

Módulos 10 y 11

Área de Conocimiento:

Módulos 10 y 11

# Ergonomía y Psicosociología

Módulos 10 y 11

Autores:

Don Bernardo Moreno Jimenez  
Profesor Titular de Psicología de la UAM  
Dña. Cecilia Peñacoba Puente  
Profesora Asociada de la UAM  
Dña. Victoria Araujo González-Barcia  
Investigadora del CUSP

# MÓDULO 10

## ERGONOMIA Y PSICOSOCIOLOGÍA I

# ÍNDICE

- I. Introducción a la ergonomía
- II. Ergonomía ambiental
- III. Diseño de puestos de trabajo
- IV. La carga física de trabajo
- V. La carga mental

## PRESENTACIÓN

La ergonomía trata, en esencia, de adaptar el trabajo al hombre. Por consiguiente los conceptos y técnicas que se desarrollarán en este módulo tienen también capital importancia para lograr un enfoque global de la prevención de los riesgos en el trabajo.

El artículo 4 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales define las condiciones de trabajo como “cualquier característica del mismo que pueda tener una influencia significativa en la generación de riesgos para la seguridad y la salud del trabajador”.

Como bien puede apreciarse en esta definición, “condición de trabajo” engloba no sólo aquellas cuestiones abordadas tradicionalmente por la seguridad en el trabajo o la higiene industrial, sino que también considera todo lo que tiene que ver con la concepción del puesto de trabajo, la forma de realizar las tareas y la organización de las mismas.

Es decir, que para resolver los problemas que puedan originarse en tales condiciones de trabajo y prevenir los riesgos emergentes, se debe recurrir a una intervención multi e interdisciplinaria que es propia del enfoque ergonómico.

La función básica de la ergonomía consiste en la adaptación de las condiciones de trabajo, máquinas, equipos y entorno productivo a las características del trabajador para lograr la armonización entre la eficacia productiva y la salud y el bienestar humano.

En este módulo se aportan los conocimientos básicos y líneas de actuación necesarias para analizar, comprender y modificar las condiciones del puesto de trabajo desde el punto de vista de la ergonomía como disciplina aplicada e interdisciplinaria.

## **BIBLIOGRAFÍA**

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO  
*Ergonomía*. Madrid, 1994.

FUNDACIÓN MAPFRE.  
*Manual de Ergonomía*. Madrid, 1995.

MONDELO, P., GREGORI, E. y BARRAU, P.  
*Ergonomía. Fundamentos*. Edicions UPC, Barcelona, 1994.

MONDELO, P., GREGORI, E. BLASCO, J. Y BARRAU, P.  
*Ergonomía. Diseño de puestos de trabajo*. Edicions UPC, Barcelona, 1998

JOUVENCEL, M.R.  
*Ergonomía básica. Aplicada a la medicina del trabajo*. Díaz de Santos, Madrid, 1994.

CASTILLO, J.J. Y VILLENA, J.(EDS)  
*Ergonomía. Conceptos y métodos*. Editorial Complutense, Madrid, 1998.

WISNER, A.  
*Ergonomía y Condiciones de Trabajo*. Editorial Humanitas, Buenos Aires.

WARR, P.  
*Ergonomía Aplicada*. Trillas, México, 1993.

LEPLAT, J.  
*La psicología Ergonómica*. Oikos Tau, Barcelona, 1985.

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO  
*Evaluación de las condiciones de trabajo en pequeñas y medianas empresas*. Madrid, 1993.

COMISIÓN EUROPEA  
*Manual de Auditoría Interna en pequeñas y medianas empresas*. Bruselas, 1995.

# UNIDAD I

## INTRODUCCIÓN A LA ERGONOMÍA

### CONTENIDOS

1. Evolución histórica
2. Conceptos generales
3. Clasificación de la ergonomía

### OBJETIVOS

- ?? Conocer los conceptos fundamentales que conforman el campo de la ergonomía.
- ?? Analizar la evolución histórica y situación actual de la materia.

La *ergonomía* forma parte hoy día de la prevención de riesgos laborales, como una disciplina auxiliar tendente a integrarse dentro de la gestión de las empresas. 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 decida desplazarse en transporte público se convierte en usuario de un sistema complejo y, por lo tanto, objeto del análisis ergonómico del mismo.

El ser humano tiene una tendencia natural a adaptar el medio a sus necesidades y a sus características propias; lo hace para conseguir el mayor bienestar, es lo que se observa, por ejemplo, en la conducta de los niños pequeños cuando cogen los cubiertos para llevarse el alimento a la boca: no hacen torsiones de su muñeca, ni fuerzan la mano.

### 1.- EVOLUCIÓN HISTÓRICA

Aunque la *ergonomía* se considera una ciencia moderna, a lo largo de la historia siempre ha existido la preocupación por la adaptación del medio a las personas. Ya en la antigüedad, los primeros útiles y herramientas que el hombre construyó nos muestran el uso de materiales (hueso, piedra, madera, hierro...), de capacidades (dimensiones de las manos, longitud de brazos...) y de efectos buscados (fuerza, movilidad, precisión...), e ideados para que su manejo fuera fácil y para que su forma fuera lo más adecuada al fin que estaban destinados.

Los primeros autores conocidos interesados en estos temas abarcan todas las artes y ciencias desde Leonardo da Vinci, en sus "Cuadernos de anatomía" (1498), cuyos bocetos sobre dimensiones humanas son sobradamente conocidos, Alberto Durero, en "el arte de la medida" (1512) sobre estudios de movimientos y la ley de las proporciones, hasta Le Corbusier que basaba sus diseños en el estudio matemático - geométrico de la arquitectura, para él una casa no era simplemente un habitáculo, sino que tenía que estar diseñada en función de las necesidades de los usuarios.

La *ergonomía* comienza a configurarse como tal en la segunda mitad de este siglo, al final de la Segunda Guerra Mundial, en la que se utilizaron equipos más sofisticados, obligando a los ingenieros a tener en cuenta no sólo las características físicas sino también las capacidades mentales, sensoriales, psicológicas,... del comportamiento humano bajo las diferentes situaciones y condiciones del medio. Es durante esta época cuando se produce un poderoso impulso a la investigación interdisciplinar para alcanzar las condiciones óptimas.

De hecho, la primera sociedad de ergonomía denominada "Ergonomics Research Society", fue fundada en 1949 en Inglaterra por Murrell, junto con otros ingenieros, fisiólogos y sociólogos, con el objeto de adaptar el trabajo a las personas. Extendiéndose posteriormente a la República Federal Alemana, Francia, Suecia, y demás países industrializados.

## **2.- CONCEPTOS GENERALES:**

De la misma forma que otras disciplinas del campo de la prevención de riesgos laborales, como la seguridad, la psicología, la higiene y la medicina que estudian las condiciones de trabajo que pueden tener efectos negativos sobre la salud y su prevención, la *ergonomía* no sólo analiza las condiciones de trabajo sino también propone la mejora de aquellos aspectos que pueden incidir en el equilibrio de la persona con el entorno que la rodea.

El término *ergonomía* está compuesto por la raíz *ergos*: trabajo, actividad, y *nomos*: principios o normas.

Existen múltiples definiciones formales, entre ellas la que hace la enciclopedia Larousse, "es el estudio cuantitativo y cualitativo de las condiciones de trabajo de la empresa, que tiene por objeto el establecimiento de técnicas conducentes a una mejora de la productividad y de la integración del trabajo de los productos directos". Las definiciones que pueden servir como punto de referencia más significativo son las utilizadas por los mismos profesionales de la ergonomía que, como es lógico, han evolucionado a lo largo de la historia.

La más clásica de todas es la de Murrell (1965): "la Ergonomía es el estudio del ser humano en su ambiente laboral", para Faverge (1970), "es el análisis de los procesos industriales centrado en los hombres que aseguran su

funcionamiento”, para Cazamian (1973), “es el estudio multidisciplinar del trabajo humano que pretende descubrir sus leyes para formular mejor sus reglas”.

El desarrollo del concepto de *ergonomía* fue paralelo tanto en Europa como en América, aunque utilizaran distintos nombres ambos partían de la misma idea. En Europa, tenía un enfoque más fisiológico, por ser los médicos los que iniciaron su estudio; mientras que, en América, fueron los ingenieros los que se interesaron por buscar la adaptación del sistema y el hombre.

En definitiva, la *ergonomía* se puede definir como el conjunto de técnicas cuyo objetivo es la adecuación entre el trabajo y la persona. Para alcanzar su finalidad, la correcta acomodación entre el puesto de trabajo, su entorno y las características de la persona, requiere la aplicación de las distintas ciencias, de ahí su carácter multidisciplinar. Objetivo central suyo es evitar el daño y lograr el máximo bienestar posible. (Fig. 1)

<b>SALUD</b>		
<b>FÍSICA</b>	<b>MENTAL</b>	<b>SOCIAL</b>
CONDICIONES MATERIALES	CONTENIDO DEL TRABAJO	ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO
?? Seguridad ?? Higiene ?? Medicina	?? Psicosociología	?? Psicosociología
<b>ERGONOMÍA</b>		

Fig. 1 Relaciones disciplinares entre ergonomía y salud

El objetivo que busca la *ergonomía* es alcanzar la mejor calidad de vida en la interacción Hombre-Máquina, tanto en la acción sobre dispositivos complicados como en otros más sencillos. En todos los casos se busca incrementar el bienestar del usuario adaptándolo a los requerimientos funcionales, reduciendo los riesgos y aumentando la eficacia. (Fig. 2)



Fig. 2. Objetivos de la Ergonomía

### 3.- CLASIFICACIÓN DE LA ERGONOMÍA:

Existen diversas clasificaciones de la ergonomía pero la que se expone a continuación es por áreas de especialización:

?? Ergonomía biométrica:

- Antropometría y dimensionado
- Carga física y confort postural
- Biomecánica y operatividad

?? Ergonomía ambiental:

- Condiciones ambientales
- Carga visual y alumbrado
- Ambiente sónico y cronoergonomía

?? Ergonomía cognitiva:

- Psicopercepción y carga mental
- Interfaces de comunicación
- Biorritmos y cronoergonomía

?? Ergonomía preventiva:

- Seguridad en el trabajo
- Salud y confort laboral
- Esfuerzo y fatiga muscular

?? Ergonomía de concepción:

- Diseño ergonómico de productos
- Diseño ergonómico de sistemas
- Diseño ergonómico de entornos

?? Ergonomía correctiva:

- Evaluación y consulta ergonómica
- Análisis e investigación ergonómica
- Enseñanza y formación ergonómica

#### *ACTIVIDADES DE RECAPITULACIÓN*

?? Enumera algunos de los momentos históricos en la constitución de la ergonomía como ciencia multidisciplinar.

