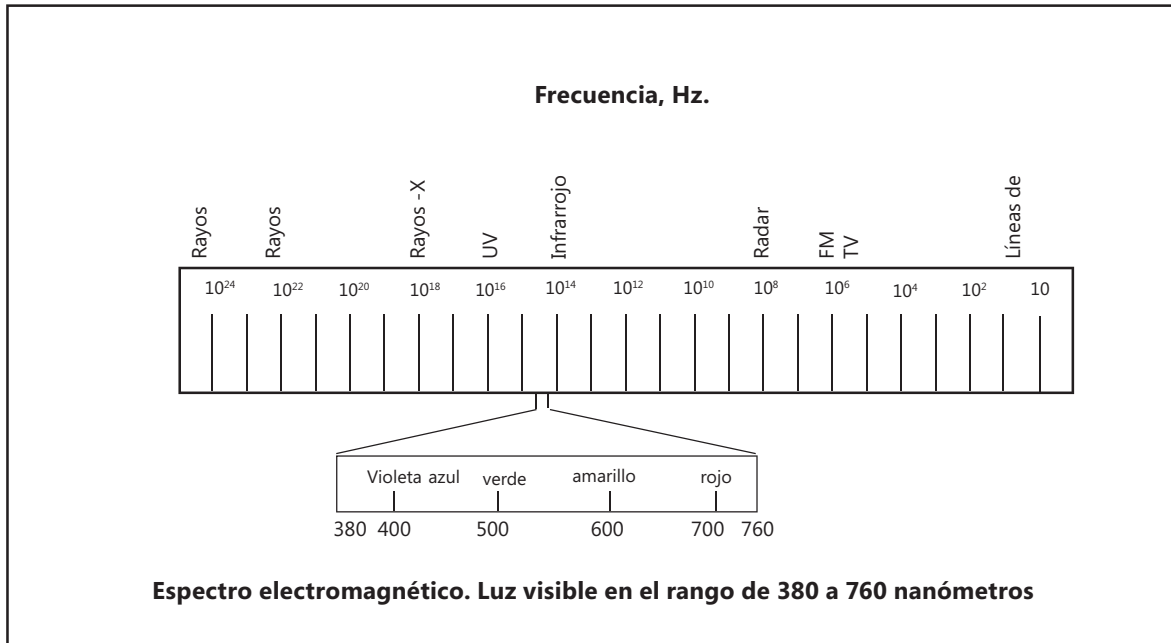
Mezcla de color

Si nos atenemos a las longitudes de onda, la mezcla del azul y amarillo nos dará un gris o un blanco. Pero no es así cuando se mezcla pintura: azul y amarillo da verde. Esto se explica porque las pinturas no emiten luz, sino que la reflejan y absorben. La pintura amarilla absorbe longitudes de onda azul y violeta, y refleja un poco verde y rojo, un poco más de amarillo verdoso y naranja, y una gran proporción de radiaciones amarillas. En cuanto a la pintura azul, absorbe: rojo, naranja y amarillo; refleja: tonalidades amarillo-verdosas, verde, azul. Cuando se mezcla pintura amarilla y azul, el resultado es una sustracción y una adición. Cada una absorbe y refleja una parte del espectro que depende de ambas pinturas, que en este caso, la mayor reflexión es verde. Esto nos demuestra que no se está violando la regla de los colores complementarios.

Saturación

Es otra dimensión del color y se refiere al atributo que tiene todo color de diferenciarse de otro por el grado de gris, según el cual la sensación incolora hace parte de

Gráfica 2. Espectro electromagnético



una percepción cromática y es mayor en saturación cuanto menor sea la cantidad de luz incolora que entra en su composición. Si se mezclan matices, el color resultante es otro matiz con diferente grado de saturación. Un color poco saturado es el que tiene mucho blanco, el que tiene alta saturación es *relativamente puro* y contiene poco blanco. El rojo vivo es saturado, mientras que el rosado tiene baja saturación.

Ceguera al color

Consiste en la incapacidad de distinguir o reconocer matices. La ceguera total al color es muy rara, lo común es que haya grados de daltonismo, en los que las personas sólo pueden percibir cierto número de matices, de acuerdo con el grado de severidad de su defecto.

Hay un alto porcentaje de ciegos al color; se considera que aproximadamente el cuatro por ciento están incapacitados para discriminar las señales de tránsito de los semáforos; los técnicos en electrónica que deben elegir las resistencias por una clave de colores, las señales producidas por luces de colores en tableros de mando, etc., son ejemplos que nos muestran la necesidad de considerarlo en el diseño.

Brillo

Es la tercera dimensión de la percepción cromática: se extiende desde el negro hasta las diferentes intensidades de los grises. La relación que existe entre brillo-tonalidad-saturación se puede apreciar mejor en la mezcla de pinturas. Se puede variar el grado de gris de una pintura, mezclando pigmentos negros o blancos; con el blanco obtenemos colores más brillantes, con el negro se consigue bajar el grado de brillantez.

Sensibilidad del ojo

Es la capacidad de captación de intensidad lumínica a distancia. Como lo anotamos anteriormente, el ojo tiene un altísimo grado de sensibilidad que puede ver el resplandor de la llama de una fogata a cincuenta kilómetros de distancia, siempre y cuando la noche sea clara, la curvatura de la tierra permita la visión directa y el ojo se encuentre perfectamente adaptado a la oscuridad.

Adaptación al ambiente lumínico

Si entramos a una sala de cine cuando se está proyectando la película, se nos hace difícil encontrar asiento sin la ayuda de la linterna del acomodador, pero en corto tiempo podemos distinguir a nuestro alrededor. Nuestro ojo pierde sensibilidad cuando pasamos de un ambiente oscuro a un lugar iluminado; debemos esperar unos segundos para adaptarnos a la nueva luminosidad y podamos distinguir claramente.

Tiempo de adaptación es el necesario para que la pupila se contraiga o dilate para adaptarse a una nueva intensidad lumínica.

Sensibilidad espectral

Este término se refiere a la sensibilidad ante diferentes longitudes de onda del espectro visible. Se mide con el uso de luces de diferente longitud de onda en vez de luz blanca, con lo que se obtienen umbrales absolutos. Los resultados son consecuencia del grado de adaptación del ojo.

Percepción del color

Depende también, del grado de intensidad lumínica para la distinción cromática. El "intervalo fotocromático" se refiere al intervalo de intensidad en que podemos captar la luz pero no podemos distinguir colores. En la penumbra todos los colores aparecen como grises, igual que si se padeciera de una ceguera cromática total. En un ambiente de fuerte intensidad lumínica los colores aparecen en toda su brillantez, pero en la medida en que se va oscureciendo se captan como grises.

Agudeza visual

Está demostrado que la forma de las cosas es lo que el ojo capta primero. Nuestra percepción de la forma está dividida en tamaño y configuración, que son independientes entre sí; un objeto es grande o pequeño y su figura varía. La agudeza visual consiste en la capacidad de distinguir pequeños detalles formales del medio ambiente visual; aumenta con el incremento de luz.

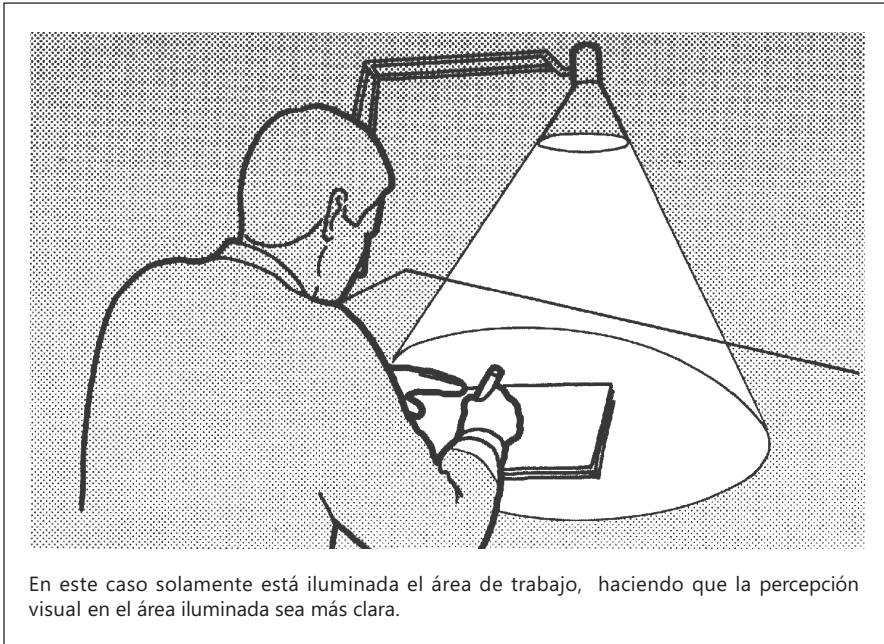
Campo visual

La percepción visual más clara se encuentra en el sitio en que fijamos nuestra mirada. Las imágenes van siendo más borrosas en la medida en que se alejan del centro del campo visual. No se puede determinar el "campo visual", por el "ángulo visual" puesto que la movilidad del ojo sumada a la distribución de los campos retinianos del color y campos monoculares- binoculares, etc., implican que el fenómeno en estudio se trate acorde con la suma de los factores imperantes, entre otros:

El contraste

Es la diferencia de brillo entre un objeto y su fondo inmediato. Cuando se lee un libro la agudeza visual será mayor si las letras son negras, que si fueran grises sobre un fondo blanco. Cuando se desea destacar un objeto para distinguirlo mejor, debe aumentarse el contraste de intensidad lumínica entre éste y su fondo.

Figura 32. Periobjeto

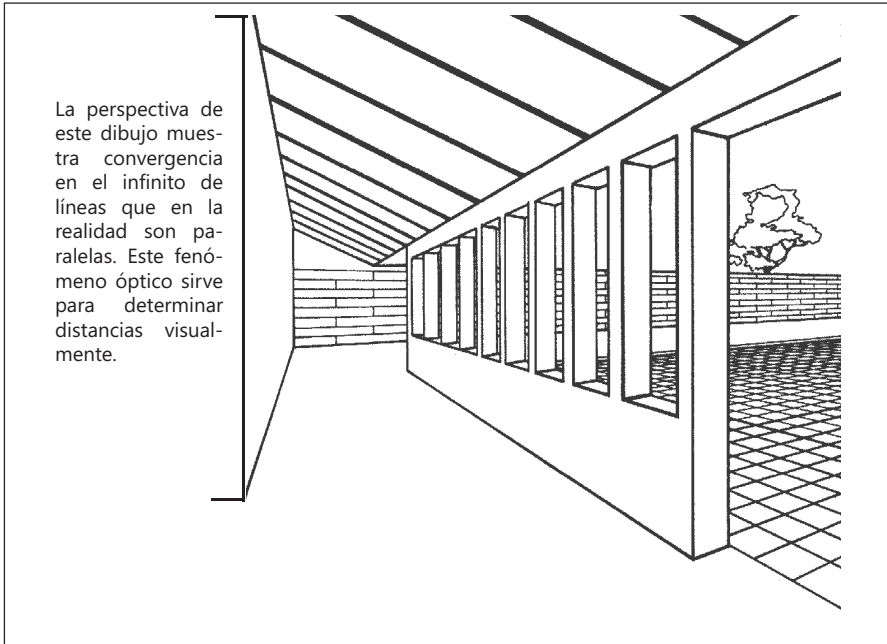


El medio ambiente lumínico o periobjeto

Influye en la agudeza visual pues cuando la iluminación general de un lugar de trabajo es mayor o menor que la del objeto que estamos percibiendo, la agudeza visual cambie. El medio ambiente lumínico es más eficaz cuando el área de trabajo se ilumina uniformemente. La iluminación concentrada hace que la agudeza visual se aumente (fig. 32).

Acomodación del enfoque

Para conseguir un enfoque a diferentes distancias del punto de atención, el cristalino cambia de forma por medio del músculo ciliar, este se "aplana" cuando es necesaria la visión lejana y se "abomba", produciendo un acortamiento de los focos, para lograr la visión cercana. En un punto cercano, la acomodación requiere de esfuerzo muscular y por lo tanto es fatigante cuando el músculo ciliar es utilizado constantemente. El incremento de curvatura del cristalino es limitada, los rayos luminosos provenientes de un objeto muy cercano al individuo no se pueden enfocar en la retina, aun cuando se haga un gran esfuerzo. El punto más cercano al ojo, que puede ser enfocado claramente, se llama "punto cercano de la visión". Este punto va alejándose con el avance de la edad. A la edad de ocho años es de 8,6 centímetros en promedio; a los veinte de diez centímetros; después avanza rápidamente, de tal forma que a los sesenta años llega a 83,3 centímetros.

Figura 33. Percepción visual espacial

Percepción visual espacial

Se consigue por correlación con los objetos conocidos. Según sea el tamaño apreciable de dos objetos, supuestamente del mismo tamaño, el más lejano aparecerá más pequeño, fenómeno que se exagerará en la medida en que se aleje más y más (fig. 33). Para la visión estereoscópica donde se capta el relieve, la convergencia de los ejes visuales de los ojos sobre la parte u objeto que se enfoca produce una visión tridimensional, que es aprovechada para determinar la posición y distancias espaciales en la fotogrametría.

Percepción visual del movimiento

Cuando el objeto se mueve y el ojo permanece estático, la percepción se efectúa en la retina por la estimulación sucesiva de las diferentes células. Cuando el ojo sigue la trayectoria del objeto en movimiento, recibe la información de velocidad y trayectoria del objeto por los músculos que hacen mover el ojo. Los movimientos oculares son cuatro, cada uno es controlado por diferente sistema neural, pero comparten la misma vía común final, las motoneuronas que inervan a los músculos extrínsecos del ojo. Estos cuatro movimientos son:

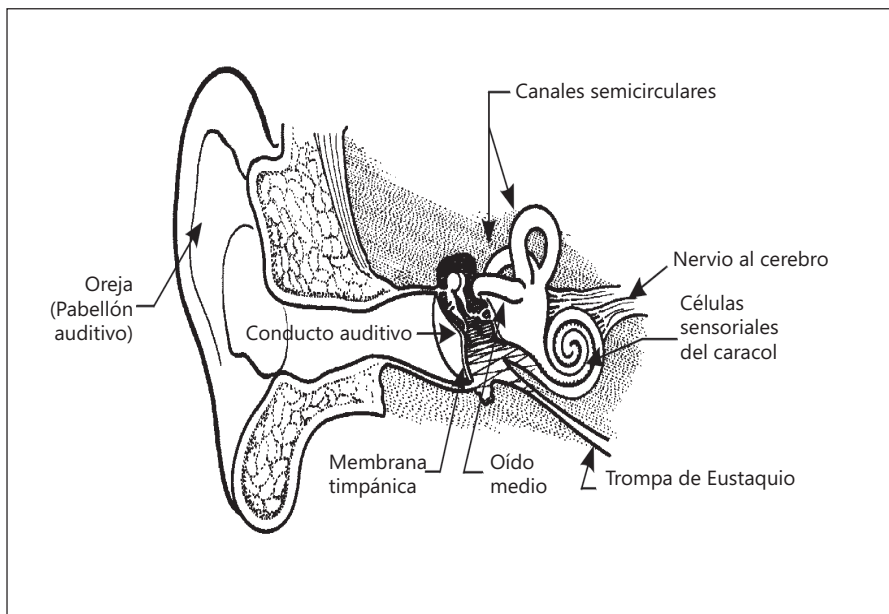
- *Movimientos entrecortados, espasmódicos:*
Ocurren cuando la mirada se desplaza de un objeto a otro.
- *Movimientos suaves de prosecución:*
Son movimientos trazadores de los ojos cuando siguen objetos en movimiento.
- *Movimientos vestibulares:*
Mantienen la visión cuando se mueve la cabeza.
- *Movimientos de convergencia:*
Llevan los ejes visuales al punto de convergencia, de enfoque y de atención, cuando éstos se encuentran cercanos al observador.

EL OÍDO

El oído es el órgano que capta las ondas sonoras que son "recogidas" por la oreja, pasan por el conducto auditivo hasta el tímpano y son transmitidas a través del líquido del oído interno y se disipan en la ventana oval.

La acción de las ondas en el órgano de Corti genera impulsos nerviosos que son conducidos a través del nervio auditivo hasta el cerebro (fig. 34).

Figura 34. El oído



Ondas sonoras

El sonido es la sensación que se produce cuando las vibraciones longitudinales de las moléculas del medio externo, que generalmente es el aire, llegan a la ventana timpánica.

La sonoridad se correlaciona con la amplitud de la onda sonora, se mide en decibelios. La *altura* se relaciona con la frecuencia o número de ondas por unidad de tiempo. A mayor amplitud de onda más sonoro es el sonido y a mayor frecuencia se produce una altura superior. Cuando las ondas sonoras tienen patrones repetidos, aunque las ondas individuales sean complejas, son percibidas como sonidos musicales; en cambio, cuando las ondas están conformadas por variaciones no repetidas se perciben como ruidos.

Volumen y tono

Se refieren a dimensiones sensoriales auditivas; el volumen y el tono dependen de la intensidad del estímulo y la frecuencia, pero para el volumen se toma como factor de mayor injerencia la intensidad, mientras que el tono está más relacionado con la frecuencia, considerando en segundo plano la intensidad.

En música, los sonidos de baja frecuencia son considerados también bajos de tono; como las frecuencias altas, tonos altos.

Se denominan *sonos* a las unidades para la escala de volumen y *mel* a la unidad dimensional del tono.

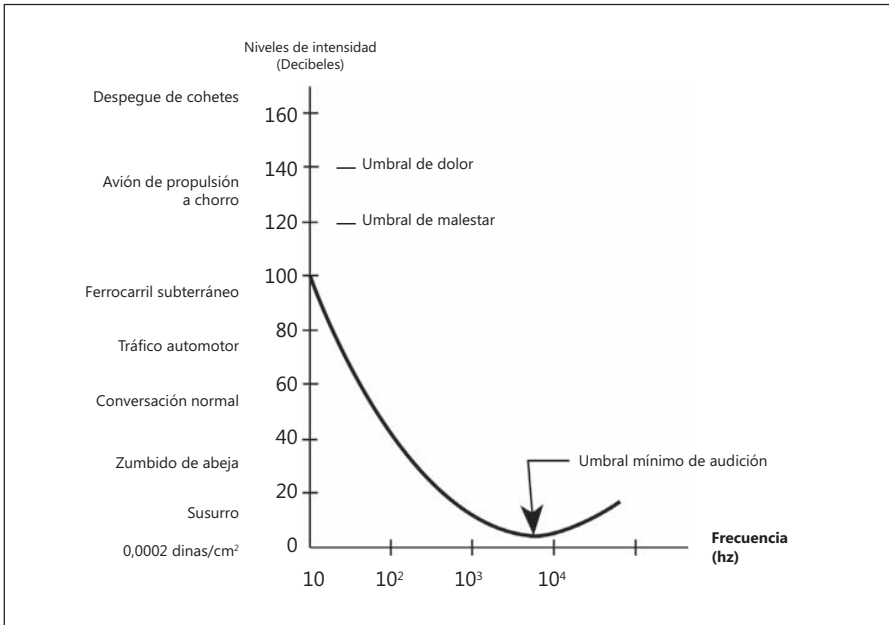
Timbre

Nos permite distinguir los sonidos provenientes de diferentes instrumentos musicales aun cuando estén tocando notas en la misma altura.

En la escala de 0 a 140 decibelios desde la intensidad de umbral inferior hasta una intensidad que sea potencialmente dañina para el órgano de Corti (umbral superior), se presenta una variación de diez a catorce.

Las frecuencias audibles para los humanos varían desde veinte hasta veinte mil ciclos por segundo (hz). El umbral del oído humano varía con la altura del sonido; la mayor sensibilidad se encuentra en el intervalo de 1.000 a 3.000 hz. La altura de la voz promedio para el hombre en la conversación, es cercana a 120 hz y en la voz femenina a 250 hz aproximadamente. El número de tonos distinguidos por una persona común, es de dos mil; sin embargo, un músico con oído adiestrado puede mejorar esta cifra. La discriminación de tonos es mejor en el intervalo de 1.000 a 3.000 hz y mala en los tonos altos y bajos (ver gráfica 3).

Gráfica 3. Niveles de intensidad sonora

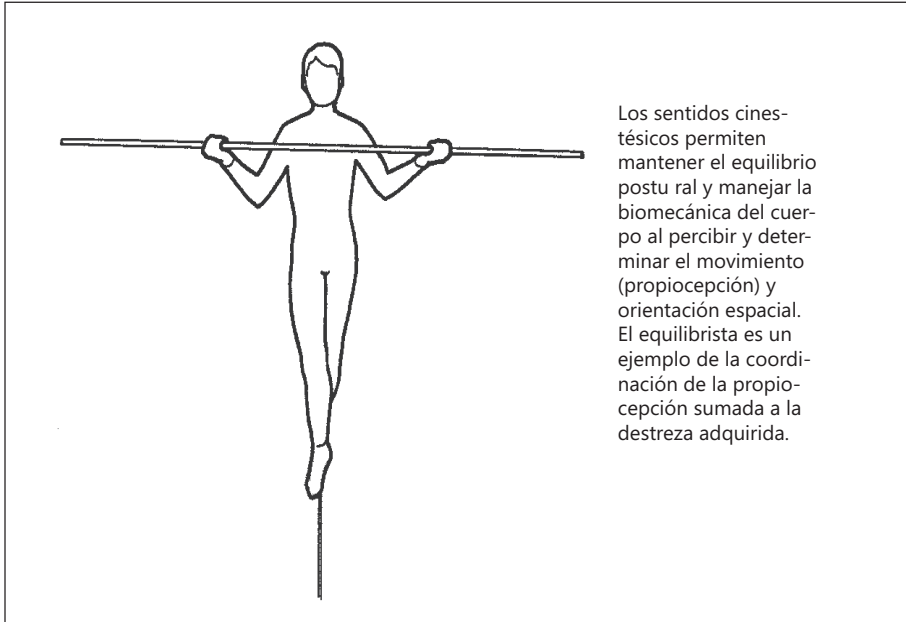


Función vestibular del oído

Con los movimientos rotacionales del cuerpo humano los conductos semicirculares se estimulan por la cresta. El líquido linfático por efecto de la inercia se desplaza contra la cúpula; cuando se alcanza una velocidad constante de rotación, el líquido se estabiliza a la misma velocidad del cuerpo y la cúpula regresa a su posición normal. En el momento en que se suspende la rotación, la desaceleración produce el efecto opuesto en la cúpula. Estos movimientos de cambio en el tráfico producen en la cúpula impulsos en las fibras nerviosas, que nos muestran la dirección y velocidad en que nos desplazamos. En la aceleración lineal, son las máculas del utrículo y del sáculo las que responden al ser desplazadas; por densidad deforman las células ciliares y generan actividad en las fibras nerviosas. Los impulsos generados en estos receptores (otolitos) son en parte responsables del reflejo de posición de la cabeza, independientes de los movimientos de rotación y de los ajustes posturales. Los canales y otolitos proporcionan el sentido del equilibrio; unos y otros controlan los reflejos que compensan automáticamente la pérdida del equilibrio. Uno de estos reflejos consiste en regresar la cabeza a la posición normal, cuando se desplaza por alguna causa y también la de girar el tronco (fig. 35).

Orientación en el espacio

Depende de los impulsos de los receptores vestibulares pero también de las señales visuales. Existe conexión entre los receptores vestibulares y los ojos. Al mover

Figura 35. Propiocepción

rápida mente la cabeza, los ojos se mueven simultáneamente en dirección opuesta y continúan fijos en el mismo punto; son movimientos compensatorios de los ojos, que se hallan controlados en parte por los receptores vestibulares.

Los datos de la posición relativa de las diversas partes del cuerpo son provistos por los impulsos provenientes de los propioceptores, junto con los transmitidos por los exteroceptores cutáneos, esencialmente los de presión y los táctiles. Estas informaciones son sintetizadas a nivel cortical y dan a la persona un sentido de orientación en el espacio.

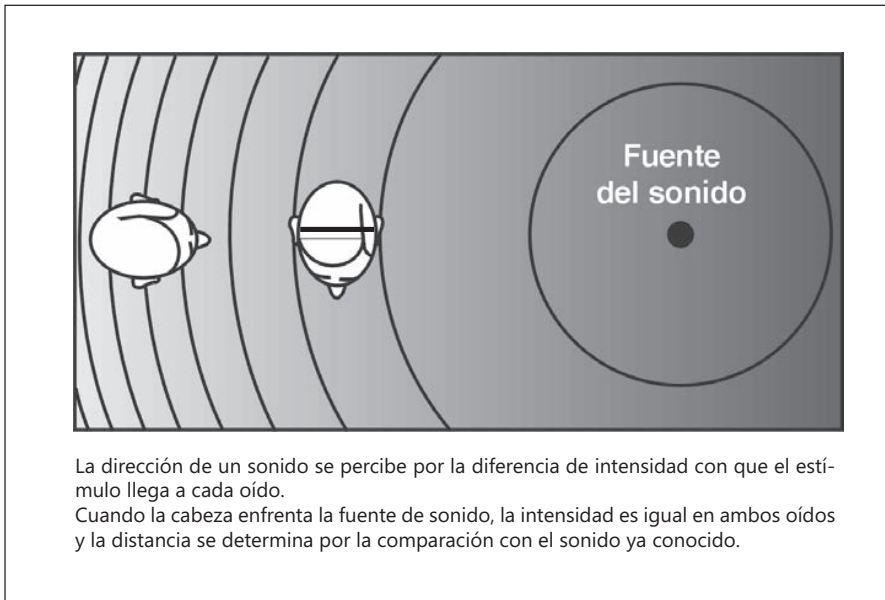
Fenómeno de enmascaramiento

Se produce con la presencia de un sonido en primer plano, que disminuye la capacidad de captación de otros. El grado en que un tono dado enmascara a otros está relacionado con la frecuencia. El efecto enmascarador de un ruido de fondo en ambientes a prueba de ruidos –excepto en los cuidadosamente aislados–, eleva el umbral auditivo en cantidad mensurable.

La percepción espacial auditiva

Se detecta por la diferencia temporal de la llegada del estímulo a los oídos y la diferencia de la fase de las ondas sonoras en los dos lados (sistema biauricular). De hecho el sonido es más fuerte del lado proveniente (fig. 36). La diferencia de tiempo

Figura 36. Percepción espacial auditiva



es el factor más importante en frecuencias menores de 1.000 hz; las neuronas reaccionan a la llegada retardada de un mismo estímulo entre un oído y el otro; este período de tiempo es el que usa el oído para determinar la dirección y la distancia de donde proviene el sonido. Se presume que los sonidos que llegan de atrás difieren en calidad de los que provienen de adelante por la forma de la oreja que está levemente dirigida hacia el frente. En la determinación de la distancia, la diferencia de intensidad sirve, en parte, para su resolución. Se sabe que la intensidad disminuye con la distancia; por lo tanto, un sonido lejano se oye más débil entre más lejana se encuentre la fuente; sin embargo es comparativo, por experiencia previa, como sucede con el pito de un automóvil. Este comportamiento está relacionado con la *profundidad*, tratada en la parte dedicada a la *percepción de los objetos*, en el capítulo tercero de esta obra.

LOS SENTIDOS QUÍMICOS

El olfato y el gusto se clasifican también como sentidos viscerales por su asociación con las funciones gastrointestinales. Fisiológicamente están relacionados entre sí, porque el sabor de los alimentos es consecuencia de la combinación del gusto y el olor. Cuando se está resfriado y se deprime el olfato, los alimentos pierden su sabor. Ambos son quimiorreceptores estimulados por las moléculas en solución en fluidos nasales y bucales.

El olfato

Estos receptores responden ante las sustancias químicas, pero sólo si éstas son volátiles. Son receptores a distancia (teleceptores). Están situados en la porción superior de las fosas nasales, en dos pequeñas capas, sitio que conecta los orificios de la nariz con la garganta. Se hallan algo alejadas del paso del aire y por eso permanecen inactivas cuando se respira tranquilamente, al olfatear se produce una estimulación.

Distinguimos una amplia gama: de 2.000 a 4.000 olores diferentes, pero ha sido muy difícil su clasificación, ya que varían por diferencias interindividuales, que surgen cuando se pide a un grupo de personas que los clasifiquen.

Sensibilidad olfativa

Los métodos para establecer las energías necesarias para detectar o discriminar un olor y poder establecer los umbrales de percepción son imprecisos, debido a que los umbrales varían considerablemente entre las personas; aun así se puede establecer que son extraordinariamente pequeños. Algunos productos químicos se pueden identificar y detectar en concentraciones de cuatro a seis miligramos por litro de aire. Las fibras de dolor en la nariz, transportan estímulos dolorosos producidos por sustancias irritantes. Estas fibras también son responsables del inicio del estornudo, lagrimación, inhibición respiratoria y de otras respuestas reflejas producidas por irritaciones nasales.

Adaptación

Es de todos conocido que cuando se está expuesto continuamente a un olor desagradable, la percepción de éste decae y finalmente cesa (ver *factores sensoriales externos* en el capítulo anterior).

El gusto

Es el sentido que permite distinguir los sabores. La gama de sabores está limitada a cuatro calidades básicas: salado, amargo, ácido y dulce, con sus posibles mezclas.

Receptores del gusto

Los botones gustativos están agrupados en un conjunto denominado papilas gustativas, localizadas en su mayor parte en el extremo anterior y lados de la lengua; el resto se alojan en regiones de la laringe y faringe, paladar, en el piso de la boca, y en algunas personas en las superficies internas de los labios y mejillas.

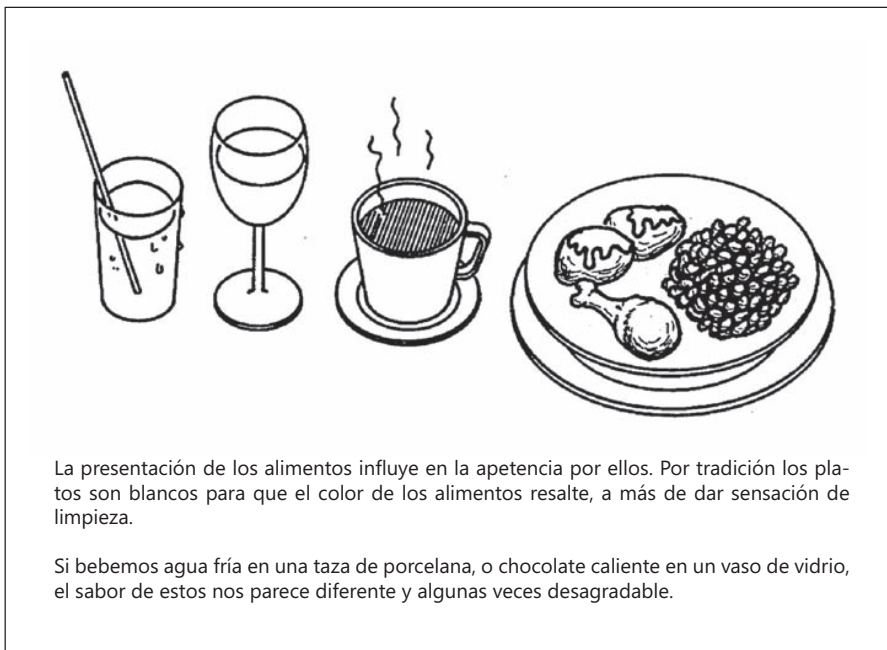
Sensibilidad gustativa

Existe la misma dificultad para medir los umbrales de sabores de un grupo de personas, tanto como en los olores. Todos los estimulantes para sabores deben ser tomados en forma de soluciones y alcanzar las células que se hallan debajo de la superficie de las papilas, por lo tanto debe eliminarse cualquier otro tipo de soluciones que interfieran, y quedan como remanente alojadas en las grietas de la lengua, de las mejillas y entre los dientes. Las concentraciones detectables de sustancias, oscilan del 1 al 4 por ciento. La sensibilidad es mayor en las sustancias ácidas y amargas. Es necesario un cambio de 30 por ciento en concentración de la sustancia para descubrir diferencia de intensidad.

El sabor

El gusto y el olfato intervienen en el sabor. Muchos sabores corresponden más al olfato que al gusto. Una persona a quien se le tapa la nariz no puede distinguir el sabor entre una papa y una manzana. Consecuentemente, es necesario el olfato para discriminar entre los diferentes sabores; influye también la presentación de los alimentos (fig. 37).

Figura 37. Presentación de los alimentos



LOS SENTIDOS CUTÁNEOS

La información que recibimos del mundo circundante es muy valiosa en lo que toca con la proporcionada por nuestros sentidos localizados en la piel; muchas cualidades de los objetos pueden ser percibidas sólo a través de los sentidos cutáneos: presión o tacto, estimulación térmica y dolor.

Los receptores están localizados en toda la piel, que posee una sensibilidad punti-forme, es decir, que dependiendo del área es más o menos sensible a los diferentes estímulos; son más sensibles en los dedos, punta de la lengua y los labios; menos en las extremidades, escasos en el tronco y en las áreas callosas. Estos receptores no se han podido determinar con exactitud; actualmente se supone que son los corpúsculos de Meissner; las terminaciones nerviosas en cesta que rodean las raíces de los pelos, y las terminaciones nerviosas libres.

