

# Manual de Ergonomía



fundación  
**MAPFRE**

FRANCISCO FARRER VELÁZQUEZ  
GILBERTO MINAYA LOZANO  
JOSÉ NIÑO ESCALANTE  
MANUEL RUIZ RIPOLLÉS

Los autores citados forman parte del equipo de Prevención de FREMAP, dirigido por José Ángel Fernando Pablo, y han contado también con el apoyo y colaboración del Instituto de Ergonomía, MAPFRE.

«Quedan rigurosamente prohibidas, sin la autorización escrita de los titulares del copyright, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, y la distribución de ejemplares con ella mediante alquiler o préstamo públicos.»

© 1994, Fundación MAPFRE

© 1994, Editorial MAPFRE, S. A.  
P.º de Recoletos, 25  
28004 MADRID

I.S.B.N.: 84-7100-833-1  
Depósito Legal: M. 41.286 - 1995

Fotocomposición: Discript Preimpresión, S. L.  
Impreso por: Gráficas Lormo, S. A.  
Encuadernación: Ramos, S. A.

Printed in Spain  
Impreso en España

## ÍNDICE

	<i>Pág.</i>
<b>Prólogo</b> .....	XV
<b>Introducción</b> .....	XVII
Relación con otras disciplinas preventivas .....	XIX
Las definiciones e indefiniciones de la ergonomía .....	XX
Los precursores ergonómicos .....	XXI
El ámbito de la ergonomía .....	XXII
Divisiones y clasificaciones más comunes de la ergonomía .....	XXIII
Áreas de especialización .....	XXIII
El programa de ergonomía .....	XXIV
Fases de un programa ergonómico .....	XXVI
Análisis de tareas .....	XXVI
Definiciones de ergonomía .....	XXVIII

### PRIMERA PARTE METODOLOGÍA ERGONÓMICA

<b>1. La metodología ergonómica</b> .....	3
Introducción .....	3
Métodos de valoración. Conceptos generales .....	6

	<i>Pág.</i>
Análisis de puestos o tareas .....	7
Estudio del trabajo .....	9
Incidentes críticos de Flanagan .....	9
Escalas de habilidades requeridas de Fleishman .....	10
Cuestionario de análisis de puestos (PAQ) de McCormick .....	10
Métodos de valoración más importantes .....	12
Métodos de valoración objetivos .....	12
Métodos de valoración subjetivos .....	47
Métodos mixtos .....	55
ANEXOS .....	57
<b>2. Método MAPFRE .....</b>	<b>79</b>
Criterios de valoración de los factores ergonómicos .....	79
1. Equipamiento. Disposición del espacio de trabajo .....	80
2. Carga física estática-postural .....	81
3. Carga física dinámica .....	83
4. Carga sensorial .....	86
5. Complejidad. Contenido del trabajo .....	88
6. Autonomía y decisiones .....	90
7. Monotonía y repetitividad .....	92
8. Comunicación y relaciones sociales .....	94
9. Turnos/horarios. Pausas (tiempo de trabajo) .....	95
10. Riesgo de accidentes .....	97
11. Contaminantes químicos .....	98
12. Ruido y vibraciones .....	99
13. Condiciones térmicas .....	100
14. Iluminación y ambiente cromático .....	102
15. Radiaciones y otros .....	103
ANEXOS AL MANUAL DEL MÉTODO MAPFRE .....	105
CUESTIONARIO .....	127
EJEMPLOS DE APLICACIÓN .....	141
SEGUNDA PARTE	
BIOMECÁNICA OCUPACIONAL	
<b>Introducción .....</b>	<b>167</b>
Biomecánica ocupacional .....	169
Estructura de la biomecánica ocupacional .....	171

	<i>Pág.</i>
<b>1. Antropometría y geometría del puesto de trabajo ..</b>	<b>173</b>
Necesidad de medir .....	173
Diseñar a la medida del hombre .....	173
Antropología física .....	174
Ecuaciones de dimensión .....	176
Antropometría laboral .....	178
Planos de referencia .....	178
Antropometría estática .....	178
Tratamiento estadístico .....	181
Concepto de «hombre medio» .....	182
Población y muestra .....	183
Índices univariantes .....	183
Índices bivariantes .....	185
Variabilidad de las poblaciones .....	187
El espacio de trabajo .....	191
Posturas .....	192
Movimientos .....	192
Visibilidad .....	192
Posición de trabajo .....	193
Ventajas e inconvenientes de cada posición .....	194
Planos de trabajo .....	195
Planos de trabajo en la posición de pie .....	196
Planos de trabajo en la posición sentada .....	197
Áreas y volúmenes de trabajo .....	199
Áreas de Farley .....	200
Áreas de Squires .....	201
Volúmenes de trabajo .....	204
Disposición espacial de los elementos .....	205
Principios de diseño del espacio de trabajo en un puesto con terminales de pantalla .....	211
Profundidad del espacio libre debajo de la mesa de trabajo .....	211
Anchura del espacio bajo el plano de trabajo .....	212
Altura del espacio de trabajo .....	212
Solución específica .....	212
Altura del plano del teclado .....	213
Plano único de teclado y pantalla .....	213
Plano de pantalla .....	213
Superficie de trabajo, anchura y profundidad .....	214