?? Cuáles son los principales objetivos de la ergonomía.

### RECUERDA

- ?? La preocupación por la interacción entre el hombre y los instrumentos de trabajo es una constante histórica, pero la constitución de la ergonomía como ciencia multidisciplinar se origina después de la segunda Guerra Mundial como consecuencia de los nuevos desarrollos tecnológicos.
- ?? La ergonomía se puede definir como el conjunto de técnicas cuyo objetivo es la adecuación entre el trabajo y la persona.
- ?? Para alcanzar su finalidad, la correcta acomodación entre el puesto de trabajo, su entorno y las características de la persona, requiere la aplicación de las distintas ciencias, de ahí su carácter multidisciplinar
- ?? La ergonomía no se limita a analizar las condiciones de trabajo sino también propone la mejora de aquellos aspectos que pueden incidir en el equilibrio de la persona con el entorno que la rodea.

## **UNIDAD II ERGONOMÍA AMBIENTAL**

### **CONTENIDOS**

1. Ambiente térmico
2. Ambiente acústico
3. Ambiente luminoso
  - 3.1. Pantallas de visualización de datos
4. Organización espacial: la proxemia
5. Síndrome del edificio enfermo

### **OBJETIVOS**

- ?? Conocer los factores ambientales de carácter térmico, acústico y luminoso.
- ?? Poder valorar la idoneidad, desde el punto de vista de los factores ambientales, de un puesto con pantallas de visualización de datos.

### **1.- AMBIENTE TÉRMICO**

El ser humano necesita mantener una temperatura interna de aproximadamente 37°C (la temperatura interna del cuerpo varía entre 36°C y los 38°C). Este balance térmico se realiza a través del hipotálamo, que actúa como un termostato. Múltiples estudios y encuestas que se han realizado a los trabajadores indican que una gran parte de las quejas sobre el puesto de trabajo se debe al ambiente térmico. En cualquier caso, en un ambiente térmico moderado, los ocupantes de los locales suelen mantener discrepancias, ya que hay una serie de factores particulares del individuo que influyen en la sensación de bienestar térmico y hacen variar las preferencias de los individuos.

Cada persona tiene un intervalo de bienestar térmico propio, que varía de un individuo a otro, siendo imposible especificar un ambiente térmico que satisfaga a todas las personas que se encuentran en él. Por ello, debe buscarse la combinación de los factores que componen el ambiente térmico que satisfaga al mayor número de personas.

#### *Intercambio térmico:*

El intercambio térmico se produce entre el individuo y el medio donde realiza la actividad. Mediante la actividad física el hombre genera calor y, en función de lo intensa que sea la actividad, la cantidad de calor será mayor o menor. Para evitar que se descompense la temperatura interna, el hombre

utiliza mecanismos de defensa que son capaces de contrarrestar casi cualquier situación térmica, mediante los *termorreceptores* que se encuentran en la piel y otras partes del cuerpo y detectan los cambios de temperatura informando al cerebro sobre éstos.

Ante esta situación, el cerebro ordena una serie de reacciones para compensar estos cambios. Así, cuando detecta un aumento de temperatura, se produce un aumento del ritmo cardíaco y del flujo sanguíneo a la superficie, produciéndose un aumento de la sudoración y de la evaporación. Si lo que detecta es frío, el proceso es inverso, disminuyendo el flujo sanguíneo y aumentando la excitación muscular generando calor metabólico para compensar la pérdida de frío.

Las diferentes formas de intercambio de temperatura entre el organismo y el ambiente, dependen de las condiciones termohigrométricas del medio ambiente de trabajo, compuesto por variables ambientales (temperatura, humedad, velocidad del aire) e individuales (metabolismo, el tipo de vestimenta, la actividad que se desarrolle).

Los efectos negativos para la salud surgen cuando los mecanismos naturales del hombre, de generación o de disipación de calor, se ven desbordados. Ante un ambiente térmico inadecuado la persona sufre una serie de consecuencias; reducción del rendimiento físico y mental, irritabilidad, incremento de la agresividad, de los errores, distracción, aumento o disminución del ritmo cardíaco, etc. Los efectos más importantes ante ambientes calurosos son los desmayos, deshidrataciones, los golpes de calor, etc. Ante ambientes muy fríos se produce la hipotermia y la congelación.

Las condiciones ambientales deberían facilitar el desarrollo del trabajo, no obstante, en ocasiones es imposible, por diversas razones, establecer una situación de confort en un puesto de trabajo. En estas situaciones la ergonomía debe hallar las soluciones que permitan que el trabajo se realice al menos en condiciones aceptables y permisibles, sin generar daños o enfermedades.

### **Condiciones ambientales:**

#### *La temperatura del aire:*

Es la temperatura del aire que rodea al trabajador. Se mide a través del termómetro de mercurio, conocido por todos, situándolo al lado del puesto de trabajo que ocupa el trabajador. La unidad de medida es el grado centígrado.

Se produce un intercambio de calor entre el trabajador y el aire si existe diferencia de temperatura entre ambos. A este fenómeno se denomina *convección*, ya sea superior la temperatura del trabajador o la del aire. Cuando la temperatura del cuerpo es superior a la del aire, cede calor comenzando a refrescarse y por el contrario, cuando la temperatura del cuerpo es inferior a la del aire, está recibiendo calor del aire.

Se ha de tener en cuenta también la **temperatura radiante media** que

consiste en el intercambio térmico por *radiación*, o lo que es lo mismo, la temperatura que desprenden las paredes, suelo, máquinas, muebles, etc. Se mide a través del termómetro de globo y su unidad de medida es también el grado centígrado.

Según el Anexo III del Real Decreto 486/1997, sobre los lugares de trabajo, en el artículo 2º. "... las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no deben constituir una fuente de incomodidad o molestia para los trabajadores. A tal efecto, deberán evitarse las temperaturas extremas, los cambios bruscos de temperatura, la irradiación excesiva y, en particular, la radiación solar a través de ventanas, luces o tabiques acristalados".

En el artículo 3º del mismo anexo se establece la temperatura que deben cumplir los locales cerrados de trabajo, diferenciando el tipo de actividad que se lleve a cabo, de tal forma que, en los locales donde se realicen trabajos sedentarios propios de oficinas, la temperatura estará comprendida entre 17 y 27°C. Donde se realicen trabajos ligeros estará comprendida entre 14 y 25°C.

#### *La humedad relativa:*

La humedad relativa es el contenido de agua en el aire o, mejor dicho, la concentración de vapor de agua en el aire. Se mide a través del psicrómetro que consiste en un aparato con dos termómetros de mercurio con un pequeño ventilador que hace circular el aire en sus bulbos, uno de los bulbos debe permanecer húmedo durante la medición.

Se ha de buscar la humedad óptima según las condiciones de trabajo, si la humedad es excesiva puede llegar a impedir totalmente la evaporación del sudor, lo que conlleva a no poder eliminar el calor del organismo y poder disminuir la temperatura corporal. Mientras que si la humedad es muy baja, como ocurre en las zonas desérticas, puede llegar a deshidratar al organismo. La humedad relativa tiene que oscilar entre un 30 y un 70%, excepto donde se pueda originar electricidad estática donde el límite inferior será del 50%.

#### *Velocidad del aire:*

La velocidad del aire puede provocar corrientes de aire, por este motivo han de evitarse. La velocidad del aire es tan importante como la temperatura o la humedad, ya que, favorece el intercambio de calor entre el medio y el trabajador. El aparato que se utiliza para medir la velocidad del aire es el anemómetro y la unidad de medida que se utiliza es metros partido por segundo (m/s).

### **Condiciones individuales:**

#### *Consumo metabólico:*

El consumo metabólico es la energía que el cuerpo consume al desarrollar la actividad física, varía en función de la intensidad o “esfuerzo” que el trabajador realiza y de la energía que utilice para desarrollar esa actividad física. A su vez la energía utilizada para una determinada actividad está influida por el peso, edad, sexo y altura de la persona.

Toda actividad física provoca la generación de calor por el organismo, por ello, se ha de controlar el ambiente térmico (temperatura, humedad, velocidad del aire) que rodea al trabajador para compensar las excesivas ganancias de temperatura corporal. Los trabajos físicos intensos o pesados necesitan un ambiente fresco, mientras que los trabajos ligeros, como el de oficinas, requieren un ambiente más cálido.

La estimación del consumo metabólico del trabajo suele hallarse mediante tablas que asignan valores determinados con valores de consumo energético, según el tipo de actividad, los esfuerzos musculares, la posición del cuerpo, la intensidad y el tiempo empleado, etc. La unidad de medida de actividad es el MET, que equivale a 58 watts/m<sup>2</sup>, o 50 Kcal/h. En la siguiente tabla, a título orientativo, se expresa la producción de energía metabólica para diferentes tipos de actividad. (*Tabla 1*)

TABLA Nº 1  
TASAS METABÓLICAS

ACTIVIDAD	Tasa metabólica	
	W/m <sup>2</sup>	Met
Reposo, tumbado	46	0,8
Reposo, sentado	58	1,0
Actividad ligera, sentado (oficina, laboratorio)	70	1,2
Actividad ligera, de pie (industria ligera, laboratorio)	93	1,6
Actividad media, de pie (dependiente, trabajo a pie de máquina)	116	2,0
Actividad media (trabajo con máquina pesada, trabajo en un garaje)	165	2,8

*Vestimenta:*

El tipo de ropa que el trabajador lleve en su jornada laboral es de suma importancia, ya que facilita en mayor o menor medida el intercambio de temperatura con el ambiente. Depende el tipo de ropa que se utilice para que el trabajador se mantenga aislado de los cambios de temperatura y se favorezca la adaptación del mismo. La capacidad que tienen las prendas de vestir de aislar térmicamente se denomina *resistencia térmica* y la unidad de medida que se utiliza es el CLO.