Presión o tacto

Es la sensación que capta una persona cuando toca o es tocada ligeramente. La magnitud de presión exigida para producir reacción varía en relación con la zona del cuerpo donde es aplicada; también sentimos esta sensación cuando se mueven ligeramente los pelos del cuerpo. Existen muchos receptores alrededor de los folículos pilosos. Cuando se mueve un pelo, actúa como una palanca contra el borde del folículo que recibe el estímulo ampliado y suficientemente potente para la capacidad de activación de las terminaciones nerviosas que rodean al folículo.

Para el objetivo del *diseño* es muy importante considerar que este sentido se halla omnipresente: las presiones en la piel consecuencias de la ley de la gravedad, que se suceden cuando la persona está acostada, sentada o de pie, actúan constantemente en nuestro cuerpo. El caminar, respirar, etc., trae consigo una cambiante conformación de la piel, que a su vez produce una estimulación mecánica. Entre las funciones está la que nos permite reconocer, junto con los sentidos vestibulares, la posición de nuestro cuerpo en el espacio. Otra de las sensaciones captadas por el tacto es el movimiento repetido de impactos sobre la piel, característicos de las vibraciones.

El tacto en los aparatos de control, es importante para su buen manejo y exactitud. Botones de acción circular como en los radios portátiles, que cuando su graduación es muy sensible, se hace difícil la correcta sintonización.

Estimulación térmica

Los cambios térmicos ambientales se suceden incesantemente; la piel está recibiendo señales físicas que le sirven para activar el mecanismo de ajuste del equilibrio térmico del cuerpo indispensable en la homeostasia, determinada por la tempera-

tura de la sangre en la circulación (37 °C.), y que conduce a la función fisiológica de la emisión de humedad, mediante las glándulas sudoríparas, que descargan más de 1 litro de vapor de agua durante el día.

La sensibilidad a la temperatura es variable dependiendo de la región del cuerpo; como en el caso de la presión y el dolor, hay una distribución puntual de la sensación de frío o de calor. Existen dos tipos de órganos sensibles, unos sensibles al calor por encima de la temperatura corporal y otros al frío; sin embargo el estímulo es el mismo pero con diferente grado de temperatura. El gradiente de variación de temperatura que puede ser detectado como calor o frío es de 1 a 2 °C.

El dolor

Gran número de estímulos producen dolor: el pinchazo de una aguja, una superficie caliente o un chorro de vapor; en este último ejemplo primero se percibirá el calor y luego el dolor; tóquese la piel con hielo y el frío precederá al dolor; la inyección de ácidos leves o sales en la piel; el contacto con un conductor eléctrico vivo; el contacto cutáneo con aceite de mostaza, etc. Todo esto nos insinúa que el dolor actúa en el organismo como una advertencia o llamado de atención para reaccionar, retirando rápidamente la parte afectada de la fuente del estímulo para prevenir lesiones corporales. Como en los otros sentidos cutáneos el dolor es puntual.

Existen unas regiones que son relativamente insensibles al dolor como en el caso del revestimiento mucoso de los carrillos, la parte de atrás de la lengua y la mitad inferior de la campanilla, y los llamados "huecos": la parte dorsal de la rodilla, la fosa yugular del cuello, la cara interna del codo y la depresión que se encuentra debajo del omóplato.

Otro principio aplicado a las sensaciones cutáneas es el de la *percepción puntual*. Si se hace un mapa de la piel y se estimula esta milímetro a milímetro con un elemento apropiado para activar el tacto por presión, dolor y temperatura, solamente se obtendrá respuesta en los lugares donde se encuentren los órganos sensitivos de estas modalidades sensoriales.

LOS SENTIDOS PROFUNDOS

En nuestros órganos internos y en nuestros músculos existe una gran variedad de órganos sensoriales que nos avisan del dolor o sensaciones extrañas, que no se pueden percibir sino por estímulos provenientes del interior de nuestro cuerpo, como en el caso de un dolor abdominal; nos avisan de daños e irregularidades homeostáticas que pudieran ser aliviados o corregidos.

SENTIDOS CINESTÉSICOS

La *propiocepción* es el conocimiento consciente de la posición en el espacio de las diversas partes de nuestro cuerpo: hace que la persona reconozca que las órdenes enviadas por el cerebro a las diferentes partes de su cuerpo sean coordinadas con exactitud, cuando está ejecutando cualquier tipo de actividad corporal. Los receptores se encuentran en los músculos y los tendones; como todos los receptores, transmiten y reciben la información del cerebro. Los tres tipos de receptores cinestésicos están localizados en los músculos en forma de terminaciones nerviosas libres, que rodean las fibras musculares y sirven para reconocer el grado de contracción de un músculo. Otros se hallan localizados en los tendones que enlazan los músculos con los huesos. Estos receptores son terminaciones nerviosas que inervan un órgano especializado llamado órgano de Golgi, se estimulan cuando un músculo se contrae y pone en tensión al tendón correspondiente. Los receptores en las articulaciones, que informan sobre un movimiento son los denominados corpúsculos de Paccini.

Los receptores cinestésicos trabajan en coordinación con las órdenes del cerebro para ejecutar la actividad corporal de la manera más precisa, acordes con las destrezas del sujeto en su campo de acción, y además están coordinados con los receptores del tacto y de la presión.



capítulo **6**

**IMPULSOS GENERALES
EMOCIONALES.
CONDUCTAS INSTINTIVAS**

IMPULSOS EMOCIONALES

Las conductas resultantes de impulsos independientes de las necesidades fisiológicas primarias o del aprendizaje, se denominan *impulsos emocionales* y pueden considerarse como la transición entre la fisiología y la psicología. Se incluyen: el temor y la cólera, necesidad de sonidos habituales, aislamiento sensorial, curiosidad, impulsos manipulativos e impulsos afectivos.

Estos impulsos emocionales son realmente un puente entre el aspecto fisiológico de las necesidades con el psicológico de aprendizaje y formación de la conducta. Las emociones que se verán a continuación son innatas o instintivas, pero en el proceso del desarrollo de las pautas emocionales del individuo van mutando y condicionándose a nuevas situaciones.

Miedo y ataque

El miedo es el impulso que motiva la conducta que impele a una persona a escapar de una situación que le produce temor. Es tan potente que puede inhibir la satisfacción de otros impulsos. Generalmente se presenta cuando se produce una situación inesperada, nueva o incomprensible o algo que puede producir daño y que se extiende como experiencia aprendida o sufrida. El temor puede inducir, si el estímulo es "apropiado" y poderoso, a la reacción de pelea o ataque. Cuando alguien es amenazado, usualmente intenta huir; si es acosado, pelea. Ambas reacciones son producidas por estimulación hipotalámica. Así, las reacciones de miedo y cólera son respuestas protectoras, instintivas ante las amenazas del medio ambiente, que actúan como preservadoras de la vida. El temor –"miedo a lo desconocido"– es uno de los impulsos más omnipresentes para el manejo de aparatos nuevos, de tecnologías avanzadas, desconocidas para el común de las personas.

Aislamiento sensorial

Es una tortura para los seres humanos: muchos prisioneros preferirían el castigo físico al aislamiento en una celda. El aislamiento solitario es considerado como uno de los peores sufrimientos. En uno de los experimentos de aislamiento sensorial, los sujetos se introducían en un tanque con agua, a temperatura corporal, flotando entre dos aguas, de manera que pudieran respirar fácilmente usando una máscara de oxígeno; la estimulación sensorial quedaba reducida al mínimo. Pero el experimento duraba poco tiempo para cada uno de los sujetos, puesto que la situación se hacía intolerable al faltar la estimulación sensorial. Entre las fobias, la claustrofobia es una de las más insoportables.

Estos experimentos nos demuestran la gran significación de los impulsos hacia el medio ambiente, cuya satisfacción es indispensable para la salud psíquica y somática, y tan poderosos como en el caso de las necesidades fisiológicas.

Necesidades de sonidos habituales (ruido y música)

Se pueden tratar como la necesidad de sentirse en su ambiente habitual; la privación de la música o sonidos familiares puede causar una sensación de separación y aislamiento sensorial que conduce a la angustia propia de las personas en cautiverio.

Curiosidad

El impulso por reconocer cosas o sucesos nuevos o desconocidos es la curiosidad. Está demostrado que en los animales, niños y adultos, los estímulos nuevos son una fuerte atracción. El impulso a la curiosidad puede quedar satisfecho cuando las cosas o fenómenos han sido explorados y reconocidas sus cualidades, el interés por una situación nueva tiende a disminuir cuando se le ha dedicado algún tiempo: esto sucede con el interés del niño por sus juguetes, siente mucha atracción al principio pero va perdiéndola, como ocurre con toda satisfacción de impulsos.

La curiosidad hace que las personas busquen el funcionamiento y resultados de botones o controles que aparecen sin ninguna lectura, esto asimila la *curiosidad* con los impulsos manipulativos.

Impulsos manipulativos

Generalmente el manipular un objeto es una clase de exploración y experiencia motivada por la curiosidad. Así que el impulso en sí mismo es suficiente para motivar esta conducta. Hay experiencias que demuestran que el impulso a manipular objetos es muy fuerte y la curiosidad nos sirve de incentivo para descubrir al mundo (fig. 38). El impulso del movimiento, que nos hace movernos *continuamente*, nos muestra que es imposible mantenernos completamente quietos.

Impulsos afectivos

Sabemos y aceptamos que el amor es un poderoso incentivo para las acciones humanas; amamos a nuestros padres, cónyuges e hijos, amigos, animales domésticos, etc. Este impulso aparece independientemente del aprendizaje. Puede ser que como impulso innato, surge durante el proceso de maduración en el trato con las personas, como motivación para satisfacer la necesidad fisiológica de procreación.

Figura 38. Impulsos manipulativos



Las emociones

Sentimos emociones cuando amamos: el sentimiento de los padres hacia sus hijos, del esposo a su esposa; la furia ciega cuando sentimos ira y el impulso al ataque; contemplando una escena triste nos turbamos. Las emociones tienen componentes tanto mentales como físicos. Implican cognición, es decir, darse cuenta de la sensación y también de su causa.

El afecto: la sensación en sí; el impulso para entrar en una acción conlleva cambios físicos, como en el caso del miedo: palidez, respiración entrecortada, taquicardia y sudación.

La motivación

El resultado de la emoción es la motivación. Las emociones son factores que incitan a la acción, motivan la conducta. El gozo y el pesar o el disgusto y el placer; el deleite,

los celos; el miedo, la cólera, el amor, son las emociones fundamentales; las tres últimas sólo necesitan una situación propicia para que aparezcan. Las emociones se manifiestan con el aumento de actividad del organismo, por medio de alteraciones en la circulación, respiración, digestión y secreciones glandulares que controlan los sistemas simpático y parasimpático. En el aspecto externo de la gente, se manifiesta por el repertorio de gestos convencionales emocionales que son aprendidos y que no se pueden distinguir cuando son fingidos. Las emociones primitivas, tanto las innatas como las adquiridas tempranamente en la vida pueden quedar conectadas a situaciones nuevas. Es un error pensar que toda clase de objetos o situaciones son por naturaleza provocadores de emoción. El mecanismo por el cual se relacionan respuestas emocionales a nuevas situaciones se llama *transferencia de condicionamiento*.

Las emociones promueven los impulsos por razón de los estados de sentimientos de agrado, desagrado o indiferencia, son suscitadas por la captación de los fenómenos circundantes, por los receptores sensoriales: visuales, auditivos, táctiles, olfativos o gustativos, pueden causar, y de hecho causan alteraciones o cambios emocionales en los procesos fisiológicos, tales como: aceleración del pulso, latido cardíaco; elevación de la presión sanguínea; cambios químicos en la composición de la sangre; alteraciones en el proceso digestivo; respiración, aun cuando el sistema respiratorio no es una función completamente automática. El lenguaje convencional de la emoción está representado en los gestos y experiencias que aprendemos a usar con respecto al nivel de activación. Cuando no es muy elevado, se controlan y se puede relacionar con experiencias socialmente aceptables. Si el estímulo es muy fuerte se quiebran los controles y es cuando se olvida el lenguaje social.

Niveles de activación

El organismo funciona a diferentes niveles de activación. Estos van desde la calma relativa del sueño profundo hasta la enorme excitación del movimiento frenético. La mayor parte de la conducta normal de vigilia se encuentra a la mitad de la escala de activación, en todo caso son fundados en la compleja relación con su entorno.



capítulo **7**

**FACTORES
PSICOLÓGICOS**

Psicología ergonómica es el estudio de la naturaleza de la mente humana con todas sus reacciones y comportamientos individuales, sean innatos, aprendidos o adquiridos socialmente, que lleguen a ser factores de influencia o limitantes en un proyecto de *diseño*.

La psicología estudia al individuo en todos los aspectos de su comportamiento; a veces se confunde con la fisiología cuando trata las necesidades básicas, o con la sociología al referirse al comportamiento personal, cuando está actuando en compañía de las personas de su grupo.

El interés del ergónomo está centrado en la psicología normal; en el caso de proyectos de diseño que involucren desviaciones de personalidad, entonces se recurre a especialistas y lecturas pertinentes.

La *conducta humana* es producto de los *impulsos generales emocionales* considerados innatos y los aprendidos durante la formación de la conducta.

MECANISMOS DE LA FORMACIÓN DE LA CONDUCTA

Hay una enorme diferencia entre los simples reflejos animales y la conducta humana, notablemente creadora y compleja: el diseñador estudia y produce el modelo de un artefacto de alto grado tecnológico; un piloto traza la ruta para llegar a un lugar geográfico distante; un compositor escribe una obra musical para ser ejecutada por un grupo orquestal; un malabarista ejecuta una serie de movimientos que exigen de gran coordinación. Podríamos añadir infinidad de ejemplos para demostrar que la conducta humana es producto del aprendizaje y sus aptitudes heredadas.

Desarrollo y maduración

La herencia genética conjuntamente con la asimilación del ambiente social son responsables del desarrollo de la conducta. Dependiendo de la fuerza con que ha sido motivada una conducta, predomina ya sea la herencia o el ambiente.

La conducta instintiva que aparece de manera hereditaria en el principio del proceso de maduración, evoluciona rápidamente por una condición estimulante. La mayor parte de los rasgos heredados son aptitudes para reaccionar o aprender cosas acordes con sus tendencias. Los estudios hechos hasta el momento tienden a demostrar que la inteligencia es consecuencia conjunta de la herencia y el medio ambiente.

La maduración es el proceso que lleva a su fase final el desarrollo de las distintas partes de un organismo. Son varios los procesos y todos poseen su propio ritmo: maduración del sistema nervioso, de las glándulas sexuales, de la habilidad para andar, hablar, etc.

FORMACIÓN DE LA CONDUCTA

En una clasificación elemental de la conducta humana, se consideran cuatro formas de respuesta:

1. Heredadas o aprendidas.
2. Estimuladas por el entorno o por el organismo interno.
3. Automáticas e irreflexivas o consecuencia de un razonamiento voluntario.
4. Generalizadas cuando participa todo el cuerpo; o específicas, si están limitadas a un solo órgano o grupo de músculos.

La mayoría de las respuestas a estos estímulos son aprendidas: el ser humano es una criatura de hábitos.

La única manera o vía que tenemos para adaptarnos al mundo que nos rodea, ya sea al entorno físico o social es por medio del aprendizaje, que nos sirve para tomar las decisiones apropiadas de nuestras acciones inmediatas.

Aprendizaje

El aprendizaje es el condicionamiento y cambio permanente de la conducta, como resultado de las experiencias pasadas y asimilación del aparato social; se excluyen los cambios de conducta referidos a la maduración o enfermedades. Casi todas nuestras acciones se deben al aprendizaje generado por nuestras motivaciones, observación de valores y modelos sociales, sumado a todo lo que asimilamos en escritos, clases y conferencias. Mediante el aprendizaje se adquieren nuevos objetivos y valores. Consecuencia del importante rol que ejerce el grupo social en el aprendizaje, la mayoría de los objetivos humanos son *valores sociales*. Las actividades que se aprenden para satisfacer un impulso, sirven adaptándolas, para satisfacer otros; es por ésto que los impulsos y los objetivos se hallan íntimamente relacionados. Muchos de estos móviles interesan a la ergonomía, tales como la afiliación, aprobación social, *status*, seguridad, motivación, percepción, aprendizaje y rendimiento, que se estudiarán en detalle más adelante: son los factores que aparecen siempre en el análisis del comportamiento humano y temas esenciales de estudio aplicables a la *ergonomía*.

El conocimiento adquirido por el aprendizaje sirve para aumentar las probabilidades de una respuesta apropiada, cuando se presenta un estímulo definido.

Para entender los mecanismos que operan este condicionamiento, es necesario, por su mayor relevancia, estudiar el principio de la *transferencia*, que es el más importante para reconocer la *conducta compleja*.

Condicionamiento

Es la aceptación o modificación de la conducta por el aprendizaje y puede ser reforzada positiva o negativamente. En el caso de la adquisición de una destreza, se diría que es una tendencia de la conducta hacia una creciente precisión de la respuesta que puede definirse como disminución del número de errores, ejecución con menos carga de esfuerzo, número creciente de respuestas positivas y mejor técnica de ejecución, sumado a otros cambios de conducta. Todo lo anterior se aplica a la *ergonomía* cuando se trata del manejo de máquinas o artefactos para optimizar su operabilidad y rendimiento, y se relaciona con el desarrollo de las destrezas.

Principio de transferencia

La persona aprende a responder de una manera condicionada a una situación; cuando esta respuesta es transportada a una situación nueva, se considera un caso de *transferencia*. La experiencia cotidiana nos muestra que de forma repetida y consistente ocurre el principio de transferencia. Es inherente a la planeación de nuevas empresas. Las soluciones a los proyectos de un *diseñador* están basadas, en un alto grado, en experiencias anteriores y las respuestas serán consecuencia de éstas. En la enseñanza, se espera que estímulos nuevos inciten respuestas conocidas, o que la persona posea una condición de conducta que le permita adaptarse a situaciones nuevas. Se sabe que cualquier aprendizaje está supeditado a un contexto de hábitos ya establecidos.

Transferencia positiva o negativa

Es el efecto de un aprendizaje anterior a uno nuevo, con resultados positivos o negativos. Cuando los estímulos son semejantes, las respuestas también lo serán; en este caso la transferencia es positiva. Cuando los estímulos del aprendizaje previo son incompatibles u opuestos al nuevo, la respuesta es de transferencia negativa.

Una persona que esté habituada a manejar un automóvil, podrá adaptarse o transferir esta destreza a manejar otro de características diferentes: esto es *transferencia positiva*. Pero si su costumbre es transitar por la derecha, podría ocasionar un accidente cuando guíe en Inglaterra o el Japón si no es consciente para dominar sus viejos hábitos: en este caso es transferencia negativa o cambio de hábito.

La transferencia es consecuencia de las relaciones estímulo-respuesta del aprendizaje y conduce al concepto de *estímulo condicionado*.

La motivación, la percepción y el aprendizaje son los factores de más frecuente aparición en el análisis del comportamiento humano y temas esenciales del estudio aplicable a la ergonomía.

Los factores del aprendizaje siempre se presentan al mismo tiempo, pero para efecto de su estudio se considerarán separadamente.

Asociación

Es la vinculación en tiempo y en espacio de dos situaciones que de una u otra manera se relacionan para el individuo. Esta vinculación comienza en el mundo físico: por el humo se sabe dónde está el fuego, el trueno acompaña el relámpago. Estas conexiones sirven para la vinculación intracerebral llamada *asociación*. En el momento en que llega un estímulo al cerebro, éste inicia un proceso de discriminación o reconocimiento para poder decidir la respuesta; es cuando establece la asociación sensorial entre dos fenómenos conexos.

Motivación

Las asociaciones se producen cuando una persona se halla motivada de alguna forma. El castigo o la recompensa es la motivación para una respuesta conexas. El niño aprende a evitar el fuego cuando se ha quemado una o dos veces. El factor de recompensa o castigo es tan importante que se le dio el nombre de *ley del efecto*.

Ley del efecto

La manera usual de enseñanza para los niños es recompensar o castigar su conducta. La recompensa a una conducta estimada como buena puede ser una frase cariñosa; si es una conducta indebida se le castiga con un regaño o la supresión de algo significativo para él.

Reforzamiento

Es el afianzamiento o debilitamiento de un respuesta a una situación dada (estímulo). Dependiendo de si ésta causa satisfacción o insatisfacción, y de la magnitud de los estímulos, mayor será el fortalecimiento o debilitamiento del vínculo. Son reforzadores positivos los estímulos que fortalecen las respuestas, y negativos cuando la respuesta es de efecto desagradable, que debilitará el vínculo y tendrá menor opción en formar parte del repertorio de respuestas. El estudiante que obtiene buenas notas cuando resuelve un problema matemático, el niño que recibe una sonrisa de aprobación como recompensa por haber dado las gracias: son ejemplos de reforzadores positivos. Cuando no hay reforzamiento en los elementos de uso de un aparato, se pierde su destreza de uso y como consecuencia la dificultad de reincorporarlo en nuevos proyectos. La sociedad norteamericana perdió la destreza en la

utilización del embrague para los cambios de velocidad, por el uso masivo de la caja de cambios automática por más de treinta años; no es aconsejable el rediseño de autos con embrague, puesto que no sería de interés para dichos adquirentes.

En cualquier tipo de conducta de condicionamiento, cuanto mayor sea el número de repeticiones, más se favorece el firme establecimiento de la respuesta condicionada. Las respuestas condicionadas tienden a debilitarse si se repiten sin reforzamiento: están sujetas al principio de inhibición. Los mecanismos de control para la operación de equipos de sonido, máquinas de escribir y teclados se parecen y sirven para continuar o mejorar los diseños, teniendo en cuenta los tradicionales.

Interferencia

Un estímulo puede asociarse a experiencias diferentes y producir respuestas también diferentes. Cuando dos asociaciones a un estímulo son incompatibles entre sí, una de ellas tiende a bloquear o interferir la otra.

Habitación

De nuevo encontramos que el ser humano se adapta a las exigencias sociales del medio ambiente, cuando está sometido a una condición continuada, la persona se habitúa, es un proceso de aprendizaje que consiste en aprender a reaccionar de una manera determinada ante una situación.

También sucede en los casos en que habituaciones anteriores son sometidas a prolongados períodos de condiciones diferentes de aprendizaje que produce el cambio a una respuesta nueva u opuesta a la original.

Tomamos como ejemplo las personas que muestran fobias o temores al agua o a lugares altos, etc... Poco a poco irán perdiendo este temor, en la medida en que se van familiarizando con estas circunstancias. Habitación significa desgaste, esto es: aprender a no responder a un estímulo que producía una respuesta natural o condicionada.

Sensibilización

Es la recuperación de la sensibilidad a una respuesta que fue olvidada por la habitación.

Inhibición

Se considera como la conducta que tiende a desaparecer después de algún tiempo, no importa que sea aprendida o no. El cansancio producido por una acción que se repite de forma invariable. El abandono de su juguete por un niño. Esta tendencia es

tan común, como para poder concluir que la repetición continuada a una respuesta se convierte en inhibición. La inhibición responde más al aburrimiento, producto del desinterés, que al cansancio físico. Se convierte en indiferencia. Es de gran consideración para el recuerdo y olvido.

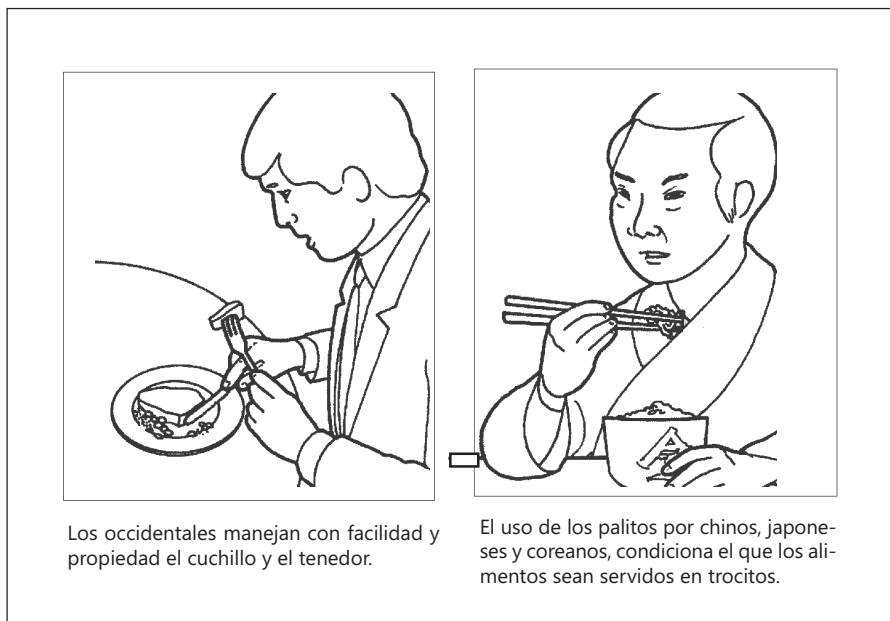
Desarrollo de las destrezas

Se refiere a la adquisición de la forma conductual de las habilidades que, como ya se ha visto, son influenciadas por las experiencias pasadas, y el aprendizaje que establece acciones recíprocas con los mecanismos de la motivación, ya que depende directamente de éstos (fig. 39).

Es el mejoramiento creciente de eficiencia de la respuesta, en la medida en que la conducta adquiere una mejor organización. Observemos que cada vez que se repite una respuesta, ésta ha tenido un cambio hacia un aumento de precisión y eficiencia. El aprendizaje considerado como la adquisición de destrezas, puede definirse como la tendencia de la conducta a una creciente precisión de la respuesta a un estímulo definido, reduciendo errores y esfuerzos.

Las destrezas son series complejas de respuestas con un elevado grado de pericia, no se limitan a los movimientos corporales, también el pensamiento y desarrollo verbal son considerados componentes de las destrezas.

Figura 39. Destrezas



Dentro del proceso de desarrollo de las destrezas y su aprendizaje, se sabe con certeza que en la mayoría de los casos es más eficiente distribuir en el tiempo el esfuerzo de aprendizaje, que concentrarlo.

La ergonomía considera que en las destrezas adquiridas, tales como conducir un auto, deben respetarse los tipos de mandos con sus cualidades, para que el conductor que guíe un auto diferente al tipo en el que ha aprendido no requiera un entrenamiento adicional para adquirir esta nueva destreza. Un cambio de mandos conllevaría un rechazo por el grupo de compradores y usuarios.

Se pueden diseñar cucharas y tenedores con otros conceptos pero no se puede cambiar la destreza adquirida por el uso de los palitos, que significan toda una tradición cultural para los chinos. Tenedores, cucharas y cuchillos de diseño modernista tienen un mercado muy limitado, porque su aceptación se contrapone a los modelos clásicos que presentan apariencia familiar y las personas saben manejar (fig 39).

COMPORTAMIENTO SOCIAL DEL INDIVIDUO

Se vieron las maneras como el ser humano adquiere conocimientos y experiencia para vivir en sociedad. El individuo aprende las normas y modos sociales cuando es participativo y su conducta es producto de este aprendizaje, es por esto que en la mayoría de los casos su comportamiento como individuo es similar al del resto de los miembros del grupo.

Este equipo de comportamiento evoluciona continuamente con el avance de la edad y el trato social, en donde el individuo va adquiriendo un repertorio de hábitos y respuestas para las situaciones antiguas o nuevas. A continuación se van a exponer algunas que tienen incidencia en la ergonomía:

Motivos derivados

Los conceptos de honor, éxito, orgullo, patriotismo, prejuicios, tabús, envidia, celos y modestia son producto del aprendizaje social y una poderosa fuente de motivación que impele a la acción. Tienen un origen común: son producto del entorno social y no de la maduración.

Los impulsos sencillos se combinan en sistemas extremadamente complejos que modifican la motivación. Los motivos de un niño comparados con los del adulto son muy diferentes. El éxito, la aprobación social o el *status* socioeconómico, son objetivos adquiridos por aprendizaje que enfrentan al adulto a nuevos temores y satisfacciones. Las personas adquieren su propio código de valores que las motivan a tomar posturas y acciones para lograr sus objetivos.

Los *valores sociales* conforman una enorme gama que incluye el respeto a la ley, la elegancia, el éxito profesional, la honradez, etc. Todo lo que procede del aprendizaje social comienza en el círculo familiar, donde se inculca en el niño un código de valores, que después se va modificando y ampliando en la escuela, universidad, empresa, etc. Cada persona tiene su código de valores derivado de su entorno social.

Apetencias

Las necesidades primarias son pocas, y algunas como la alimentación, podrían ser abastecidas por tiendas modestas; pero las apetencias son muchas, consecuencia del complejo mundo artificial creado por la sociedad y el actual avance tecnológico. Se encuentran tipificadas en los grandes almacenes donde se puede encontrar infinidad de artículos para satisfacer supuestas necesidades. Estas supuestas necesidades son las *apetencias*. Si estudiamos la conducta propia de las instituciones socioculturales, así como la individual, podríamos hacer un catálogo innumerable de lo que los hombres apetecen o creen apetecer. La búsqueda de la satisfacción de las apetencias motiva el comportamiento cotidiano de las personas. Si alguien está haciendo algo que no quiere es porque una apetencia lo está impulsando a llevar esta conducta.

La importancia de las apetencias se puede valorar por toda la actividad y el esfuerzo que una persona genera para satisfacerlas. Determinar una escala jerárquica de las *apetencias* es muy difícil; sin embargo se podría tratar de establecer por la manera en que las personas gastan su dinero y emplean su tiempo. El tiempo que se dedica a dormir generalmente es de ocho horas, diez en el trabajo y transporte, la alimentación toma una hora, también una hora el aseo y acicalamiento personal y quedan cuatro horas diarias libres; en los dos días de fin de semana hay doce horas por día. En términos generales los miembros de un grupo tienen un comportamiento parecido, aun cuando existan algunas diferencias individuales; sumando las horas libres pueden llegar a cuarenta que le quedan a una persona en la semana y para dedicar a sus esparcimientos preferidos, como: actividad social, intelectual y artística; mantenimiento y desarrollo físico; diversiones y entretenimientos personales, etc.

El individuo, en ocasiones, relega a un segundo plano las necesidades que aseguran la supervivencia, da mayor importancia a las concernientes al trato social y la aprobación de sí mismo por los demás. Su satisfacción sexual está por encima de la necesidad de prolongación de la especie. Su deseo por satisfacer apetencias puede ser mayor que las obligaciones de protección y alimentación de su familia.

Sexo

El sexo marca una gran diferencia en comportamiento, aptitudes, capacidades fisiológicas, que se manifiestan en el trato social, profesiones, oficios, deportes,

vestimenta y demás apetencias, etc.; cualidades que reunidas, conforman la personalidad masculina o femenina.

El *impulso sexual* es una de las motivaciones más poderosas para los humanos. La necesidad de procreación evolucionó a una compleja maraña de condiciones y comportamientos, que cambian notablemente, dependiendo del grupo social. Los publicistas conocen estas motivaciones y las involucran en propagandas donde el elemento sexual no es la condición del producto: cuando se hace propaganda de cerveza, se resaltan mujeres bellas en traje de baño.

Edad mental

Se espera que la persona actúe en sociedad con un comportamiento acorde a su edad cronológica. Cuando alguien es calificado de "comportamiento infantil" es porque está actuando como tal; aun así, la mayoría de veces, el comportamiento de las personas corresponde a su edad. La evolución mental y física motiva las apetencias y las necesidades. En el diseño de juguetes es imperante reconocer las capacidades y predilecciones de acuerdo con las edades de los niños que van a utilizarlos. El vestido, las preferencias de lectura y el tipo de música que apetecen dentro de su proceso de maduración. Como adulto desarrolla proyectos y tareas de su mejor capacidad con conducta y apariencia que demuestra su edad madura. Los ancianos tienden a perder la memoria y su comportamiento es lento y mesurado, con aspecto, ideas y necesidades acordes.

Afiliación

El hombre es un animal social, que vive en grupo. Para satisfacer motivaciones complejas, entre ellas su *status*, el hombre quiere y forma parte de organizaciones, sociedades y grupos. Este móvil de afiliación está relacionado con la necesidad de dependencia, que nos incita a pedir ayuda, a ser amados y aceptados; aparece en la niñez cuando requerimos de la ayuda de nuestros padres y adultos, para relacionarnos con el mundo y aprender a manejarlo.

Aprobación social

Puesto que somos observados por los otros miembros del *grupo* cuando hacemos algo, necesitamos de su aprobación. Esto nos obliga a aceptar las normas del grupo. También tiene origen en la infancia, cuando los padres nos enseñan a desear unas cosas y evitar otras. La recompensa o el castigo de los padres se sustituye por el asentimiento o desaprobación de profesores, jefes o compañeros.

Status

En la búsqueda por conseguir un nicho ecológico que lo satisfaga, el individuo busca la mejor ubicación entre sus compañeros y en el grupo. El *status* no depende solamente de nuestra ubicación dentro del grupo, sino de la localización en la estructura del macrogrupo.

Una de las maneras de conseguir *status* es por medio del logro de un "rango jerárquico" que se relaciona con poderío y prestigio.

El prestigio se sustenta en símbolos que sirven para compararnos con los otros miembros del grupo: automóviles, viviendas y oficinas lujosas son considerados *objetos prestigio*.

El *status* conlleva la capacidad de satisfacer otros impulsos, independientes del dinero o del objeto prestigio.