	<i>Pág.</i>
Asiento .....	215
Altura del asiento .....	215
Respaldo lumbar .....	216
Proxémica ambiental .....	216
Los edificios .....	217
Los territorios en el trabajo .....	219
El hacinamiento, el aislamiento, las distancias personales y las densidades de ocupación .....	220
<b>2. Carga física</b> .....	<b>225</b>
Cargas, esfuerzos y tensiones .....	225
Cargas .....	225
Esfuerzos .....	227
Tensiones .....	229
Concepto de momento .....	230
Aplicación de momentos a un segmento .....	230
Aplicación de momentos estáticos a múltiples segmentos .....	232
Momentos máximos .....	237
Modelos biomecánicos .....	238
Elementos de biomecánica .....	240
Introducción .....	240
Huesos .....	241
Articulaciones .....	242
Tendones y ligamentos .....	246
Músculos .....	246
Metabolismo energético .....	255
Introducción .....	255
Esfuerzos estático y dinámico .....	258
Conceptos .....	258
Esfuerzos estáticos .....	259
Esfuerzos dinámicos .....	261
Evaluación de la carga física .....	262
Carga y esfuerzo .....	262
Criterios de evaluación .....	263
La persona estándar .....	265
Sistemas de unidades .....	265
Guías para estimar la carga física .....	266
<b>3. Soluciones ergonómicas a las lesiones biomecánicas</b> .....	<b>271</b>
Introducción .....	271

	<i>Pág.</i>
Accidentalidad por manipulación de cargas .....	272
Criterio de límite de peso .....	274
Criterios biomecánicos .....	275
Establecer un límite .....	275
Características de los modelos biomecánicos .....	277
Aplicación práctica de los modelos .....	278
Modelos tridimensionales y dinámicos .....	280
Criterios fisiológicos .....	283
Establecer un límite .....	283
Factores que afectan a la tasa metabólica .....	283
Modelo de Garg para predecir la tasa metabólica .....	285
Resumen del criterio fisiológico .....	286
Criterios psicofísicos .....	287
Concepto .....	287
Precedentes .....	287
Guías de Liberty Mutual (Snook) .....	288
Métodos de aplicación .....	293
Método del ejercicio percibido .....	293
Método analítico para obtener el MAWL .....	295
Método NIOSH .....	298
Concepto de «microtraumatismos repetitivos» (MTR) .....	304
Factores que influyen .....	306
Tipos de movimientos .....	308
Relación de los movimientos con los MTR .....	311
Descripción de algunos síndromes .....	313
Métodos de análisis .....	315
Medidas ergonómicas para evitar los MTR .....	321
Psicosomática ocupacional (factores psicológicos de la patología biomecánica y su prevención) .....	325
La vulnerabilidad psicosomática .....	326
Sinestrosis y las ganancias secundarias de los accidentes .....	330
La percepción y representación mental de los riesgos biomecánicos .....	332
Bases para la prevención de las lesiones biomecánicas .....	333
<b>4. Criterios biomecánicos para el diseño</b> .....	<b>335</b>
Diseño de la postura sentada .....	335
Introducción .....	335
Ventajas de la posición de sedentación frente a la bipedestación .....	338

	<i>Pág.</i>
Objetivos perseguidos manteniendo una posición de sentado correcta .....	338
Biomecánica de la posición de sentado .....	339
Cómo seleccionar las distancias entre los diferentes elementos .....	343
Dimensiones fundamentales de los asientos .....	346
Repercusión de la posición de sentado sobre el organismo .....	347
Hábitos individuales .....	350
Revisión de diferentes posiciones mantenidas .....	351
Diseño de herramientas y criterios de selección .....	357
Introducción .....	357
Anatomía de la mano .....	358
Antropometría de la mano .....	360
Biomecánica del agarre .....	361
Fuerzas máximas a realizar con la mano .....	363
Clasificación de las herramientas manejadas a mano ..	369
Consideraciones básicas de los mangos de las herramientas .....	372
Dirección de los esfuerzos .....	379
Posiciones adoptadas en el manejo de herramientas ..	381
Tipos de gatillos .....	385
Selección de herramientas .....	388
Mantenimiento de herramientas .....	389
Carga muscular estática .....	389

TERCERA PARTE  
EL AMBIENTE FÍSICO

<b>1. La ergonomía del ambiente físico .....</b>	<b>393</b>
El ambiente sonoro .....	394
Efectos en la persona .....	395
Confort acústico .....	408
Efectividad .....	409
Música en el trabajo .....	412
Conclusión .....	412
La ergonomía visual .....	413
Introducción .....	413
La visión .....	414

	<i>Pág.</i>
El campo visual .....	417
La acomodación .....	418
La adaptación .....	418
Características de la iluminación .....	419
Fuentes luminosas .....	420
Unidades y conceptos .....	422
Requisitos visuales de las tareas .....	426
Requisitos de la iluminación .....	427
El ambiente cromático .....	431
Introducción .....	431
La visión cromática del hombre .....	431
Forma de definir los colores .....	431
Criterios de diseño y evaluación de la iluminación .....	438
Iluminancias recomendadas .....	438
Iluminación general y localizada .....	440
Valor y limitación del deslumbramiento .....	442
Factores que influyen en el grado de deslumbramiento ..	444
Evaluación del grado de deslumbramiento .....	446
Confortabilidad térmica .....	450
Introducción .....	450
Factores ambientales .....	451
Factores fisiológicos .....	454
Vestimenta .....	454
Carga de trabajo .....	455
Confort e incomfort .....	456
Evaluación del confort térmico .....	457
Normativa sobre confort térmico .....	467