La estimación de la resistencia térmica de la ropa se halla a través de unas tablas que establecen los valores de aislamiento de los diferentes componentes del vestuario de una persona, teniendo en cuenta las diferentes épocas del año. A continuación, a título orientativo, se adjunta una tabla con la estimación del índice a partir de ciertas combinaciones. (*Tabla 2*)

TABLA Nº 2  
VALORES DE AISLAMIENTO

ROPA DE VESTIR	Clo
Desnudo.	0

Pantalón corto.	0,1
Vestimenta tropical: pantalón corto, camisa de cuello abierto y manga corta, calcetines ligeros y sandalias.	0,3
Vestimenta de verano ligera: pantalón ligero, camisa de cuello abierto y manga corta, calcetines ligeros y zapatos.	0,5
Vestimenta de trabajo ligera: ropa interior ligera, camisa de algodón u manga larga, pantalón de trabajo, calcetines de lana y zapatos.	0,7
Vestimenta de interior para invierno: ropa interior, camisa con manga larga, pantalón de trabajo, jersey, calcetines gruesos y zapatos.	1,0
Vestimenta tradicional de ciudad europea: ropa interior de algodón con mangas y perneras largas, camisa completa con pantalón, jersey y chaqueta, calcetines de lana y calzado grueso.	1,5

## 2.- AMBIENTE ACÚSTICO

El sonido es un fenómeno físico que se transmite a través de ondas, invisibles para el ser humano, pero que se puede oír y se pueden medir. El sonido consta de dos parámetros: la *presión acústica* o *sonora* y la *frecuencia*.

La presión acústica es la intensidad del sonido (agudo, grave), mientras que la frecuencia puede ser alta, media, baja. La unidad de medida de las frecuencias es el Hertz (Hz). No todas las personas pueden oír las mismas sonidos, dependerá de su sensibilidad, características personales, edad, fatiga, concentración, así como, de la frecuencia y la presión acústica. Del mismo modo, un mismo sonido, puede resultar molesto para unas personas, mientras que para otras simplemente sea un sonido más. Por ello, el ruido se define como el sonido no deseado y molesto.

La unidad de medida de la presión acústica son los decibelios (dB), concretamente se utilizan los dB (A) para unificar los tipos de ruido que entrañan riesgo a la salud. Los decibelios (A) son los niveles de presión sonora con independencia de la frecuencia en la que se encuentren.

Para medir el nivel de ruido se utilizan diferentes aparatos; el sonómetro, que mide el ruido tal y como lo oye el ser humano, mide la presión acústica en un momento determinado. Otro aparato es el dosímetro, consiste en un aparato que lleva el trabajador en un bolsillo durante toda la jornada de trabajo o un tiempo determinado y mide el ruido al que está sometido en su puesto de trabajo. A la hora de estimar o valorar las mediciones es muy importante tener en cuenta el tiempo de exposición a ese ruido, es decir, no tienen las mismas repercusiones para el trabajador estar sometido a una cantidad de decibelios durante 8 horas que cuando la exposición ha sido sólo 3 horas, siendo constante la misma cantidad de decibelios.

La legislación española fija como límite para tomar medidas preventivas a partir de 80 dB (A) de promedio diario durante 8 horas diarias, teniendo en cuenta que existen diferencias en función de los ambientes o lugares de trabajo. Para los trabajos en oficinas se exige una concentración y una comunicación verbal frecuente, llegando a ser el ruido un verdadero problema. Los ruidos en las oficinas suelen ser generados por las impresoras, máquinas de escribir, los teléfonos y principalmente las conversaciones telefónicas, por

este motivo se prefieren los espacios de trabajo mas bien reducidos o separados por pantallas. Las interferencias o ruidos en las oficinas provocan un disconfort que debe controlarse, por este motivo, el nivel de ruido que puede provocar una situación molesta se sitúa entre los 55 y los 65 dB (A).

El principal riesgo de la exposición al ruido es la pérdida irrecuperable de audición. Otros efectos del ruido que se han comprobado en algunos individuos es la aceleración del ritmo cardiaco, alteraciones nerviosas, respiratorias, digestivas, visuales, etc. Igualmente, elevados niveles de ruido pueden provocar trastornos del sueño, irritabilidad, cansancio, disminución de la atención, de la capacidad de trabajo, en definitiva, aumento del tiempo de reacción del individuo y del número de errores, así como, la posibilidad de sufrir accidentes.

Para lograr disminuir el nivel de ruido la primera tarea consiste en localizar la fuente emisora, y aislarla. Si ello no es posible debe intentarse impedir la transmisión mediante los sistemas técnicos adecuados. La falta de efectividad de estos medios obliga a las medidas de protección personal como son la reducción del tiempo de exposición al ruido, ya sea con turnos rotativos, con periodos de descanso, etcétera, o la utilización de medios de protección individual como: tapones, cascos, etc.

### **3.- AMBIENTE LUMINOSO:**

La mayor parte de la información la recibimos por la vista. Para que nuestra actividad laboral se desarrolle de una forma eficaz, necesita que la *luz* (entendida como característica ambiental) y la *visión* (característica personal), se complementen para conseguir una mayor productividad, seguridad y confort.

La *luz* se define como una radiación electromagnética capaz de ser detectada por el ojo humano normal. La *visión* es el proceso por medio del cual la luz se transforma en impulsos nerviosos capaces de generar sensaciones, siendo el ojo el órgano encargado de hacerlo.

En la visión se han de tener en cuenta los aspectos personales del individuo, su *agudeza visual* (facultad que tiene el ojo para distinguir objetos que estén próximos), *la sensibilidad del ojo* (capacidad para ajustar automáticamente las diferentes iluminaciones de los objetos) y el *campo visual* (acomodación del ojo para formar la imagen nítida del objeto que está a una determinada distancia). En todos ellos influye la edad del individuo de forma negativa.

En la iluminación se utilizan una serie de magnitudes que son esenciales para una comprensión adecuada. Estas magnitudes son: el flujo luminoso, la intensidad luminosa, el nivel de iluminación y la luminancia.

El *flujo luminoso* es la potencia luminosa que emite una fuente de luz.

La *intensidad luminosa* es la forma en que se distribuye la luz en una dirección.

El *nivel de iluminación* es el nivel de luz que incide sobre un objeto.

La *luminancia* es la cantidad de luz que emite una superficie, es decir, el brillo o reflejo. La tabla nº 3 expone las unidades de medida y símbolos.

Tabla nº 3  
Unidades de medida de iluminación

MAGNITUD	SÍMBOLO	UNIDAD
FLUJO LUMINOSO	?	LUMEN (lm)
INTENSIDAD LUMINOSA	I	CANDELA (cd)
NIVEL DE ILUMINACIÓN	E	LUX (lx)
LUMINANCIA	L	CANDELA por m <sup>2</sup> (cd/m <sup>2</sup> )

Una iluminación correcta permite distinguir las formas, colores, objetos, y que todo ello, se realice fácilmente sin ocasionar fatiga visual. A la hora de diseñar un ambiente luminoso adecuado para la visión, es necesario atender a la luz proporcionada y a que ésta sea la más adecuada. Una distribución inadecuada de la luz puede conducir a situaciones que provoquen dolores de cabeza, incomodidad visual, errores, fatiga visual, confusiones, accidentes y sobre todo la pérdida de visión. Por este motivo se ha de tener en cuenta la tarea a realizar en ese puesto de trabajo, las características del local y las del trabajador.

Para asegurar el confort visual hay que tener en cuenta tres condiciones básicas: *nivel de iluminación, deslumbramientos y contrastes.*

Un buen sistema de iluminación debe asegurar suficientes niveles de iluminación en los puestos de trabajo y en sus entornos. El nivel de iluminación se mide con el luxómetro. Los lugares de trabajo han de estar iluminados preferiblemente con luz natural, pero de no ser suficiente o no existir, deberá ser complementada con luz artificial. Será una iluminación general, complementada a su vez por luz localizada cuando la tarea así lo requiera. El Real Decreto 486/1997 relativo a los lugares de trabajo, en su Anexo IV establece los niveles mínimos de iluminación que a continuación se exponen: (Tabla 4).

TABLA Nº 4  
NIVELES MÍNIMOS DE ILUMINACIÓN

<b>LUGAR DE TRABAJO</b>	<b>NIVELES MÍNIMOS DE ILUMINACIÓN (LUX)</b>
Zonas donde se ejecutan tareas con:	
- Bajas exigencias visuales	100
- Exigencias visuales moderadas	200
- Exigencias visuales altas	500
- Exigencias visuales muy altas	1.000
Áreas o locales de uso ocasional	50
Áreas o locales de uso habitual	100
Vías de circulación de uso ocasional	25
Vías de circulación de uso habitual	50

El nivel de iluminación se mide a la altura donde se esté realizando la tarea. En las zonas de uso general se medirá a 85 cm. del suelo y en las vías de circulación a nivel del suelo.

La distribución de las fuentes de luz es un factor que debe ser atendido particularmente, ya que, la mala distribución de los niveles de luz puede ocasionar brillos o deslumbramientos. Los deslumbramientos se producen al incidir un haz de luz sobre el ojo, ocasionado por el reflejo del haz sobre una superficie o directamente sobre el campo de visión del trabajador. Los deslumbramientos motivan incomodidad y disminuyen la percepción visual.

La distribución de la luz será lo más uniforme posible, evitando que incidan sobre el campo visual del trabajador directamente. La forma de disminuir los deslumbramientos es cubrir las lámparas con difusores, paralúmenes u otros sistemas que permitan regular la luz evitando la visión directa del foco luminoso.