Seguridad

La sensación de seguridad es indispensable para nuestra estabilidad psíquica. Debemos sentirnos seguros de nuestro trabajo, del amor de nuestra familia, de nuestra integridad física, etc., nuestro sentimiento de seguridad depende también de lo que creemos que nos ofrece el entorno.

El sentimiento de seguridad para los trabajadores puede ser más fuerte que la motivación de un buen salario.

Rendimiento y productividad

Es el logro de resultados eficientes por acciones que van a tener recompensa para alcanzar el éxito y evitar el fracaso; es una poderosa motivación. Depende del éxito y logros del individuo en los campos que incursiona.

Obtener altas calificaciones o el reconocimiento de un buen trabajo es soporte para un buen *status*.

Experiencia

Es la acumulación de eventos cognoscitivos que se adquieren a través del tiempo, consecuencia de la práctica y observación, y que sirven para tomar decisiones apropiadas en las contingencias de las nuevas tareas que se presenten.

Miedo al fracaso

El afán de éxito ha sido formado desde niños: cuando se les recompensa por obtener buenas notas o por sobresalir en los deportes; cuando llegan a adultos, a los triunfadores se les conceden recompensas sobre todo en dinero, lo que convierte el éxito en una de las motivaciones más poderosas para la gente. Lo opuesto al éxito es el fracaso que conlleva el castigo social, la humillación y el ridículo. Hay un miedo latente en todos los actos que impliquen el riesgo del fracaso. Muchas personas no actúan como quisieran por miedo al “qué dirán”.

Entretenimientos

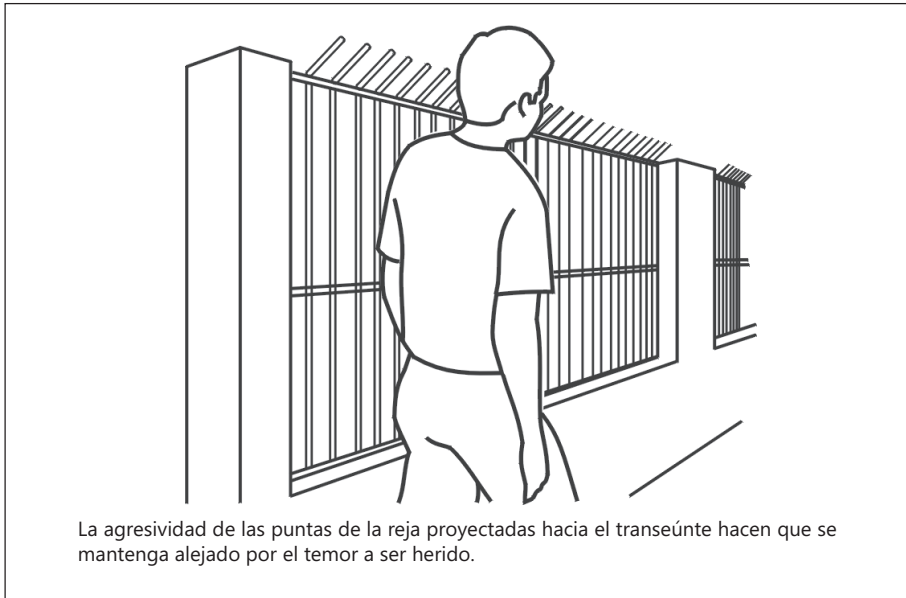
Los entretenimientos son parte de las apetencias. Las que tienen mayor jerarquía son las distracciones, que están en el primer lugar: televisión, cine, revistas, automóviles, juegos, y deportes. En su mayoría son distracciones pasivas, como espectadores, más que como actores. Cerca de las tres cuartas partes del ocio se emplean de esta forma. Si se realiza una encuesta preguntando en qué y cómo se emplea el dinero, se consigue un resultado muy parecido al de las horas. Se ha llegado a determinar que la preferencia de la gente por gastar su dinero en distracciones relacionadas con los placeres de los sentidos es mayor que la relativa al intelecto.

Miedo adquirido

Miedo es el impulso a escapar o evitar una situación que lo produce. Las personas adquieren temores por un proceso de condicionamiento. Estos temores frecuentemente son inconscientes. Aprendemos que el fuego quema, las puntas agudas pinchan, los filos cortan; conceptos sencillos que llevan a suponer consecuencias predecibles, como cuando por la observación de una butaca se puede imaginar que no tiene suficiente estabilidad, o que una cuerda por su escaso grosor no puede sostenernos. El miedo aprendido tiene una gran importancia como factor de diseño. Cuando estos temores son excesivamente intensos se llaman fobias (fig. 40).

Fobias

Son los temores hacia sujetos, objetos o situaciones: claustrofobia, agorafobia, acrofobia, xenofobia, androfobia e hidrofobia son apenas algunas de las aversiones hacia situaciones vividas que produjeron en el individuo angustia o profundo desagrado. Filos, puntas de objetos, lugares cerrados (ascensor), sitios altos (puentes, edificios), cuando han sido objeto de experiencias desagradables, con un alto grado de motivación para el individuo, se convierten en temores irracionales llamados *fobias*.

Figura 40. Miedo adquirido

Cansancio físico y mental: fatiga

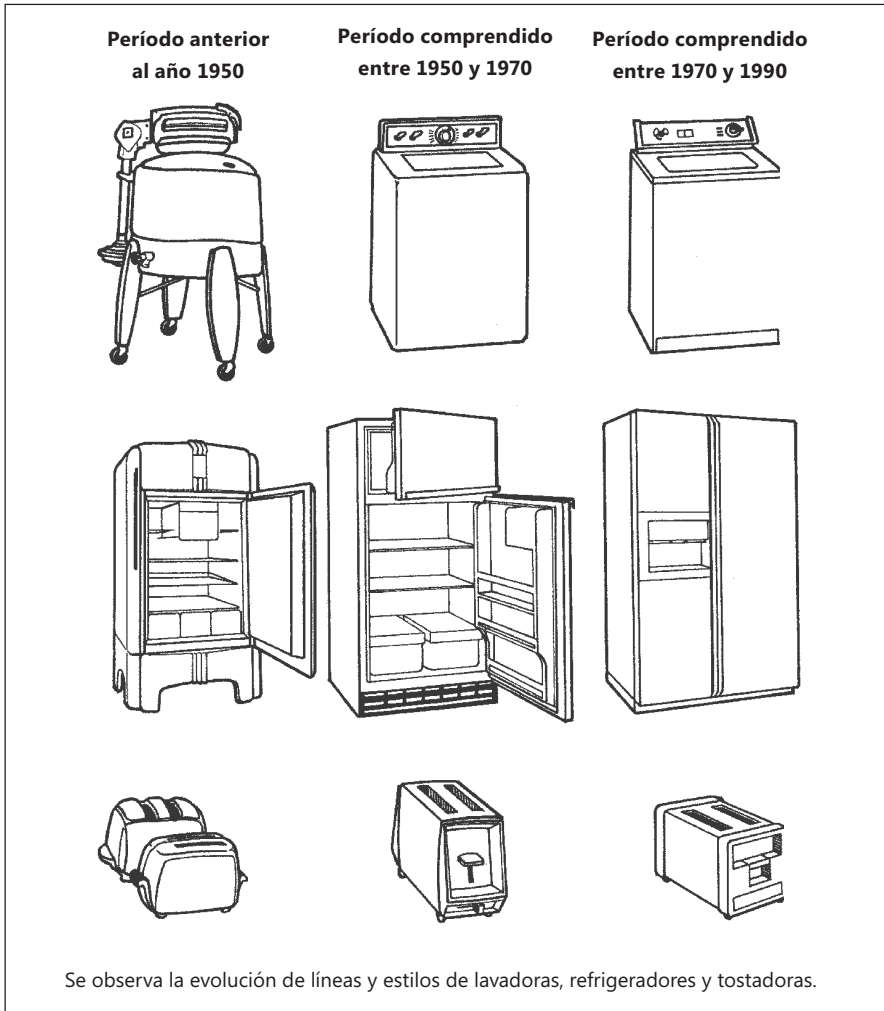
Cuando una persona está expuesta a un prolongado tiempo de trabajo mental su rendimiento decrece por causa de la fatiga; entre mayor sea el tiempo puede llegar a una condición peligrosa de pobre ejecución, como es el caso de un conductor que ha estado manejando por un período muy prolongado, el que sumado a su cansancio físico puede causar un accidente grave debido a pobres reflejos, consecuencia de su lenta capacidad de reacción.

En el diseño de aparatos que requieran de ejecuciones difíciles y continuadas, es necesario establecer el umbral límite del cansancio.

Gusto y concepción estética

Los valores estéticos o **el gusto** (valores estéticos) es la aceptación, rechazo o indiferencia que una persona "siente" cuando sus sentidos se activan por los estímulos provenientes del ambiente que la circunda. En los aspectos formales, textura y color de los objetos, percibidos por el sentido de la vista; la música o el ruido molesto, por el oído; las sensaciones agradables o desagradables, apreciadas por el tacto, olfato y gusto. Son el resultado de un proceso de condicionamiento en continua evolución (fig. 41). Como es producto de la interacción social, se profundizará en el capítulo 8, *Factores sociológicos*.

Figura 41. Evolución estética



Este aprendizaje comienza con la motivación del ambiente familiar que ya posee un bagaje cultural propio de su *status* y que transmite a sus descendientes. Es así, que este proceso tiene su origen en el entorno familiar por el principio de transferencia, donde el niño aprende de sus mayores lo que ellos consideran bonito, feo o indiferente. En la medida en que se va independizando de sus padres, comienza a sustituirlos por las personas que le significan prestigio. Durante el transcurso de su desarrollo cultural, la persona va modificando su apreciación estética a niveles diferentes, consecuencia del aprendizaje directo o condicionado por conceptos de personas consideradas como "figuras" o "notables", los llamados "líderes de grupo", representados por personajes famosos del momento y que en algunos casos pueden ser ficticios, tales como la Mujer Maravilla, Superman, etc.

La apreciación de un objeto nuevo, para una persona, es su asociación con otro, que ya tiene una connotación de belleza o fealdad. Este postulado es de aplicación universal en el diseño.

Espacio vital

Es considerado como una burbuja imaginaria que envuelve al individuo y lo hace sentir presionado cuando esta es invadida o disminuida por otro u otros, o por elementos del entorno físico. Su accionar queda restringido a la proximidad de otro individuo o cosa y esto significa un ataque personal cuando esta proximidad no ha sido previamente consentida.

Las personas de un *grupo* numeroso y hacinado, como en el caso de espectáculos masivos, desarrollan una conducta irritable, que luego puede convertirse en agresiva y peligrosa para el resto de participantes. Palomas y ratas hacinadas en jaulas, donde recibían el alimento que ellas quisieran y sin restricciones molestas, desarrollaron una conducta agresiva y desequilibrada; en las palomas se hizo más evidente, por ser animales mansos.

Hábitat

Es el espacio físico y social en una área geográfica que el individuo frecuenta de manera temporal o permanente, donde desempeña sus actividades, tales como: habitación, áreas de desplazamiento, sitios de actividad ocupacional y recreativa. El individuo reconoce en detalle los lugares que frecuenta y desarrolla un tipo de comportamiento con las gentes que habitualmente trata en esta área.

Territorialidad

Mientras el *hábitat* significa el espacio físico y social reconocido de acuerdo con el concepto y apreciación individual, que en algunos eventos podría estar distorsionado por su bagaje condicionado, la *territorialidad* es el espacio real y sus características pueden ser cualificadas y cuantificadas objetivamente. El individuo considera y cree que esta área le pertenece, esta es su natural actitud de apreciación ante su hábitat.



capítulo **8**

**FACTORES
SOCIOLÓGICOS**

INJERENCIA DE LA SOCIOLOGÍA EN LA ERGONOMÍA

Cuando se habla del *grupo* compuesto por los posibles adquisidores y usuarios de un producto, quienes son para el diseñador el *grupo en estudio*, se considera que su clasificación sociológica y sus características deben ser estudiadas por los preceptos y normas de esta disciplina. El estudio sociológico del grupo es de los que entrega mayor cantidad de elementos de juicio para el proyecto.

POSTULADOS DE RELACIÓN

Para el entendimiento de la sociología en lo que atañe a la ergonomía, previamente al desarrollo del tema, se deben reconocer los postulados más importantes que intervienen, pero no la totalidad, ya que como es sabido, cada estudio tiene características específicas; queda entendido que para lograr un estudio completo deben consultarse a especialistas y fuentes de información sobre el tema. Los postulados relevantes son:

Necesidad de agruparse

Como se mencionó en el concepto de grupo (capítulo 2), el hombre es un animal social, esto es: convive en grupos, necesita a los demás miembros del grupo y ellos necesitan de él como persona con capacidad para realizar alguna actividad que ayude al conjunto. Esta actitud fue el resultado de la necesidad del hombre primitivo, que para poder sobrevivir en un ambiente hostil y poderoso tenía que reunirse en grupos para defenderse y solucionar sus necesidades con mejores posibilidades de supervivencia.

Conducta compartida

El individuo observaba al resto y, a su vez, era observado por ellos, lo que creó una conducta compartida. Copia la manera de actuar del grupo y el grupo toma el comportamiento destacado de un miembro que es líder. La mayoría de las veces es posible reconocer la profesión de una persona observando su vestimenta, manera de expresión y hábitos (fig. 42).

Figura 42. Conducta compartida - Postura sedente

Estructura - status

Para la evolución social desde el grupo primitivo era necesaria una organización estructurada, donde se le asignan al individuo, funciones y deberes que lo ubican en su "nicho ecológico" (*status*), que él debe mantener por medio de un comportamiento consecuente con las "normas" exigidas por el *grupo*.

Grupos sociales

La evolución de los *grupos sociales* es extremadamente compleja, aparecen grupos para todas y cada una de las actividades, con características definidas, llamadas *culturas* cuando se refiere a macroorganizaciones, pero que pueden llegar a ser tan especializadas como en el caso de profesión, sexo, edad o entretenimientos.

Clases sociales - status

El individuo adquiere el *status* de la *clase social* a la que pertenece, pero también un lugar dentro de la escala de su grupo; su comportamiento se amolda a las reglas que tácitamente establece y comparte el grupo: creencias, religión, mitos, tradiciones y entretenimientos son parte de este rol. También el "poder adquisitivo", que no tiene relación directa con el *status*, pero existe un paralelismo con él. Aparece el concepto de "objeto prestigio".

FACTORES SOCIOLÓGICOS

Se ha visto la importancia que tiene el *entorno físico* que afecta al operario y a la máquina con la intensidad correspondiente a sus sensibilidades: al operario cuando su equilibrio homeostático es perturbado y la máquina que puede alterarse si sus componentes son sensibles a agentes físicos, tales como el calor, vibración, humedad. La psiquis del operario también reacciona en correspondencia a los estímulos que provienen del ambiente social que lo circunda, la presión o aquiescencia que ejerce este entorno en el individuo lo hace adoptar conductas de compromiso.

El ejemplo que ilustra estos tres aspectos, utilizado al principio de este libro, es el de la úlcera péptica: es una erosión en el duodeno o estómago causada por estrés; el individuo secreta exceso de jugos gástricos cuando es sometido a presiones del entorno social, que le exigen un comportamiento y actitudes difíciles de mantener, afectándolo a tal grado, que alteran su equilibrio psíquico; la erosión es de carácter fisiológico, causada por una fuerte tensión psicológica, que a su vez es consecuencia de una presión de índole sociológica.

Fisiología, psicología y sociología se interrelacionan estrechamente y se deben estudiar exhaustivamente para obtener un resultado que abarque todas las probables consideraciones, y permita establecer la más completa lista de parámetros ergonómicos, que serán aplicados con éxito en proyectos de diseño.

El individuo en el grupo

Para estudiar la sociología en lo que concierne a la ergonomía, se debe visualizar el comportamiento del grupo como un todo. Conociendo las apetencias del grupo se podrán lograr soluciones acordes.

La *socialización* es el proceso de aprendizaje y adaptación del individuo al grupo. Se comienza a realizar mediante el aprendizaje en el núcleo familiar, que crea un ambiente de estímulos discriminatorios que favorecen la creación de actitudes, ideas y comportamientos que conforman su personalidad.

La *personalidad* es el conjunto de actitudes emocionales e intelectuales que la persona ha adquirido a través de su aprendizaje, que le permiten valorarse a sí mismo y relacionarse con otras en el desarrollo de la interacción social.

El grupo básico de toda sociedad es la familia, que comienza a condicionar a las personas en el proceso de socialización. Por transferencia, el niño recibe los más tempranos estímulos que refuerzan sus respuestas durante el aprendizaje. En la medida que el niño avanza en el proceso de socialización, la familia como promotor inicial va perdiendo importancia. Aparecen otros *grupos* –incluyendo aquellos de los que su familia trata de separarlo–, con los que el individuo va entrando en contacto y que lo van condicionando a nuevos comportamientos; adquiere nuevos valores, costumbres, normas sociales, ideas políticas y religiosas, prejuicios, tabúes y estereotipos. Cuando el individuo es admitido en un grupo y comienza sus actividades, se da cuenta que existen rangos y posiciones como sistemas de diferenciación; también percibe normas y labores preestablecidas.

Grupos sociales

Desde nuestro nacimiento hasta la adolescencia dependemos de nuestros padres y de las personas que nos rodean; desde ese momento comenzamos a construir un sistema intrincado de relaciones con personas, miembros de grupos de diversas actividades, en los que entramos a participar desempeñando funciones, tales como: profesional, miembro de un partido político, trabajador en una empresa, estudiante, basquetbolista, etc. Nos reunimos con otras personas por variadas razones, pero esencialmente por la supervivencia del *macrogrupo*.

Los *grupos* a los que pertenecemos van influyendo en nuestra conducta, a tal punto, que nos exigen condiciones tales como la manera en que debemos vestirnos y portarnos socialmente. Somos parte de esta sociedad y estamos obligados a aceptar las normas que nos impone para ganar la "aprobación social", si queremos seguir perteneciendo a ella y si deseamos ganar un "nicho ecológico", "puesto en la sociedad" o "afiliación" que nos sea satisfactorio.

La cultura

Se considera *cultura* el conjunto de patrones: costumbres, hábitos, tradiciones, creencias, actitudes, símbolos e ideas, respecto a los valores existenciales que comparte un grupo social.

Cada sociedad produce soluciones diferentes para todas sus actividades, las que son defendidas por sus miembros como las mejores, comparadas con el contexto general. Consecuentes con este postulado, deben entregarse soluciones que sean acordes con los modelos culturales, es decir, las formas de conducta ligadas a las creencias compartidas por el grupo.

Las características culturales de un *grupo* se derivan, en gran parte, del hábitat geográfico: clima, recursos naturales, alimentación, vivienda, vestido, etc. La permanencia continuada por largo tiempo de un *grupo* en un lugar geográfico da como resultado su aspecto, características étnicas y manifestaciones culturales; el lenguaje se desarrolla diferenciándose del de sus vecinos; se incluye también la expresión corporal que es usada para intercambio de mensajes a través de gestos y actitudes corporales. También tienen gran importancia de interferencia, especialmente para la aculturación, los otros grupos con quienes tiene trato y por los cuales es influido.

La *cultura* es considerada en dos formas: *ideal*, patrones conductuales formalmente aprobados por las instituciones, y *real*, que son las prácticas que efectivamente siguen las personas.

Estructura del grupo

La estructura social del grupo aparece con la domesticación de plantas y animales; cuando los grupos nómadas se establecieron en lugares que tenían condiciones para ser sembrados y los animales apacentados, se convirtieron en grupos sedentarios. Los pueblos crecieron y requirieron de organización, que solamente se logró asignando funciones que cubrían todos los aspectos de supervivencia y cohesión del grupo. Aparecen castas y estratos que se interrelacionan formando una estructura que necesita líderes, jefes, artesanos, comerciantes, agricultores, constructores; juntos defienden y hacen progresar el grupo.

Toda cultura posee su propia estructura social, asigna tareas y obligaciones a cada uno de sus miembros. Los padres están obligados a conseguir dinero para mantener a su familia; los hombres deben ejecutar los trabajos fuertes; las madres criar a sus hijos; los jóvenes ir al ejército; etc. Se honra con premios las buenas acciones y se castiga el mal comportamiento. El consenso general da a las realizaciones de un miembro, mayor o menor importancia comparado con los demás; es así como le asigna una posición jerárquica o *status*, que corresponde a su "nicho ecológico".

Clases de grupos

Un solo individuo desarrolla una variada gama de actividades y puede ser miembro en cada una de ellas. Sus características personales lo colocan, en diferentes subgrupos que comparte por placer, necesidad o identidad.

Estos grupos pueden ser transitorios o permanentes: *transitorios* cuando se trata de asistir a UN espectáculo o manifestación social que reúne, muchas veces, una gran cantidad de gente; o *permanentes*, cuando la asistencia es de carácter continuado como es el caso de la política, religión o la asociación con colegas de su profesión. El grado de intimidad entre los miembros, en el caso de los transitorios es apenas casual, pero en los permanentes llega al reconocimiento cercano de gran parte de los asociados.

La dimensión de los grupos permanentes hace que su injerencia sea decisiva en el desarrollo social.

Un aspecto de los grupos transitorios numerosos es la **reacción en cadena**: cuando las grandes multitudes se sienten amenazadas, manifiestan un comportamiento irracional, que no difiere del mostrado por los animales en estampida. Las grandes tragedias que se han presentado en estadios y teatros, se deben a la imprevisión en el diseño de los recintos, donde no se tuvo en cuenta una reacción en cadena.

Cuando hay un magnífico orador, la multitud por el efecto de la mayoría, muestra solidaridad y aceptación a las ideas pregonadas por el líder. Los pasajeros de un autobús se unen solidariamente con el conductor, aún cuando el accidente sea su culpa.

Podemos colegir que las personas que conforman un grupo tienden a compartir las actitudes del resto, sin racionalizar su postura.

Un factor importante para tener en cuenta al estudiar los grupos, es el de los requisitos exigidos para pertenecer, o la obligatoriedad para formar parte de éstos.

Las exigencias del grupo están basadas en las actividades que se llevan a cabo y sus finalidades. El miembro, por medio de una función de interacción social, entra al grupo para satisfacer una necesidad y busca que esta permanencia le sirva para resolverla. Si recibe alguna gratificación pensará en permanecer como parte del grupo. La permanencia y el tiempo que él gasta en el grupo están determinados por su acomodación al mismo.

Los subgrupos sociales con sus implicaciones de interrelación, se equiparan y en muchos casos corresponden a los *grupos de estudio* ergonómicos, o sea los *grupos de mercadeo* que la *empresa* establece como los posibles compradores-usuarios del objeto en estudio; algunos ejemplos:

- El conglomerado que habita en una región geográfica con determinantes culturales, clima, recursos naturales, etc., comparte la necesidad de calentadores de ambiente si el clima es frío, o habitaciones de techos altos con ventanas grandes y abiertas, para permitir la aireación en climas cálidos.

- La edad: juguetes para niños de acuerdo con sus aptitudes; deportes para adolescentes y jóvenes; pasatiempos para adultos; y recreaciones para ancianos.
- Grupos constituidos por dos o más factores, como en los vestidos que están diseñados diferenciando las edades, sexo, *status*, ocasión social y ubicación geográfica.
- Grupos conformados por profesionales que trabajan con los instrumentos propios del oficio.
- Grupos de entretenimiento. Las edades y el sexo conforman conjuntos que determinan los uniformes, la actividad física, en pasatiempos y en los deportes. Las personas que usan estos implementos se reúnen en agrupaciones, que muchas veces no son formales, pero identifican *grupos de mercadeo*.

Las clases sociales

Las actuales culturas han desarrollado un sistema complejo de estructura donde el *status* está ordenado siguiendo una escala de prestigio establecida por el grupo, que asigna el rango según considere su importancia. Si bien es cierto que no hay relación directa entre la riqueza y el *status*, en la sociedad existe un paralelismo. Los ingresos afectan su poder adquisitivo, que a su vez normaliza la clase de vivienda, vestuario, tipo de objetos, entre otros. Este paralelismo hace que se establezcan estratos o clases sociales.

Cada clase social tiene características propias: la manera de hablar; la entonación, tonalidad y el léxico usado; su comportamiento social; la forma de vestirse; sus preferencias y gustos.

El aspecto físico de las personas se identifica con la clase social ya que la naturaleza de su modo de vivir les imprime, según su posibilidad de alimentarse, cuidados médicos y odontológicos que favorecen la salud y el desarrollo físico y mental.

Para el grupo es importante seleccionar miembros que desempeñen las funciones institucionales de que sean capaces. Cuando un individuo nace llega a un ambiente familiar formado, que influye positiva o negativamente en la adquisición y reforzamiento de cualidades necesarias para su posicionamiento en la escala social. La sociedad confiere posiciones por la capacidad personal, pero también por haber nacido con un linaje o reconocimiento familiar: esta posición es el *status*.

Status

El *status* es concedido a cada persona dependiendo de su desempeño social, grado de participación y rol en el grupo; conlleva la obligación de seguir una con-

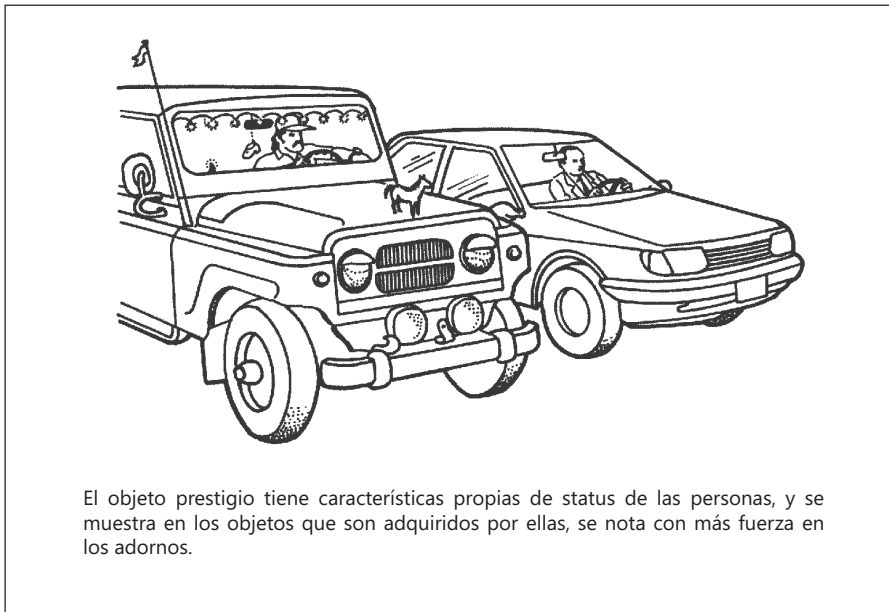
ducta consecuente con el mismo. Para cada persona el *status* depende del círculo en que esté actuando: si pertenece a un círculo de poder adquisitivo, sus ingresos periódicos son la medida para su posición; pero si es un gran orador podrá tener una buena posición en la política. La suma de sus desempeños sociales y su herencia social y económica le señalarán su *status*, que fluctuará según los cambios de condiciones del entorno social y de su desenvolvimiento personal acorde con la naturaleza de sus aptitudes. Antecedentes étnicos, las profesiones u oficios, la edad, el sexo, etc., son parte de las determinantes del *status*. El *status* representa el rango social, derechos, obligaciones y privilegios, y el *rol* es el comportamiento asignado al *status* que el resto del grupo espera que la persona desempeñe de acuerdo con modelos prescritos.

Objeto prestigio

Toda persona desea adquirir el crédito que le permita un lugar en la escala social que la satisfaga; pero este prestigio siempre viene acompañado de símbolos que representan su *status*.

Se usan vestidos y objetos personales que deben estar acordes con su prestancia, esto lo distingue de manera sobresaliente en su círculo: aparece el concepto de *objeto prestigio*, que debe tener una connotación de reconocimiento por el resto del grupo y que generalmente es costoso y escaso (fig. 43).

Figura 43. Objeto prestigio



Esta necesidad social de poseer objetos prestigio es explotada por la propaganda, en donde lo primero que se trata de sugerir es que el objeto tiene esta condición.

El prestigio se distribuye en: materiales como el oro, cuero, maderas exóticas, entre otros; la empresa que lo fabrica; el lugar de procedencia; y lo más importante, quiénes lo usan.

Líderes, jefes y subordinados

Toda organización requiere de una estructura con jefes que tengan autoridad para implantar reglas que sirvan para el funcionamiento y desarrollo social.

El grupo va desarrollando su propias normas o actitudes que son divulgadas a sus miembros por los líderes del grupo, personajes que pueden tener uno o más de los siguientes rasgos de personalidad: participantes activos en las funciones del grupo, popularidad, fáciles de palabra, confiados en sí mismos y constantes. Los líderes crean e imparten nuevas formas de conducta que aportan cambios, aceptados por el grupo por considerarlos los más aptos para ayudar a resolver sus necesidades.

El líder siente el prurito individual de mostrarse superior e importante ante los demás miembros y alcanzar un "nicho ecológico" que conlleve admiración y respeto. Para conseguir esta superioridad, usa como instrumento el poder político, económico, familiar, etc. Los cambios sociales provienen de los líderes. Las culturas, en general, son reacias a los cambios y dependen de la magnitud de la imagen de sus líderes para que estos cambios se produzcan. Uno de los frenos para que no se haga el cambio, es el miedo de enfrentarse al parecer de la mayoría. El parecer generalizado del grupo, influido por el líder, puede apoyar cambios presionando a los miembros a aceptar modificaciones respecto a juicios perceptivos y conceptos sociales o políticos.

Poder social en un individuo es su capacidad para controlar algunas de las acciones de las gentes que lo rodean, emanando de ello jerarquía y autoridad. Los grupos de influencia están constituidos por estas personas y se forman en todos los campos sociales, pero especialmente en el político, económico y religioso.

Conducta del grupo

Para la persona es más importante el parecer del grupo con respecto a su ser, y que el nicho ecológico adquirido en su mundo social le sea satisfactorio, en contraposición a su posible bienestar físico. El individuo concede más importancia a los aspectos sociales que a los que atañen con sus necesidades biológicas.

Estar acorde con la moda, buscando la aceptación del grupo, mostrando que conforma con sus normas, lleva al individuo a adoptar posturas insólitas, tales como usar zapatos estrechos y de puntas agudas que le deforman el pie y le producen, en consecuencia, el *hallus valgus* o juanete.

A través de la historia, diferentes civilizaciones han adoptado modas que van en contra del bienestar fisiológico, pero que por su connotación social los miembros del grupo están obligados a aceptar; ejemplos de lo anterior: la deformación craneana de la cultura Tumaco; impedir el crecimiento del pie, por medio de hormas, que las nobles chinas mostraban como signo de belleza; narigueras y aretes muy pesados, aros que deforman los labios y cuellos en las tribus africanas. Todo esto lo hace el individuo para ser aceptado por el grupo al que pertenece.

Normas sociales

Son las formas de conducta características de un grupo y con las que se espera reaccionen sus miembros.

La conducta del ser humano está moldeada desde antes de su nacimiento por cualidades y comportamientos heredados de sus ancestros. Cuando nace es influido por el grupo, y a su vez, como parte del grupo, influye en otros miembros, quienes sufren una modificación conductual. Esta interacción va forjando las normas del grupo para todos los aspectos sociales, que tienen un tiempo y lugar para los diferentes rangos y fluctúan en continua evolución.

La presión que ejercen los líderes sobre los miembros del grupo para que adopten las normas propias o cambien de opiniones, creencias y juicios, tiene como razón la de mantener la supervivencia del grupo. Si todos los miembros actúan de similar forma, defenderán su cohesión, con la convicción de que sus formas sociales son las mejores respecto a otros grupos.

Se crean conceptos de nacionalidad, patriotismo; orgullo de casta y profesión que sirven para mantener esta unión y prolongar la existencia del grupo. El individuo necesita del grupo, y éste a su vez de la persona; es una condición recíproca para su coexistencia.

Para mantener la cohesión del grupo, éste tiene que imponer un paquete de normas; castiga a quienes se apartan de ellas y premia a los que las acatan. El castigo, generalmente es la humillación social y el ridículo, el aislamiento y el desprecio. Para premiar, la sociedad concede el respeto y el reconocimiento público como muestra de aprobación. La persona en su afán por merecer la aprobación social se afilia a grupos que comparten sus características: profesión, religión, política, etc., y adopta sus normas, prejuicios, tabúes y mitos; en algunos casos, son defectos sociales compartidos por los miembros; es el caso de la segregación racial. El grupo establece normas que abarcan todas las manifestaciones culturales o sociales, exige de sus miembros un comportamiento acorde con su nicho ecológico. Muchas cosas que usamos sean o no para nuestra comodidad tienen como propósito agradar al grupo: aretes, tacones altos, corbatas, etc.

La persona, durante toda su vida, comparte los patrones de conducta que copia de su comunidad: actitudes, hábitos y limitaciones, incluyendo su expresión hablada, corporal y escrita, características del grupo al cual pertenece.

Consecuencia del aprendizaje en una estructura social tradicional, el individuo se caracteriza con su cultura, la representa y la defiende.

El estudio de la sociología adquiere mayor prominencia en la *ergonomía*, puesto que el *ser humano* le da mayor importancia a la consideración que los miembros del grupo le dan al individuo como persona, que las molestias o deficiencias fisiológicas que le puedan acarrear el tratar de mantener una apariencia. También se establece que la presión social sobre la psiquis del individuo, lo altera a tal grado que puede llegar a enfermarlo o desequilibrarlo mentalmente.