CUARTA PARTE  
EL TRABAJO MENTAL

<b>1. Carga y fatiga mental .....</b>	<b>473</b>
Introducción .....	473
Consideraciones sobre el trabajo mental .....	474
Toma de información y procesos perceptivos .....	481
Estimulación .....	482
Respuesta .....	483
Sensibilidad .....	484
Percepción .....	490

	<u>Pág.</u>
Parámetros y determinantes atencionales .....	493
Leyes de la percepción .....	497
Tratamiento de la información y teoría de la información	503
Teoría de la información. Capacidades humanas .....	505
Consideraciones sobre el envejecimiento .....	513
Consideraciones objetivas para mejorar la percepción de señales .....	516
Mantenimiento del estado de vigilia .....	516
Atención selectiva .....	518
Recomendaciones en la práctica laboral .....	520
La importancia de la presentación de la información .....	521
Algunas consideraciones sobre <i>display</i> .....	521
Conclusiones más importantes de los estudios sobre <i>display</i> .....	522
Semiótica y su organización .....	531
Evaluación de la carga mental .....	532
Indicadores fisiológicos .....	534
Estimación subjetiva de los sujetos (cuestionarios) ...	540
Método de la doble tarea .....	540
Análisis de las variaciones del comportamiento opera- tivo .....	541
Notas finales a los métodos de evaluación .....	542
Evaluación de la carga mental: un acercamiento práctico	545
La medida .....	546
Variables que se deben valorar .....	550
Factores que influyen positivamente .....	555
ANEXOS .....	559
Errores y fiabilidad .....	564
A) La actividad en respuesta a las exigencias de la tarea	564
B) Distribución de etapas, en el período de actividad.	566
Norma ISO 10075 .....	568
Principios ergonómicos concernientes a la carga men- tal de trabajo .....	568

QUINTA PARTE  
FACTORES ORGANIZACIONALES

<b>1. Los factores organizacionales en ergonomía .....</b>	<b>573</b>
La división y organización del tiempo de trabajo .....	574

	<u>Pág.</u>
Los ritmos biológicos .....	574
Tiempo de trabajo .....	579
Principales referencias legales .....	579
Trabajo por turnos .....	580
Problemas e inconvenientes del trabajo nocturno. ...	583
Tipos de rotación .....	584
Las pausas y los descansos .....	585
La conducta organizacional en la ergonomía .....	592
El «efecto Hawthorne» y la crítica de la razón taylorista	593
Satisfacción, motivación y clima laboral .....	596
La teoría X e Y de McGregor y las hipótesis autocum- plidas en las organizaciones .....	598
Teoría Z de las organizaciones .....	602
El contenido del trabajo .....	604
Tipos de contenido de trabajo .....	605
La organización del trabajo y el enriquecimiento de las tareas .....	606
El teletrabajo y el trabajo en grupo como nuevas alternati- vas .....	608
Ventajas e inconvenientes del teletrabajo .....	610
Trabajo en grupo .....	611
<b>Bibliografía consultada .....</b>	<b>615</b>

## **PRÓLOGO**

*El MANUAL DE ERGONOMÍA que presentamos forma parte de un ambicioso proyecto de Fundación MAPFRE, como es el desarrollo, ya muy avanzado, de la colección de manuales sobre las diferentes áreas de la seguridad integral, y de la que ya se han editado los correspondientes a seguridad en el trabajo, higiene industrial y contaminación ambiental, además de un importante número de títulos sobre aspectos específicos de cada una de estas áreas.*

*Se ha pretendido aportar un contenido eminentemente práctico, que permita materializar en acciones y desarrollos concretos los aspectos filosóficos y de enfoque de la ergonomía, que generalmente son aceptados como útiles en el ámbito de la empresa.*

*De la adaptación de los puestos de trabajo a las características del hombre y de un enfoque multidisciplinar del diseño de los mismos ha de esperarse un mayor confort y mayor calidad de vida en el trabajo, pero también una mejor calidad del mismo y una mayor productividad.*

*Es necesario destacar también la ergonomía como instrumento directo de prevención de lesiones laborales. Sólo mediante procedimientos ergonómicos puede hacerse frente a problemas que, como las lesiones de espalda o los microtraumatismos repetitivos, están hoy reiteradamente presentes en muchas actividades laborales y que llegan a representar más del 20 por 100 de los accidentes con baja.*

*Dentro de la idea de concreción de la información, se hace referencia, siempre que hay posibilidad, a la normativa legal y técnica, nacional o internacional, tratando de facilitar criterios operativos y de referencia, en particular para la evaluación ergonómica de los puestos ya existentes o para los nuevos diseños, aportando, cuando es posible, procedimientos que han sido ensayados en España con buenos resultados.*

*Con esta obra, Fundación MAPFRE quiere avanzar un paso más en sus acciones en el área de la ergonomía, de las que destacaríamos la creación en 1990, conjuntamente con OPEL España, S. A., del Instituto de Ergonomía MAPFRE, que ha aportado ya importantes trabajos en los ámbitos formativos, informativos, técnicos y de investigación.*

*La redacción de esta obra ha estado a cargo de técnicos del Área de Prevención de FREMAP, Mutua de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales de la Seguridad Social y del Instituto de Ergonomía, a los que queremos agradecer el esfuerzo personal que la elaboración de esta obra les ha supuesto, y esperamos que contribuya a lograr, cada vez más, un trabajo a la medida del hombre.*

CARLOS ÁLVAREZ JIMÉNEZ  
Presidente de Fundación MAPFRE

## INTRODUCCIÓN

La ergonomía forma parte hoy día de la prevención de riesgos profesionales en una fase desarrollada y se tiende a integrar dentro de la gestión de las empresas, interconectando los aspectos de la calidad de los servicios, la eficiencia de las tareas y las propias condiciones de trabajo.