Otro factor a tener en cuenta son los contrastes, entendiendo por contraste el equilibrio entre la luminancia del objeto y las superficies que el trabajador tiene en su campo visual. Deben evitarse los fuertes contrastes, así como, los espacios con contrastes débiles. El objetivo es conseguir un equilibrio en todo el espacio de trabajo, tanto entre las distintas fuentes de luz (general y localizada), como entre el plano de trabajo y las paredes, así como, en los desplazamientos por el lugar de trabajo.

Por éste motivo, los colores tienen una gran importancia, ya que existen diferencias importantes entre espacios de trabajo con colores estimulantes y otros relajantes. La elección de los colores depende de la actividad que se desarrolle en el mismo y de la superficie del local que ocupen. (Tabla 5).

**TABLA N° 5  
CONTRASTE DE COLORES**

<b>CONTRASTE DE COLORES EN ORDEN DECRECIENTE</b>	
<b>Color del objeto</b>	<b>Color de fondo</b>

Negro	Amarillo
Verde	Blanco
Rojo	Blanco
Azul	Blanco
Blanco	Azul
Negro	Blanco
Amarillo	Negro
Blanco	Rojo
Blanco	Verde
Blanco	Negro

### 3.1.- LAS PANTALLAS DE VISUALIZACIÓN DE DATOS:

Hoy en día, la utilización de las pantallas de visualización de datos (PVD), en la mayoría de casos las pantallas de los ordenadores, está tomando un auge creciente debido a su extensión como instrumento de trabajo para múltiples tareas.

Muchas de las condiciones de confort luminoso que se dan para los trabajos, no lo son para las adecuadas para los puestos con pantallas de visualización, por este motivo, se han de tener en cuenta una serie de recomendaciones a la hora de diseñar un puesto de trabajo que vaya a utilizar este instrumento de trabajo.

Las actividades que se llevan a cabo con las pantallas de visualización de datos suponen ejecutar diferentes tareas: la lectura de documentos (que podrán estar sobre la mesa o sobre un portadocumentos) y la lectura de los caracteres de la pantalla son las dos mas habituales y su práctica supone frecuentes cambios visuales.

Se debe tener en cuenta la distribución de luminancias para conseguir las mejores condiciones visuales y evitar la fatiga visual, tan frecuente en este tipo de trabajos. Las superficies del mobiliario y de los elementos de trabajo deben ser mates para evitar los posibles reflejos. Las fuentes de luz, como las ventanas, aberturas, tabiques transparentes o translúcidos deberán situarse de tal manera que no provoquen deslumbramientos ni reflejos sobre la pantalla.

Las ventanas deberán disponer de persianas regulables que impidan el paso de la luz, sin que dejen de quitar la iluminación. Para evitar los reflejos en la pantalla es conveniente que la fuente de luz incida lateralmente sobre la pantalla.

Complementariamente, se evitará instalar fuentes de luz de gran potencia y alta luminancia, en todo caso, el contraste entre la fuente de luz y el techo debe ser lo más reducido posible. Las paredes serán de colores pálidos. La iluminación sobre el documento debe ser uniforme.

#### **4.- ORGANIZACIÓN ESPACIAL: LA PROXEMIA**

Cuando se habla de organización espacial se tiende a pensar en las exigencias de confort espacial que debe reunir un espacio de trabajo, utilizándose para ello el término de proxemia espacial, ambiental o laboral. El término fue acuñado por el antropólogo Edward T. Hall para referirse a las teorías que relacionan al hombre con el espacio que lo rodea.

El espacio de trabajo en oficinas es el medio donde mejor se aprecia la necesidad de la distribución de los espacios de trabajo. Habitualmente, los puestos de trabajo se distribuyen de forma jerárquica, lo que suele provocar reacciones en ocasiones positivas y otras negativas en los individuos. Mientras aquellos individuos que se sienten favorecidos en la localización de su puesto de trabajo experimentarían una sensación positiva, reconocimiento de estatus en la organización, aquellos que se sientan relegados por ubicarlos en lugares que no tienen el reconocimiento social sufrirán efectos negativos y baja estima profesional.

Generalmente, en todos los lugares de trabajo existen localizaciones dentro del edificio que cuentan con mayor aceptación, es decir, se toma como referencia el despacho del director o la planta donde se encuentra la gerencia de la empresa. Las referencias a los puestos “privilegiados” son los que hacen sentir al individuo una sensación de bienestar o por el contrario de frustración.

Según dónde se ubique el puesto de trabajo, el individuo se sentirá mejor o peor. Los puestos de trabajo próximos a pasillos, recibidores, son perturbadores y hacen sentirse desprotegido, suelen alegar tener problemas de temperatura, ruidos, corrientes, luz, etc.

La proxemia ambiental trata distintos aspectos. En las empresas, aunque nadie sea propietario de su puesto de trabajo, todo el mundo desarrolla un sentimiento de pertenencia sobre el espacio en el que trabaja, pudiendo sentirse agredido e incómodo si vulneran ese “sitio”, si “invaden” su “espacio personal”. El tema de las distancias personales es el factor proxémico más importante. Son por todos conocidas las distintas costumbres culturales a éste respecto, por ejemplo entre la cultura mediterránea, latinoamericana y anglosajona. No todas las personas tienen la misma concepción sobre las distancias personales ideales que deben guardarse entre las personas. La distancia personal alrededor de un individuo constituye un territorio que ocasiona reacciones emocionales muy fuertes en caso de ser transgredidas, a veces con unas consecuencias difíciles de explicar.

Altman diferencia tres territorios básicos en el trabajo:

- Territorios primarios, son los ocupados por el mobiliario, mesa, silla, ordenador, armario.
- Territorios secundarios, son las zonas conjuntas, los vestuarios, máquina de café, sala de descanso o fumadores.
- Territorios públicos, son los de uso general, el recibidor, el pasillo

principal, sala de conferencias.

Diversos autores diferencian cuatro tipos de distancias:

- ?? Distancia íntima, gran contacto sensorial, visual, térmico y táctil. La distancia se encuentra entre 0–15 cm a 15–45 cm.
- ?? Distancia personal, contacto sensorial ligero, contacto táctil. La distancia entre 45–75 cm a 75–125 cm.
- ?? Distancia social, contacto sensorial débil. La distancia se encontraría entorno a 125 cm -2m, 2 -3,5m.
- ?? Distancia pública, escaso contacto sensorial. La distancia estimada es de 3,5 -7,25 a más de 7,25m.

Gherardin en la Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo de la OIT de 1983, establece unos valores mínimos:

- 4,5m<sup>2</sup> por persona.
- 2,5-2,6m. de altura de techos.
- 7-12m<sup>3</sup> por persona.

La orientación corporal es otro factor a considerar, ya que no es lo mismo tener a una persona enfrente, al lado o detrás de uno mismo, aunque se mantengan las distancias personales.

Aunque se mantengan estas distancias físicamente, en la mayoría de las ocasiones se vulneran de forma auditiva, olfativa, etc., dando lugar a conflictos entre los propios compañeros. La mayoría de los espacios de trabajo tienden a ser compartimentados para evitar los grandes espacios, las dificultades en la comunicación y el sentimiento de falta de confidencialidad y privacidad.

El Comité Técnico 159/SC de ISO, tras numerosos estudios recomienda unas superficies mínimas por persona en oficinas:

- 9m<sup>2</sup> por persona para trabajos administrativos.
- 6m<sup>2</sup> por persona en oficinas divididas.
- 10m<sup>2</sup> por persona en oficinas no divididas.
- 12m<sup>2</sup> por persona cuando se encuentran situadas unas enfrente de otras.

En España, el Real Decreto 486/1997 sobre los lugares de trabajo, establece en el Anexo I punto segundo:

1º. Las dimensiones de los locales de trabajo deberán permitir que los trabajadores realicen su trabajo sin riesgos para su seguridad y salud y en condiciones ergonómicas aceptables. Sus dimensiones mínimas serán las siguientes:

- a) 3 metros de altura desde el piso hasta el techo.  
No obstante, en locales comerciales, de servicios, oficinas y despachos, la altura podrá reducirse a 2.5 metros.
- b) 2 metros cuadrados de superficie libre por trabajador.

c) 10 metros cúbicos, no ocupados, por trabajador.

En cualquier caso, es conveniente tener en cuenta que todos los elementos como el espacio físico, campo visual, distancia mínima personal con otros puestos, situación corporal (espacio anterior y posterior), espacio único o compartido, accesibilidad, privacidad, etc., no suelen constituir reclamaciones conscientes para el individuo, pero no por ello dejan de ser relevantes en la conducta laboral.

## **5.- EL SÍNDROME DEL EDIFICIO ENFERMO**

Este término comenzó a oírse a finales de los años 70, aunque algunos autores prefieren hablar de edificios con problemas o de enfermedades relacionadas con el edificio, otros aluden al tema como el síndrome de los edificios de oficinas herméticas o mal ventiladas. El síndrome del edificio enfermo es el nombre que se da a edificios en los que sus moradores sufren un conjunto de síntomas, existiendo una relación temporal positiva entre la permanencia en ellos y la sintomatología padecida.

Los habitantes del “edificio enfermo” suelen manifestar problemas de salud que no son siempre fáciles de identificar. Las enfermedades más frecuentes que se encuentran en los edificios enfermos son las relacionadas con las vías respiratorias; respiración dificultosa, rinitis, infecciones, resfriados, ronqueras, asma. Pero no son las únicas, ya que también son muy habituales los dolores de cabeza, la fatiga mental, náuseas, mareos, erupciones cutáneas, etc.

En la mayoría de los casos el síndrome del edificio está relacionado con el sistema de ventilación del mismo. Frecuentemente este tipo de edificios enfermos están equipados con sistemas de climatización artificial y de reciclaje del aire interno. En el aire de los edificios herméticos suele concentrarse todo tipo de sustancias y partículas que se desprenden incluso del mobiliario. La estructura de los edificios “modernos” incluyen múltiples factores de riesgo a considerar, desde los contaminantes ambientales, tanto químicos como biológicos, los olores, la iluminación, el ruido, la presencia de vibraciones, el ambiente térmico, la humedad relativa. Con frecuencia, el sistema de reciclaje del aire y ventilación interna no es suficiente para suprimir todos estos factores de contaminación.