Las actitudes como normas

La conducta del ser humano comienza a moldearse desde antes de su nacimiento cuando los estímulos provenientes del mundo exterior son percibidos por la madre, de su entorno y sus acciones, debe sumarse a lo anterior el bagaje de normas y el comportamiento familiar.

Cuando el hombre nace se hace miembro de un grupo social, el de su familia, y es estimulado por personas que le transmiten sus conductas; va creando pautas de reacción que le son propias y que siempre cuando se presentan situaciones similares se van a manifestar de igual manera. Adquiere un repertorio de respuestas a situaciones específicas o relacionadas. Estas actitudes pueden ser fortalecidas por el reforzamiento positivo o debilitarse por el negativo, que depende en gran forma de la aceptación social que tengan estas reacciones. Los "modos" de conducta compartidos que caracterizan a los miembros del grupo y que son adquiridos por la socialización se llaman *normas sociales*. Las actitudes pueden considerarse como normas.

Las actitudes son creencias y prejuicios sociales. Se considera que las actitudes no son transmitidas directamente, sino por inferencia y conforman el equipo de conducta de cada persona. Si se tiene éxito en los negocios es porque la persona posee las actitudes favorables para esta actividad.

La naturaleza de las actitudes puede ser *negativa* o *positiva*. Consiste en la tendencia a responder favorable o desfavorablemente a los diferentes objetos, personas o situaciones. La respuesta por una actitud es la categorización o jerarquización de un estímulo; es una discriminación en la reacción ante un objeto estímulo, que tiende a colocarlo dentro de una categoría específica; es por esto que se deben considerar los procesos de categorización y sus objetivos.

Actitudes negativas, positivas y prejuicio social

Los prejuicios son actitudes negativas, causados por las antipatías formadas en contra de grupos étnicos o personas. Las actitudes negativas son tendencias a menospreciar o desacreditar objetos o manifestaciones culturales de un grupo.

La tendencia a clasificar una cosa o persona dentro de la categoría de bueno es una actitud de condición positiva.

Categorías y estereotipos:

Hay una tendencia a clasificar a las personas en categorías, lo que a menudo lleva a endilgarles cualidades ya sean positivas o negativas, que no poseen. Este comportamiento conduce al concepto de *estereotipo*, que es una creencia generalizada y simplificada, que en la mayoría de los casos es errónea. Generalmente se refiere a la categoría y cualidades de personas o grupos.

Cambio de actitud

Hay una propensión a conservar nuestras actitudes a pesar de la presión de avances tecnológicos y culturales que nos induzcan a cambiar nuestras actitudes. El cambio de actitudes sí ocurre, pero no es equivalente al grado de desarrollo propuesto. Es lento principalmente por las siguientes causas:

- *La interpretación selectiva:* es evitar la información que pudiera cambiar actitudes y creencias y la presión social para la conservación de actitudes.

La interpretación selectiva tiende a conservar las actitudes y creencias preestablecidas como características de las personas. Nos fijamos en las cualidades que se le endilgan a las personas e ignoramos a propósito otras cualidades prominentes, buenas o malas, porque no son tenidas en cuenta en el marco establecido para esas personas. Si un individuo de la clase obrera es pulcro en su vestimenta será notado, pero si llegara a ensuciarse, pasará desapercibido; nos fijamos cuando está limpio, porque la actitud preconcebida es suponer que los obreros son sucios.

- *La evitación de información:* las personas son reacias a cambiar sus actitudes y creencias, y generan rechazo a toda nueva información que tienda a cambiarlas. Cuando existe un tema con puntos de vista contrarios al lector, éste se abstiene de leerlas para evitar un conflicto de ideas respecto a sus creencias. Si hace parte de un auditorio, donde se expongan ideas opuestas a sus opiniones, su actitud es de ignorancia y falta de atención hacia el tema.
- *La presión social para la conservación de actitudes:* la tendencia a compartir las actitudes con los otros miembros del grupo y su aprobación al concordar con sus creencias. La persona tenderá consciente o inconscientemente a bloquear el cambio a nuevas actitudes o creencias.

Propaganda

La resistencia al cambio de actitud puede ser vulnerada por la propaganda, que no es otra cosa que la presión deliberada para influir en el cambio de opinión, en la adquisición de nuevos hábitos y actitudes favorables al fabricante. Es el medio de divulgación de información, que manejada éticamente, sirve para un cambio de actitud benéfico para la sociedad.

Concepto estético del grupo

Se vio anteriormente la conducta del individuo frente al "gusto", pero al ergónomo le interesa más la posición del grupo.

Los grupos sociológicos muestran diferencias en el "gusto", que están determinadas por la diferencia de *status*, ubicación geográfica, categorías sociales, etc.

Cuando el artefacto hace su aparición como objeto útil, su apariencia está conformada por su funcionalidad, poco es lo que se añade como adorno, pero una vez comprobada su efectividad, se comienza a "embellecer"; después, su apariencia formal se convierte en modelo estético. Ejemplo: ánfora, columnas y sus remates.

El concepto de belleza o la apariencia estética de "agradable a la vista" es consecuencia de las experiencias visuales del grupo; dentro de un hábitat y condición temporal, se tendrá como patrón de belleza lo que las personas notables, miembros del grupo impongan con frases como: "eso es feo", "aquello es bonito", "no lo usamos porque es de mal gusto", "esto es elegante", etc.

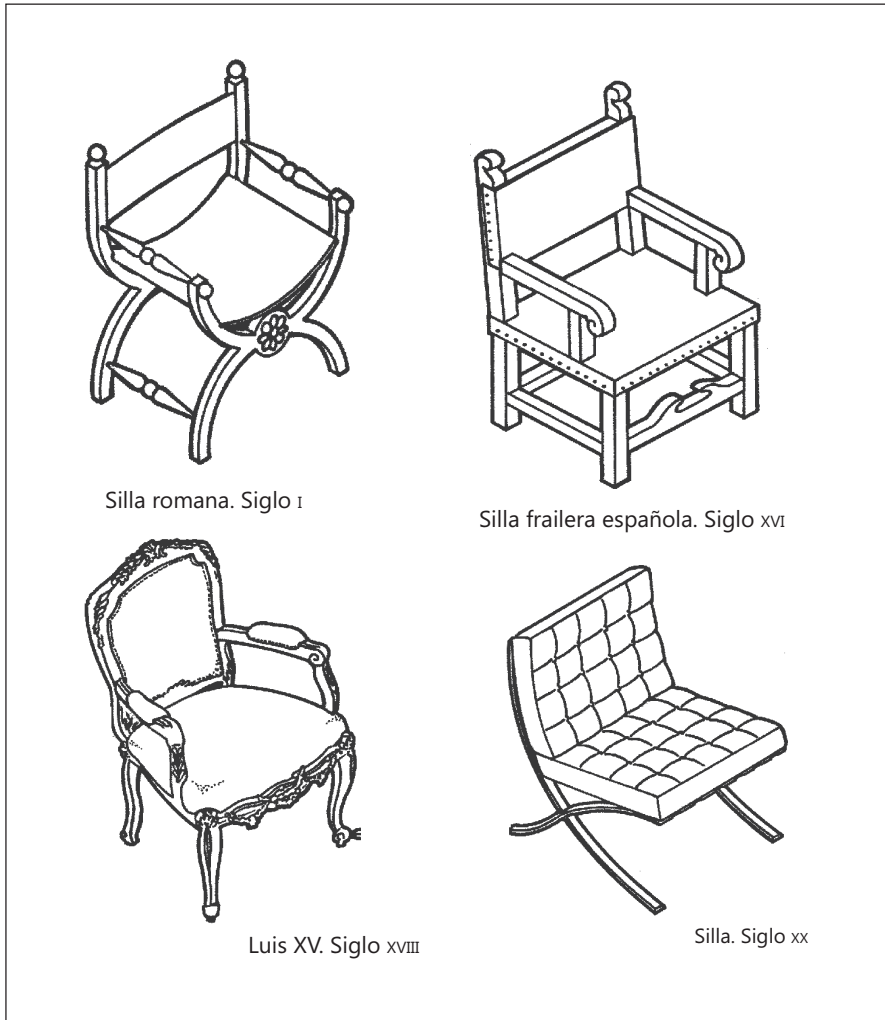
Las variantes de diferenciamiento estético que cada persona muestra respecto a los otros miembros del grupo, están determinadas por sus impresiones individuales, pero de todas maneras de marcada tendencia a la del grupo al que pertenece.

Las figuras "aerodinámicas" con curvas suaves que sugieren velocidad son usadas en vehículos aun cuando su razón funcional no sea válida.

Para una comida no basta que tenga buen sabor, es necesario que despierte el apetito por su aspecto, el reflejo condicionado por causa de la apariencia del alimento y su presentación en los recipientes en que está servido es lo que lo hace apetecible.

Ningún objeto es bello o feo por sí mismo; esta cualidad o defecto depende del consenso y parecer del grupo. La apreciación de un objeto nuevo es su comparación con otros reconocidos como bonitos o desagradables (fig. 44).

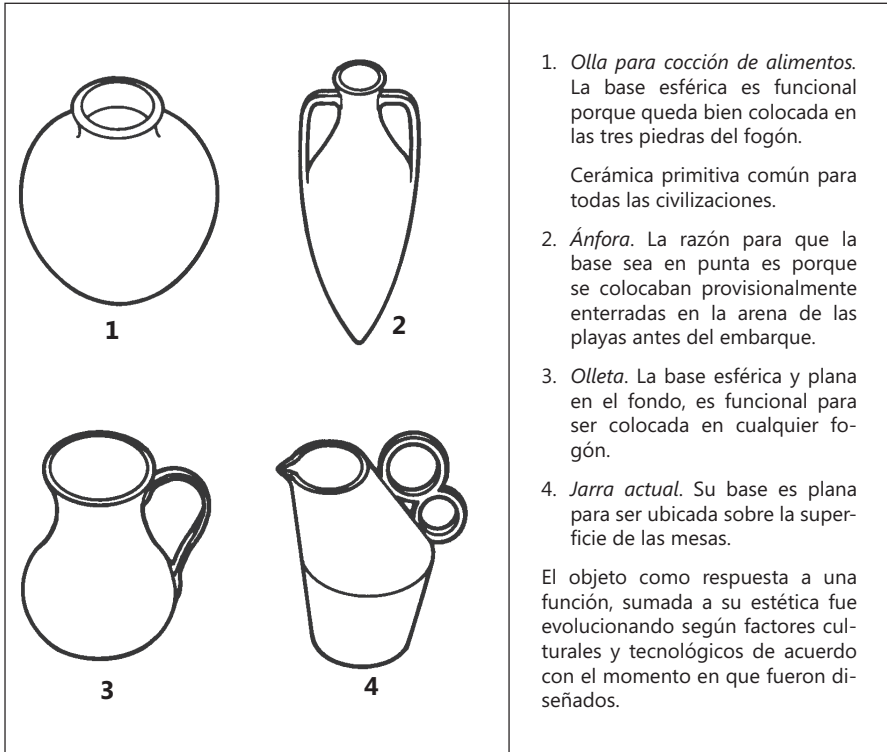
La compulsión a la aceptación o al rechazo de los nuevos objetos por su apariencia está relacionada o es consecuencia de la asociación de ideas con respecto

Figura 44. Modelos de belleza según su época

a otros modelos anteriores, ya reconocidos como bonitos o desagradables. El ergónomo al reconocer los conceptos estéticos del grupo, puede entregar como factores de influencia aplicables al diseño en estudio, las características reconocidas como bellas por ese grupo.

Una vez que el *gusto* de un grupo social ha llegado a ser producto de una evolución tendencial lenta en un lapso prolongado, el grupo no puede ser forzado a cambiar sus patrones de belleza a los de otro nivel social o lugar geográfico, porque presentará rechazo. En caso de provenir este cambio de un grupo líder, se efectuará un proceso de aculturación con la destrucción del patrimonio cultural del grupo influido.

Figura 45. Objeto utilitario



Los grupos sociales han desarrollado, en el transcurso de su historia, modelos de belleza que se repiten con características definidas, que identifican el grupo en una época, lugar geográfico y *status*. Esto es tan cierto que los objetos utilitarios o artísticos antiguos, como los arqueológicos, se pueden ubicar en el tiempo, espacio y civilización con relativa precisión.

Los artefactos utilitarios se identifican y ubican en una época, región y sociedad, pues su aspecto tiene características que corresponden al momento del desarrollo histórico de una sociedad en su hábitat (fig. 45). De esta manera se reconocen los objetos arqueológicos, se observa su tipología y se relacionan con otros de edad y procedencia reconocida.



capítulo **9**

ENTORNO

CONCEPTO

Entorno es el *medio ambiente* que nos rodea; involucra todos los *factores naturales y sociales* existentes en un lugar y en un momento determinado, influyen en la vida biológica y sociológica del hombre y que lo afectan de acuerdo con su capacidad de captación o sensibilidad fisiológica o psicológica. El *macroentorno* estudia la región geográfica y el comportamiento social de un país o una gran región, unida por lenguaje y características étnicas similares. Mientras que el *microentorno* se refiere al ámbito inmediato que rodea al individuo.

MACROENTORNO

Factores físicos del medio ambiente

El hombre como ser biológico se ha desarrollado acomodándose a las condiciones que le imponen los agentes físicos ambientales de la región donde se desenvuelve; estas condiciones están regidas por factores determinados: la posición geográfica, la altura sobre el nivel del mar, naturaleza y edad geológica.

La posición geográfica y altura sobre el nivel del mar caracterizan el clima, con las estaciones en las latitudes cercanas a los polos y la ausencia de ellas en la franja *ecuatorial*; temperatura ambiente; período de luz solar; cantidad de oxígeno; densidad de rayos ultravioleta e infrarrojos; luminosidad; grado de humedad; vientos y lluvias.

La región geológica es responsable de los recursos minerales y de las propiedades de los suelos, que junto con el clima, hacen que los terrenos sean aptos para cultivos especializados, con flora y fauna características. Lugares de crecida y prolongada radiación solar hacen difícil la agricultura y caracterizan las zonas desérticas; los camélidos y cactus se desarrollaron en estas regiones; los monos requirieron de vegetación abundante y árboles para su acomodación.

La época geológica influye en el clima con sus períodos fluctuantes de radiación solar, y en la actualidad hay que mencionar los cambios provenientes de la polución causada artificialmente por el hombre, como es el caso del "efecto invernadero" que genera mayor temperatura ambiental.

Influencia de los factores físicos en el grupo social

El hombre se vale de los recursos naturales circundantes para desarrollar los elementos que ayuden a suplir sus necesidades, cada vez más complejas; estos recursos determinan la manera de solucionar sus problemas. Los factores naturales imponen

el planteamiento del problema y las soluciones se logran aprovechando los recursos cercanos. Tanto los factores físicos como los recursos naturales caracterizan las soluciones para:

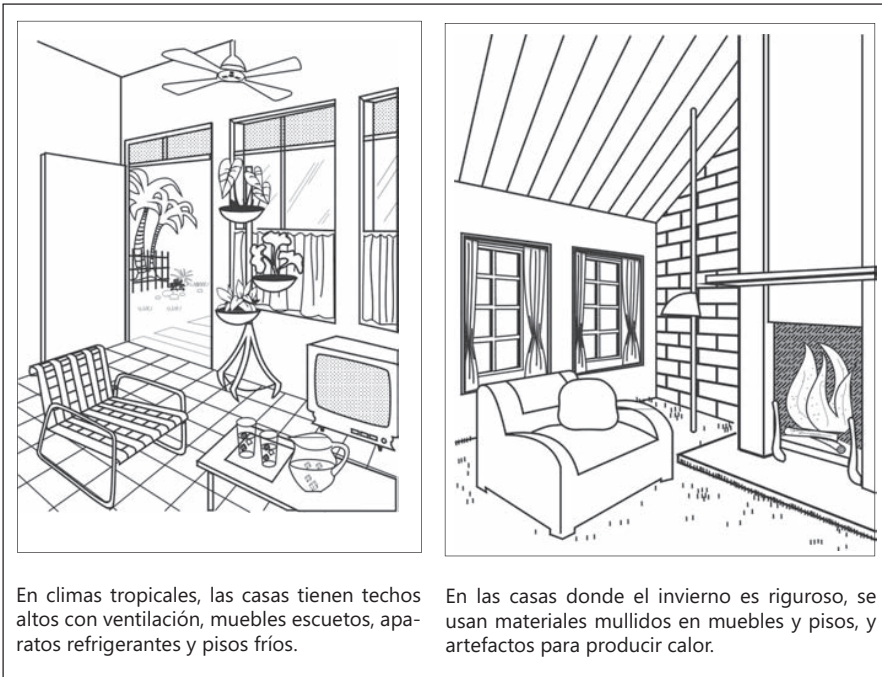
- *Tipo de habitación:*

Los materiales para construcción de que dispusieron los primeros americanos del norte salieron de los bosques de coníferas; el manejo continuado de la madera creó todo un bagaje de constructores y la destreza para usarla. Los países americanos de procedencia española fundaron sus ciudades en lugares cercanos a yacimientos de arcillas aptas para la fabricación de ladrillo y teja, pues traían toda una tradición de construcción con este material.

El clima obliga a los nórdicos a construir casas de techos inclinados para evitar la acumulación de la nieve, con ventanas pequeñas y materiales térmicos para contrarrestar el intenso frío del invierno; mientras que en las regiones tropicales, las habitaciones son altas con grandes ventanas abiertas para permitir la circulación fácil del aire y, así, refrescar los ambientes (fig. 46).

La forma de la casa es producto de la evolución social del *grupo*, sumada a las limitaciones del material. Podemos observar en éstas, aspectos de costumbre y tradición: el centro social familiar de la casa norteamericana está

Figura 46. Influencia geográfica en tipo de habitación



en la cocina; actividades tales como la reunión familiar y las labores estudiantiles se llevan a cabo en la mesa del comedor auxiliar.

- *La dieta alimentaria:*

Para el *grupo* ésta se convierte en tradicional cuando se descubre cuáles son los productos animales y vegetales que mejor se acomodan a los suelos y climas. En China: el arroz; los beduinos: la carne de cordero y cabra; la predilección de los nórdicos por las legumbres; la papa y el maíz para los grupos andinos.

- *El vestuario:*

Éste se acomoda al clima. Tanto el vestido de piel de los esquimales como el taparrabo del indio americano obedecen al favorecimiento del equilibrio térmico del individuo (fig. 15). En los lugares donde impera el frío la vestimenta es gris y de colores oscuros, mientras que en el trópico tiene un colorido intenso.

- *Los elementos para el confort del ambiente:*

Son relativos al clima: aire acondicionado, calefacción; materiales de pisos como alfombras o baldosas cerámicas (fig. 46).

Características biológicas

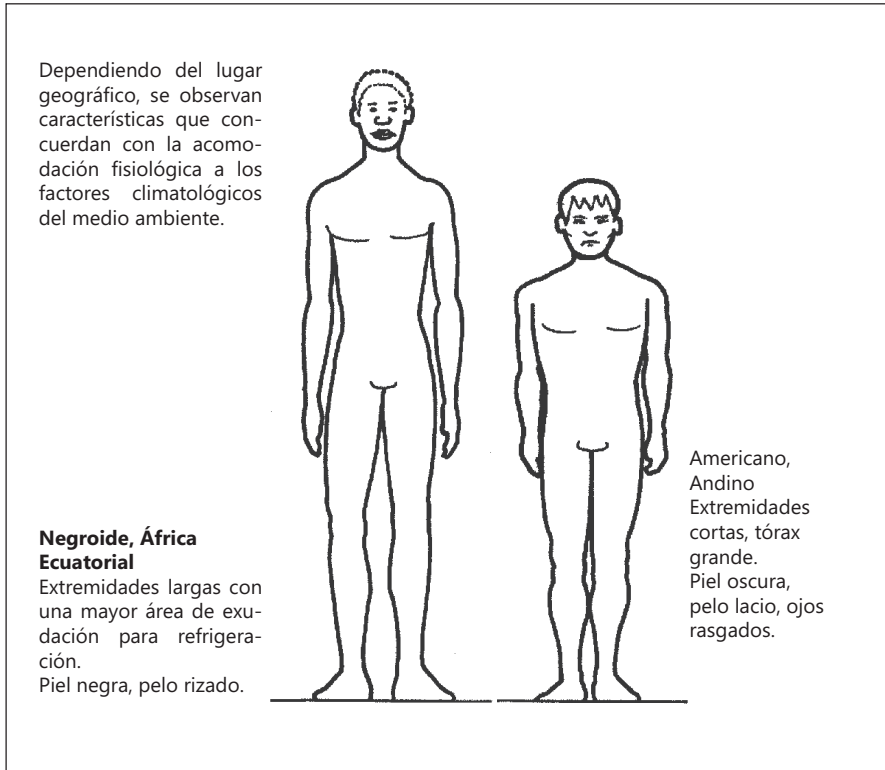
Los factores físicos propios de la región geográfica que habita un *grupo étnico*, como sus períodos de exposición al sol, frío, tipo de alimentos, oxigenación, etc., obligan a su acomodación biológica. La prolongación por generaciones, largos períodos de tiempo, dentro de este entorno, convierte a las condiciones ambientales en las responsables de la mayoría de las características biológicas de los grupos étnicos, como son: color de la piel, ojos y cabello; tamaño y forma de los ojos; estatura, complejión física, tipo de cabello (entre las apreciables a simple vista); pero también los órganos internos tienen las características propias de estos grupos, como es el caso del tórax de gran expansión pulmonar, característico de los habitantes de las zonas por encima de los 2.000 metros de altura (fig. 47).

Dentro de las condiciones fisiológicas resaltan las capacidades tanto musculares como de vitalidad. En los deportes donde se requiere de gran fortaleza física, los grupos de color se destacan.

Entorno social

El parcial aislamiento regional sumado al contacto con culturas aledañas desarrolla con el tiempo y la época los aspectos de comportamiento social; estos se convierten en los factores psicosociológicos que determinan al individuo; con ellos que tiene que convivir y a ellos que debe acomodarse en su hábitat social.

Figura 47. Influencia de los factores físicos del macroentorno en la evolución fisiológica del grupo



El *entorno social* está compuesto por todos los factores de tipo cultural, tradiciones, normas y costumbres que ha desarrollado el grupo y que presionan al individuo para que adopte el comportamiento exigido por el “nicho ecológico” que ocupa; o lo que es lo mismo: la conducta que está obligado a llevar ante la sociedad, correspondiente a su ubicación en la estructura social del grupo.

Muchas veces las personas hacen cosas que les desagradan, o que demandan grandes esfuerzos, para poder mantener o aparentar una exigencia social. Esta presión puede generar angustia y causar desarreglos psíquicos.

El entorno social y la sociología son un mismo tema y ha sido tratado en el capítulo anterior bajo el título de *sociología*.

El macroentorno es el hábitat tanto físico como sociológico regional, que se cualifica por las soluciones que el grupo ha conseguido para cada una de sus necesidades y apetencias. Estas soluciones pueden ser adoptadas de las logradas por otras sociedades, que de alguna manera tienen contacto e influencia con el grupo.

Se ha determinado que el macroentorno –como se vio– tiene implicaciones de carácter físico y sociológico que afectan al grupo; sin embargo, en el estudio ergonómico de un artefacto, se requiere mirar el ámbito inmediato, que está en contacto con el operario y lo afecta como individuo, es el llamado: *microentorno*.

MICROENTORNO

El espacio tridimensional considerado como microentorno es tan variable como innumerables son las actividades humanas, sin embargo, su limitación se puede considerar como una burbuja imaginaria que rodea al operario y tiene como dimensión la necesaria utilizable en la ejecución de la actividad, que no va más allá del alcance de manipulación y comando del instrumento, ya sea una herramienta, artefacto o panel.

El *microentorno* es la zona volumétrica donde un operador o usuario desarrolla la tarea de manejo de la máquina o artefacto, supeditada a la distancia de manipulación y al *espacio vital*. El microentorno se asimila al *sitio de labor*.

Sitio de labor

El sitio de labor es el lugar donde se desempeña la actividad.

- Puede ser ocasional y sus condiciones ambientales no se pueden modificar por circunstancias muy difíciles de controlar, como es el caso de un machetero o guadañero que trabaja en campos abiertos de cultivo; un elemento de escritura, bolígrafo o lápiz, se puede utilizar en cualquier lugar con entorno variadísimo.
- O bien, puede encerrarse el operario en una cámara que lo aisle del ambiente exterior desfavorable, y que dentro de este ámbito cerrado, el operario tenga condiciones ideales para sus requerimientos fisiológicos, tal como sucede en las cabinas de aviones, procesos industriales, cápsulas y trajes espaciales. O en los recintos de las fábricas y oficinas en donde se pueden conseguir las condiciones óptimas de microentorno.

Como consecuencia de lo expuesto, se pueden considerar dos condiciones diferentes según el *sitio de labor*: *lugar de operación* y *puesto de trabajo*.

1. El microentorno existe de antemano y hay dificultades para modificarlo a conveniencia; esto es algunas veces variable como en el caso de uso del instrumento de escritura, se llama *lugar de operación*.
2. El microentorno es consecuencia del artefacto y existe la posibilidad de modificarlo para que el operario tenga un ambiente confortable: se considera como el *puesto de trabajo*.

Lugar de operación

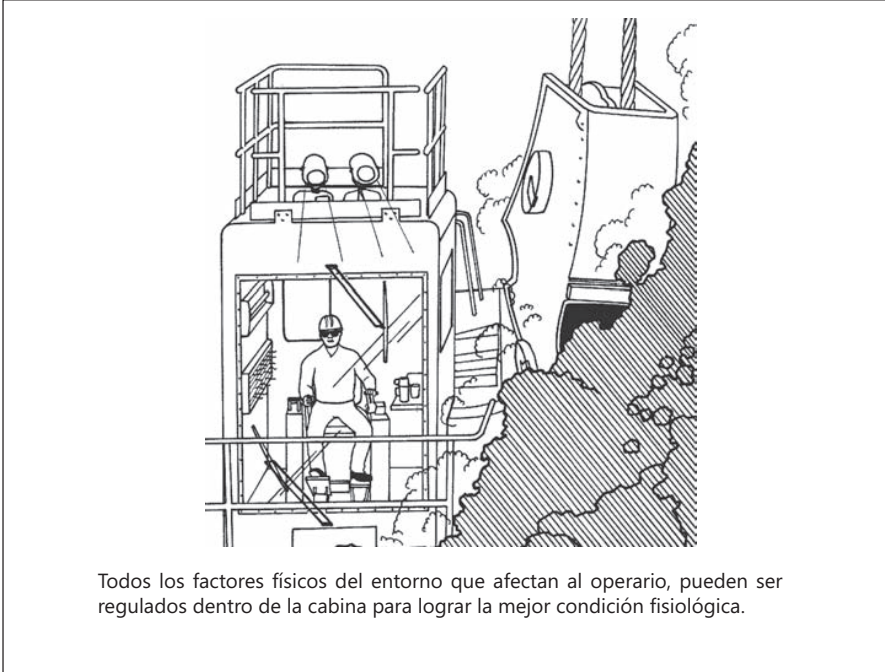
Como se advierte en el ejemplo, el entorno depende del lugar en donde el operario tiene que ejecutar la operación. El instrumento de escritura, que puede ser un bolígrafo, se opera en diferentes condiciones ambientales y por lo tanto es considerado como de entorno variable. Así, los electrodomésticos de cocina para operar sobre una superficie, se usan en mesones con infinidad de variaciones de tamaño, estabilidad, tipo de superficie; y el ambiente de la cocina varía en iluminación, aireación, etc; esto hace que el ambiente sea tan diverso, como diferencias tengan las cocinas. El lugar de operación siempre tendrá un *entorno variable*.

El peón en el campo usa una guadaña a motor para su labor de limpiar de maleza un cultivo, trabaja en un lugar de operación con el entorno propio del lugar geográfico: calor o frío, sol, lluvia, etc. Este lugar tiene pocas posibilidades de ser modificado en beneficio de los requerimientos biológicos del peón (fig. 48).

Figura 48. Sitio de labor - Lugar de operación



Figura 49. Puesto de trabajo



Puesto de trabajo

Es el espacio que se encuentra en un recinto cerrado donde se pueden controlar las diferentes condiciones ambientales, tal como sucede en las cabinas de grabación. El recinto de una oficina o fábrica, que aunque más grande se puede adaptar a condiciones que cubran las necesidades fisiológicas de las personas, tales como: aire acondicionado, calefacción, iluminación apropiada, control de sonido y aireación, comunicación visual y auditiva con el exterior; que cubran las necesidades fisiológicas de las personas; aun cuando se da más importancia al acondicionamiento ambiental decorativo, se destacan los adornos con connotación de *objeto prestigio*, acompañado del acicalamiento, vestimenta y comportamiento del operario (fig 49).

Los tableros de control, sus pantallas y sus mandos serán objeto de capítulo posterior (conjunto operante), que complementará este tema.



capítulo **10**

CONJUNTO OPERANTE

CONCEPTO

Cuando el *hombre* necesita ejecutar una actividad que sirva para satisfacer una de sus necesidades, se vale de un instrumento o artefacto que le permite realizarla con mayor facilidad, prontitud y precisión: la asociación compuesta por el hombre y el artefacto al efectuar dicho trabajo se llama *conjunto operante*.

El objetivo del *conjunto operante* es el rendimiento de una operación para lograr eficiencia, aprovechando los elementos tecnológicos adaptados a las capacidades humanas. La eficaz interacción de estos componentes en la actividad deciden el buen desempeño del conjunto. Esta productividad es lo que busca el estudio ergonómico al determinar las condiciones de la relación *hombre-artefacto*.

LOS FUNDAMENTOS DE LA OPERACIÓN

Para reconocer los fundamentos de la operación se requiere estudiar las cualidades compartidas del grupo de posibles operarios, y de los medios y condiciones en que se lleva a cabo la actividad. La calificación y destreza del operario tienen que ver con su aprendizaje y la efectiva comunicación con el artefacto, que son los componentes para el buen desempeño de la actividad.

COMUNICACIÓN

En el proceso recíproco de transmisión hombre-artefacto, la comunicación se logra por la acción de los sistemas de lenguaje, que pueden ser: visuales, auditivos, táctiles o demás sensoriales que estén dentro de las capacidades perceptibles del hombre.

Fisiológicamente la comunicación está determinada por:

- Órganos receptores que permiten percibir uno o más estímulos simultáneamente: ojos, oídos, terminaciones sensitivas en la piel, los órganos del sentido vestibular, etc.
- Proceso mental en el encéfalo, donde se hace la discriminación y selección sensorial y se interpreta y decide cuál será la acción.
- Órganos que intervienen en la ejecución de orden mental, tales como el aparato fonador, manos, pies, o cualquier parte del cuerpo con capacidad muscular para mover un mando; o bien, con el avance tecnológico actual: silbidos, sonidos, palmeteo, voces, que accionan un receptor electrónico.

El proceso de resolución está influido por las condiciones de interpretación del individuo que involucra los aspectos socioculturales compartidos por el grupo.

Lectura

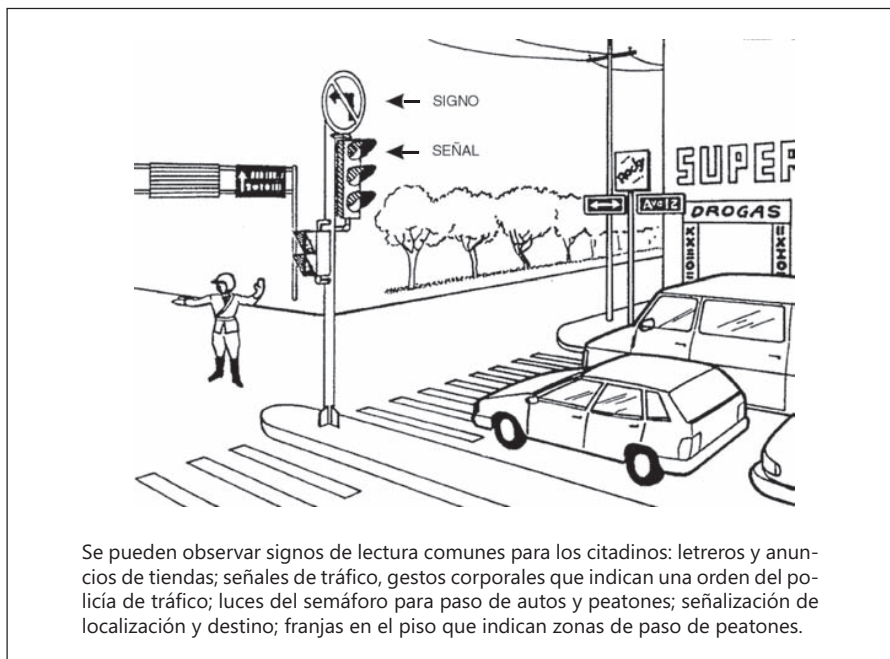
El término lectura para la ergonomía, es entendido como la capacidad del hombre para reconocer el significado de los símbolos utilizados para la intercomunicación con el artefacto.

El pensamiento es el proceso de secuencias simbólicas que requieren de un aprendizaje previo. En el proceso del pensamiento se están relacionando los símbolos aprendidos con anterioridad para intentar resolver problemas o tomar decisiones.

El lenguaje, hablado o escrito, el manejo de ideas abstractas y el pensamiento se concatenan en un solo cuerpo para la formación de conceptos.