La ergonomía parte de un principio de congruencia básica, cada vez más asumido por la gerencia empresarial, según el cual trabajar bien implica trabajar a gusto, en el más amplio sentido del término.

Aunque no existe un único procedimiento, la actuación ergonómica está en todos los casos orientada al ajuste entre las exigencias de las tareas y las necesidades y posibilidades de las personas, respecto a las dimensiones físicas, psicológicas y organizacionales del trabajo.

Por ello, las variables ergonómicas incluyen los ámbitos de la configuración física, la configuración lógica y la configuración organizacional de las condiciones de trabajo (Figura 1).

La actuación ergonómica debe contemplarse como la resultante de las interacciones entre estos dominios, más que una mera agregación de acciones puntuales sobre las condiciones de trabajo, y debe contar desde la proximidad conceptual de los proyectos hasta la proximidad física de los usuarios de los sistemas de trabajo.

Esto significa que para actuar en ergonomía es conveniente, casi imprescindible, la existencia de un programa que no solamente contem-

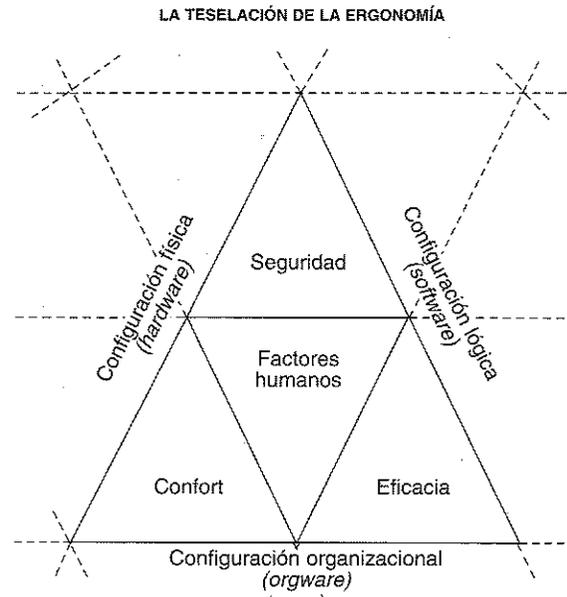


Figura 1

- **La configuración física (hardware):** herramientas, máquinas, equipos, instalaciones.
- **La configuración lógica (software):** códigos, señales, lenguajes, instrucciones, procedimientos.
- **La configuración organizacional (orgware):** coordinación, comunicación y la propia estructura de la organización.

ple aspectos técnicos y metodológicos, sino que defina y genere las condiciones favorables en la empresa, en aspectos tan tangibles, pero tan determinantes, como el contrato psicológico del trabajo.

El contrato psicológico se refiere al conjunto de expectativas mutuas que se establecen entre las distintas personas dentro de una organización respecto a los planteamientos de la dirección, administración y gestión de la empresa. Se incluyen aquellas expectativas relacionadas con la posibilidad de satisfacción de algunas necesidades personales, el control y la confianza mutua, la posibilidad de formalización de compromisos estables, etc.

Estos aspectos implican en la práctica consideraciones importantes relacionadas con «el rol del usuario» de los sistemas, que viene a reconocer la evidencia de que quien mejor puede conocer e informar de las limitaciones del trabajo es el propio trabajador.

Actualmente estos planteamientos, como se verá en el correspondiente capítulo, están muy ligados a la concepción del trabajador como «proveedor» y «cliente interno» y, del mismo modo que se le exige una serie de características a su trabajo, también deberán tenerse en cuenta sus necesidades para la realización del mismo. La ergonomía desde este punto de vista es la tecnología de las facilidades del trabajo.

#### RELACIÓN CON OTRAS DISCIPLINAS PREVENTIVAS

En la medida en que la ergonomía es una técnica preventiva, interviene en aspectos relacionados con la seguridad (fiabilidad de los sistemas y del comportamiento humano), con la higiene industrial (factores ambientales, etc.) puede ser conveniente caracterizar los aspectos más relevantes de la intervención ergonómica. Consideramos que en el trabajo ergonómico, especialmente cuando incluye el análisis de las sollicitaciones mentales y organizacionales de las tareas, se pueden destacar los siguientes aspectos:

- **Ámbito de las visiones globales.** El análisis del trabajo dentro de las organizaciones requiere de una visión o representación mental no fragmentada o inconexa. Esta visión global tiene que traducirse en acciones locales y puntuales para que sea operativa. En ergonomía hay que «descender» a los detalles.