Para determinar la existencia de un edificio enfermo debe atenderse especialmente a la relación temporal entre la sintomatología y la permanencia en tales edificios. Para ello debe atenderse distintos aspectos, como el momento de aparición de los síntomas y de su desaparición. La observación de la sintomatología durante fines de semana y períodos vacacionales suele ser ilustrativa a este respecto.

### *ACTIVIDADES DE RECAPITULACIÓN*

?? ¿ Cómo regula el organismo la temperatura corporal ?

- ?? ¿ A qué aspectos hay que atender para medir el confort térmico?
- ?? ¿ Cómo se controlan los efectos nocivos del ruido ?
- ?? El confort luminoso o visual depende de tres factores ¿Cuáles son y en qué consisten?
- ?? Organiza las sugerencias que se deberían tener en cuenta en la iluminación de las pantallas de visualización de datos.
- ?? Compara las recomendaciones del Comité Técnico 159/SC de ISO y el Real decreto 486/1997.
- ?? Enumera efectos sobre la salud que puede producir el “Síndrome del Edificio Enfermo”.

## **RECUERDA**

- ?? La ergonomía ambiental estudia aquellos factores ambientales que afectan el confort laboral para que se ejecuten en condiciones de seguridad y no resulten nocivos a la salud.
- ?? Cada tipo de trabajo, en función de la actividad física que se realiza, requiere un ambiente térmico apropiado. Por ello el ambiente térmico debe someterse a evaluación y control.
- ?? El ruido incide en la ejecución del trabajo con efectos específicos e inespecíficos, es decir afectando a la función auditiva y a la mayoría de las funciones del organismo y la conducta. La principal medida de control es la actuación sobre las fuentes de ruido.
- ?? Una correcta iluminación del lugar de trabajo debe incluir tanto la iluminación ambiental como la específica del lugar de trabajo y la tarea que se ejecuta. Existe una reglamentación sobre los niveles mínimos de iluminación.
- ?? La proxemia atiende a la organización espacial del trabajo y recomienda que se tenga en cuenta el mantenimiento del espacio personal en la realización del trabajo.
- ?? El síndrome del edificio enfermo se origina por un sistema de ventilación incorrecta incapaz de eliminar la contaminación del aire procedente de fuentes muy diversas existentes en los edificios: mobiliario, máquinas, personas, etc.

## UNIDAD III

### EL DISEÑO DE PUESTOS DE TRABAJO

#### CONTENIDOS

1. Antropometría
2. Interacción Hombre-máquina
3. El diseño de puestos de trabajo
4. Los dispositivos de interacción y control

#### OBJETIVOS

- ?? Adquirir conocimientos de antropometría, interacción hombre-máquina y dispositivos de interacción y control.
- ?? Saber aplicar dichos conocimientos en la valoración del diseño de un puesto de trabajo.

El diseño de lugares y puestos de trabajo es de alguna manera el objetivo básico de la ergonomía. Bien desde una perspectiva preventiva o desde una correctiva, el objetivo final de la ergonomía es configurar unos puestos de trabajo que hagan el trabajo más seguro, cómodo y productivo. Para ello la ergonomía tiene que auxiliarse de diferentes disciplinas que le proporcionan la información necesaria para obtener el puesto de trabajo con los atributos requeridos: ingeniería, medicina, psicología y sociología son probablemente las que contribuyen de forma más directa.

El diseño de puestos de trabajo (DPT) se realiza atendiendo a las acciones que deben ejecutarse en una determinada tarea y al tipo de acciones que el hombre puede acometer con un margen suficiente de seguridad y comodidad. De esta tarea se encarga básicamente la antropometría.

#### **1.- La antropometría.**

La antropometría tiene una historia que no es nueva, se remonta al “canon” elaborado inicialmente por los escultores griegos que establecía el equilibrio de las medidas de las diferentes partes del cuerpo. Si conocido es el “canon” de Policleto en la antigüedad, lo es más el elaborado por Leonardo da Vinci en el Renacimiento. Contemporáneo a Leonardo, Alberto Durero contribuyó al establecimiento de las bases y datos de la antropometría al

desarrollar un sistema de observación y medidas de la anatomía humana en un gran número de personas. Fue en el siglo XIX cuando se desarrolló la disciplina de la antropometría como tal mediante la recopilación y organización de los datos ya existentes. En nuestra época el estudio científico de los factores humanos en el trabajo ha impulsado la constitución de la antropometría como disciplina aplicada.

La antropometría es la ciencia que estudia las medidas del cuerpo humano tomando como referencias las estructuras anatómicas principales. Fundamentalmente es una ciencia auxiliar en el diseño de los puestos de trabajo.

### *Las medidas antropométricas*

El número de medidas antropométricas varía en función de la precisión deseada y de los fines buscados. Una lista relativamente amplia, comprendiendo 24 parámetros o medidas es la que se ofrece a continuación.

- 1.- Altura poplítea. (AP)
- 2.- Distancia sacro-poplítea.(SP)
- 3.- Distancia sacro-rótula (SR)
- 4.- Altura muslo asiento (MA)
- 5.- Altura muslo-suelo (MS)
- 6.- Altura rodilla suelo (RS)
- 7.- Altura codo asiento (CA)
- 8.- Distancia codo-mano (CM)
- 9.- Alcance máximo del brazo adelante (Amab)
- 10.- Alcance mínimo del brazo adelante (Amib)
- 11.- Altura ojos-suelo sentado (OSs)
- 12.- Altura hombros asiento (HA)
- 13.- Altura de caderas (muslos) sentado) (RRS)
- 14.- Altura subescapular, sentado (AS).
- 15.- Altura iliocrestal (AI) Distancia vertical
- 16.- Ancho codo-codo (CC)
- 17.- Profundidad de pecho (PP)
- 18.- Profundidad de abdomen (PA)
- 19.- Anchura de hombros (HH)
- 20.- Altura hombros-suelo de pie (HSp)
- 21.- Altura codo-suelo, de pie (CSp)
- 22.- Altura ojos-suelo, de pie (Osp)
- 23.- Ancho de tórax (AT)
- 24.- Estatura (E)

Para efectuar las mediciones se utilizan diferentes tipos de instrumentos:

- 1º.- Antropómetro, de tamaño proporcional al cuerpo
- 2º.- Estadiómetro. Se utiliza para medir la estatura
- 3º.- Cinta métrica .
- 4º.- Balanza clínica. Se utiliza para obtener el peso
- 5º.- Silla antropométrica. Para tomar medidas al sujeto sentado.

En general, el diseño de puestos de trabajo se efectúa para el hombre medio, dado que el número de personas que pueden acceder a un puesto de trabajo suele ser muy alto. El argumento se hace todavía más

imperioso cuando la utilización de puesto está destinada a grandes poblaciones.

El concepto de hombre medio indica que obtenida una variable, a partir de ella se podrían obtener las restantes, pues todas las partes anatómicas del cuerpo humano guardan entre sí una determinada relación tal como establecía el canon griego. En la práctica común la mayoría de medidas se suelen estimar a partir de la estatura, probablemente la medida más fácil de obtener. Así, por ejemplo los estudios hechos con una población española por el Instituto nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo a partir de la estatura estableció los coeficientes que aparecen en la tabla nº 6

**TABLA Nº 6º**

COEFICIENTES ANTROPOMÉTRICOS  
DE HOMBRES Y MUJERES ESPAÑOLES

**VARONES**

<i>Medidas</i>	<i>Medias</i>	<i>%5</i>	<i>%95</i>
Altura al nivel de los ojos	0,94	0,93	0,95
Altura al nivel de hombros	0,83	0,82	0,85
Altura al nivel de los codos	0,64	0,61	0,67
Alcance máx. vertic. mano	1,25	1,23	1,28
Alcance máx. frente mano	0,46	0,41	0,50
Longitud del brazo	0,20	0,18	0,22
Longitud antebrazo	0,16	0,15	0,17
Longitud cadera-rodilla	0,30	0,25	0,33
Altura al nivel de las rodillas	0,29	0,26	0,31

**MUJERES**

	<i>Medias</i>	<i>%5</i>	<i>%95</i>
Altura al nivel de los ojos	0,94	0,93	0,95
Altura al nivel de hombros	0,83	0,82	0,85
Altura al nivel de los codos	0,64	0,62	0,66
Alcance máx. vertic. mano	1,24	1,20	1,28
Alcance máx. frente mano	0,45	0,40	0,50
Longitud del brazo	0,20	0,19	0,21
Longitud antebrazo	0,16	0,15	0,17
Longitud cadera-rodilla	0,32	0,27	0,35
Altura al nivel de las rodillas	0,29	0,27	0,31

Las medidas de referencia más habituales, tal como ya se ha podido advertir, son la estatura y el peso, pues son las dos más globales y generalmente más relacionadas con todas las demás. En el establecimiento de las medidas antropométricas es importante determinar el lugar que ocupa una persona con respecto a su grupo. A partir de los datos estadísticos de la media y la desviación típica es posible estimar el percentil de una persona con respecto a una determinada medida. El percentil es la posición o número que la persona tiene entre cien personas del mismo grupo de referencia, de forma que el percentil 95 indica que sólo hay cinco personas con valores superiores al suyo. La ergonomía habitualmente establece diseños para el 90% de la población, es decir para los sujetos que están entre el percentil 5 y el 95.

Hasta ahora hemos hablado del concepto de hombre medio en antropometría, sin embargo el concepto tiene sus dificultades. En realidad el hombre medio no existe, pues nadie coincide exactamente con las proporciones teóricamente establecidas. No obstante el diseño en función de este tipo de criterios disminuye el número de errores, ya que si se establece correctamente sólo muy pocos sujetos no podrían adaptarse cómodamente al diseño establecido. Por otra parte la referencia al hombre medio debe ser especificada en la medida de lo posible, pues puede diferir en función de la población de referencia. El hombre medio europeo, español, americano y oriental pueden diferir en no pocos parámetros.