El estímulo sensorial provocado por la luz roja de un semáforo se convierte en un signo que está avisando que no podemos pasar y eso requiere de un condicionamiento previo; el signo producido por la luz del semáforo es un símbolo que indica la intención de comunicar una señal (fig. 50).

Figura 50. Lectura



Los animales y el hombre sobreviven y se adaptan al medio ambiente aprendiendo a reconocer los signos naturales, asociando fenómenos que van juntos: la luz del relámpago precede al trueno, el sonido del pito de un vehículo indica al peatón que hay peligro de ser atropellado. Todo trabajo que ocupa a un hombre siempre incluye experiencias que se convierten en símbolos comunes para él y su grupo, y que son propias en la ejecución de su tarea. Se familiarizará con signos y señales como expresiones tecnológicas, que permitan entender y actuar con acierto.

Las palabras son símbolos inventados por el hombre y sirven para la comunicación interpersonal. Como son creadas con el propósito de representar una idea, se han ordenado y visualizado subjetivamente en cada cultura.

El conjunto de palabras que forman el lenguaje no son otra cosa que símbolos de eventos que se reconocen en nuestra memoria de manera condicionada y por asociación.

Lenguaje

Le permite al hombre formar conceptos y expresarlos: es un medio de comunicación escrito, hablado o mímico. El primero se basa en letras e imágenes, el segundo en sonidos y el tercero en gestos o expresiones corporales, cada uno con diversos grados de universalidad según el lugar en el que se use. Se pueden utilizar en conjunto, simultáneamente para enriquecer la comunicación.

El lenguaje puede ser cotidiano y específico de una actividad, un código o conjunto de palabras pertenecientes a una profesión u oficio, llamado jerga. El lenguaje familiar con palabras cuyo significado es solamente entendido en el ámbito grupal, usado por estudiantes, médicos, arquitectos o albañiles.

Por el uso continuo, las respuestas a mensajes que llamamos lenguaje adquieren un valor simbólico y un significado que hacen parte de la conducta cognoscitiva individual y grupal.

La utilización conjunta de sistemas simbólicos relacionados con códigos matemáticos, representaciones formales, diagramas, etc., permiten adquirir, manejar y extender la información, para facilitar el desempeño del hombre, no sólo transmitiendo el conocimiento temporal, sino evolucionándola al punto de poderla evaluar y modificar de acuerdo con nuevos postulados.

El signo

Representación material de una cosa; dibujo, figura o sonido, que evoca, en el proceso cognoscitivo, la idea de otra. Puede ser de carácter natural o convencional. Tanto los signos como los símbolos son señales que tienen la intención de comunicar órdenes o ideas.

La señal

Cualquier signo o imagen que indica y recuerda una cosa. La sociedad actual ha desarrollado un complejo mundo simbólico en: los objetos, instrucciones de manejo de artefactos, señalización en lugares públicos, etc. Muchos se han adoptado en todo el mundo, como en caso de las señales de tránsito.

Aprendizaje de la actividad

En el estudio ergonómico se considera al proceso de aprendizaje de una actividad, como el conocimiento y entrenamiento del operario para manejar correctamente y con eficiencia el aparato al ejecutar su función. El aprendizaje implica hacer asociaciones, por parte del individuo, para asemejar o diferenciar una tarea de otra, como aplicación de su conocimiento, por transferencia de aprendizaje. Se considera como *transferencia de aprendizaje* el efecto de aprender a ejecutar una tarea, tomando como base el conocimiento previo de otra semejante. La transferencia es *positiva* cuando los estímulos son semejantes, por lo tanto, las respuestas serán similares. *Negativa* cuando no hay conocimiento previo parecido y las respuestas incompatibles u opuestas.

El estudio de las actividades existentes y análogas facilitan el reconocimiento de los hechos para el proceso de resolución del problema; y el aprendizaje, como una de las determinantes relevantes de la nueva actividad, agiliza el proceso de ensayo y error del operario, asegurándole una respuesta rápida y eficaz en movimientos y precisión. La destreza que refleja un operario en su actividad es consecuencia de la capacidad de respuesta aprendida, a estímulos que recuerdan situaciones ya experimentadas a través de su entrenamiento.

Desempeño de la actividad

El hombre al valerse de artefactos para satisfacer una necesidad, realiza la serie de operaciones propias del trabajo, su ejecución será productiva en tanto consiga el objetivo con un rendimiento óptimo. La medición de este desempeño se logra con el estudio de las operaciones, sus funciones y relaciones.

La productividad puede considerarse como el resultado del más alto rendimiento, consecuencia de los recursos empleados y se mide por el trabajo realizado en un período de tiempo determinado, con el menor número de errores.

El buen desempeño de una actividad es la resultante de la suma de los factores: entrenamiento y experiencia, precisión, prontitud y satisfacción por la acción. Los factores de productividad en el estudio ergonómico tienen como objeto la transferencia de los resultados de la investigación a su posible aplicación en soluciones de mayor efectividad.

FACTORES DE PRODUCTIVIDAD

Entrenamiento

Es el tiempo y recursos requeridos por un operario para adquirir la estructura mental y la destreza necesarias para desempeñarse como parte de un conjunto operante, y está determinado por las facultades del individuo y el tiempo de aprendizaje.

Toda actividad posee un lenguaje propio o jerga, que ayuda en el entendimiento de instrucciones, aclarando el conocimiento de operación del artefacto.

Precisión

Es la ejecución de una acción con la menor cantidad de errores. La precisión del operario es consecuencia del nivel de entrenamiento, combinado con sus cualidades de respuesta y destreza, pero es necesario que los mandos se acomoden a las cualidades fisis-psicológicas del operario.

Prontitud

Es la rapidez con que se realiza una acción, dentro de la condición de eficacia. Elevar la eficiencia no se logra disminuyendo indefinidamente el tiempo de las acciones. Siempre habrá un tiempo mínimo para una operación, después del cual, es progresivamente decreciente el grado de precisión.

Satisfacción

Es un factor de naturaleza amplia y compleja por la singularidad de su índole en cada grupo en estudio. Las motivaciones y condiciones del trabajo nunca son iguales, ni de la misma intensidad, para diferentes individuos.

La *satisfacción* incluye condiciones como:

- *Recompensa al esfuerzo*. El hombre, como quedó estudiado en el capítulo dedicado a sociología, muestra una conducta compartida que se manifiesta en la necesidad de ser admirado o respetado por el resto del *grupo*, si su trabajo es considerado como bueno, su autoestima es indispensable para conseguir la aprobación de su círculo, junto con la compensación de un salario que satisfaga sus necesidades sociales.
- *Desempeño social*. La posibilidad de interacción con otros individuos y grupos dentro y fuera de su labor, que le permite desarrollar una posición satisfactoria en la comunidad.

- *Seguridad física y psicológica* frente a riesgos propios del trabajo a desempeñar: seguridad industrial y la de mantener un empleo constante.
- *Confort*. Las facilidades del puesto de trabajo: ambiente controlado para su bienestar físico y social. La productividad es mejorada cuando el operario halla el ambiente propicio para su desempeño y obtiene recompensa satisfactoria.

Variables del desempeño individual: rendimiento

Para lograr el óptimo desempeño se deben estudiar las siguientes variables:

- La información rápida y veraz recibida por el operario.
- La atención prestada por él mismo para una pronta y acertada acción.
- Mandos a su disposición, con condiciones ajustadas a las cualidades de los operarios.
- Las ayudas disponibles: manuales, accesorios, ayudantes y otros.

COMPONENTES DEL CONJUNTO OPERANTE

Los elementos usados para informar, iniciar, regular, suspender, verificar, ordenar y ejecutar funciones en un sistema que gobierna un artefacto, se denominan *mandos* y siempre deben estar localizados al alcance para ser manipulados. Sus funciones los agrupan según el fin del proceso en que participan del sistema, en un *puesto de mando*.

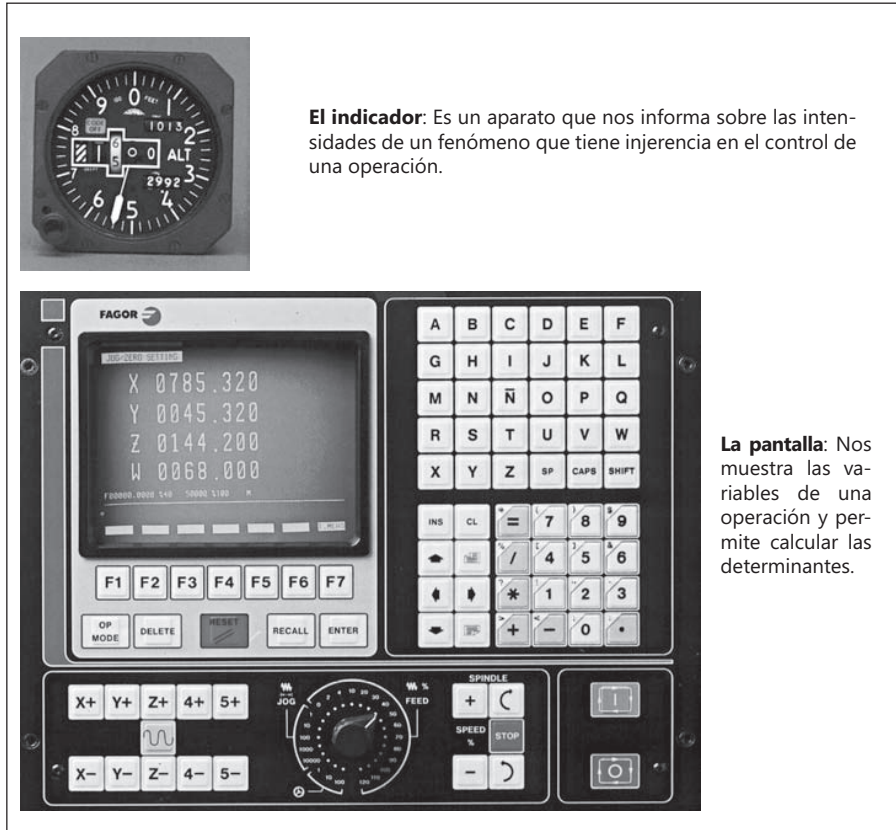
En todos los sistemas que involucran elementos de operación, se cumple el esquema *información-razonamiento-acción*, donde el estímulo, el discernimiento y los medios de ejecución, son las determinantes; entendiéndose a éstas como las capacidades del hombre y su conocimiento de la tecnología disponible.

El operario recibe una gran cantidad de información, pero no toda es conveniente o imprescindible para su tarea: ésta condición exige que para la correcta disposición de los aparatos de lectura, sea considerada su clasificación y jerarquización con el fin de lograr la óptima recepción (fig. 51).

Mandos

Son los dispositivos que permiten solucionar las necesidades de control y ejecución que requiere el aparato. Su participación en la ejecución del trabajo es la de leer, verificar, regular y ordenar la operación para ajustar la actividad a las mejores posibilidades de operación del aparato.

Figura 51. Instrumentos de lectura



Se dividen en *instrumentos de lectura* y *mecanismos de acción*. Existe una compleja diversidad de los primeros: pantallas, contadores, indicadores de escala digitales o análogos, luces testigo; de sonido como timbres o campanas, sirenas y pitos. En los mecanismos de acción: volantes, empuñaduras, palancas, perillas, botones, llaves, etc.

Instrumentos de lectura

Tableros (displays), indicadores y pantallas

Los aparatos que presentan a los sentidos del hombre la información necesaria y oportuna para tomar las decisiones de acción del artefacto se denominan *indicadores*. Su presentación y localización en los puestos de mando se establece de acuerdo con factores que obedecen a las acciones que exige la actividad en particular. Implica la posibilidad de combinar diferentes estímulos, con un mismo fin.

La disposición organizada y limitada a un espacio de mando se denomina: tablero o *display* (fig. 51).

Distancia de manipulación

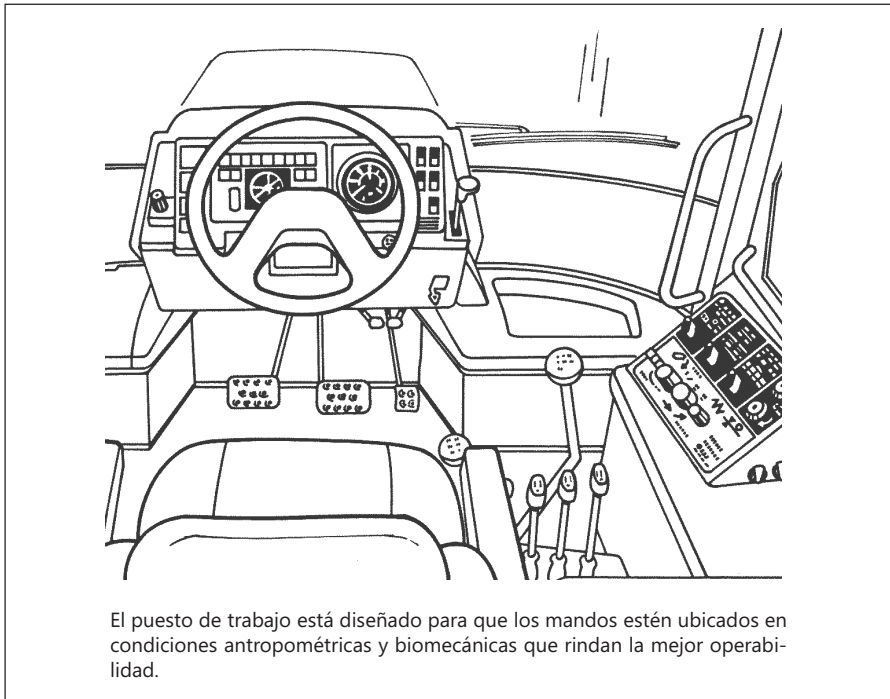
Es la que requiere el operario para manejar los mandos de la máquina o artefacto; mientras que *distancia de alcance de efecto* es hasta donde llega el efecto del artefacto que el operario está manejando. En el caso de la pala, la capacidad de excavación (fig. 52).

Mecanismos de acción (controles)

Es todo instrumento o dispositivo que hace posible la acción, sirve para poner en marcha, manejar, gobernar, regular y detener un aparato o una máquina. Transmiten los mandatos del operario al artefacto para la ejecución del trabajo.

Estos dispositivos pueden ser tan complejos como los de un *puesto de mando*, pero tan simples como el mango de un cuchillo o el asa de un pocillo, que también deben tener cualidades ergonómicas en su forma y tamaño (fig. 52).

Figura 52. Distancia de manipulación



El estudio ergonómico

El estudio ergonómico establece los parámetros que determinan las capacidades comunicativas y de acción del hombre en los procesos productivos.

En los mandos de un artefacto es donde tienen aplicación todos los elementos ergonómicos expuestos en los capítulos anteriores. La fisiología, por la antropometría y biomecánica en palancas, botones; tamaños, formas, capacidad de reacción y acción, distancia de lectura, magnitud y tipo de letras o símbolos, etc. En los aspectos psicosociológicos por el reconocimiento, aprendizaje, señales y apariencia de los dispositivos, entre muchos. El conjunto debe ser reconocido exhaustivamente. Es decir, la aplicación completa de la ergonomía para la consecución de las determinantes usadas en la solución de un diseño.



capítulo **1**

**MÉTODOS
DE INVESTIGACIÓN**

INTRODUCCIÓN

El estudio ergonómico se divide en dos campos:

1. La ergonomía como parte del estudio para el *diseño* de un aparato o artefacto que va a ser producido industrialmente.
2. El estudio de la disposición y cualificación de los *entornos y elementos*, objetos o artefactos, que rodean a las personas en sus ambientes de actividad, ya sea en los *puestos de trabajo*, sus hogares, las labores del campo, los sitios frecuentados por razones sociales, deportivas etc.; o donde quiera que el hombre se mueva.

Estos dos campos de estudio tienen manejos específicos, que implica considerarlos separadamente, aun cuando en principio, tienen los mismos fundamentos.

El estudio de los puestos de trabajo tiene como objetivo la optimización de: localización, dimensiones espaciales de los elementos componentes y el entorno, y así conseguir la mayor comodidad del operario para lograr su más alto rendimiento.

El *puesto de trabajo* es tratado extensamente en libros dedicados a este tema.

En lo relativo al estudio del *diseño industrial*, el puesto de trabajo debe ser considerado con la profundidad que requieran los factores de incidencia del objeto que se esté estudiando; si el artefacto está propiamente diseñado, es el que impone las condiciones del *puesto*. Ejemplo:

Una computadora con sus elementos auxiliares: pantalla, teclado, ratón, impresora etc., obliga a establecer los parámetros del ambiente físico y espacios de trabajo: mesa con sus dimensiones, proporciones, superficie de trabajo; sillas, muebles complementarios; piso, paredes, techo; iluminación, oxigenación, temperatura ambiental, etc. Todo esto, supeditado a las cualidades del aparato y necesidades del operario. Los *factores* presentados en los capítulos anteriores, ya sean fisiológicos, psicológicos, sociológicos o de entorno, son los elementos de juicio que sirven para ser aplicados en el desarrollo de los estudios necesarios para el diseño en general. Debemos recalcar que no se pudieron tratar todos, ya que no tendríamos espacio en este libro, que está referido solamente a principios elementales. Los *factores* que aparezcan durante el proceso de estudio, que no han sido considerados en este libro, deberán ser consultados y profundizados en las disciplinas pertinentes en la medida de su incidencia.

Todos y cada uno de los proyectos de *diseño industrial* exigen investigación ergonómica específica, que no puede ser tomada de trabajos anteriores, puesto que

los *factores de influencia* evolucionan continuamente; aparecen unos nuevos y otros desaparecen, se minimizan, o toman mayor importancia. El grado de desarrollo de una sociedad es variable en el tiempo, y por lo tanto, los *factores* son distintos en los diferentes estadios de la evolución social. Esto hace que siempre y en todos los casos, sea necesario un nuevo estudio para un tema que aparentemente es semejante. Se deben considerar los siguientes fundamentos:

- La *ergonomía* es una disciplina científica; por lo tanto debe usar el *método científico* para sus investigaciones.
- El *método* es una secuencia de pasos que llevan a un objetivo. Cuando se hace referencia al *método apropiado*, significa que se ha escogido la marcha racional conveniente para dilucidar los factores relevantes en el *estudio* propuesto.
- La *investigación* debe ser *racional y objetiva* para poder certificar la veracidad científica del conjunto de hechos concluidos. Esto se refiere a que la investigación debe construirse con base en conceptos, juicios, raciocinios y verificaciones, y no con sensaciones, consejas o imágenes aparentes. Únicamente se puede alcanzar la *verdad fáctica* por la observación, experimentación, cualificación, medición, registro y determinación de los hechos, para poder aplicarla posteriormente a la realidad.
- La *bitácora* o *registro del trabajo* debe ser pormenorizada para que los resultados obtenidos puedan ser analizados, aprobados u objetados por otros investigadores, o para repasar los hechos, en caso de aparecer dudas sobre las conclusiones obtenidas en las diferentes etapas.

LOS CONCEPTOS DE CAJA NEGRA Y DE CAJA DE CRISTAL

Para el diseñador existen dos maneras de ver el problema a resolver: la caja negra y la caja de cristal.

La concepción de *caja negra* es la que supone que está provista solamente con terminales de entrada y salida que constituyen las variables externas con propiedades observables y manipulables, ignorándose su mecanismo interno; mientras que la *caja de cristal* o *transparente*, nos muestra los mecanismos interiores u ocultos, que explican el comportamiento exterior de la misma. Algunas veces es necesario conocer parámetros del mecanismo interno de la caja, como pueden ser: forma, tamaño y peso de componentes interiores para poder diseñar el aspecto y volumen del producto, como es el caso de un equipo de diagnóstico médico o un aparato de radio.

Lo importante para el diseñador es reconocer la porción involucrada por cada uno de estos dos conceptos y estudiarlos ergonómicamente solamente hasta la profundidad necesaria.

MÉTODOS LÓGICOS GENERALES

Toda investigación ergonómica conlleva sus propias condiciones y peculiaridades; como consecuencia, debe usarse el procedimiento apropiado, que está conformado por cuatro métodos lógicos, comunes a todas las ciencias como herramientas de investigación, y utilizarlos simultáneamente o con orden cambiante, de acuerdo con las necesidades del estudio:

Inducción o inferencia

Se examina un caso perteneciente a un conjunto, y las peculiaridades observadas en ese caso se atribuyen como cualidades comunes para el grupo.

Ejemplo: se escogen algunas cerillas para encenderlas y así comprobar la calidad de toda la producción. Se *induce* que el comportamiento de las probadas; es común para todo el resto de producción.

El método de inducción se utiliza en los bancos de prueba para el control de calidad. *Hay dos aspectos que deben ser tenidos en cuenta cuidadosamente:*

- La determinación de la muestra debe ser *representativa* del grupo, en número y cualidades compartidas. De lo contrario, se minimizan las posibilidades de lograr resultados correctos.
- El uso del *método estadístico* que debe utilizarse, que en este caso se llama también *inferencial*.

Deducción

El *método deductivo* intenta determinar si un caso o fenómeno se encuentra dentro de un marco de referencia preestablecido para un conjunto de objetos o fenómenos.

- Se trata de determinar si un elemento pertenece a un conjunto identificado por cualidades previamente definidas.
- En la teoría de los conjuntos se aplica este método.
- La definición tiene gran importancia, pues es la que fija los criterios que permiten decidir si el elemento pertenece a la clase o categoría establecida.

Ejemplo: diagnóstico médico, en donde la conformación del cuadro clínico determina el diagnóstico. La totalidad de síntomas le permiten al médico reconocer la enfermedad que aqueja al paciente.

Análisis

Este método consiste en la *observación separada de las partes de un todo* para poder estudiarlas examinando sus relaciones. El *análisis* se aplica en la etapa exploratoria, en donde todos los factores se estudian en concordancia con las disciplinas involucradas, tratando de encontrar correspondencia entre las partes.

Síntesis

Al contrario del *análisis*, el *método de síntesis* trata de unir en forma coherente los varios elementos que conforman un conjunto para ser estudiados como un todo. La síntesis se utiliza para llegar al conocimiento integral del problema y permitir el planteamiento de la hipótesis.

Unidad y aplicación de los métodos lógicos: la división de los métodos lógicos se establece únicamente con fines explicativos. En realidad, se presentan conjuntamente y son aplicados a criterio del investigador. El uso sucesivo de los métodos se presenta en todos los estudios.

La aplicación práctica de los métodos lógicos se lleva a cabo por la observación y la averiguación verbal o escrita. Los datos obtenidos son los elementos de juicio que sirven para el planteamiento de la solución o sus ajustes.

EL MÉTODO CIENTÍFICO APLICADO

Para determinar la injerencia de la ergonomía en los proyectos de diseño, es necesario tomar un modelo de secuencia de estudio y planteamiento de solución, para aplicarse en *diseño industrial*, aunque en arquitectura, ingeniería mecánica, etc., se adopta igualmente el *método científico*:

1. Reconocido el tema de investigación, se procede a establecer e identificar el problema, sus objetivos, alcances, consecuencias e implicaciones futuras. Se plantea la metodología a seguir, junto con los instrumentos propios de cualificación y medición: planeación de la *investigación exploratoria*.
2. Consecución de la información relativa al proyecto y recopilación de datos pertinentes al problema, obtenidos de todas las posibles fuentes de información. Algunas, las más comunes, pueden ser:
 - a. *Antecedentes* (vinculación histórica). Información procedente de experiencias anteriores de hechos similares. Antecedentes inmediatos de objetos semejantes que se encuentran en el mercado, fabricados por empresas de la competencia y de los que se puede derivar datos valiosos.
 - b. *Revistas, catálogos, libros*. Consultas a especialistas en las ramas tocantes al problema, en desarrollo del trabajo interdisciplinario.

- c. *Grupo en estudio*. La información que surge de los posibles usuarios y/o adquirentes. Compreendida dentro de los factores: fisiológico, psicológico y sociológico. Estudios por los métodos prácticos de observación directa y encuestas.
 - d. *Función del objeto*. Establecer la idea o necesidad que lo generó. Para qué sirve. El trabajo que va a desempeñar. Los elementos de mensaje o lectura, y comando; espacio de trabajo; facilidad de mantenimiento, incluyendo limpieza; espacio y lugar de almacenamiento. La cantidad e índole de factores funcionales del objeto.
 - e. *El aspecto estético*. En relación con su forma original y sus variaciones, la tendencia de línea de la moda del momento y la región.
 - f. *El entorno*. El medio ambiente físico que nos rodea y que puede afectar al usuario y/o al artefacto; y el medio ambiente social que influye en el comportamiento de usuarios y adquirentes.
 - g. *La empresa*. Por medio de sus políticas, estrategias, capacidad y recursos.
 - h. *El gobierno*. Con sus regulaciones de calidad, conservación ambiental, contaminación, exportación e importación, seguridad industrial y control de patentes.
3. Selección, clasificación y valoración de la información compilada. Escoger las técnicas de procesamiento e interpretación de datos.
 - a. La recolección de datos pertinentes en el trabajo interdisciplinario debe mantener la jerga propia de cada una de las disciplinas involucradas, con el objeto de conservar sus sistemas conceptuales y lograr comunicación fácil y precisa.
 - b. Toda información recibida de las diferentes fuentes debe ser clasificada y valorada, sin importar si son o no convenientes para apoyar alguna hipótesis. Los datos encontrados deben aceptarse, desvinculados de preferencias o puntos de vista personales.
 4. Determinación de los factores relevantes que deberán tenerse en cuenta para la construcción de la hipótesis. Con las conclusiones de este trabajo termina la parte *exploratoria* de la investigación y se obtienen como resultado los parámetros, que son: los *marcos de limitantes* y los *factores de influencia*.
 5. *Planteamiento de la solución*. Actividad creativa, producto conjunto del raciocinio y la intuición. Formulación de la hipótesis con base en los datos obtenidos y creación de un modelo teórico. Se comienza con el método de análisis para plantear las soluciones parciales, y por síntesis se reúnen en un solo cuerpo como propuesta integral. El modelo teórico se representa en dibujo técnico y tablas de especificaciones de materiales y procesos de fabricación.
 6. *Fabricación del prototipo*, o modelo funcionante, con todas las características decididas en la propuesta de solución. Esto es indispensable para que las

conclusiones confirmatorias tengan validez. El modelo teórico puede tener origen en un objeto existente, pero es modificado en la medida que se proponen cambios innovadores; como en el caso de la evolución estética, influida por la moda. El dibujo técnico de un objeto es una representación visual, en la que se pueden ilustrar elementos y componentes de supuesta buena funcionalidad, pero no reemplaza al prototipo funcionante.

7. *Diseño de pruebas* de observación, medición y registro. Control de variables, determinación de técnicas de medición con sus aparatos, lugar y manera de observación. Esto es, la planeación de la *investigación confirmatoria*.
8. *Ejecución de pruebas*, verificación y evaluación de las cualidades del prototipo para comprobar si son acordes con la hipótesis y descubrir fallas que exijan nuevos estudios y sus consecuentes soluciones para perfeccionar la propuesta inicial. Con la elaboración de la lista de los nuevos factores ergonómicos que deben estudiarse, finaliza la *investigación confirmatoria* preliminar, que se repite siempre que aparezcan adiciones, modificaciones o factores contrapuestos.
9. Si durante la *etapa de evaluación* se encuentran factores que pudieran ser excluyentes entre sí, o contradictorios, se hace necesaria una comprobación, que precisará cuál será escogido como parámetro, por ser el correcto o de mayor influencia. Esto configura la *investigación crucial*.
10. Se repite la secuencia anterior, tantas veces como sea necesario, hasta llegar a la propuesta final.
11. *Propuesta final*, en el modelo se suprimen, corrigen o adicionan los elementos precisados por los factores valorados en la última fase de investigación. Se presenta como *solución definitiva*.

LAS ETAPAS DE INJERENCIA DE LA ERGONOMÍA

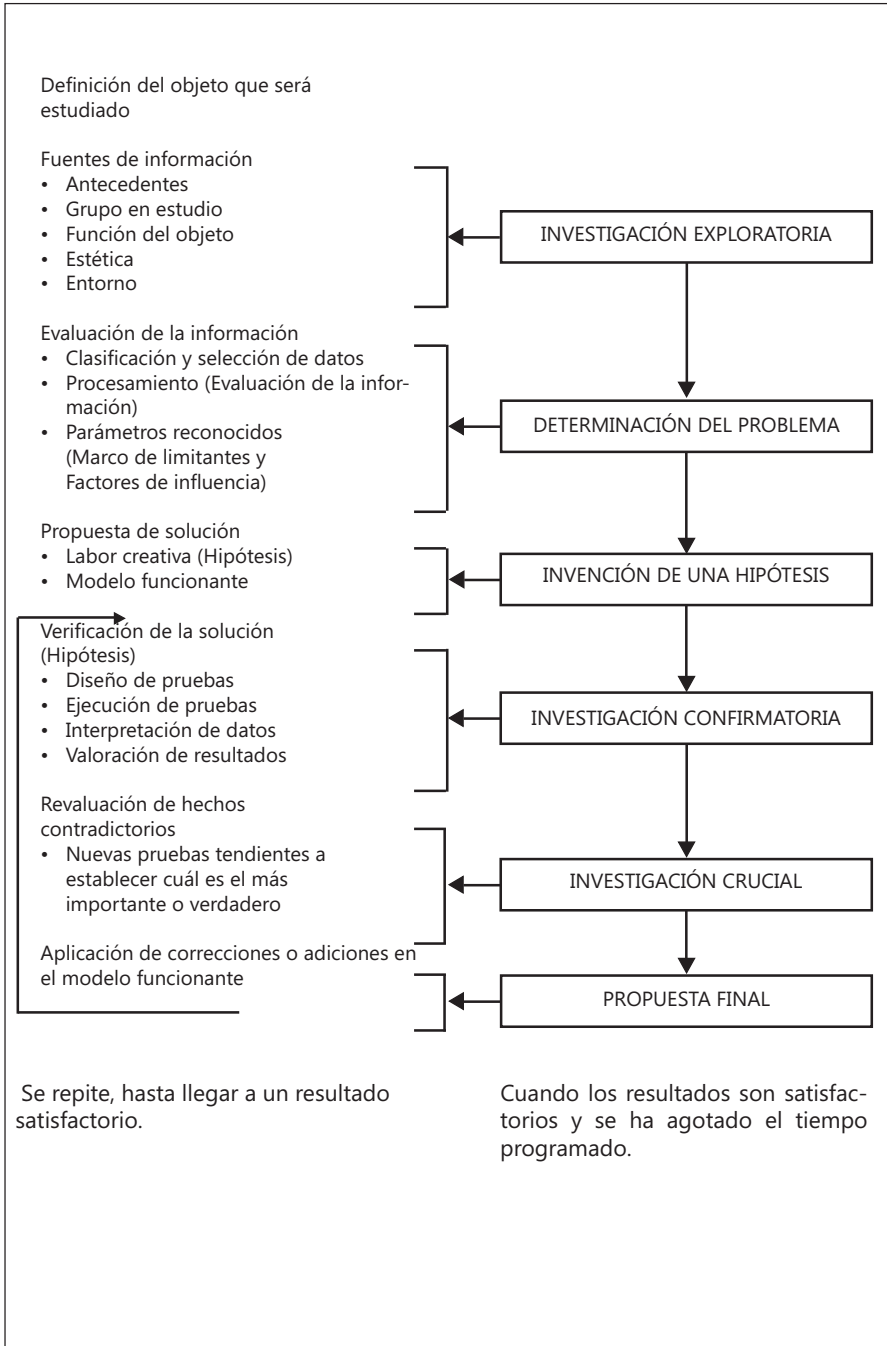
En todo trabajo investigativo la ergonomía interviene en tres ocasiones (cuadro 3).

A. *Investigación exploratoria*: esta etapa de la investigación tiene por objetivo compilar toda la información relativa al problema en estudio, determinar los elementos de juicio que sirven para reconocerlo, y así, proponer una solución acertada.

Como se vio en la secuencia del método científico, se aplica al principio de todo estudio.

B. *Investigación confirmatoria*: en esta parte del proceso, se busca confirmar la hipótesis, confrontando las predicciones con los resultados observados en un modelo funcionante. Se deben planificar previamente las técnicas de medición, con sus aparatos y procedimientos.

Cuadro 3. Etapas de injerencia de la ergonomía en proyectos de diseño de productos



C. *Investigación crucial*: cuando en el proceso investigativo se encuentran hechos contradictorios o que no tengan una jerarquía claramente definida, se procede a la investigación crucial, que consiste en diseñar un experimento que decida o resuelva cuál es el más importante o correcto

FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

Antes de comenzar la *investigación*, debe establecerse si ésta es *exploratoria* o *confirmatoria*. En el caso de ser exploratoria, se desconocen los factores y el estudio se limita a la observación desprevénida del fenómeno, para descubrir los factores que podrían tener incidencia; cuando la investigación es confirmatoria, la observación es controlada.

La definición de la *función del objeto* debe ser pormenorizada, teniendo en cuenta todos los pasos desde su fabricación hasta su obsolescencia: para qué sirve, la razón de su existencia, el trabajo que va a ejecutar; implicaciones de fabricación; empaque de mayoreo e individual; transporte y su estiba o apilado. Implicaciones de uso: localización en el lugar de utilización y almacenamiento, si es de uso periódico; limpieza y mantenimiento. Esta lista bien podría extenderse en muchos detalles que dependen del objeto.