- **Ámbito de los muchos y pequeños detalles.** Estos análisis de los detalles deben ser realizados sobre muchos aspectos particulares de los sistemas de trabajo (herramientas, máquinas, instalaciones y organizaciones) que –en contra de algunas percepciones sociales– están ya razonablemente perfeccionados y, por tanto, resulta a veces difícil o al menos laborioso su mejoramiento. En ergonomía se podría decir que a veces se trabaja sobre aparentes «insignificancias» pero que en un proyecto se tengan en cuenta decenas de «insignificancias» no será probablemente ninguna insignificancia.

- **Ámbito de las interrelaciones e interdependencias (interconectividad).** Los factores de un ámbito influyen en mayor o menor medida en el resto y es preciso analizar y ponderar estas relaciones. En algunas ocasiones se tienen que alcanzar compromisos difíciles ante la incompatibilidad de los aspectos implicados. Por ejemplo, poner las mejores condiciones térmicas al «usuario paciente» en un hospital puede resultar incompatible para el «usuario personal de planta».

- **Ámbito de la realidad psicosociológica.** La mayoría de estas acciones se dan e influyen en un contexto grupal y laboral donde aparecen efectos de la llamada realidad psicosociológica («no opera tanto lo que objetivamente existe como lo que se toma como verdadero»), que inducen fenómenos complejos como las hipótesis autocumplidas, los efectos autoalimentados, los efectos contrarios, etc.

- **Ámbito de la usabilidad.** Este nuevo concepto recogido en algunas normas internacionales, como la norma ISO-9241 y norma europea EN-29241, define la usabilidad como la consecuencia de la eficacia, la eficiencia y la satisfacción en determinados contextos de uso donde se insiste especialmente en la caracterización de los usuarios de los sistemas y sus necesidades.

#### LAS DEFINICIONES E INDEFINICIONES DE LA ERGONOMÍA

De la ergonomía existen múltiples definiciones formales que, en general, gravitan sobre la etimología del propio término, compuesto por la raíz *ergos*: trabajo, actividad, y el *nomos*: principios, leyes.

La Asociación Española de Ergonomía (AEE), constituida en 1964, miembro de la International Ergonomics Association, plantea una definición que se puede considerar integradora de las diferentes tendencias de la ergonomía y la ingeniería de los factores humanos.

La asociación entiende por ergonomía: «La ciencia aplicada de carácter multidisciplinar que tiene como finalidad la adecuación de los productos, sistemas y entornos artificiales a las características, limitaciones y necesidades de sus usuarios, para optimizar su eficacia, seguridad y confort».

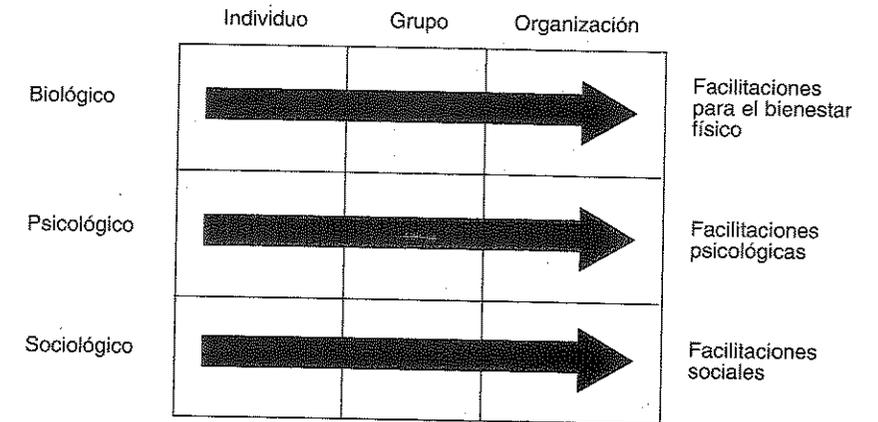
En la medida en que puede ser interesante conocer otras definiciones que implican otros planteamientos, en el Anexo 1 se exponen y contrastan las principales definiciones que sobre la ergonomía ha recopilado Vicente Albaladejo Fuertes.

La ergonomía es una disciplina contemporánea de la ingeniería de sistemas, y en cierta medida puede compensar las carencias que sobre factores humanos, históricamente, han caracterizado a las ingenierías en general.

La ingeniería de los factores humanos, en algunos países integrada en la ergonomía, constituye la síntesis de estos planteamientos.

En el siguiente diagrama se esquematiza el papel aglutinador de la ergonomía dentro del campo de los factores humanos sobre la seguridad, el confort y la eficacia, aplicándose a los tres ámbitos del trabajo.

A su vez, en el siguiente diagrama, empleado en los proyectos de normalización ergonómica, se resumen en un esquema el sistema bio-psico-social, los objetivos y los niveles.



#### LOS PRECURSORES ERGONÓMICOS

El rastreo de las señas de identidad de la ergonomía lleva a menudo a una cierta euforia historiográfica. Los autores más audaces suelen situar en los albores de la humanidad, con el nacimiento de las herramientas, el comienzo de la ergonomía.

Este punto de vista, algo descolocado, incurre en una de las falacias expuestas por Pheasant, que consiste en pensar que la ergonomía es la mera aplicación de la intuición y el sentido común para llegar a soluciones eficaces prescindiendo de los estudios y los ensayos experimentales.