Los datos antropométricos además de estar afectados por la población de referencia pueden cambiar a lo largo del tiempo, de aquí la importancia de realizar estudios antropométricos con la suficiente frecuencia para que se tengan bases de datos actualizadas. Entre las principales variables que afectan los parámetros del hombre medio están la edad y el sexo, aunque puedan influir otras variables como el grupo étnico o variables sociales diferentes como el grupo económico. Con referencia a la edad se ha observado que los datos antropométricos varían a lo largo de períodos prolongados de tiempo. Los datos obtenidos desde el siglo pasado hasta la actualidad indican un aumento de la estatura y una disminución del tiempo en alcanzarla.

Probablemente el factor de variación más analizado en antropometría sea el sexo. Los datos absolutos obtenidos para hombres y mujeres indican que los valores son mayores para los hombres. En la tabla nº 7 se observan tales diferencias.

**TABLA Nº 7**

DATOS ANTROPOMÉTRICOS  
DIFERENCIALES EN FUNCIÓN DEL SEXO

	VARÓN	MUJER	DIF.	REL.
Peso	70,30	57,48	12,55	1,22
Estatura	1.685,97	1.581,23	104,74	1,07
Altura al nivel de los ojos	1.582,52	1.478,90	103,62	1,07
Altura al nivel de hombros	1.401,00	1.311,67	89,33	1,07
Altura al nivel de los codos	1.073,88	1.011,24	62,64	1,06
Alcance máx. vertic. mano	2.103,40	1.956,45	146,95	1,08
Alcance máx. frente mano	768,71	713,70	55,01	1,08
Longitud del brazo	341,46	322,45	19,01	1,06
Longitud antebrazo	275,40	252,68	22,72	1,09
Longitud cadera-rodilla	506,55	504,66	189	1,00
Altura al nivel de las rodillas	482,96	452,98	29,98	1,07

*El diseño ergonómico y la antropometría*

La antropometría es el punto de partida para el diseño del puesto de trabajo. En el DPT se debe atender a dos criterios básicos:

1º. *Diseño en función de la población.* Quién o quiénes lo van a utilizar. El diseño puede variar según lo vaya a utilizar una persona, un grupo o una población extensa.

2º. *Diseño en función de la tarea.* Qué trabajo específico se va a desarrollar. Tipos de posturas, movimientos y frecuencia de los mismos

#### *Diseño en función de la población.*

El DPT raramente se hace atendiendo a una sola persona. Es demasiado costoso y los puestos de trabajo no suelen ser unipersonales. En el caso de que así fuera se procedería tomando las medidas antropométricas de la persona en cuestión. El diseño unipersonal es raro y lo habitual es que el DPT se realice para un grupo o población. En este caso hay varios sistemas de diseño.

*El diseño para los extremos.* Se efectúa cuando se tiene en cuenta las medidas antropométricas extremas del grupo en cuestión. Por ejemplo, si se trata de decidir la distancia a la que hay que situar un mando de control se tendría en cuenta la distancia más corta del brazo de los miembros del grupo, de forma que todos la puedan alcanzar sin problemas.

*El diseño ajustable.* Es el tipo de diseño que se realiza cuando se quiere que cada operador de un puesto de trabajo adapte las medidas con las que tiene que trabajar, de forma que le permitan la máxima seguridad y comodidad de operaciones. El ajuste de la altura de los asientos de conducir o de los volantes es un claro ejemplo, otro lo es el asiento del cliente para los dentistas o peluqueros.

*El diseño promedio.* En este caso el diseño se efectúa atendiendo a los parámetros antropométricos del hombre medio anteriormente expuestos. Es, por ejemplo el caso de los asientos de un teatro, cine o medio de transporte.

## **2.- La interacción Hombre - Máquina.**

El DPT tiene el objetivo ya especificado de facilitar la interacción del hombre con su entorno laboral, de forma que su trabajo resulte más seguro, cómodo y productivo. En la situación del actual desarrollo tecnológico pueden establecerse tres tipos básicos de entornos o tipo de interacción con el propio trabajo: manual, mecánico y automático.

*Entorno manual.* La interacción manual se produce cuando el usuario aporta toda la energía que se exige en la ejecución del trabajo y se ejerce un control directo y completo sobre todas las fases del proceso. Un ejemplo de ello puede ser el trabajador de la construcción que está levantando un muro, o el carpintero que está fabricando una silla. La interacción completamente manual es cada vez más rara.

*Entorno mecánico.* Los sistemas mecánicos son aquellos en los que el

hombre y la máquina aportan conjuntamente la energía para la ejecución del trabajo. Un trabajador que utiliza un martillo neumático es un ejemplo de ello. La parte de energía correspondiente a cada elemento de la interacción puede ser muy variable. La tendencia es que la interacción del hombre se centre en la dirección de los procesos a partir de las indicaciones que el mismo entorno de trabajo le proporciona. El ejemplo del hombre conduciendo un coche o manejando una grúa puede ser un ejemplo de ello.

Entorno automático. Los sistemas automáticos son aquellos en los que la interacción H.M. es muy escasa, pues la propia máquina realiza el proceso de autocontrol necesario para su operación, de forma que autoregula su proceso. El automatismo total es prácticamente inexistente ya que siempre es necesario alguna forma de supervisión y control externo por parte del hombre.

El diseño adecuado de la interacción H.M supone el análisis previo de las funciones y tareas que ejecuta mejor la máquina y las que realiza mejor el hombre. Cada uno de los elementos de la interacción H.M tiene sus partes fuertes. La tabla nº 8 resume algunas de ellas.

TABLA Nº 8

### INTERACCION HOMBRE-MÁQUINA

#### FUNCIONES QUE HACE MEJOR EL HOMBRE

Percepción de amplia  
gama de estímulos  
Generalización de  
esquemas percibidos  
Retención de alto volumen  
de percepción  
significativa  
Capacidad de juicio  
Improvisación  
Respuestas originales  
Cambio de procedimientos

#### FUNCIONES QUE HACE MEJOR LA MÁQUINA

Operaciones de rutina  
de precisión  
Respuesta inmediata a  
señales  
Trabajos de considerable  
fuerza y precisión  
Capacidad de recuperación  
de mucha información  
Cálculos rápidos y precisos  
Sensibilidad a estímulos más  
allá del registro humano  
Insensibilidad a factores humanos  
patógenos  
Operaciones rápidas y precisas

### 3.- El diseño de puestos de trabajo

El diseño de puestos de trabajo debe atender a diferentes aspectos del trabajo. Entre los más importantes pueden destacarse los siguientes:

- 1.- El espacio.
- 2.- La posición.
- 3.- Los planos de trabajo.
- 4.- Los elementos de la interacción.

### *El espacio de trabajo*

El espacio de trabajo es el lugar donde se realiza una determinada tarea. En algunos casos es fijo, en otros casos es móvil debiendo ejecutarse en diferentes lugares. La norma ISO 6385 lo define como “el volumen asignado a una o varias personas así como los medios de trabajo que actúan conjuntamente con él (o ellos) en el sistema de trabajo para cumplir la tarea”. En la determinación del espacio de trabajo debe atenderse a las posturas, movimientos y visibilidad espacial.

### *La posición de trabajo.*

La posición del puesto de trabajo es uno de los aspectos más importantes en el diseño ergonómico. Las posiciones posibles en un puesto de trabajo son múltiples, pero mientras algunas son cómodas y requieren poco esfuerzo, otras hacen más difícil e inseguro el propio trabajo y con el tiempo son causas de molestias cuando no de accidentes o lesiones.

Las posiciones de trabajo más cómodas son de pie y sentado. Determinar cuando conviene una u otra es un tema importante. La posición de pie en el hombre es una postura inestable por lo que se requiere el mantenimiento constante del equilibrio, ocasionando una actividad nerviosa y energética que debe ser tenida en cuenta. La posición sentada es estable, lo que significa menor coste energético y menos cansancio cuando la postura es prolongada. Actualmente gran parte de los puestos de trabajo se diseñan para estar sentados.

No obstante cada posición tiene sus ventajas e inconvenientes. Cuando la posición es de pie y el trabajo es estático hay un gasto de energía considerable en el mantenimiento del equilibrio y una circulación sanguínea insuficiente. Sin embargo la posición de pie es más conveniente cuando se tienen que hacer movimientos que implican el ejercicio de fuerza. La posición de sentado supone una modificación de la columna vertebral que deja de tener su forma normal (lordosis) para adoptar una forma más tensa y contraída (cifótica).

Dada la importancia de la posición en el diseño del trabajo la norma AFNOR 35-104 presenta un diagrama a fin de estimar los criterios a considerar en la decisión sobre la posición. El gráfico nº 3 expone el diagrama.

Uno de los aspectos más habituales en el DPT es el diseño del asiento, su importancia es tanto mayor cuando se debe pasar la mayoría del tiempo en posición sentada. Lo más conveniente es que la altura del asiento sea regulable entre 32 y 50 cm. Para actividades en las que se vaya a estar largo

tiempo sentado se sugiere que la planta del pie se apoye cómodamente en el suelo y que la rodilla forme un ángulo de 90°. La profundidad del asiento debe tener entre 40 y 50 cm. La anchura debe ser calculada atendiendo al máximo de cadera de las personas que vayan a sentarse. El respaldo debe suministrar apoyo a la zona lumbar, en el caso de sillas de oficina, el plano medio del asiento no debe superar un ángulo de tres grados respecto a la horizontal y el respaldo los 100 grados respecto al asiento.

Otros elementos a considerar son el apoyabrazos, el soporte y acolchamiento. El acolchamiento tiene la función de distribuir de forma equilibrada la presión del cuerpo. En cuanto al soporte o apoyo sobre el suelo, su característica más importante es que sea estable. En sillas de oficina se aconseja que la silla esté dotada de cinco puntos de apoyo móviles, es decir con ruedas, a fin de facilitar pequeños desplazamientos habituales en el trabajo administrativo.

### *Los planos de trabajo*

Son los planos en los que se ejerce el trabajo. En el diseño de los mismos es importante tener en cuenta el tipo de trabajo que se va a efectuar. La altura de la persona es el criterio más relevante cuando se trata de establecer la altura del plano de trabajo que se debe efectuar con las manos. Grandjean (1983) ha estudiado esta relación para tres tipos de trabajo: trabajo de precisión, de poco esfuerzo y trabajo esforzado. La altura media recomendada es para un hombre de 170 cm, por ello, en la medida que sea posible, los planos de trabajo deberían ser modificables y adaptables en una amplitud de más de 20 cm y menos de 30 cm.