En las baldosas para pisos, el tamaño grande y la forma superficial compleja, producen condiciones complicadas en el empaque, transporte y dificultad de los obreros para manipularlas en su colocación y corte.

El siguiente paso es precisar el fenómeno que se pretende observar, determinar, cualificar y medir, y cuál su método de estudio.

MÉTODOS FÁCTICOS DE OBSERVACIÓN Y EXPERIMENTACIÓN

El estudio de los hechos, fenómenos, características y comportamientos concernientes a los miembros de un grupo en estudio, y el funcionamiento del objeto como artefacto y como parte de un conjunto operante, debe realizarse, en la práctica, por métodos de aceptación científica. Para el propósito de la ergonomía se aplican los métodos de *observación directa* y el de *encuestas*.

MÉTODO DE OBSERVACIÓN DIRECTA

Consiste en la observación del comportamiento o cualidades de personas o eventos, utilizando la percepción complementada con aparatos para registro y medida.

Para llegar rápidamente a resultados procesables, se deben planear y diseñar los experimentos, métodos de observación y averiguación de los fenómenos que componen y cualifican el elemento.

Esta planeación involucra, al principio: la observación desprevenida, de la que se sacan los fenómenos que requieran aislamiento para ser desarrollados por la observación controlada; determinación de lo que se puede medir y puntualizar, y cómo se puede lograr su ejecución; la proyección del aprovechamiento, aplicación directa y práctica de los parámetros. También se establecen los hechos que deben ser estudiados por encuestas.

Este método puede considerarse como el más veraz y valedero, porque las personas pueden ser observadas en su comportamiento sin que se enteren, libres de presiones sociales o consecuencias psicológicas. Podemos examinar la conducta de un individuo observándolo visual y auditivamente desde un lugar escogido, para que no se entere que está siendo vigilado; por esta razón actuará de manera natural y desprevenida. Los resultados serán veraces y podrán ser usados como parámetros. En caso de que se requiriese estudiar el comportamiento del grupo o del sujeto, sometidos a la presión psicológica por sentirse observados, los resultados conseguidos también son confiables.

Este método es el único aplicable cuando se trata de tomar medidas antropométricas o determinación de factores físicos ambientales, como en el caso de temperatura, intensidad lumínica, sónica, etc.

Cuando se usa una cámara de video y grabación de sonido, la filmación podrá ser examinada repetidas veces para descubrir detalles inadvertidos en las primeras proyecciones; o como archivo de apoyo para demostrar a otros investigadores la veracidad de las conclusiones.

La posibilidad de usar aparatos de medida y confrontación, permite apreciar de manera precisa los fenómenos observados sin distorsiones o percepciones ilusorias.

CONDICIONES CIENTÍFICAS DEL MÉTODO DE OBSERVACIÓN DIRECTA

Las condiciones científicas que debe tener el *método de observación directa*, para reconocer y medir un problema ergonómico, deberán ser:

- a. No aceptar ningún concepto *a priori*.
- b. Aislamiento del experimento que está siendo observado.
- c. Control de variables.

- d. Medición y registro de variables.
- e. Repetición de la observación, con los mismos o similares resultados.

A continuación se desarrollan las condiciones científicas de la lista anterior:

- a. No se pueden aceptar conceptos o afirmar teorías e hipótesis que no tienen confirmación científica: el llamado “sentido común” y las creencias populares que por la fuerza de su divulgación y su repetida afirmación se aceptan como verdades. Las opiniones basadas en suposiciones tampoco deben ser admitidas.
- b. El hecho que va a ser escudriñado debe estar libre de influencias que deformen su observación objetiva.

Cuando se cualifica o cuantifica un factor escogido, debe ser observado libre de variables que afecten o distorsionen el resultado y sus conclusiones.

Si lo que queremos determinar es el tiempo de permanencia soportable en la silla de asistencia a clase, debemos sentar a los individuos de la muestra, en condiciones ambientales libres de condiciones físicas extremas, como podría ser una temperatura de 30 °C, que consecuentemente acortaría el tiempo de permanencia por la incomodidad del bochorno; cuando la temperatura extrema es una de las variables que conforman el fenómeno a observar, su participación es considerada cuantitativamente.

Variable es un fenómeno que puede ser clasificado en diferentes categorías y magnitudes: la edad, el calor, el sonido o la luz son variables.

- c. Se entiende por *variable* una propiedad o atributo en que difieren los individuos de un grupo, de manera cualitativa y cuantitativa; se cualifican en primera instancia, para luego cuantificarla.

Variable dependiente es la que puede ser manipulada por el investigador de manera física y no conceptual; objetiva y no subjetiva; real y no imaginaria.

La variable dependiente se considera como el resultado, mientras que la *independiente* como la causa. Las variables dependientes conforman el efecto, porque son subordinadas de las independientes. El aumento del calor (variable independiente) hace que se sienta malestar a una temperatura dada, variable dependiente de la primera.

En muchos casos, una variable independiente puede ser considerada como dependiente de otra según la finalidad del experimento. Podría tomarse el eje de las abscisas para las independientes y el eje de las ordenadas para las dependientes, o viceversa.

Se considera como *variable intercurrente* aquella que aparece en la observación, pero que no puede relacionarse con el fenómeno estudiado.

Cuando se plantea una investigación, se determinan las propiedades que deben permanecer constantes; atributos y situaciones que encontrándose dentro de un marco teórico, podrían ser consideradas como variables dependientes: sin embargo, cuando se está estudiando un conjunto, la serie de variables como edad, peso, estatura, etc., si no tienen relación directa, conforman las variables *intercurrentes*.

- d. Para lograr el control de variables se debe poder gobernar la intervención sistemática de cada una de éstas, para que su lectura pueda ser tomada como factor de injerencia.

Cuando se controla la experimentación de un hecho, ésta se considera como artificial, porque obedece a simulación de situaciones, que solamente por analogía podrían suponer eventos reales. Esto podría plantear que los experimentos controlados no dan resultados que pudieran ser tomados como parámetros; sin embargo, se debe aceptar que hay una relación y complementación entre la observación pura y la experimentación.

El experimento y su observación deben tener la posibilidad del control sistemático de sus variables, con cambios de una a la vez, para que se pueda medir la influencia de cada variable sin la interferencia de otros factores que distorsionen el comportamiento individual.

La conformación de un factor compuesto, como el caso de una posición incómoda en una silla, sumada a la temperatura extrema, dan una lectura que puede ser usada para rangos de permanencia.

Cuando se desconocen las cualidades que conforman el fenómeno que se pretende reconocer, la observación no impone ningún control; el investigador se limita a registrar el comportamiento del sujeto, pues éste es observado para determinar su conducta. La observación controlada se considera experimentación y se refiere a métodos de observación que conllevan manipulación y control.

- e. Medición de estas mismas variables, dependientes e independientes, con aparatos y sistemas aceptados científicamente, y su registro para tener la posibilidad de consultarlo y cuestionar los resultados.
- f. Repetición del experimento, utilizando las mismas condiciones; deberán obtenerse resultados similares, esto comprobará que las conclusiones merecen validez científica. La repetición es necesaria para afianzar las conclusiones logradas en el primer estudio, o bien, para perfeccionarlas. Si en la repetición del experimento se encuentran resultados diferentes o caóticos, no podrá haber ninguna conclusión, y los resultados no podrán ser usados como parámetros.

Para llevar a cabo estos estudios se requiere de un laboratorio, con aparatos que puedan registrar las observaciones.

Limitaciones

Las limitaciones del *método de observación directa*, son: ética y sensaciones personales, que deben ser explicadas o comunicadas, a través de respuestas que tienen como objetivo, complementar o completar el reconocimiento del problema.

En el momento en que el método de observación directa es inaplicable, puesto que no se puede obtener toda la información concerniente al fenómeno en estudio, tenemos para llenar esta brecha la averiguación hablada y escrita: *encuestas*.

ENCUESTAS

Buscan establecer elementos de juicio que sirvan de ayuda complementaria para decidir en aspectos subjetivos del estudio, especialmente en lo tocante con la psicología y sociología.

El planteamiento cuidadoso del objetivo es básico para lograr resultados útiles. Las preguntas correctas que contengan el mayor número de determinantes lograrán el resultado más completo. El planteamiento del método apropiado debe ser la racionalización de cada una de las preguntas. Muchas veces, el resultado de un cuestionario tentativo lleva a entender mejor el propósito de la encuesta; las fallas de este primer cuestionario indican cómo se debe mejorar para llegar a un resultado práctico y aplicable.

Lo mismo que en cualquier tipo de investigación, debe procederse con planeación para no llegar a un resultado caótico por causa de ignorancia de factores importantes, o del estudio de un sinnúmero de datos que no tiene relación y que no son pertinentes para el trabajo en particular.

Por medio de la planeación debe establecerse:

- a. Si los aspectos que van a ser reconocidos pueden resolverse mediante una encuesta.
- b. El método operacional.
- c. La muestra y medida representativa del Grupo.
- d. Cómo se hará la entrevista.
- e. Cómo van a tabularse los datos.
- f. El método estadístico.
- g. El tiempo necesario.
- h. El costo.

- i. Quién lo hará.
- l. Lista de actividades, que muestra una secuencia basada en el método científico y que debe ser seguida cuidadosamente para completar el estudio exitosamente.
- j. Todos los factores que influyan en el muestreo.
- k. Coordinación con los especialistas en procesos.

Lista de actividades

En la planeación del programa para realizar una encuesta, se tendrá en cuenta que la *lista de actividades* debe tener elasticidad suficiente para complementar la investigación.

- a. Establecer la *lista* de los posibles hechos que deben ser reconocidos.
- b. *Búsqueda de antecedentes* (historia). Lectura de estudios similares, que nos ayuden a la confección del cuestionario preliminar.
- c. Construcción del *cuestionario preliminar*.
- d. Determinación de la *pre-muestra* en la que se aplicará el cuestionario preliminar, que servirá para descubrir datos complementarios para mejorar y pulir el formulario final y determinar la muestra definitiva. La pre-muestra debe ser escogida entre personas que compartan cualidades genéricas del grupo y en cantidad suficiente para conformar una porción demostrativa.
- e. Impresión del *formulario* en su versión preliminar.
- f. *Entrenamiento e instrucciones* a encuestadores.
- g. *Aplicación del cuestionario* en la pre-muestra.
- h. *Tabulación y resumen* de los resultados obtenidos.
- i. Compilación de *sugerencias y comentarios* de los encuestadores, para su posible aplicación en el cuestionario definitivo.
- j. Construcción del *formulario definitivo*, basado en los datos obtenidos del estudio preliminar.
- k. Determinación del *tamaño de muestra definitiva*, cualidades y ubicación
- l. *Instrucciones* a encuestadores.
- m. *Aplicación* y recolección del cuestionario.
- n. *Tabulación de los datos* recogidos en los formularios y su análisis, usando la metodología apropiada, para el estudio en particular.
- o. El *resultado de los datos*, podría plantear la necesidad de un nuevo formulario

con las preguntas que lleven a reconocer los factores descubiertos como faltantes. Se procede a repetir la secuencia anterior.

p. *Elaboración del informe*, con los resultados relevantes.

q. Su *aplicación en el estudio* del diseño que se está llevando a cabo.

CONDICIONES DE LA ENCUESTA

Cuando se formula la pregunta, debe quedar evidente que el encuestado entiende con claridad el concepto. Muchas veces es fácil, como cuando se pregunta la edad o el sexo, pero cuando se pregunta de si es *apropiado, fácil de manipular, trabajador calificado...*, se hace necesaria una explicación previa o su definición.

- El lenguaje y su significado cambia de acuerdo con la clase de grupo y es necesario definir los conceptos concernientes a las preguntas subjetivas.
- Las preguntas deben plantearse en términos afirmativos y nunca de forma negativa, empleando un lenguaje claro, sin metáforas o figuras literarias.
- No se debe aceptar a priori un concepto o dirigir las preguntas para que se llegue al resultado que nosotros deseamos, no olvidemos que el cuestionario es para reconocer el problema.
- Establecer las variables a estudiar para determinar marcos de limitantes bien especificados. Las definiciones facilitan esta tarea.
- En la planeación del programa para realizar una encuesta, se tendrá en cuenta que la lista de actividades debe tener elasticidad suficiente para cumplir con la investigación.

TIPOS DE CUESTIONARIOS

1. De respuesta abierta

En el que el investigador plantea la pregunta para que la respuesta no tenga ninguna restricción.

En el cuestionario de respuesta abierta los encuestados pueden dar variadas respuestas, tanto en longitud como en contenido, lo que hace difícil su sistematización, catalogación y estimación. Pero es valioso para ser usado como método de investigación preliminar para luego elaborar uno de *elección forzosa*.

2. De respuesta cerrada

A. De Elección Forzosa, en donde el investigador indica de antemano las posibles respuestas y pide al entrevistado que elija solamente una de entre las señaladas:

Bueno

Malo

Regular

Se puede elaborar cuando las alternativas son pocas y fáciles de establecer.

Las diversas alternativas deben ser mutuamente excluyentes. Las preguntas no deben presentarse en forma rítmica que puedan conducir al encuestado a contestar mecánicamente.

En cuestionarios preliminares, generalmente se combinan preguntas de respuesta abierta con las de elección forzosa.

B. Cuestionario dicotómico. En este tipo de cuestionario, las preguntas tienen solamente dos alternativas: respuestas afirmativas o negativas.

Con el conteo de respuestas, negativas o afirmativas, se logra el cálculo estadístico.

Si queremos conseguir el concepto de personas con respecto a la aceptación de un objeto:

- | | SÍ | NO |
|---------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| • ¿El objeto tiene aspecto atractivo? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • ¿Considera satisfactorio su manejo? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • ¿Es barato? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Interpretación de los datos

Del estudio por observación y averiguación salen los datos que deben ser procesados para obtener resultados coherentes, aplicables práctica y realmente en la solución.

Al comienzo de este capítulo quedó establecido que el *método de observación directa* es el más confiable para reconocer las cualidades de un proyecto. En consecuencia, en la planeación del estudio, deberá aparecer como el método que debe aplicarse al principio tratando de involucrar la mayoría de factores relacionados con el estudio; todo lo que no pueda ser llevado a cabo por este método, se pasará a investigar por *encuestas*.

Para la etapa de reconocimiento, con la determinación del problema y la función que debe desempeñar el posible artefacto que lo solucione, deberá estudiarse, en primer

lugar, por observación "casual" y encuestas "abiertas"; y después, se llega a la observación "controlada" y a encuestas con preguntas definidas de carácter dicotómico.

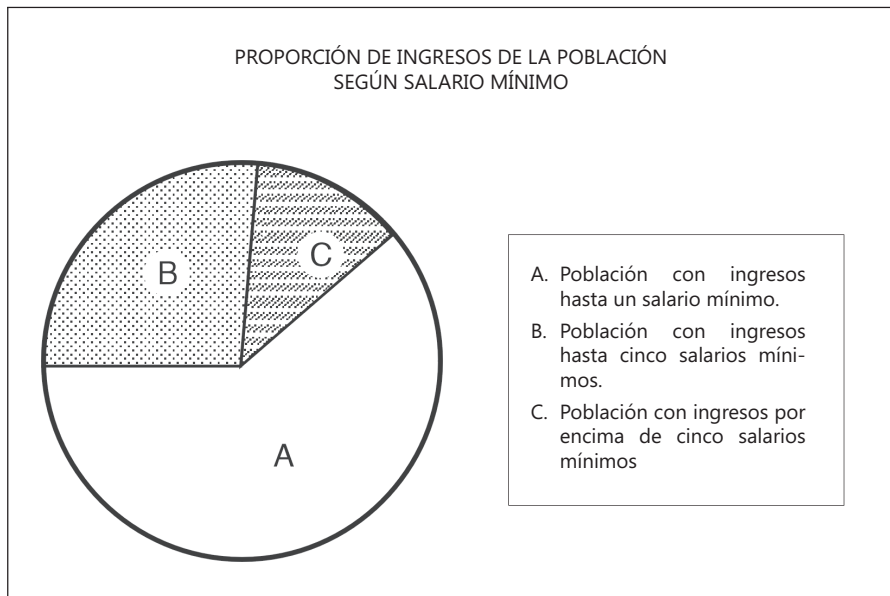
INTERPRETACIÓN MATEMÁTICA

La interpretación matemática en el método de *observación directa* es realizada por medio del histograma; pero para comportamiento social y personal se llega a conclusiones por gráficas y tabulaciones en las que se pueden ver de forma objetiva las cantidades, magnitud o frecuencia del fenómeno en estudio, y así mismo, su decisión de posicionarlo en una jerarquía que permita su aplicación en la solución formal o funcional del objeto.

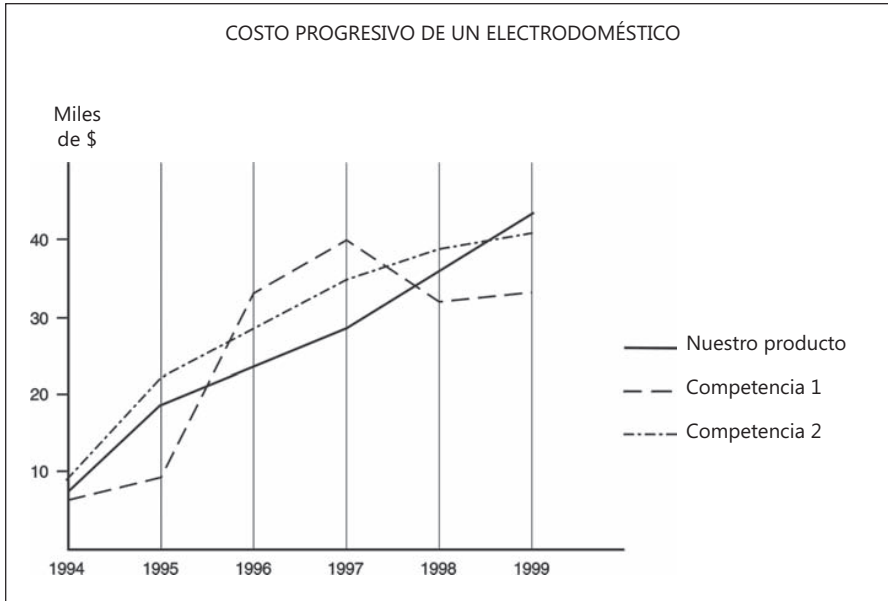
GRÁFICAS

Las gráficas nos ayudan a visualizar proporciones y magnitudes comparativamente. Cuando se presentan muchas cifras, no dan una idea concisa para la comparación de magnitudes. La ayuda que nos proporciona la gráfica es la de juzgar fácil y rápidamente la relación que existe entre sus componentes (gráficas 3, 4 y 5).

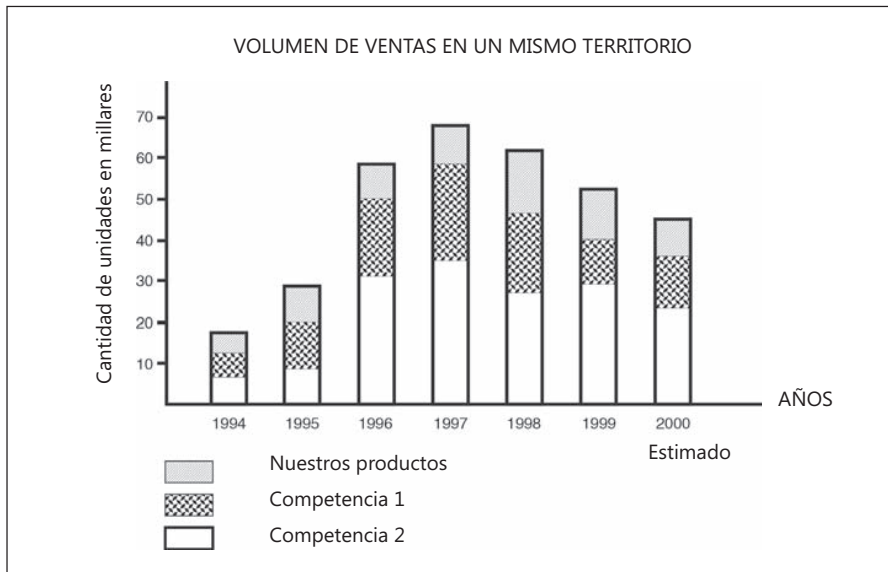
Gráfica 3. Diagrama circular



Gráfica 4. Diagrama de líneas



Gráfica 5. Diagrama de barras



CONCLUSIONES

Se debe recordar que las conclusiones del estudio ergonómico se trabajan en dos etapas del proceso de diseño, a saber: la etapa *exploratoria*, seguida por la *confirmatoria*.

En la exploratoria los parámetros que servirán para plantear la solución en un modelo teórico, posteriormente convertido en un modelo funcionante, serán puestos a prueba confirmatoria que permita constatar que la solución planteada está bien encaminada. En este paso, pueden surgir nuevos factores, que aparecen como imponderables que no fueron tenidos en cuenta en la etapa exploratoria, principalmente porque se desconocía su intervención. Estos nuevos factores deberán ser estudiados y sus resultados aplicados en el modelo anterior para corregirlo, y ser sometido a una nueva prueba confirmatoria.

Es así, como aparecen dos tipos de parámetros, los primeros de *reconocimiento* y los segundos de *completamiento* y *perfeccionamiento*.

PARÁMETROS

Como se dijo antes, los resultados de una investigación ergonómica son los parámetros que se podrán utilizar en el planteamiento de la solución y se presentan en dos calidades: *marco de limitantes* y *factores de influencia*.

Siendo el *marco de limitantes* lo que no debe hacerse o tiene un límite; es decir todos aquellos factores que están limitados por condiciones que impiden que las posibles soluciones pasen de una frontera preestablecida por el estudio. Un ejemplo que ilustra este concepto es el de la altura del asiento de la silla de asistencia a clase, que es una dimensión dada en centímetros, y no debe ser rebasada.

Los *factores de influencia* son aquellos que indican las cualidades deseables que debe contener el planteamiento de la solución: materiales prestigio o imitaciones que determinan un costo al alcance del poder adquisitivo del grupo de mercadeo propuesto; colores preferidos por este grupo; patrones formales de acuerdo con la moda, etc.

Tanto los *factores de influencia* como el *marco de limitantes* conforman los parámetros o determinantes que se aplican en la propuesta de solución y que sustentan los argumentos que conforman la *hipótesis*.

REQUISITOS QUE DEBEN TENER LAS CONCLUSIONES

- Para poder utilizar la información que se encuentra en el cuerpo de fenómenos estudiados, esta debe tener *condiciones científicas*, medibles y específicas. No debe ser utilizada la información que proponga vaguedades, con expresiones subjetivas como “poco”, “mucho”, “apropiado”, que si bien, sugieren magnitud, poseen una significación que corresponde a puntos de vista individuales y de otra parte, los elementos de juicio dependen de la escala de valores establecida.
- Para la ergonomía aplicada al diseño, los *parámetros* utilizados deben tener *exactitud* aceptable. Centímetros en el caso de la altura del asiento; grados centígrados para temperatura ambiente.

Es irrelevante el empleo de milímetros o décimas de grado para los ejemplos anteriores.

- La *interpretación debe ser objetiva*, referirse al fenómeno en unidades de medida reconocidas, valiéndose de instrumentos de medición, de manera que puedan ser confirmados los resultados todas las veces que se repita el experimento, además de corregir o avanzar en las conclusiones.
- La *unidad conceptual* y la *coherencia* con las ciencias tocantes son indispensables. Los conceptos deben corresponderse y estar ligados entre sí, y de su interpretación correcta depende alcanzar el objetivo. Si existieren contradicciones en los componentes del modelo teórico, éstos se pueden convertir en una multiplicidad estéril de irrelevancias.
- *Consistente*, es decir, que la hipótesis pueda relacionarse con la mayor parte del conocimiento aceptado y reconocido por postulados científicos.
- *Precisión semántica*: la exactitud idiomática en los términos específicos debe ser precisa, para asegurar la comprensión de los parámetros y su aplicación en el *modelo funcionante*. La precisión semántica descalifica términos, como: apropiado, suficiente, grande o caliente.
- *Simplicidad*. Para la clarificación de conceptos en la comprensión deseada, no debe sobrepasarse a campos de profundidad y extensión por fuera de los límites requeridos; sin embargo, debe ser favorable para su exactitud conceptual.
- *Capacidad explicativa*. Parámetros y postulados deben plantearse de manera sencilla, libres de términos rimbombantes para que se entiendan fácilmente. Con la extensión necesaria para completar y precisar la idea.
- Debe *predecir hechos* que van a aparecer y la explicación de su incidencia. Pueden preverse nuevos efectos que señalan postulados y mejoras, que se pueden implementar en el próximo modelo.

- La razón de los *detalles componentes del artefacto*, de cada una de las cualidades y aspectos del mismo, deben tener un apoyo científico, esto es, una razón o explicación del porqué de su existencia. Ninguno puede obedecer al capricho o a “cualquier cosa” por salir del paso. Todos los parámetros presentados deberán tener apoyo y justificación, por medio de representaciones, gráficas, histogramas, videos, grabaciones magnetofónicas, fotografías, encuestas, o trabajos aceptados científicamente. Toda argumentación, deberá quedar contenida en la bitácora.
- Debe *predecir las innovaciones*, avances y ventajas que poseerá el modelo funcionante, comparado con los artefactos existentes.
- Las *posibilidades de cuestionamiento*, por parte de otros investigadores o de las personas que decidan la producción del elemento, hace necesaria la existencia de la *marcha o bitácora* para su posible discusión.
- Su *aplicación práctica*, es decir, que los parámetros puedan ser aplicados real y físicamente en el artefacto; de lo contrario se convierten en figuras metafísicas, buenas sólo para discusiones esotéricas.

LABORATORIO DE ERGONOMÍA

Introducción

Todos los factores estudiados discriminadamente en los capítulos anteriores que tengan aplicación en el producto que se va a desarrollar, deberán ser estudiados en un lugar apropiado que tenga los aparatos, implementos y espacio donde se puedan desarrollar los estudios de reconocimiento, por medio de experimentación, observación y registro de los factores componentes, ya sean humanos o propios del artefacto.

En los casos en que la observación no puede efectuarse en el recinto del laboratorio porque los factores del entorno físico-social –propios del artefacto–, exigen el *lugar de operación*, o cuando las personas que hacen parte de un estudio deben permanecer ignorantes de estar siendo observadas, porque tomarían actitudes y comportamientos fingidos, el investigador tiene que hacer trabajo de campo desplazándose con los instrumentos necesarios hasta el sitio de operación.

Estos estudios se efectúan durante las investigaciones exploratoria, confirmatoria y crucial:

- a. *En la investigación exploratoria*: reconocimiento de un producto nuevo o de desarrollo periódico. En la primera fase del estudio, cuando se va a recoger la mayor cantidad de información pertinente del producto, para poder determinar los parámetros que serán aplicados en el planteamiento de la solución.

- b. *Cuando se llega a la etapa confirmatoria:* hay que evaluar el objeto para comprobar, en el modelo funcionante, si es cierto que la propuesta puede ser considerada como evolución del objeto existente, o no tiene la calidad que lo clasifique como producto deseable en el mercado.

Pautas de procedimiento para el desarrollo del estudio

Ya se encuentran mencionadas en los capítulos anteriores, sin embargo su repetición recuerda y afianza su conocimiento.

En la práctica, el trabajo en el *laboratorio* comienza cuando ya se ha establecido el producto: su función, el *grupo de usuarios* y el *entorno*; con otros factores que pueden influir, como comparación con otros productos similares de la competencia, etc.

Definición del trabajo: Descripción de los pasos sucesivos y las actividades, sin olvidar los más elementales.

Determinación de los métodos: Quiénes, cómo, dónde, cuándo y los instrumentos necesarios.

Los fenómenos que se planea reconocer se tabulan por orden de importancia. Se sabe que en la medida en que avanza el estudio aparecen nuevos factores que no se habían considerado previamente y otros que se minimizan o desaparecen.

Se considerarán solamente los fenómenos o componentes físico-sico-sociológicos que toquen o tengan injerencia con el problema en estudio. Hay que entender claramente que la ergonomía es la aplicación práctica y posible: todos los estudios que se hagan deben estar dirigidos y planeados para conseguir resultados aplicables a la solución del problema específico.

Los estudios científicos llevados a cabo para determinar condiciones o hechos de la ciencia pura, son sin duda valiosos y de conclusiones importantes, pero si no tienen aplicación inmediata, quedan solamente para enriquecer el conocimiento humano, hasta llegar eventualmente, a su aplicación práctica. Hay una gran diferencia entre el estudio de los fenómenos de la ciencia pura y los estudiados para finalidades y aplicaciones tecnológicas.

Todos los factores reconocidos deberán tener una definición cualitativa y cuantitativa, usando aparatos de medición que utilicen unidades de medida reconocidas.

Se debe llevar la *marcha* o *bitácora* del estudio, describiendo cuidadosamente todos los pasos para tener una memoria de todo el proceso y esta pueda ser cuestionada por otros estudiosos. También confirmar por medio de la repetición, *cuantas veces sea necesario el estudio*.

En los trabajos ejecutados en el laboratorio se procesan los factores de interrelación del objeto con el usuario.

Análisis de las cualidades del objeto

- Interacción y uso

ISO Organización internacional para la Estandarización

ISO)/TEC 9126 Usabilidad

“Se refiere a la capacidad de un software de ser compartido, aprendido, usado y ser atractivo para el usuario, en condiciones específicas de uso”.

ISO)/TEC 9241 Usabilidad

“Usabilidad es la eficiencia y satisfacción con la que un producto permite alcanzar objetivos específicos a usuarios específicos en un contexto específico”.

El estudio de la usabilidad se entiende y delimita a partir de definiciones que vinculan niveles de satisfacción por confort, facilidad, robustez, celeridad y agrado por la tecnología del artefacto a partir de la experiencia de uso; mediado su diseño, cada vez más por la usabilidad de un software, lo que permite inferir que el concepto de usabilidad va a la par de los avances tecnológicos que amplían funciones y satisfacciones. Los términos enunciados anteriormente contienen altos niveles de subjetividad que deben ser estudiadas desde la ergonomía para el diseño de objetos en función de innovadores y satisfactorios procedimientos productivos, teniendo como base el concepto de conjunto operante.

El conjunto de procesos realizados por los individuos al momento de relacionarse con artefactos, se estudian y valoran desde la ergonomía en función de optimizar la actividad. El diseño de objetos implica explorar las acciones realizadas por el hombre y artefacto como recursos y certeza de la productividad que se demanda; dichas acciones son producto de los factores humanos, son la evidencia de observaciones y dimensionamientos que establecen grados de acierto y rendimiento producto del uso del objeto; las propiedades y posibilidades del artefacto o recurso tecnológico (software, virtualidad, entre otras) se configuran a propósito de las expectativas del grupo humano consumidor, provocando que los niveles de avance tecnológico actual y su perspectiva de desarrollo nos lleven a considerar la operación de software como un vehículo hacia la interacción más eficiente, en términos de procesos mentales tanto como de diversos niveles de esfuerzo físico que pueden emular acciones reales que antes implicaban altos esfuerzos e incluso imposibilidades físicas, todo esto como parte de una creciente perspectiva de interacción con artefactos que implican relaciones cada vez más virtuales.

- Desempeño funcional: su comportamiento en el proceso de utilización; confort de uso: posicional y cinético.

- Elementos de mando, su adaptabilidad al manejo:
 - a) Forma y tamaños de mecanismos de acción.
 - b) Instrumentos de lectura y comunicación.
- Aspecto formal y estética, tamaño, peso, calidad de los materiales

FACTORES HUMANOS

Los *factores humanos* que se observan en el *laboratorio* se dividen en dos áreas: *estructurales* y de *desempeño funcional*.

Análisis de factores estructurales

- *Anatómicos*, con la clasificación e identificación de los órganos involucrados.
- *Antropométricos*, considerando: sexo, edad, fenotipos, somatotipos y *status*.
- *Posturales*: yacente, sedente o de pie; ya sean imitativas, regidas por defectos fisiológicos adquiridos o condiciones socio-psicológicas.

Lo más importante en el desarrollo de estas investigaciones es el respeto a las posturas naturales.

En la medición de la talla de personas se les solicita el cuerpo contra una regla vertical mientras se baja una escuadra hasta la cabeza. Sin embargo, esta medida no tiene nada que ver con la verdadera estatura:

Cuando medimos a un anciano, su verdadera talla es la tomada por una foto de perfil, pudiendo observarse que su cabeza y tórax están inclinados hacia adelante, porque para conservar el eje de gravedad tiene que doblar ligeramente las rodillas.

La estatura de una mujer, secretaria joven, incluye zapatos de tacón alto y posiblemente un peinado también alto.

Cuando se hace por fotografía, se acomoda en el mismo plano del individuo una escala visible que servirá para obtener todas las dimensiones necesarias (fig. 13).

Análisis de factores funcionales

El desempeño funcional del operario o usuario del artefacto depende de los movimientos que sean necesarios desde una posición postural que implican fuerza, amplitud del movimiento, tolerancia, fatiga física, acostumbramiento.