La ergonomía comienza a configurarse como tal en la segunda mitad de este siglo, y el «paleolítico» ergonómico se podría situar en el comienzo del siglo con los planteamientos tayloristas sobre la racionalización del trabajo.

Estos principios de racionalización, funcionalidad, economía de esfuerzos y movimientos formarán parte tanto de la ergonomía como de los análisis de los sistemas de trabajo.

La historia de la ergonomía como disciplina autónoma se configura al final de la Segunda Guerra Mundial, cuando la fuerza de los hechos obliga a los ingenieros, que diseñaban cada vez sistemas más complejos, a

tener en cuenta, de una forma explícita y sistemática, las leyes fisiológicas y psicológicas del comportamiento humano y sus límites operativos bajo las diferentes solicitaciones y condiciones del medio.

De hecho, la primera sociedad de ergonomía (la Ergonomics Research Society) fue fundada en 1949 y estuvo promovida por Murrell, junto con otros ingenieros, fisiólogos y sociólogos, con el objetivo de adaptar el trabajo a las personas.

En resumen, aunque los objetivos ergonómicos son coincidentes con todos los relacionados con la evolución humana en su mejor adaptación instrumental al medio, es únicamente en la confluencia de la interdisciplinariedad de las ciencias aplicadas, dentro de una cultura preventiva y en el contexto particular de la ingeniería de los sistemas, donde la ergonomía adquiere su significado actual.

Este significado no es único ni acorde con todos los puntos de vista, pero en el marco tecnológico y geográfico presente se ajusta mucho a una de las acepciones de la propia ergonomía, como es la ecología del trabajo, empleada en algunos países europeos.

A su vez, incluso, la estrategia básica de la ecología: una visión global de los problemas, combinada con acciones puntuales, es aplicable, a su escala, a la propia ergonomía. Pero este planteamiento tiene ya sus críticas, pues la visión global se llega a interpretar como una visión totalizadora y exclusivista, y la acción puntual puede llegar a confundirse con las trivializaciones comerciales, tales como que las sillas, muebles o herramientas sean «ergonómicos», sin reparar en que lo ergonómico no es tanto la herramienta o el medio como la propia tarea o actividad.

#### EL ÁMBITO DE LA ERGONOMÍA

Hoy día, la ergonomía se puede aplicar al estudio de cualquier actividad, laboral o no, de las personas que realizan cualquier tarea o desarrollan cualquier función.

Así, una persona que precise desplazarse y decida utilizar un transporte público, se convierte en usuario-operador de un sistema complejo y, por tanto, objeto de análisis ergonómicos complicados.

Este cambio sobre la ampliación y clarificación de los roles de las personas, partiendo de los más inespecíficos de empleado o trabajador hasta el de operador y usuarios de los diferentes sistemas concretos, lleva a que la definición de los diferentes usuarios de los sistemas sea un capítulo importante de la ergonomía.

A este respecto, como se verá en otros capítulos, la antropometría y el diseño físico de los espacios deberá tener en cuenta si el usuario es concreto o «estadístico» (cualquier persona de un colectivo); o las posibles limitaciones físicas y perceptivas de los mismos: subcapacitados, colectivos «sensibles» como la población infantil o geriátrica, etc., o bien respecto al diseño de barreras arquitectónicas o a las condiciones operativas en condiciones especiales.

#### DIVISIONES Y CLASIFICACIONES MÁS COMUNES DE LA ERGONOMÍA

Existen varias clasificaciones de la ergonomía desde el punto de vista temático, o desde el tipo o momento de la intervención ergonómica, si bien algunas de ellas suponen un reduccionismo que las pueden indiferenciar de otras técnicas preventivas.

La que se expone a continuación es la división más clásica.

1. Ergonomía de puestos/ergonomía de sistemas.
2. Ergonomía preventiva/ergonomía correctora.
3. Ergonomía física:
  - Ergonomía geométrica:
    - Confort posicional.
    - Confort cinético.
    - Seguridad.
  - Ergonomía ambiental:
    - Factores físicos (ruido, iluminación, radiaciones, etc.).
    - Agentes químicos y biológicos.
  - Ergonomía temporal:
    - Turnos.
    - Horarios.
    - Pausas.
    - Ritmos.

La división que plantea la AEE está más actualizada y quizá sea más pragmática y ajustada a los ámbitos profesionales en marcha.

#### ÁREAS DE ESPECIALIZACIÓN

Se consideran áreas especializadas dentro del ámbito de la ergonomía, entre otras, las siguientes:

- a) Ergonomía biométrica:
  - Antropometría y dimensionado.
  - Carga física y confort postural.
  - Biomecánica y operatividad.
- b) Ergonomía ambiental:
  - Condiciones ambientales.
  - Carga visual y alumbrado.
  - Ambiente sónico y vibraciones.
- c) Ergonomía cognitiva:
  - Psicopercepción y carga mental.
  - Interfaces de comunicación.
  - Biorritmos y cronoergonomía.
- d) Ergonomía preventiva:
  - Seguridad en el trabajo.
  - Salud y confort laboral.
  - Esfuerzo y fatiga muscular.
- e) Ergonomía de concepción:
  - Diseño ergonómico de productos.
  - Diseño ergonómico de sistemas.
  - Diseño ergonómico de entornos.
- f) Ergonomía específica:
  - Minusvalías y discapacitación.
  - Infantil y escolar.
  - Microentornos autónomos (aeroespacial).
- g) Ergonomía correctiva:
  - Evaluación y consultoría ergonómica.
  - Análisis e investigación ergonómica.
  - Enseñanza y formación ergonómica.