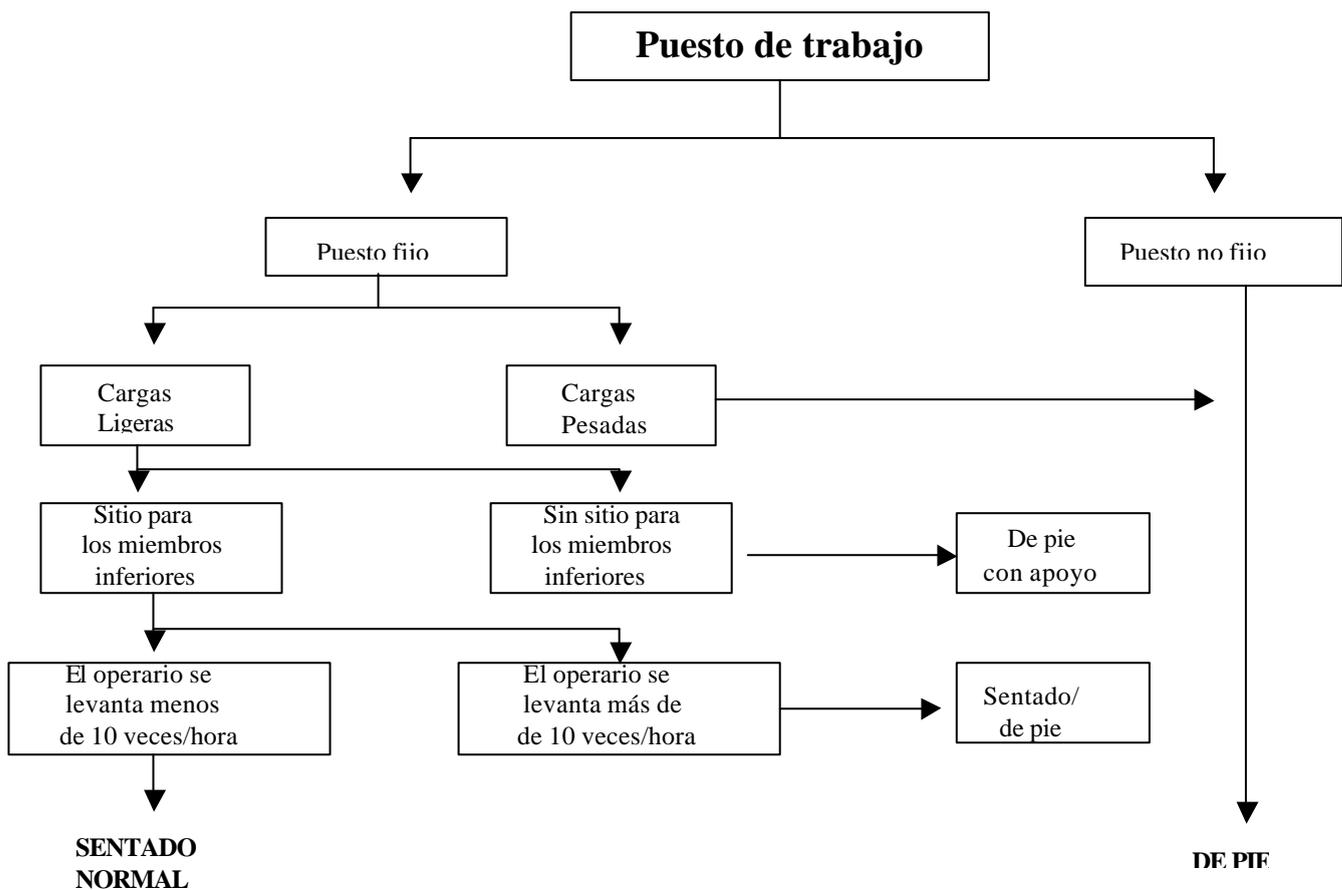


Fig. nº 3 Criterios de decisión para la posición

El uso de los planos de trabajo sentado sigue una lógica semejante a la anterior. De nuevo se pueden distinguir tres tipos de trabajo: de precisión, mecanográfico o similar y de lecto-escritura. Cada uno de ellos requiere una altura promedio específica que es la más cómoda para la población en general. Por trabajo de mecanografía o similar se entiende aquel que requiere una libertad de movimientos. Para este tipo de trabajo se requiere que el plano de trabajo esté a la altura de los codos.

### *Las áreas de trabajo*

Las áreas de trabajo son las zonas en las que el trabajador ejecuta normalmente su interacción con la máquina o realiza la tarea asignada. El área o espacio de trabajo conveniente es aquel en el que se realizan los movimientos pertinentes y necesarios sin que ello suponga gastos energéticos excesivos o esfuerzos notables. Los movimientos normales son aquellos que se realizan con los brazos paralelos al tronco y los antebrazos en un ángulo de 90°.

#### 4.- Los dispositivos de interacción y control.

La interacción HM se efectúa mediante el intercambio de información relevante entre los dos componentes del sistema. Existen una amplia gama de dispositivos informativos (DI) destinados a facilitar este intercambio de forma que se efectúe con seguridad y comodidad para el hombre. La mayoría de ellos utilizan el sistema sensorial visual (DIV) para efectuarlo, aunque se utilizan en alguna medida los sistemas sensoriales auditivos y táctiles. Más del 80% de la interacción se realiza a través del medio visual.

##### Dispositivos informativos visuales (DIV)

Existen diferentes formas de transmitir visualmente la información necesaria para la interacción. El criterio de selección entre ellas debe seguir el criterio de eficacia y sencillez. Ello significa que el criterio de adopción debe seguir la norma de preferir los más sencillos y fáciles de entender. La transmisión de la información depende de algunos parámetros físicos como la visibilidad y legibilidad del mensaje transmitido. Existen siete tipos básicos de DIV.

**Alarmas.** Las alarmas visuales suelen ser pilotos luminosos que se activan. Frecuentemente se utiliza el sistema de parpadeo más que el encendido para atraer más rápidamente la atención. Su encendido indica una llamada de atención que debe ser atendida inmediatamente. En función de su importancia pueden llevar añadida una alarma sonora complementaria. En un coche, el encendido del piloto del aceite es un ejemplo de ello.

**Indicadores.** Se diferencian de las alarmas en que su encendido no implica una acción inmediata, sino la transmisión de una información que debe ser tenida en cuenta, por ejemplo, de que se está realizando un proceso. En una cámara de relevado el piloto encendido indica que se está trabajando en ella y no debe abrirse la puerta.

**Símbolos.** Son señales convencionales que transmiten una información o norma que debe cumplirse. Por ejemplo, los símbolos de la obligación de utilizar el casco protector en una zona en construcción o de riesgo eléctrico en una valla o puerta. Los símbolos son tanto más eficaces cuanto su interpretación requiere menos conocimientos y transmiten de forma intuitiva la información pretendida.

**Escritura.** Con frecuencia el lenguaje escrito acompaña a la información suministrada por los símbolos para aclararlo o para insistir en su mensaje. En el contexto de los DIV, el escrito debe ser breve y claro, si es posible en sentido afirmativo, dotado de una buena legibilidad.

**Contadores.** Son dispositivos que informan de un número o valor con el que se debe operar. Como tales expresan directamente el número o valor en cuestión, la altura o profundidad puede ser un ejemplo. No

suelen ser aconsejables en procesos de cambio muy rápidos.

**Diales y cuadrantes.** Son los DIV más complejos y pueden tomar diferentes formas: circulares, semicirculares, rectangulares, cuadrados etc. Los hay de dos tipos indicadores móviles con una escala fija, como el cuentarrevoluciones de un coche o escalas móviles con un indicador fijo.

**Pantallas.** Tienen una gran extensión de uso. Las más conocidas son las pantallas de los monitores de ordenador, que se exponen en otra parte. Además, otras pequeñas pantallas o displays juegan un papel informativo de retroalimentación de conducta para el usuario.

Aunque los dispositivos visuales son los más recurridos, no son los únicos utilizados en el sistema de interacción H-M. Los dispositivos auditivos tienen la ventaja de que no requieren una ubicación fija del trabajador y son más resistentes a la fatiga. Para que puedan escucharse debidamente deben de tener un volumen de 10dB por encima del ruido ambiente. Suelen utilizarse preferentemente cuando tienen una función colectiva, como una sirena de alarma. Su uso suele ser complementario a los DIV, los acompañan cuando hay una sobrecarga visual y cuando se quiere llamar inmediatamente la atención.

Los dispositivos indicativos táctiles se usan en lugares con una iluminación deficiente, cuando el número de controles es muy elevado y se corre el riesgo de confusión o para ser utilizados por personas que tienen problemas de visión. Ayudan a aumentar la flexibilidad del sistema.

En general, la cantidad de información que suministran los DI al usuario en sus operaciones debe adaptarse a la que realmente necesita para interactuar con la máquina o el entorno. Todo exceso de información actúa como una forma de ruido y aumenta la probabilidad de errores. Mientras más elementos tenga el panel de un coche mayor riesgo de confusión genera. Algo semejante ocurre con la precisión de la información suministrada, que debe ser la suficiente y necesaria. El exceso de precisión genera errores. Por ejemplo, si un display muestra una temperatura de 36,41° se produce una probabilidad mayor de error en la lectura que si se muestra simplemente 36°.

### *El control de la interacción*

La interacción H-M tiene el objetivo de controlar los procesos que se desarrollan a fin de poder alcanzar el objetivo previsto y obtener los resultados esperados, al menos dentro de unos límites. Los DI tienen la función de transmitir adecuadamente toda la información necesaria para ello. La relación entre controles y dispositivos de información se ilustra en el ejemplo del panel de información del coche y los controles de conducción; volante, freno, marcha y embrague. La información suministrada por el primero guía el manejo de los controles.