Biomecánica de los movimientos en el desempeño de la función, tales como movimientos de palancas y actos prensiles:

- Determinación de umbrales.
- Efecto del entorno en cada factor o como un conjunto.
- Efecto por tiempo de permanencia

Mediciones sensoriales

- Visual: sensibilidad, adaptación, acomodación convergencia.
- Auditiva: sensibilidad, adaptación al ruido, tolerancia, capacidad de captación del ruido.
- Vibratoria: sensibilidad posibilidad de adaptación.
- Táctil, olfativa, gustativa térmica, sensibilidad, rangos y adaptación.
- Métodos de verificación de la percepción real, determinando lo erróneo o ilusorio.

Comunicación del artefacto al operario

- Visual: lectura, símbolos, signos, señales, gráficas, diagramas, dibujos, tablas; ceguera al color.
- Auditiva: claves sonoras, sirenas, sonidos que indican peligro, timbres de teléfono o pitos de llamada.
- Táctil: botones de control de giro o presión
- Olfativa: sensibilidad como defensa por escapes de gases nocivos.
- Térmica: Sensibilidad al calor producido por el artefacto, que podría producir quemaduras.
- Emisiones electromagnéticas, radiación.
- Agentes químicos.

Factores psicosociales

- Espacio vital.
- Entorno sociológico: adverso o favorable.
- Evaluación estética del objeto. Aceptación o repudio.
- Carga y fatiga mental, intensidad y duración.
- Estudio del manipuleo del objeto, los aspectos de facilidad o dificultad y su consecuencia: el "Manual de uso".
- Usabilidad. Es la eficiencia con la que un producto permite alcanzar la satisfacción del usuario dentro de un contexto de uso específico.

Entorno físico

Todos los factores que afecten al artefacto u operario tales como:

- Calor, iluminación y ruido ambiental, Magnetismo.
- Oxidación.
- Humedad
- Agentes biológicos o químicos.

APLICACIÓN DE LA BIOMETRÍA

La *biometría* como manera de medir, procesar y determinar la información recogida en el *laboratorio*.

Trabajo de campo

Como se apuntó en la introducción, los fenómenos que no pueden ser observados en el recinto del *laboratorio*, porque:

- Su implementación es imposible por razones de espacio o condiciones del entorno que no se pueden copiar o simular. Es el caso de la cortadora de césped.
- Las personas que componen el *grupo en estudio*, se dan cuenta que son observadas, y toman actitudes y comportamientos no naturales. Deben ser estudiados en los lugares propios del desarrollo de la actividad y uso del artefacto.

Es entonces cuando el *laboratorio* "sale" a los lugares donde se realiza la actividad relativa al objeto. Ejemplo: para medir el desempeño y la productividad de una motoniveladora se colocan los aparatos y elementos de observación y estudio en los sitios apropiados.

Instrumentos de medición (aparatos)

Muchos de los fenómenos que están siendo estudiados no pueden ser apreciados directamente por el investigador, a menos que utilice dispositivos que le permitan registrar la operación en detalle, sin distorsión perceptual (ilusiones ópticas). Solamente con el empleo de instrumentos apropiados se puede verificar la exactitud del fenómeno observado; algunos de éstos son:

Cámaras fotográficas y de video, grabadoras de sonido, metros, cronómetros, escenarios, aparatos especialmente diseñados para la comprobación y análisis del artefacto que se está estudiando. La mayoría de las veces es necesario idear y fabricar

aparatos que se ajusten al fenómeno que se pretende medir, –cada caso los requiere– y porque no se pueden conseguir con las características específicas.

Los registros se convierten en los documentos que servirán de soporte a los parámetros involucrados en las soluciones que se van a proponer.

Errores que deben ser evitados

- *Aceptación de tablas existentes:* pueden servir como comparación, pero siempre existirán condiciones diferentes, por evolución, obsolescencia, etnia y otros.
- *Maniqués o muñecos:* no pueden reemplazar al hombre que de hecho tiene variadas y diferentes características; son de gran ayuda cuando no hay otra posibilidad, como en el caso de la cabina de un automóvil, pero esta práctica podría llevar a errores lamentables.
- *Promedios:* deben considerarse como apoyo en la investigación, pero se sabe que su cifra involucra solamente una pequeña población.
- *Vestimenta:* cuando no se tiene en cuenta, da por resultado falsa información sobre capacidades de movimiento.



capítulo **12**

**EJEMPLOS DE DESARROLLO
DE UN ESTUDIO ERGONÓMICO***
(PARA UN OBJETO QUE VA A SER PRODUCIDO
POR UNA INDUSTRIA)

* Estudio realizado en la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano en 1995.

Un caso típico –que aunque sencillo– sirve para ilustrar la forma como se desarrolla un *estudio ergonómico*, muestra la secuencia y los principales factores de incidencia considerados como los responsables de los parámetros que deberán ser usados en el proyecto de diseño: se trata de la producción de una silla-escritorio para asistencia a clases en aulas universitarias.

PARÁMETROS PRELIMINARES

Lo primero que debe quedar establecido es la magnitud del proyecto en sus alcances y sus proyecciones, el *grupo en estudio*, la *empresa* que va a desarrollar el proyecto y los recursos disponibles para la ejecución del *estudio*, como son:

- a. Presupuesto asignado al estudio ergonómico.
- b. Recursos humanos: directores, técnicos y especialistas involucrados en la fabricación y mercadeo del producto. El personal capacitado para la recopilación de datos: encuestadores, observadores que manejen cámaras fotográficas y de video, grabaciones magnetofónicas, etc.
- d. Equipos e instrumentos disponibles para la ejecución de mediciones, pruebas, observaciones y grabaciones.
- e. El tiempo concertado para la realización del estudio, que por el avance tecnológico y social cada día es más acelerado, pues las empresas rivales están produciendo rápidas innovaciones para poder mantenerse en el mercado. La pronta y eficaz producción de su estudio permitirá liderar el mercado.

La programación en un cronograma es necesaria para determinar el tiempo disponible para el estudio total. Debe considerarse la posibilidad de cambios y la flexibilidad en sus tiempos.

DESARROLLO

A. Descripción de la *función del objeto*:

Elemento de soporte para la posición sedente de cada uno de los alumnos que asisten a clases o conferencias en las aulas universitarias. Otra función complementaria, es la de soporte para escribir sobre hojas o cuadernos de notas. También se considera un lugar para colocar provisionalmente los útiles y soporte para los pies (figs. 53 y 55).

B. Motivos para la determinación de la necesidad del objeto:

Figura 53. Dimensiones necesarias para la fabricación de la silla

- Por insinuación de los usuarios, en este caso los alumnos, que las encontraban incómodas.
- Se hizo una encuesta preliminar y se ratificó esta apreciación.
- De acuerdo con el avance de la *ergonomía*, se podrían encontrar nuevos parámetros que mejorarían su comodidad.
- El aspecto del objeto no es consecuente con el concepto estético del momento.
- La aparición de nuevos materiales y técnicas de construcción, podrían mejorar el costo, apariencia, mantenimiento y durabilidad del objeto.
- La existencia de un mercado importante y llamativo para la empresa productora. El mercado permite establecer la magnitud del proyecto en su vida y producción mensual.

C. Identificación del *grupo en estudio* y *grupo de mercadeo*:

Reconocimiento de las cualidades de compradores y usuarios, tanto fisiológicas como psicosociales: *status*, variación de edades, sexo, dispersión de dimensiones antropométricas, territorio geográfico y cualquier otro factor que pueda influir en el uso de este objeto, como puede ser, el porcentaje de zurdos y diestros para la escritura manual, por su injerencia en la localización y forma de la superficie de escritura.

Reconocimiento de los hechos:

En un principio, sabemos muy poco sobre el objeto, son apreciaciones superficiales tomadas de nuestra observación desprevenida, pero aun así, pueden aceptarse como base que nos servirá para comenzar este estudio, que después se irá ampliando en la medida en que avance el reconocimiento.

D. Se comienza con la "*Lluvia de ideas*":

Que es considerada como el acto de dejar libre la imaginación para hacer una lista de los supuestos hechos que puedan tener injerencia en el reconocimiento del problema.

E. *Consulta a las fuentes de información pertinente:*

Asesoramiento de ecónomos de universidades, almacenes del ramo, profesionales involucrados en este tipo de industria o similares. Preguntas a productores de la silla existente, el por qué de sus diferentes cualidades, formas de producción, materiales y aspecto. Consulta en libros, catálogos y revistas. Y finalmente, lo más importante: el *grupo de usuarios*, por medio de la *muestra*.

F. *Selección de la muestra:*

Escogencia de las personas que servirán como prototipo representativo del *grupo*. La cantidad de la muestra deberá ser un porcentaje significativo. El fenotipo de los participantes debe tener cualidades compartidas con el resto del *grupo*. Esta selección inicial elimina sujetos que difieran, de manera sobresaliente, de la mayoría de estudiantes.

G. *Planeación de lo que se pretende observar:*

Se debe conformar una *bitácora* o *marcha* detallada de los hechos que pretendemos reconocer, con la suficiente flexibilidad como para que nos permita cambiar, modificar o adicionar hechos no tenidos en cuenta por el desconocimiento de su existencia al principio de la planeación del estudio. La *planeación* deberá tener en cuenta: qué será observado, a quién, por quién, cómo se ejecutará, con cuáles instrumentos o aparatos, en qué lugar se observará, en qué fecha y hora.

H. *Ejecución del programa:*

Obtención de todos los datos que surjan de la observación de actitudes y comportamientos que puedan ser cualificados y medidos utilizando la *observación directa* y *encuestas*, de utilidad para establecer actitudes que no pueden ser determinadas por el *método de observación directa*, pero que nos informan de

condiciones psicosociológicas de gran injerencia, que van a enriquecer la lista de *factores de influencia*.

I. *Factores fisiológicos:*

Todos los que sean tocados o que intervengan en el uso o manejo del artefacto. Tendencia a la actividad, cambio de posición para evitar malestar o calambres, calor o frío por condiciones ambientales, umbrales de cansancio físico, son parte de una copiosa lista.

Los datos fisiológicos cualificables y cuantificables, que se desprenden de los estudios antropométricos y biomecánicos, determinan las dimensiones formales del objeto, para que sus propiedades sean correspondientes al *grupo* (fig. 42).; y el ejemplo de la marcha para la obtención de la medida P: altura del asiento.

J. *Factores psicológicos:*

Incluimos en este tema los impulsos generales, como es el caso de los manipulativos, que se manifiestan en dibujos y escritos sobre la superficie de escritura. Algunos sobresalientes: miedo adquirido a puntas, filos, falta aparente de robustez de las sillas, espacio vital; la satisfacción de usar un objeto agradable a la vista.

K. *Factores sociológicos:*

Los aspectos sociales que influyan sobre el comportamiento del *grupo* en sus preferencias, obligaciones, hábitos normas sociales, prejuicios o concepción estética, que impulsen a las personas al uso y adquisición de objetos propios de su *status*.

L. *Entorno:*

El lugar y espacio de uso; condiciones ambientales de luz, reflejos, temperatura ambiente, enrarecimiento del aire por hacinamiento, temperatura por altura sobre el nivel del mar; que puedan producir somnolencia: ruidos molestos o de distracción, umbral de cansancio por tiempo de permanencia, y otros asociados con factores fisio-sico-sociológicos.

M. *Clasificación y evaluación:*

Toda la información compilada se clasifica y jerarquiza bajo encabezamientos que recojan las cualidades deseadas para el objeto; las tabulaciones y listas pasan a su procesamiento matemático. Los datos que no merezcan ser tenidos en cuenta deben desecharse, para no causar confusión.

N. *Procesamiento matemático:*

Las tabulaciones pasan a ser interpretadas matemáticamente por gráficos e histogramas y sus resultados mostrados de manera que puedan ser utilizados como *marco de limitantes*, para su aplicación en la propuesta de solución del objeto. Con la interpretación racional de las listas se obtienen los *factores de influencia* que completan los parámetros.

DETERMINACIÓN DE LAS DIMENSIONES NECESARIAS PARA LA FABRICACIÓN DE LA SILLA-ESCRITORIO

Cada una de las dimensiones mostradas en la Figura 53 debe ser determinada por un estudio que considere criterios científicos y la respectiva planeación ordenada (*bitácora*) de la manera como se van a ejecutar las observaciones y mediciones.

Para el ejemplo que nos proponemos, solamente se analizará la dimensión P, que es la altura del asiento en que se siente cómodo cada uno de los observados.

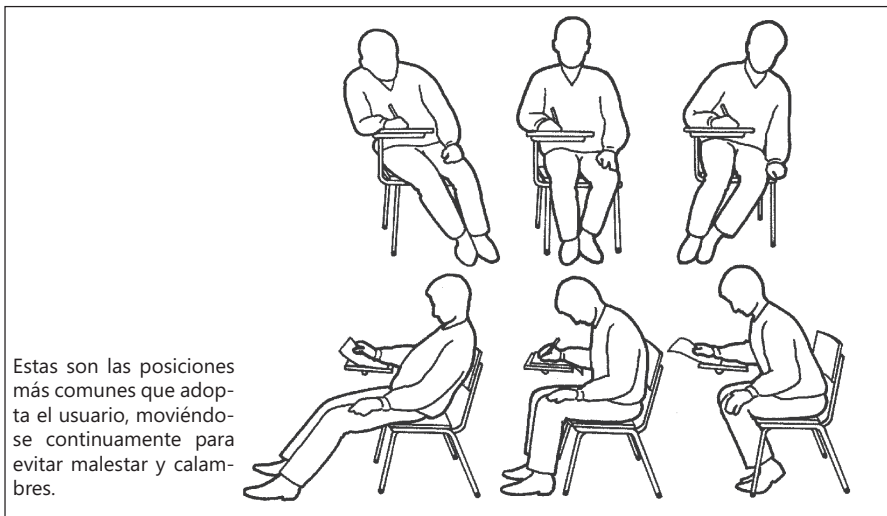
Marcha para la obtención de la medida P

Se establecen los criterios que sirven como argumentos para fijar los métodos de dimensionamiento de la muestra, complementando los con el diseño del programa de ejecución del experimento.

Criterios para determinar la altura del asiento P

- A. La silla debe acomodarse a los hábitos del *grupo*.
- B. Los músculos antigravitatorios y posturales están sujetos a constantes contracciones y relajaciones, indispensables para activar la circulación sanguínea y evitar los calambres o dolores musculares. La presión en la parte posterior del muslo también se alivia con el cambio de posición (fig. 54).

Figura 54. Posiciones extremas



- C. La columna vertebral tiene como función la estructura de soporte, que requiere de una movilidad continua de los músculos posturales y de los discos intervertebrales que necesitan nutrición permanente.
- Tanto la curvatura como el desplazamiento del raquis es efecto de los dos núcleos anteriores, también influidos por las posturas aprendidas por observación, al comportamiento compartido de su *grupo*.
- D. La existencia de respaldo ayuda a aminorar el esfuerzo de los músculos de la región lumbar, siempre y cuando permita la movilidad y cambio de posición necesaria, ya precisada en los puntos anteriores.
- E. El cuerpo queda apoyado en los tejidos blandos de los glúteos que soportan la mayoría del peso, pero también en la parte posterior de los muslos, la espalda, pies y brazos en la silla.
- F. La postura sedente es propia del *homo erectus*. Desarrolló glúteos prominentes, con abundante tejido adiposo, que tienen la función de almohadones naturales. Existe una hipótesis que plantea la tesis que pretende explicar la mayor protuberancia de los glúteos femeninos comparados con los masculinos: porque la mujer estaba al cuidado de las crías en las cavernas y permanecía más tiempo que el hombre en posición sedente, además de la amplitud de la pelvis, condición anatómica para permitir un parto fácil, presupone un tamaño proporcional de glúteos. Si se considera esta condición por cientos de miles de años, se concluye que es la razón del mayor desarrollo de los glúteos en las mujeres.
- G. Las personas buscan mejor posición de reposo subiendo los pies en objetos que los coloquen a la altura del asiento para aflojar la presión en la parte posterior de los muslos, pero es necesario contar con espaldar (fig. 55).

Figura 55. Postura típica de alumno en clase

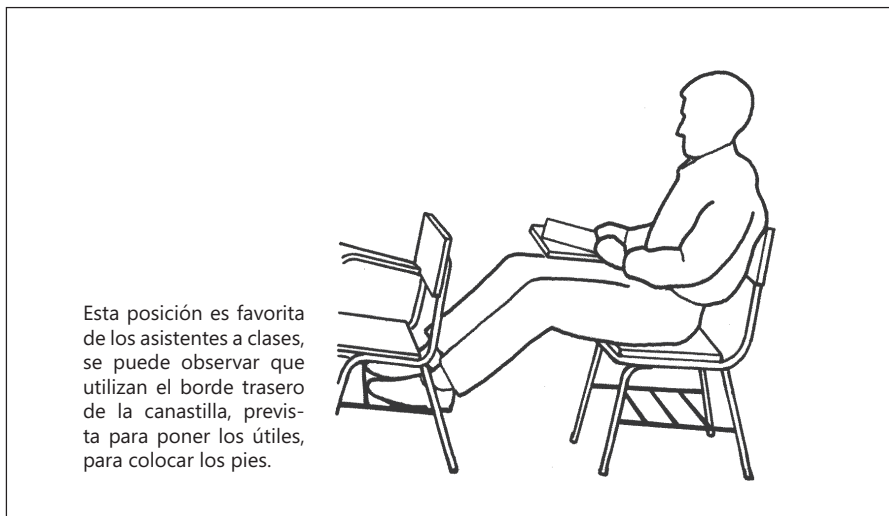


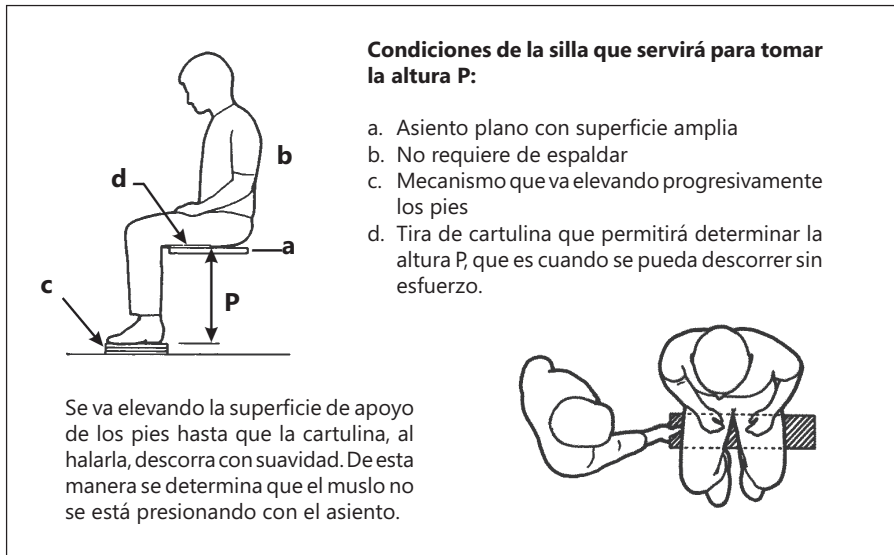
Figura 56. Posiciones que adoptan los jóvenes



La postura de las piernas, colgando, sin apoyo en los pies, causa mayor presión en el muslo e impide movilidad; la tendencia cultural de los jóvenes es sentarse en el suelo, pero con apoyo en la espalda (fig. 56).

Programa de ejecución de medición de la dimensión P

- A. Se escogen los estudiantes de la *muestra* que tengan características de fenotipo compartidas con las del gran *grupo* en número representativo (en este caso 117). Sin embargo, los individuos escogidos muestran características diversas, como se manifiesta en las variables de talla de la tabulación del ejemplo, en la que aparece como *variable intercurrente*.
- B. Las personas de la *muestra* estarán vestidas y calzadas, puesto que esta es la manera en que van a usar el asiento.
- C. Para determinar que la presión ejercida por los muslos sobre el asiento (no causará malestar a los individuos de la *muestra*), se utilizará una cartulina como se observa en la Figura 57.
- D. El siguiente *modelo de tabulación* considera la medida de la talla pero solamente como *variable recurrente* y comparativa, respecto a estudios anteriores:

Figura 57. Programa de ejecución de medición

Cuadro 4. Modelo de tabulación

T	a	b	c	d	e	f
Valores de talla	Valores sucesivos de P	Frecuencia observada	Desviación de la Media	Producto b x c	Producto c x d	Frecuencia esperada
150	33	1	-8	-8	64	1
	34	0	-7			2
152-156	35	3	-6	-18	108	3
155-158	36	4	-5	-20	100	5
156-161	37	8	-4	-32	128	7
159-163	38	9	-3	-27	81	10
160-165	39	14	-2	-28	56	14
160-169	40	13	-1	-13	13	16
161-171	41*	17	0	-146		17
165-170	42	15	1	15	15	16
167-172	43	13	2	26	52	13
168-175	44	6	3	18	54	9
173-179	45	6	4	24	96	6
176-179	46	5	5	25	125	4
180	47	2	6	12	72	2
181	48	1	7	7	49	1
	50			127		
		N.C. 117			1.013	

Columna **T**: Valores comparativos de talla (variable recurrente).

Columna **a**: Valores sucesivos de P.

Columna **b**: Frecuencia de los casos observados y su sumatoria = N.C. (número de casos).

Columna **c**: Desviación en relación con la media poblacional.

Columna **d**: Producto de la frecuencia por la desviación; sumatorias positivas y negativas.

Columna **e**: Producto del cuadrado de las desviaciones por las frecuencias; sumatoria.

Columna **f**: La frecuencia ideal sin las asperezas accidentales, debidas al reducido número de observaciones. Se lee de la curva del histograma.

* Media provisional = $\frac{33 + 48}{2} = 41$

** Población incluida (Conociendo la dispersión)

Cálculo de P

Media de las desviaciones:

Sumatoria de los productos positivos
y negativos de e = $-146 + 127 = -19$

$$\text{Media de las desviaciones} = \frac{-19}{117} = -0,16$$

Media verdadera:

Media provisional \pm Media de las desviaciones = $41 - 0,16 = 40,84$

Desviación estándar (dispersión):

$$\text{Media del cuadrado de las desviaciones} = \frac{\text{Sumatoria de e}}{\text{Sumatoria de b}} = \frac{1.013}{117} = 8,66$$

Cuadrado de la media de las desviaciones = $0,16^2 = 0,0256$

Diferencia entre la media del cuadrado de las desviaciones. El cuadrado de la media de las desviaciones = $8,66 - 0,0256 = 8,63$

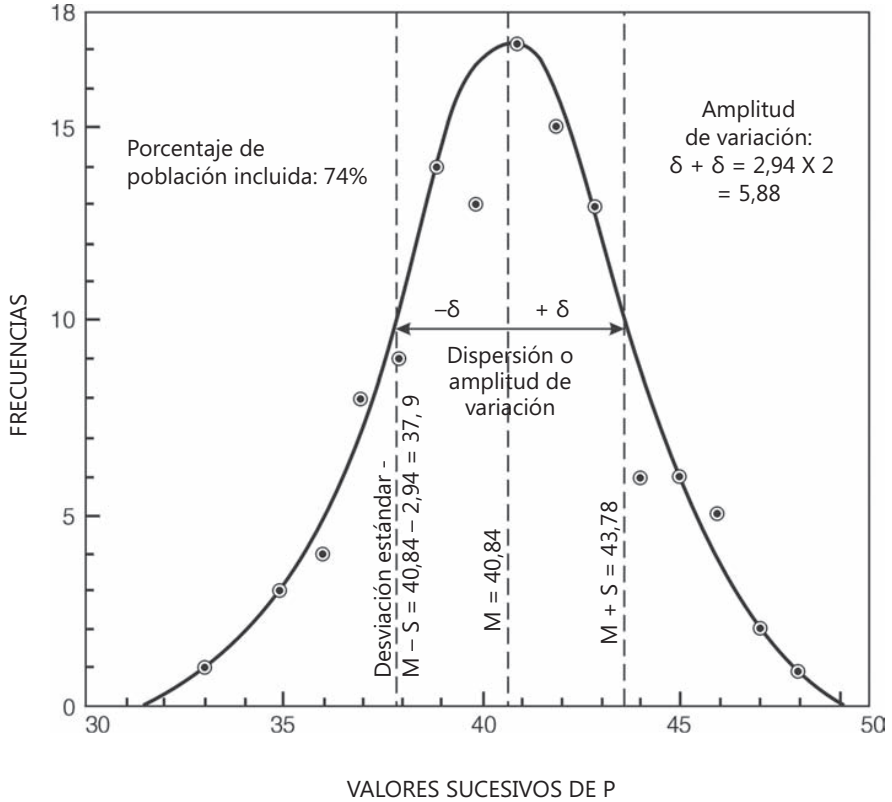
Dispersión (δ) = Raíz cuadrada de la diferencia = $\sqrt{8,63} = 2,94$

$$\text{Porcentaje de la población incluida} = \frac{\text{Sumatoria de los casos dentro de la dispersión}}{\text{Número de casos observados}} = \frac{87}{117} = 74\%$$

$$\text{Error estándar de la media} = \sqrt{\frac{\delta}{117}} = \frac{2,94}{10,82} = 0,27$$

$$\text{Coeficiente de variación relativa} = \frac{\delta}{\text{Media verdadera}} = \frac{2,94}{40,84} = 7,2\%$$

Gráfica 6. Histograma



CONCLUSIÓN DEL ESTUDIO

La altura del asiento P, que deberá usarse como parámetro de fabricación, de acuerdo con los criterios establecidos, corresponde a la desviación estándar negativa = 37,9 cm. (figs. 55 y 56) cubriendo el 74 por ciento de la población.



capítulo **13**

**FUENTES DE CONSULTA/
REFERENCIAS DE NORMAS
Y ESTÁNDARES**

Estándares ergonómicos, organizados por tópicos. Los estándares pueden hallarse listados bajo más de un tópico. Remitirse a ISO.

Tópico	Estándar
• Principios Generales de Diseño	ISO 6385, ISO 13407, EN 614-1, EN 614-2, prEN ISO 6385, EN ISO 13407, ENV 26385
• Seguridad en Maquinaria	ISO 14738, ISO 15534-1, ISO 15534-2, ISO 15534-3, EN 457, EN 547-1, EN 547-2, EN 547-3, EN 563, EN 574, EN 614-1, EN 641-2, EN 842, EN 894-1, EN 894-2, EN 894-3, prEN 894-4, EN 981, EN 1005-1, EN 1005-2, EN 1005-3, prEN 1005-4, prEN 1005-5, EN 13861, prEN 14386, EN ISO 14738
• Ambiente Físico	Noise/speech: ISO 9921, ISO/TR 19358, EN ISO 9921 Climate: ISO 7243, ISO 7726, ISO 7730, ISO 7933, ISO 8996, ISO 9241-6, ISO 9886, ISO 9920, ISO 10551, ISO/TR 11079, ISO 11399, ISO 12894, ISO 13731, ISO/TS 13732-2, ISO/DIS 13732-3, ISO/CD 14505-1, ISO/CD 14505-2, ISO/CD 14505-3, ISO/FDIS 15265, ISO/CD 15743, EN 563, EN ISO 7726, EN ISO 7730, prEN ISO 7933, prEN ISO 8996, EN ISO 9241-6, EN ISO 9886, EN ISO 9920, EN ISO 10551, ENV ISO 11079, EN ISO 11399, EN 12515, EN ISO 12894, EN 13202, EN ISO 13731, prEN ISO 13732-1, prEN ISO 13732-3, prEN ISO 14505-1, prEN ISO 14505-2, EN ISO 27243, EN 28996
• Carga de trabajo física	<u>ISO 11226, ISO 11228-1, ISO/CD 11228-2, ISO/CD 11228-3, ISO/PRF TS 20646, EN 1005-1, EN 1005-2, EN 1005-3, prEN 1005-4, prEN 1005-5</u>
• Carga de trabajo mental	ISO 9241-2, ISO 10075, ISO 10075-2, ISO/CD 10075-3, EN 614-2, EN 9241-2, EN ISO 10075-1, EN ISO 10075-2, prEN ISO 10075-3
• Lugar de trabajo y diseño de equipos	General:ISO 9241-5, ISO 9241-6, ISO 11064-1, ISO 11064-2, ISO 11064-3, ISO/CD 11064-4, ISO/CD 11064-6, ISO/CD 11064-7, ISO/CD 20282-1, ISO/CD 20282-2, EN ISO 9241-5, EN ISO 9241-6, EN ISO 11064-1, EN ISO 11064-2, EN ISO 11064-3, prEN ISO 11064-4, prEN ISO 11064-6, prEN 14386 Anthropometry:ISO 7250, ISO 14738, ISO 15534-1, ISO 15534-2, ISO 15534-3, ISO 15535, ISO/DIS 15536-1, ISO/DIS 15536-2, ISO/DIS 15537, ISO/CD 20685, EN 547-1, EN 547-2, EN 547-3, EN ISO 7250, EN ISO 14738, EN ISO 15535, prEN ISO 15536-1, prEN ISO 15537, prEN ISO 20685

Tópico	Estándar
<ul style="list-style-type: none"> • Información visual, VDTs. y software. 	General:ISO 9241-1, ISO 9241-2, ISO 9241-3, ISO 9241-4, ISO 9241-5, ISO 9241-6, ISO 9241-7, ISO 9241-8, ISO 9241-9, ISO 13406-1, ISO 13406-2, ISO/TS 16071, EN ISO 9241-1, EN ISO 9241-2, EN ISO 9241-3, EN ISO 9241-4, EN ISO 9241-5, EN ISO 9241-6, EN ISO 9241-7, EN ISO 9241-8, EN ISO 9241-9, EN ISO 13406-1, EN ISO 13406-2 Software:ISO 9241-10, ISO 9241-11, ISO 9241-12, ISO 9241-13, ISO 9241-14, ISO 9241-15, ISO 9241-16, ISO 9241-17, ISO 13407, ISO 14915-1, ISO 14915-2, ISO 14915-3, ISO/TR 16982, ISO/TR 18529, EN ISO 9241-10, EN ISO 9241-11, EN ISO 9241-12, EN ISO 9241-13, EN ISO 9241-14, EN ISO 9241-15, EN ISO 9241-16, EN ISO 9241-17, EN ISO 13407, EN ISO 14915-1, EN ISO 14915-2, EN ISO 14915-3, prEN ISO 23973
<ul style="list-style-type: none"> • Displays y controles 	ISO 7731, ISO 9241-4, ISO 9355-1, ISO 9355-2, ISO 11428, ISO 11429, EN ISO 9241-4
<ul style="list-style-type: none"> • Equipo de protección personal 	prEN 13921-1, prEN 13921-3, prEN 13921-4, prEN 13921-6

Algunos estándares a destacar:

SO 6385:2004	Ergonomic principles in the design of work systems
ISO 7250:1996	Basic human body measurements for technological design
ISO 7726:1998	Ergonomics of the thermal environment Instruments for measuring physical quantities
ISO 7731:2003	Danger signals for work places Auditory danger signals
ISO 8996:1990	Ergonomics Determination of metabolic heat production
ISO 9355-1:1999	Ergonomic requirements for the design of displays and control actuators Part 1: Human interactions with displays and control actuators
ISO 9355-2:1999	Ergonomic requirements for the design of displays and control actuators Part 2: Displays
ISO 9886:2000	Evaluation of thermal strain by physiological measurements
ISO 10075:1991	Ergonomic principles related to mental work-load General terms and definitions
ISO 10075-2:1996	Ergonomic principles related to mental workload Part 2: Design principles

ISO 11226:2000	Ergonomics Evaluation of static working postures
ISO 11228-1:2003	Ergonomics Manual Handling Part 1: Lifting and carrying
ISO 11399:1995	Ergonomics of the thermal environment Principles and application of relevant International Standards
ISO 11428:1996	Ergonomics Visual danger signals General requirements, design and testing
ISO 11429:1996	Ergonomics System of auditory and visual danger and information signals
ISO 13407:1999	Human-centered design processes for interactive systems
ISO 14738:2002	Safety of Machinery Anthropometric requirements for the design of workstations at machinery
ISO 14915-1:2003	Software ergonomics for multimedia user interfaces Part 1: Design principles and framework
ISO 14915-2:2003	Software ergonomics for multimedia user interfaces Part 2: Multimedia navigation and control
ISO 14915-3:2003	Software ergonomics for multimedia user interfaces Part 3: Media selection and combination
ISO 15534-1:2000	Ergonomic design for the safety of machinery Part 1: Principles for determining the dimensions required for openings for whole-body access into machinery
ISO 15534-2:2000	Ergonomic design for the safety of machinery Part 2: Principles for determining the dimensions required for access openings
ISO 15534-3:2000	Ergonomic design for the safety of machinery Part 3: Anthropometric data
ISO 15535:2003	General requirement for establishing anthropometric databases
ISO/TS 16071:2003	Ergonomics of human-system interaction Guidance on accessibility for human-computer interfaces
ISO/TR 16982:2002	Ergonomics of human-system interaction Usability methods supporting human-centered design
ISO/TR 18529:2000	Ergonomics Ergonomics of human-system interaction Human-centered lifecycle process descriptions
ISO/TR 19358:2002	Ergonomics Construction and application tests for speech technology
ISO/CD 11228-2	Ergonomics Manual handling Part 2: Pushing and pulling
ISO/CD 11228-3	Ergonomics Manual handling Part 3: Handling of low loads at high frequency

TR = Technical Report; TS = Technical Specification

Listado de organizaciones de interés para el estudio ergonómico en proyectos de diseño, tomado de: Miembros de la Lista Especial de la OIT, ILO Internacional Labour Organization. Remitirse a: <http://www.ilo.org/public/english/bureau/exrel/civil/ngo/index.htm>

Asociación Internacional de la Inspección de Trabajo	Association internationale de l'inspection du travail	International Association of Labour Inspection	IALI - AIIT
Asociación Médica Mundial	Association médicale mondiale	World Medical Association	WMA
Asociación Mundial de Empresas Pequeñas y Medianas	Association mondiale des petites et moyennes entreprises	World Association for Small and Medium Enterprises	WASME
Asociación Mundial para la Rehabilitación Psicosocial	Association mondiale pour la réadaptation psychosociale	World Association for Psychosocial Rehabilitation	
Comisión Internacional de Medicina del Trabajo	Commission internationale de la santé au travail	International Commission on Occupational Health	ICOH -CIST
Grupo Latinoamericano de Rehabilitación Profesional	Latin-American Professional Rehabilitation Group	Latin-American Professional Rehabilitation Group	GLARP
Institución de la Seguridad y la Salud en el Trabajo	Institution de la sécurité et de la santé au travail	Institution of Occupational Safety and Health	IOSH
International Commission on Illumination	Commission Internationale de l'Eclairage	International Commission on Illumination	CIE
International Council of Societies of Industrial Design	International Council of Societies of Industrial Design	International Council of Societies of Industrial Design	ICSID
International Ergonomics Association	Association internationale d'ergonomie	International Ergonomics Association	IEA
Organización Mundial de Personas con Discapacidad	Organisation mondiale des personnes handicapées	Disabled People's International	DPI

AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE (ANSI)

<http://www.ansi.org/>

ISO

<http://www.iso.org/iso/en/ISOOnline.frontpage>

INTERNATIONAL COUNCIL OF SOCIETIES OF INDUSTRIAL DESIGN

www.icsid.org

DI GLOBAL ORGANIZATION & PORTAL

www.idsa.org

SOCIEDAD COLOMBIANA DE ERGONOMÍA

Website: www.scergonomia.com

CHILEAN ERGONOMICS SOCIETY (SOCHERGO)

Website: sochergo.ergonomia.cl

ASSOCIATION OF CANADIAN ERGONOMISTS

ASSOCIATION CANADIENNE D'ERGONOMIE

<http://www.ace-ergocanada.ca/>

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ERGONOMIA

(ABERGO)

<http://www.abergo.org.br/>

ASOCIACION DE ERGONOMIA ARGENTINA (ADEA)

<http://www.geocities.com/CapeCanaveral/6616/adeaentrada.html>

SOCIETA ITALIANA DI ERGONOMIA

<http://www.societadiergonomia.it/>

JAPAN ERGONOMICS SOCIETY

<http://www.ergonomics.jp/>

MEXICAN ERGONOMICS SOCIETY (SEMAC)

<http://www.semac.org.mx/>

INTER-REGIONAL ERGONOMICS ASSOCIATION (IREA)

Email: tver_ergocenter@newmail.ru

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE ERGONOMÍA

<http://www.prevencionintegral.com/ae>

ERGONOMICS SOCIETY

<http://www.ergonomics.org.uk/>

HUMAN FACTORS & ERGONOMICS SOCIETY

<http://hfes.org/>

ULAERGO (UNION OF LATIN-AMERICAN ERGONOMICS SOCIETIES)

<http://www.ulaergo.org/>

IEA INTERNATIONAL ERGONOMICS ASSOCIATION Council

<http://www.iea.cc/ergonomics/>

GLOSARIO

DEFINICIONES Y CONCEPTOS

ERGONOMÍA: In August 2000, the IEA Council adopted an official definition of ergonomics as shown below:

The Discipline of Ergonomics

Ergonomics (or human factors) is the scientific discipline concerned with the understanding of interactions among humans and other elements of a system, and the profession that applies theory, principles, data and methods to design in order to optimize human wellbeing and overall system performance.