En cualquier caso, la ergonomía trata de constituir una síntesis donde se analicen fundamentalmente las interrelaciones de todos estos campos.

#### EL PROGRAMA DE ERGONOMÍA

La aplicación de la ergonomía en las empresas supone elaborar un plan o programa ajustado a las necesidades y posibilidades de la organización.

Ciertos planteamientos «adoquistas» (hacer las cosas *ad hoc*: esto es, con un fin determinado, pero normalmente sobre la marcha) deben limitarse en ergonomía y en prevención, por mucho que la «adhocracia» dé flexibilidad a la gestión de las organizaciones.

En cualquier caso, un programa ergonómico debe considerar los principales factores limitantes que se puedan presentar:

- Los compromisos gerenciales. Los principales resultados globales dependen del grado de compromiso gerencial con el tema.

La ergonomía debería estar en sintonía con los «efectos locomotora» de la iniciativa gerencial y será bastante incompatible con la «estrategia del barril» en una organización que sólo se mueve cuando la empujan, sea la competencia, los conflictos o las crisis.

- La participación interdepartamental. La necesaria implicación de distintos departamentos de ingeniería, proyectos, métodos, organización personal, seguridad, higiene, medicina del trabajo, etc., requiere definir competencias, prioridades y medios.

- El ajuste de expectativas. La ergonomía, como técnica que es, es un mero instrumento, y deben definirse previamente sus limitaciones y sus funciones específicas.

- El reduccionismo ergonómico. La ergonomía no es exclusivamente lo anatómico o lo fisiológico o lo psicológico. Y ésta es, en ocasiones, el primer reduccionismo existente. Existe también «la búsqueda del método»: reducir el análisis ergonómico a la evaluación y diagnóstico de los problemas o puntos débiles del trabajo, pero avanzando poco en las soluciones y alternativas. No se debe hablar tanto de «problemas ergonómicos» como de «soluciones ergonómicas».

- El rol del usuario. El análisis del trabajo demuestra que los usuarios de los sistemas (empleados y trabajadores en las situaciones laborales) son los que mejor conocen las limitaciones y problemas operativos de los sistemas que manejan.

El reconocimiento de ese papel y la traducción en claves técnicas de la información sobre los detalles facilitados es lo que hará operativa a la propia ergonomía.

- Los costes y beneficios ergonómicos. Las ventajas más visibles de la ergonomía pueden colocarse inicialmente en el haber del balance social de la empresa.

Pero se puede llegar a demostrar, y éste es el argumento, que la ergonomía hace más rentables las inversiones de los recursos económicos, técnicos y humanos de las empresas.

Gary Becker, premio Nobel de Economía en 1992, ha desarrollado parte del entramado existente entre economía y comportamiento humano por el que es fácil prever que la ergonomía puede ser un mediador entre las conductas humanas y la economía como rentabilidad y eficacia en el trabajo.

## FASES DE UN PROGRAMA ERGONÓMICO

La aplicación de un planteamiento ergonómico en una empresa puede variar en sus aspectos más formales, pero en todos ellos deben estar explícita o implícitamente recogidas las siguientes fases:

- Definición de objetos y ámbitos.
- Información y comunicación del proyecto.
- Formación de una comisión de ergonomía.
- Desarrollo del programa:
  - Fijación de las especificaciones.
  - Definición de la población de usuarios.
  - Análisis de tareas: mediciones, observaciones, entrevistas, encuestas, consultas.
- Definición de las solicitudes.
- Definición del método de evaluación.
- Elaboración de las conclusiones.
- Reevaluación por los usuarios.
- Revisión y control de resultados.

## ANÁLISIS DE TAREAS

De las principales fases de un programa ergonómico, uno de los apartados básicos, junto con los métodos de evaluación, es el análisis de tareas.

El análisis de tareas es quizá, de todas ellas, la fase más ardua, la más laboriosa y la más complicada de sistematizar con criterios generales.

El análisis de tareas consiste en recoger y organizar la información pertinente sobre las condiciones de trabajo de un puesto para la evaluación, diagnóstico y posibles mejoras del mismo.

El análisis de tareas es también la base y fundamento de otras técnicas en el campo de la organización y la gestión de personal, como es la valoración de puestos de trabajo, y, de hecho, tienen mucho en común.

En cualquier análisis del trabajo, aunque se estén estudiando los requerimientos de las tareas y no los desempeños personales, como es el caso de la valoración de puestos de trabajo, es inevitable que aparezcan, y no sólo como contaminaciones del análisis, otros factores sobre los que gravita el trabajo:

- Las exigencias de las tareas.
- Las capacidades, aptitudes y características personales.

- Las recompensas del desempeño (retribuciones económicas, otros reconocimientos: pausas, descansos, facilitaciones, etc.).

En el siguiente esquema se sitúan las distintas técnicas relacionadas con los factores humanos en la empresa que tienen relación con el análisis de tareas.



En el campo de la ergonomía, el análisis de las tareas debe efectuarse considerando principalmente:

- Las actividades gestuales.
- Los elementos de mediación de la información.
- Los elementos de regulación y control.
- Los procesos mentales de decisión: heurísticos, algoritmos, estrategias de decisión, imágenes mentales, estereotipos cognitivos, etc.

A su vez, los principales métodos de análisis de tareas pueden efectuarse por medio de:

- Los estudios observacionales (incluyendo fotografías, vídeos, esquemas, etc.).

- Las evaluaciones psicométricas (incluyendo escalas estandarizadas específicas).
- El empleo de cuestionarios (incluyendo *check-lists* de actividades concretas).
- Las entrevistas.
- Los grupos de discusión.
- Las consultas.
- El análisis de los incidentes críticos.

Como se verá en el capítulo correspondiente, los principales métodos de evaluación ergonómica «guían» sobre los principales aspectos que se van a considerar en el análisis de tareas, pero en ocasiones no contemplan aspectos como los siguientes, en la medida en que pueden quedar en zonas «frontera» entre varias unidades.

Distribuciones arquitectónicas	{	- Accesos. - Espacios comunes del puesto. - Condiciones de seguridad e higiene generales.
Flujos y circulares	{	- Rutas previstas. - Rutas «salvajes». - Ayudas subcapacitados.
Relaciones con otros puestos y actividades	{	- Dependencias. - Comunicaciones. - Enlazamientos. - Solapamientos. - Colaboraciones.
Interferencias con otros puestos y actividades	{	- Interacciones extrañas. - Coutilizaciones. - Enmascaramientos.

El conjunto de toda esta información debe organizarse en forma de descripciones estáticas y dinámicas, incluyendo el posible desarrollo de simuladores, prototipos o escenarios de trabajo donde probar los modelos.

#### DEFINICIONES DE ERGONOMÍA

No existe definición única y totalizadora de la ergonomía, pero podemos citar algunas de las más difundidas y su procedencia.

- Ergonomía: N. f. Econ. pol. conjunto de técnicas puestas al servicio de las empresas para aumentar la capacidad productiva y el grado de integración en el trabajo de los productores directos.

Autor: Gran Enciclopedia Larousse. Apéndice 1977.

- Ergonomía: Tecnología que se ocupa de las relaciones entre el hombre y el trabajo.

Consideran al hombre como un «ente», inmerso en un medio generalmente hostil, eliminando en lo posible los factores contrarios al confort global.

Autor: Plan Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo, Ministerio de Trabajo.

- Ergonomía: Análisis de las condiciones de trabajo que conciernen al espacio físico del trabajo, ambiente término, ruidos, iluminación, vibraciones, posturas de trabajo, desgaste energético, carga mental, fatiga nerviosa, carga de trabajo y todo aquello que pueda poner en peligro la salud del trabajador y su equilibrio psicológico y nervioso.

Título: *Por un análisis de las condiciones de trabajo obrero en la empresa.*

Autores: F. GUELAND, M. N. BEAUCHESNE, J. GAUTRAT, G. ROUSTANG, 1975, Laboratorio de Economía y Sociología del Trabajo de Aix-en-Provence.

- Ergonomía: Analiza las situaciones de trabajo desde el punto de vista propio y emplea en sus investigaciones una metodología específica. Busca en todo ello una armonización entre el hombre y el ambiente físico que le rodea. El objetivo abarca el amplio campo en el que el hombre y los elementos físicos se interaccionan plenamente.

Título: *Manual de Ergonomía (Condiciones de Trabajo y Desarrollo Humano).*

Autor: Pedro URIARTE, Universidad de Deusto, Ibérico Europea de Ediciones, 1975.

Ergonomía: Interacción entre el hombre y las condiciones ambientales.

Autor: W. T. SINGLETON (Industrial USE of Ergonomics, 1969).

- Ergonomía: Tecnología de las comunicaciones en el sistema hombre-máquina.

Título: *Introducción a la Ergonomía (Los sistemas hombre-máquina).*

Autor: Maurice DE MONTMOLLIN, Edición F. 1967, Edición E. 1970.

- Ergonomía: Estudio de estados intermedios entre bienestar y enfermedad, en función de la carga de trabajo.

La medicina del trabajo se encarga de proteger la salud del trabajador, y la ergonomía de proteger el bienestar de éste.

Título: *Precis d'Ergonomie* (d'UNOD, 1969).

Autor: E. GRANDJEAN, Instituto de Higiene del Trabajo en Zúrich.

– Ergonomía: Puede definirse como el conjunto de los conocimientos científicos relativos al hombre y necesarios para concebir los útiles, máquinas y dispositivos que puedan ser utilizados con el máximo confort y eficacia.

Autor: A. WISNER, Conservatoire National des Arts et Métiers.

– Ergonomía: Es la tecnología que se ocupa de las comunicaciones entre el hombre y el trabajo. Es un conocimiento interdisciplinar que trata de la adaptación y mejora de las condiciones de trabajo al hombre en su aspecto físico, psíquico y social.

Autor: M. MORAL ORIÑUELA, S. GONZÁLEZ GALLEGO, miembros del equipo de ergonomía Fasa-Renault, 1981.

La Real Academia Española acaba de incorporar, en la última edición de su diccionario recientemente aparecido, el neologismo «ergonomía», y lo define como «el estudio de datos biológicos y tecnológicos aplicados a problemas de mutua adaptación entre el hombre y la máquina». Ref. del Boletín de la Asociación Española de Ergonomía, Boletín n.º 2, febrero, 1993.