Ergonomists contribute to the design and evaluation of tasks, jobs, products, environments and systems in order to make them compatible with the needs, abilities and limitations of people.

USABILIDAD: *ISO/IEC 9241:* "Usabilidad es la eficiencia y satisfacción con la que un producto permite alcanzar objetivos específicos a usuarios específicos en un contexto de uso específico" Es una definición centrada en el concepto de calidad en el uso, es decir, se refiere a cómo el usuario realiza tareas específicas en escenarios específicos, con efectividad. El concepto es proveniente del *diseño centrado en el usuario*, no está completo sin la utilidad. En inglés, utilidad + usabilidad se denomina usefulness.

KINESIOLOGÍA: El estudio del movimiento del cuerpo humano implica

considerar una extensa variedad de tareas cinéticas, tipos, disposición y número de articulaciones y músculos que deben funcionar de manera sucesiva y coherente para mantener una posición, variar posturas, interactuar con objetos y desplazarse en el entorno, lo que implica un proceso controlado y complejo de mecanismos neuro-musculares que gobiernan las estructuras funcionales sujetas a las leyes del universo; a lo que se suma el hecho conciente y progresivo por parte del hombre de variar el modo de ejecución de sus tareas para hacerlas más eficientes disminuyendo riesgos y fatiga.

"Generalmente se define a la kinesiología como la ciencia que comprende la anatomía, fisiología y mecánica aplicada al análisis del movimiento humano voluntario" (*)

En principio se aplicó la kinesiología como un estudio de la "anatomía del movimiento"; las explicaciones de los rangos de posibilidades funcionales exigieron entender la anatomía músculo esquelética, fisiología de la actividad muscular y la biomecánica del hombre con el fin de explicar la capacidad y cualidades del movimiento voluntario. Lo anterior implica comprender la

(*) *pág 10 Introducción a la Kinesiología. Marion R. Broer Paidós 1968.*

aplicación dinámica, efectiva de las funciones de huesos, músculos, tejidos conectivos, nervios, estructuras y órganos aledaños a la ejecución de movimientos pertinentes a la acción de fuerzas internas y externas con motivo del uso de objetos y el desempeño en entornos específicos (condiciones ambientales mínimas), lo cual lleva a considerar que el estudio kinesiológico aporta los elementos que sustentan el diagnóstico y mejoramiento de técnicas en la realización de tareas, trabajos, actividades recreacionales y deportivas. Esta condición le da un objetivo claro en su participación en los estudios ergonómicos: entender los movimientos del cuerpo humano con un objetivo productivo, distinguiendo en las diferentes posiciones y posturas del cuerpo: tareas de sostén, de suspensión, de motricidad del cuerpo, de los objetos y recepción de fuerzas (Broer) con el ánimo de establecer y evolucionar la técnica más eficiente en beneficio de la calidad de vida.

Sus estudios se basan en la observación por exploración del accionar del individuo en sus tareas o trabajo, in situ o en laboratorio, determinación del problema y planteamiento de acciones solución que se probaran en un proceso sistemático hasta alcanzar la técnica ideal para el hombre y su actividad. Esta intervención en el estudio ergonómico y por ende su aporte al diseño de productos y procesos ha derivado en lo que actualmente se conoce como Kinesiología Ocupacional.

EXTENSIÓN Y FORMA DEL ÁREA DE APOYO: El área de apoyo involucra las partes del cuerpo que están en contacto con la superficie de sosten-

tación, que puede ser el suelo o la superficie donde descansa el sedente, varía en su extensión según la posición y postura adquirida por el individuo configurando una área que puede variar en forma y tamaño, dentro de la cual, no necesariamente cae el centro de gravedad, condición esta que al sucederse acarrea una situación de inestabilidad.

HOMEOSTASIS U HOMEOSTASIA: es el mecanismo de autorregulación del cuerpo para mantener el equilibrio de las condiciones fisiológicas internas, lo cual implica un flujo permanente de materiales, energía e información interna y externa del organismo, permitiendo otorgarle al sistema o conjunto de aparatos constitutivos del organismo un grado de invariancia o independencia que tienen como función fundamental el mantenimiento de los tejidos.

HIGIENE INDUSTRIAL: Es considerada una disciplina cuyo objeto es el estudio de la prevención de enfermedades ocupacionales o profesionales causadas por la exposición temporal o permanente del trabajador a los agentes físicos, químicos y/o biológicos. *Basada en (1) Ministerio de Protección Social. Col.*

ENFERMEDAD PROFESIONAL: La ley define como Enfermedad Profesional: todo estado patológico permanente o temporal que sobrevenga a un trabajador como consecuencia obligada y directa de la clase de trabajo, o del medio en que se ha visto obligado a laborar, y que haya sido determinada como enfermedad profesional por el Gobierno Nacional. También es enfer-

medad profesional si se demuestra la relación de causalidad entre el factor de riesgo y la enfermedad⁽¹⁾. La disciplina dedicada a su prevención es la *Higiene industrial*, mientras que la *Medicina del trabajo* se especializa en la curación y rehabilitación de los trabajadores afectados.

CAPACIDAD MÁXIMA DE FRECUENCIA CARDÍACA. Es el cálculo que se realiza a partir de la consideración de la Frecuencia Cardíaca (FC) en relación al nivel de consumo de oxígeno y el trabajo muscular realizado. La FC máxima se calcula considerando en:
Hombres: entre 220 ó 170 menos la edad
Mujeres: entre 200 ó 150 menos la edad
Los valores citados son de uso frecuente en nuestro medio, según⁽²⁾

ESTABILIDAD ARTICULAR: Es una de las funciones de las articulaciones que pretende proporcionar la estabilidad requerida en un movimiento de dos o más segmentos sin interferir en el movimiento deseado. La estabilidad

(1) Ministerio de Protección Social. Colombia. Se han tomado como fuentes diferentes estudios basados en conceptos y definiciones del Ministerio de Protección Social, Col., del Centro de Atención de Salud Ocupacional de la Seccional de Cundi-namarca y D.C. Sistema de Vigilancia Epidemiológica para manipulación de cargas y posturas inadecuadas Santafé de Bogotá, 1995, y del Seguro Social, en espacial acerca de Protección Laboral Administradora de Riesgos Profesionales. Residuos Industriales y la salud de los trabajadores, de abril de 1998, impreso en Santafé de Bogotá, Colombia. ISBN 958-8001-32-3

(2) Centro de atención de salud ocupacional, Seccional Cundinamarca y D.C. Sistema de Vigilancia Epidemiológica para manipulación de cargas y posturas inadecuadas., Seneca editores, santafé de Bogotá 1995, Colombia.

es una resistencia al desplazamiento, según Steindler (1970) es la cohesión de la articulación y esta se da a partir de la relación entre ligamentos, tensión muscular, fascia, presión atmosférica y obviamente la forma de la estructura ósea. Es obvio, dados estos factores, que no se posee la misma estabilidad en cada articulación.

FACTOR DE RIESGO: Es el agente, elemento, sustancia, objeto o condición de trabajo que puede causar daño, cambio, accidente o transformación de la salud del trabajador.

GRADO DE RIESGO: Es la relación entre la concentración del factor o elemento contaminante, medida de las condiciones de trabajo, y el valor del Threshold Limit Value o TLV es decir, el valor límite del umbral, o se considerará como incumplimiento del estándar higiénico. *Concepto basado en*⁽³⁾.

ADM: Amplitud de Movimiento es el límite de desplazamiento que pueden tener los segmentos a partir de su articulación, esta capacidad de movimiento esta condicionada a múltiples factores sin embargo debe destacarse como fundamentales la forma de las superficies articulares, resistencia de los ligamentos y la acción de control de los músculos involucrados. Además de estos se han de considerar en la ADM articular que esta varia en razón

(3) Basado en Kinesiología, Bases Científicas del Movimiento Humano. Cap.13 Pág 410,429,433. Como referencia más conocida para el cálculo del porcentaje de peso de los segmentos se toma a W.T. Dempster, 1955, Space requirements of the seates operator. WADC Technical Report 55-159 Wright-Patterson Air Force Base. Ohio, 1955

al sexo, edad, cantidad de tejido adiposo, ocupación y la actividad física o hábitos físicos cotidianos que esta implica, complejidad, estado de salud, herencia y vestimenta o equipo propio de la actividad en contacto o en uso por parte del individuo.

PALANCA ANATÓMICA: Es en principio un hueso que se acopla a partir de una articulación en un movimiento angular o giratorio, cuando un músculo unido a él se contrae aplicándole fuerza de tracción, dado que los músculos son incapaces de empujar por su característica flexibilidad.

EJE MECÁNICO DE UN HUESO: O de un segmento del cuerpo es una recta que trazamos entre el punto medio de una articulación en un extremo del segmento o hueso y, el punto medio de la otra articulación del segmento o hueso; en el caso de ser un segmento terminal, se trazará con su punto distal.

OPERACIÓN: Se refiere a las fases del proceso, método o procedimiento que implica la actividad a desarrollar por el operario, lo que arroja un producto, subproducto, materia o servicio. *Adoptada de Introducción al Estudio del Trabajo. OIT*

RIESGO: Toda aquella eventualidad o posibilidad de accidente o proximidad a un daño físico, lesión o enfermedad o un daño a la propiedad. *Concepto basado en (1)*

SEGURIDAD INDUSTRIAL: Es el estudio fáctico multidisciplinario y de aplicación sistemática en ambientes laborales o entorno, encaminados a

la prevención de accidentes de trabajo.

ESTUDIO DE TIEMPOS: «El estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según la norma de ejecución establecida.» *Introducción al estudio del trabajo OIT, Limusa 2002, Cap. 20 pág. 273.*

CONTENIDO DE TRABAJO: “de una tarea u operación es el tiempo básico + el suplemento por descanso + un suplemento por trabajo adicional, o sea la parte del suplemento por contingencias que representa el trabajo.” *Introducción al estudio del trabajo OIT, Limusa 2002, Cap. 23. pág. 335*

TIEMPO BÁSICO DE TAREA: Es el tiempo que se tarda un operario calificado o empírico en efectuar un conjunto de acciones para producir un elemento requerido en la actividad al ritmo esperado, es decir el que asegura precisión y prontitud en el accionar.

NTPD Normas de tiempo predefinido: PTS Predetermined time standards. “Técnica de medición del trabajo en que se utilizan los tiempos determinados para los movimientos humanos básicos (clasificados según su naturaleza y las condiciones en que se hacen) a fin de establecer el tiempo requerido por una tarea efectuada según una norma dada de ejecución.” *Introducción al estudio del trabajo OIT, Limusa 2002, Cap. 26, pág 387*

CENTRO DE GRAVEDAD (C.G.): es el punto en que físicamente se equilibran la totalidad de las fuerzas y pesos que ejercen las partes del cuerpo entre si, a este punto le debemos considerar como el que dinámicamente concentra el peso del cuerpo en pro de la estabilidad del mismo. El hombre como ser dinámico realiza movimientos voluntarios en consecuencia a su accionar, en el cual los diferentes segmentos en movimiento ejercen fuerzas, alcances y velocidades variables, en muchas ocasiones simultáneamente, lo que debe traducirse en estabilidad en todo el cuerpo por lo que su localización dependerá de la posición, postura, fuerzas internas y externas y la relación con objetos por ejemplo al cargar, tirar, empujar, arrastrar, lanzar y decepcionar. La localización del C.G. se realiza con diferentes métodos entre los cuales se destacan el método del segmento y el modelo de Walton. El método segmentario exige fotografiar o filmar al individuo(s) en su accionar y determinar la postura de interés, entonces se busca el centro de gravedad para cada segmento con referencia en los ejes X,Y,Z , la media o rango de peso de cada segmento corporal y el peso total del cuerpo. (*) Con los datos de la masa media y la localización del centro de masa de cada segmento se determina el centro de gravedad de todo el cuerpo desde el método de los momentos, para lo cual se suele utilizar una figura de ejes mecánicos que permiten simplificar y ubicar con precisión los puntos.

ACCIDENTES: Es todo acontecimiento no deseado que ocasiona un daño físico, lesión o enfermedad ocupacional a una persona, o un daño a la propiedad. (1)

PRINCIPALES MOVIMIENTOS ARTICULARES O ENTRE SEGMENTOS

Flexión: El ángulo entre dos segmentos se disminuye con punto de giro en su articulación.

Extensión: Es el movimiento contrario a la flexión o de retorno, aumenta el ángulo en la articulación.

ABD o Abducción: Es el movimiento que aleja un segmento de otro a partir de la línea media del cuerpo o plano sagital o simplemente del eje del segmento, por ejemplo los dedos se alejan del eje de la mano, el brazo como un todo se aleja del plano sagital del cuerpo con punto de articulación en el hombro.

ADD o Aducción: Movimiento de retorno de la abducción.

Rotaciones: movimientos a derecha o izquierda de segmentos vistos desde arriba (superior) o desde abajo del cuerpo (inferior), también son rotaciones aquellas que permiten que las extremidades inferiores o superiores en su totalidad giren lateral o medialmente presentando su cara anterior hacia fuera (rotación lateral) o hacia adentro (rotación media).

Supinación: se sucede una rotación hacia afuera, desde una posición neutral, el movimiento del antebrazo presenta la palma de la mano hacia arriba.

Pronación: se sucede por la rotación del segmento desde una posición neutral hacia adentro (medial), es decir rotación del antebrazo presentando la palma de la mano hacia abajo.

Circunducción: Es una secuencia ordenada de movimientos que se suceden en el plano sagital, en el frontal y en los oblicuos de modo que los segmentos como un todo describen un cono. *Es un movimiento axial que puede ocurrir en puntos bi o triaxiales. Kinesiólogía. Bases científicas del movimiento humano. K. Luttgens y K. Wells.*

Coordinación muscular y movimiento: todos los movimientos del hombre requieren de la participación de un número relativamente grande de músculos en la que cada uno realiza tareas específicas encaminadas a producir movimientos coordinados con una potencia, alcance y velocidad determinados, estas funciones les designan como músculos motores o agonistas (es el músculo principal o encargado de la realización de un movimiento), músculos fijadores, estabilizadores y de sostén (mediante una contracción estática fijan o sostienen partes del cuerpo contra la tensión de los músculos contraídos, fuerza de gravedad o cualquier otra fuerza que pueda interferir con el movimiento deseado), músculos neutralizadores (el que evita las acciones no deseadas de los músculos motores) y músculos antagonistas (sus acciones son opuestas a las de los músculos motores).

Métodos de estudio de acciones musculares: Además de los estudios anatómicos y biomecánicos se requieren procedimientos que permitan establecer las acciones de los músculos en las actividades que desarrolla el hombre, estos son métodos que pueden aplicarse tanto in situ como en laboratorio y son: conjetura y razonamiento, inspección y palpación,

modelos y aparatos, estimulación muscular, electromiografía (EMG).

MÉTODOS GENERALES DE EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO. Tablas comparativas.

La ergonomía se basa en el método científico para realizar observaciones pertinentes a la disposición y cualificación de entornos y artefactos que constituyen un sistema y como tal permiten el desarrollo de una actividad. Con el fin de valorar tal situación se han desarrollado históricamente aplicaciones o métodos de evaluación, los cuales se suelen clasificar en métodos específicos y generales; en objetivos y subjetivos; en simples o rápidos y laboriosos permitiendo reconocer condiciones de trabajo, su aplicación generalizada en empresas y países implica hacer un proceso predeterminado no siempre pertinente a las condiciones de nuestras empresas y demás ambientes, por lo que debemos recordar que se deben tomar como experiencias y guías que permitan desarrollar métodos coherentes con nuestra legislación, sociedad y cultura.

Método LEST LABORATOIRE DE ÉCONOMIE ET SOCIOLOGIE DU TRAVAIL, 1978. Método Los perfiles de puestos (RENAULT) RÉGIE NATIONALE DES USINES RENAULT, 1979. Método FAGOR. Método Ergonomic Workplace Análisis (EWA). FINNISH INSTITUTE OF OCCUPATIONAL HEALTH, 1989. Método ANACT AGENCE NATIONALE POUR L'AMÉLIORATION DES CONDITIONS DE TRAVAIL, 1984.

Otros métodos que se encuentran con frecuencia son:

Guías de Liberty Mutual (Snook), método NIOSH estrés o carga y esfuerzo, método MAPFRE, método PYMES (CNCT, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo, 1997, 2º ed.), Método FREMAP, método A.E.T., método S.A.V.I.E.M. (Sociedad Anónima de Vehículos Industriales y Equipamientos Mecánicos, 1973), método PAQ (McCormick), método INSHT (1992), método de Grandjean (1983) Cuestionario de control para el análisis de los puestos de trabajo.

Otras Publicaciones:

Antropometría: NASA Antropometric Source Book, USA. En Europa: Pheasant, 1986.

Sedente/VDTs.: ANSI/HFS 100-1988 National Standard for Human Factors Engineering of VDT Workstations. En Europa: EC Directive on Work with Display Screen Equipment, 1990.

Iluminación: IES Handbook, Illumination Engineering Society (IES) of North America. En Europa: British Standard CP3, (BSI). CIBS Code for interior Lighting, London, UK.

Ambiente: American Society of Heating, Refrigerating, and Air Conditioning Engineers (ASHRAE) publications, OSHA publications. OSHA publications. En Europa: BSI publications (reactions to surface temperatures).

BIBLIOGRAFÍA

- ACKERMAN, A. *Psicología aplicada*. Madrid (España), Ediciones Morata, 1970.
- ARIAS GALICIA, Fernando. *Introducción a la técnica de investigación en ciencias de la administración y del comportamiento*. Tercera edición, México, D.F. Editorial Trillas, 1978
- BA YLEY, Robert W. *Human peifonnance engineering: a guide for system designers*. New Jersey (U.S.A.), Bell Telephone Laboratories, Prentice Hall, 1982.
- BRIGDER R.S. *Introduction to Ergonomics*, McGraw-Hill, Inc. 1995, N.Y.
- BUNGE, Mario. *Teoría y realidad*. Barcelona (España), Ediciones Ariel, 1972.
- CHILDE, Gordon. *Los orígenes de la civilización*. Octava reimpresión, Bogotá (Colombia), Fondo de Cultura Económica (Colección Popular), 1971.
- CORLETT, E.N., & T .S. CLARK, *The ergonomics of spaces and machines*. Londres (U.K.) 1995.
- CRONEY, John. *Antropometría para diseñadores*. Barcelona (España), Editorial gustavo Gili, 1978.
- DERRY, T .K. & Trevor WILLIAMS. *Historia de la tecnología: desde la Antigüedad hasta 1750*, Décima edición, Siglo Veintiuno Editores, vol. 1,1987.
- DORFLES, Gillo. *El diseño industrial y su estética*. Barcelona (España), Editorial Labor, 1973.
- DREYFUSS, Henry. *Humanscale*. Cambridge (Mass., U.S.A.), MIT Press.
- DREYFUSS, Henry.. *The measure of man, human factors in desing*. New York, Whitney Library of Design.
- EDHOLM, O.G. *La biología del trabajo*. Biblioteca para el hombre actual. Madrid (España), Ediciones Guadarrama, 1967.
- EILON, Samuel. *La producción, planificación, organización y control*. Barcelona (España), Editorial Labor, 1976.
- ESTRADA, J. *Introducción al análisis del trabajo*. Segunda edición, Medellín (Colombia), Editorial Universidad de Antioquia, 1993.

- F. GANONG, William. *Review of medical physiology*. Sixteenth edition, U.S.A., Appleton & Lange, 1993.
- FERRE MESIP, Rafael. *Diseño industrial por computador*. Barcelona (España), Marcombo, Colección Productiva, N° 2, 1990.
- Fundación MAPFRE, *Manual de Ergonomía*, 1994. Editorial MAPFRE S.A. Madrid, España. ISBN: 84-7100-833-1
- GARCÍA-PELA YO y Ramón GROSS, *Diccionario de la lengua española*. Barcelona (España), Ediciones Larousse, 1987.
- GELDARD, Frank A. *Fundamentos de sociología*. México D.F., Editorial F. Trillas.
- GONZÁLEZ GALLEGO, Santiago. *La ergonomía y el ordenador*. Barcelona (España), Marcombo, Colección Productiva, N° 38, 1990.
- GRA Y, Henry. *Anatomy, descriptive and surgical*. Philadelphia (Penn., U.S.A.), T. Pickering Pick, 1974.
- HABER, Audrey y Richard P. RUNYON, *Estadística general*. Massachusetts (E.U.A.), Fondo Educativo Interamericano, 1973.
- HARRISON'S. *Principles of internal medicine*. Novena edición, New York (U.S.A.), McGraw-Hill, 1980.
- HESKETT, John. *Breve historia del diseño industrial*. Primera edición, Barcelona (España), Ediciones del Serbal, 1985.
- HESKETT, John. *Anatomía, fisiología e higiene*. Trigesimoprimera edición, Buenos Aires (Argentina), Editorial Stella, 1972.
- HOLLOWAY, J. Robert y Robert S. HANCOCK, *La mercadotecnia en el medio ambiente. Selecciones de literatura especializada*. México D.F., Editorial Diana,
- KANAWATY, George . *Introducción al Estudio del Trabajo*. Oficina Internacional del Trabajo (OIT), Ginebra 2002. 4ª Edición. Limusa S.A. de C.V. México D.F., México.
- KENNETH, Mather. *Elementos de Biometría*, Paraninfo; Madrid, 1976.
- KIRA, Alexander. *The bathroom*, New York (N.Y., U.S.A.), Vitcing Press, 1979.
- KATHRYN Luttgens, PH.D., *Kinesiología. Bases Científicas del Movimiento Humano*, Katharine F. Wells, Ph.D., 7ª Edición. Saunders Collage Publishing, Madrid , España. 1982.

- KROEMER, K.H. and GRANDJEAN. *Fitting the task to the human*, London (U .K.), Taylor & Francis, 1997.
- LIGHT, Donald, Suzanne KELLER & Calhoun CRAIG, *Sociología*. Quinta edición, Bogotá D.C. (Colombia), McGraw-Hill. 1991.
- LINDGREN, Henry Clar & Down BYRNE, *Psicología*. Tratado sobre las ciencias de la conducta. Barcelona (España), Editorial Labor, 1977.
- LUTTGENS, Kathryn - WELLS, Katharine, Ph.D. Kinesiología. *Bases científicas del Movimiento Humano*. 7a. edición. Saunders Collage Publishing. Madrid, España, 1982.
- MAPFRE S.A. *Manual de Ergonomía*, Editorial Mapfre S.A., Madrid.
- MARCOMBO S.A., José Mompín Poblet y varios autores más. *Introducción a la Bioingeniería*. Serie Mundo Electrónico. editores. 1988. España. ISBN 84-267-0681-9
- MCCORMICK, Ernest J. *Ergonomía: factores humanos en ingeniería y diseño*. Barcelona (España), Editorial Gustavo Gili, 1980.
- MOMPIN, José y otros. *Introducción a la bioingeniería*. Serie Mundo Electrónico Editores. Marombo S.A., España, 1988.
- MITCHELL, Beazley. *El atlas del cuerpo y de la mente*. Barcelona (España), Ediciones Folio, 1983.
- MONTMOLLIN, Maurice. *Introducción a la ergonomía*. Los sistemas hombre-máquina. Madrid (España), Editorial Aguilar, 1970.
- MORENO P. Félix y Darío MORENO P. *Introducción al desarrollo tecnológico*, Bogotá (Colombia), SENA (Divulgación Tecnológica), 1986.
- MORGAN. Clifford T. *Introducción a la psicología*. Madrid (España). Ediciones Aguilar. 1974.
- MORRIS, Desmond. *The naked ape* New York (U.S.A.). McGraw-Hill. 1969.
- MURRELL. K.F. *Ergonomics: man in his working environment*. London (U.K.). Chapman & Hall, 1971.
- NEVILLE. Stanton. *Human factors in consumer products*. London (U .K.). University of Southampton - Taylor & Francis. 1998.
- OBORNE, David J. *Ergonomía en acción: la adaptación del medio de trabajo al hombre*. México D.F., Editorial Trillas, 1987.

- PANERO, Julius y Martín ZELNIK. *Las dimensiones humanas en los espacios interiores: estándares antropométricos*. Barcelona (España). Editorial Gili. 1983.
- PIAGET, Jean. *Seis estudios de psicología*. Barcelona (España), Barral Editores, 1975.
- PLAGENHOEF, Stanley. *Patterns of human motion, a cinematographie analysis*. Englewood Cliffs (New Jersey. U.S.A.), Prentice Hall, 1971.
- PRIDE, William M., O.C. Ferrell. *Marketing, conceptos y estrategias*. McGraw-Hill. 9ª Edición. 1997. México D.F., México.
- RAMÍREZ CAVASSA, César. *Ergonomía y productividad*. México D.F.. Editorial Limusa. 1991.
- ROCK, Irvin. *La Percepción. Bibliotec Scientific American*. Prensa Científica Editorial Labor. Barcelona, España. 1985.
- RODRÍGUEZ, Salomón (S.J.). *Nociones de anatomía, fisiología. Higiene del cuerpo humano*. Sexta Edición, Bogotá, Editorial Voluntad, 1962.
- SALVAT Editores. *Diseño industrial*. Barcelona (España), Biblioteca Salvat de Grandes Temas. 1973.
- SEGURO SOCIAL. *Residuos industriales y la salud de los trabajadores*. 1a. edición, Bogotá, 1988.
- TAYYARI, F. & J. L. SMITH. *Occupational ergonomics. Principles and applications*. London (U.K.). Chapman & Hall. 1997.
- TEBESCHI, Pablo. *La génesis de las formas y el diseño industrial*. Segunda edición. Buenos Aires (Argentina). Eudeba. 1966.
- UNILEVER ANDINA S.A. *Ergonomía en Movimiento. Manual de Aplicación*. Bogotá D.C., Colombia. 2001. ISBN: 958-332301-2
- VESSEREAU, Andre. *La estadística*. Sexta Edición. Buenos Aires (Argentina). Eudeba, 1968.
- WHITT AKER, J ames O. *Psicología*. Segunda edición, México D.F.. Nueva Editorial Interamericana. 1971.
- WILSON KEY, Bryan. *Seducción subliminal*. Décima edición, Maico D.F. Editorial Diana. 1987.
- ZINCHENKO, V. & V. MUNIPOV. *Fundamentos de ergonomía*. Moscú (URSS), Editorial Progreso. 1985.

Otros textos de su interés

- Administración para ingenieros,
Miguel David Rojas López
- Instalaciones hidrosanitarias y de gas
para edificaciones, *Rafael Pérez Carmona*
- Algoritmos, estructura de datos y
programación, *Roberto Flórez*
- Análisis de estructuras, *Jairo Uribe
Escamilla (Escuela Colombiana de
Ingeniería-Ecoe)*
- Diccionario de Logística y negocios
internacionales,
Luis Aníbal Mora y Rubén Darío Muñoz
- Diseño geométrico de carreteras,
James Cárdenas Grisales
- El presupuesto y su control en un proyecto
arquitectónico, *Hernando González Forero*
- **Ergonomía aplicada,**
J. Alberto Cruz G., Andrés Garnica
- Guía práctica de dibujo para ingeniería,
Germán Valencia
- Lógica de programación,
Efraín Oviedo R.
- Manual de producción,
Carlos Bello Pérez
- Openoffice.org2x,
Carlos González, Henry Saltaren
- Pronóstico empresarial,
Carlos Bello Pérez
- Seguridad ocupacional,
Raúl Felipe Trujillo

Ergonomía aplicada



En esta cuarta edición los autores actualizan y profundizan en la aplicación de la antropometría y biomecánica relacionadas por la biometría, como recurso de estudio e investigación para establecer parámetros o cualidades de diseño en el artefacto. En igual condición y alcance práctico, muestra los aspectos fisiológicos pertinentes al diseño de productos. Incluye en toda su importancia e injerencia los factores psicológicos, del entorno social y físico, su estudio en laboratorio y cómo afectan al conjunto operario-artefacto.

Ergonomía aplicada es un libro básico para diseñadores industriales, arquitectos, ingenieros y todos aquellos profesionales y estudiantes de disciplinas que traten factores interrelacionados entre el hombre y el objeto en desarrollo de una actividad

Una de las principales virtudes del libro de los profesores Cruz y Garnica radica en la visión global propuesta, lo que -junto con la presentación didáctica de los contenidos- lo convierte en obra de consulta obligada para los estudiantes relacionados con el tema, particularmente los de diseño industrial

*Luis Miguel Tarquino P.
Diseñador Industrial
M.Sc.A. en Amenagement*

El libro Ergonomía aplicada, de J. Alberto Cruz y G. Andrés Garnica, es en mi concepto un compendio muy completo y explícito sobre los aspectos físicos, psicológicos, anatómicos y sensoriales implicados en la ergonomía y la capacidad del hombre de elaborar propuestas de diseño que le permitan estar cómodo en el medio que habita, facilitando a los diseñadores la aplicación de estos principios en su trabajo de mejorar la condición humana a través del diseño.

*Jaime Gutiérrez Lega
Diseñador industrial*

Este texto contempla un abanico muy amplio de aspectos del ser humano: psicológicos, fisiológicos, sociológicos, emocionales, sensoriales, etc., haciendo que el lector tome conciencia de componentes de la vida cotidiana que, por ser tan obvios, los pasamos por alto. Todos ellos, al volverse conscientes en el diseñador, hacen que el resultado final de su proyecto cumpla con los requerimientos del usuario, acomodándose a sus necesidades, y por consiguiente, el resultado final es un excelente trabajo.

*Guillermo Sicard Montejo
Diseñador industrial*

Colección: Ingeniería y arquitectura
Área: Ingeniería

ECOE
EDICIONES

978-958-648-664-4



9 789586 148664