Las funciones básicas que desarrollan los controles son las de iniciar o detener un proceso, fijar los valores discretos con los que se quiere trabajar,

como cuando se fija la velocidad de un coche, especificar un valor continuo con el que se quiere operar, como se procede al determinar el volumen de un aparato de radio, cambiar el tipo de proceso, como se hace en el manejo del volante del coche o introducir nuevos datos en un sistema, como se hace con el teclado de un ordenador.

Los tipos de controles que pueden ser utilizados para ello son múltiples. Palancas, volantes, pedales, manivelas, perillas, selectores rotativos, interruptores y botones de diverso tipo y forma de activación.

Es importante la selección del tipo de control a utilizar pues de ello depende su eficacia. Así la selección de los controles debe seguir el principio de no sobrecargar ninguna extremidad. Según la precisión de la operación el control se debe asignar a las manos o a los pies, dejando para los pies los controles menos precisos y que más fuerza deben realizar. Así como las manos pueden accionar varios controles sin riesgo de error, el uso de controles por lo pies debe hacerse de forma debe ser limitado, asignando un número limitado. El gráfico nº 4 expone los criterios a seguir en la selección de los controles.

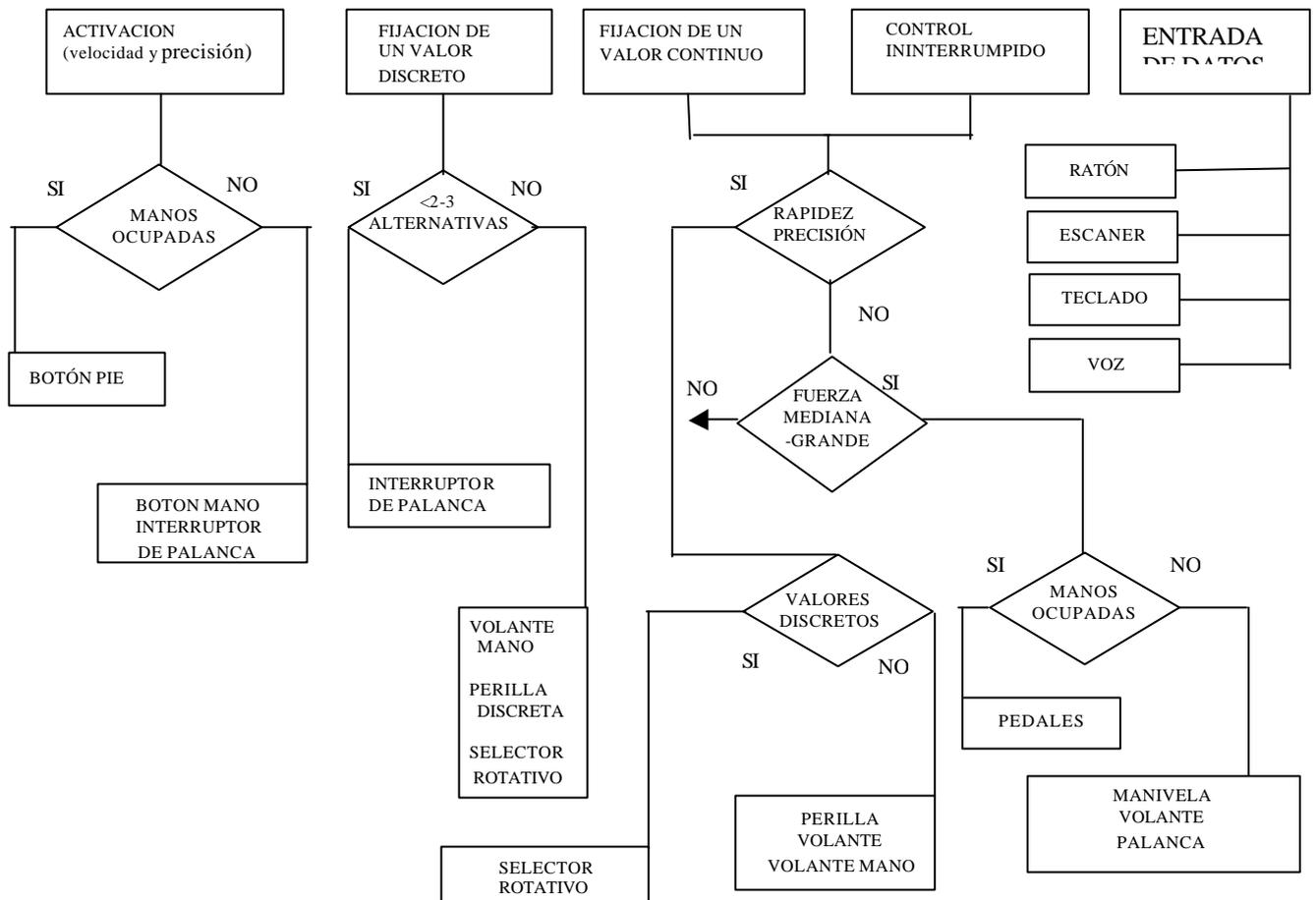


Fig. nº 4 Criterios para la elección de controles

### La compatibilidad de los controles

El primer requisito de los controles es que su uso sea fácil y minimice las posibilidades de error. El ideal de cualquier control es que una vez conocida su función, su utilización sea intuitiva o al menos permita un aprendizaje seguro y rápido. La compatibilidad estudia estos aspectos desde diferentes puntos de vista.

Existen cuatro aspectos de la compatibilidad que es necesario tener en cuenta: espacial, de movimientos, temporal y cultural.

La compatibilidad espacial o geométrica se refiere a la correspondencia espacial entre DI y sus controles correspondientes. La relación entre ellos debe ser fácilmente percibida de forma que al manejar un control se sepa a que indicador corresponde. Un ejemplo casero es la correspondencia no siempre clara entre los mandos de una cocina y los fuegos correspondientes.

La compatibilidad de movimientos se refiere a la correspondencia entre el movimiento que se debe efectuar en los controles y el sentido marcado por los indicadores correspondientes, de forma que indicador y control vayan en el mismo sentido. En nuestra cultura los valores de la escala deben aumentar de izquierda a derecha o de abajo a arriba y los mandos de los controles deben accionarse en el mismo sentido. Así, una perilla girará a la derecha para aumentar un valor, y un palanca se accionará hacia arriba cuando se desea aumentar los índices de referencia.

La compatibilidad temporal se refiere a la velocidad de reacción que se establece entre el indicador y el control. La relación entre la información del indicador y la necesidad de respuesta del usuario no debe sobrepasar la capacidad de reacción motriz media. Un aspecto concreto es la relación control/dispositivo (C/D) que se refiere a la velocidad de respuesta del indicador en relación con la acción efectuada sobre el control. El C/D indica también la sensibilidad del control, se dice que la sensibilidad es grande si con un ligero movimiento los cambios obtenidos en el control son grandes.

La compatibilidad temporal depende del tiempo de reacción (TR), que se define como el tiempo entre la recepción de una señal y la rapidez de ejecución posible de la respuesta adecuada. Con frecuencia el TR no es una variable crítica porque la información no es urgente y simultáneamente relevante, como ocurre al advertir un obstáculo en la carretera en un coche a gran velocidad. El TR depende de muchos factores como la edad, el entrenamiento, el tipo de señal recibida, la fatiga etc.

Existen dos tipos de TR. El tiempo de reacción simple es aquel que depende de una señal simple del tipo de ausencia-presencia, en este caso el tiempo de reacción es menor. El tiempo de reacción complejo es aquel que depende de una información compleja, la que supone una información con diferentes alternativas. En este caso el tiempo de reacción es mayor. Existen algunas referencias que tratan de establecer el TR en función del tipo de señal recibida que recoge la tabla nº 9

La compatibilidad cultural se refiere a la generalidad de la aplicación de

la relación entre indicativo-control de forma que la mayoría de culturas y subculturas interpreten los datos de la misma forma. No siempre es fácil, pues mientras en occidente el aumento de valores se suele exponer espacialmente de izquierda a derecha y de abajo a arriba en culturas orientales no se procede de la misma forma.

**TABLA Nº 9**

**TIEMPOS DE REACCIÓN SIMPLE Y COMPLEJO  
EN FUNCIÓN DE LA NATURALEZA ESTÍMULAR**

<b>SENTIDO</b>	<b>TRS-TRC(ms)</b>
Tacto	11 <sup>o</sup> -155
Audición	120-160
Visión	150-200
Temperatura	150-200
Olfato	200-500
Dolor	200-1000

**ACTIVIDADES DE RECAPITULACIÓN**

- ?? ¿Cuáles son los tipos de diseño en función de la población? ¿En qué consisten?
- ?? Establece los elementos que hay que atender en el diseño del asiento.
- ?? ¿En qué consiste la compatibilidad de los controles de la interacción?

**RECUERDA**

- ?? La antropometría es el punto de partida para el diseño de los puestos de trabajo. Un concepto central en la antropometría es el de “hombre medio”, pero su uso tiene limitaciones muy importantes.
- ?? En la interacción Hombre-Máquina se debe atender a las funciones que cada uno de ambos elementos realiza de forma más rápida y segura.
- ?? En el diseño de puestos de trabajo es un factor decisivo la posición de

trabajo, suele ser principalmente de pie o sentado. Existen criterios específicos para ello.

- ?? Los dispositivos de interacción (DI) son de diferentes tipos y deben elegirse aquellos más seguros en la transmisión de la información. Es importante no suministrar información innecesaria.
- ?? La elección del tipo de control de la interacción debe efectuarse siguiendo el principio de facilidad de uso y eficacia. Existen criterios específicos en su determinación.

## UNIDAD IV LA CARGA FÍSICA DEL TRABAJO

### CONTENIDOS

1. La biomecánica
2. El sistema energético humano
3. Los esfuerzos del organismo
4. Medición del gasto energético
5. La evaluación de esfuerzos

### OBJETIVOS

- ?? Conocer los aspectos fisiológicos de la carga física de trabajo y los criterios de valoración de ésta.
- ?? Estar en condiciones de efectuar una valoración inicial de la carga física en un puesto de trabajo.

#### **1.- La biomecánica**

El estudio del movimiento del cuerpo, especialmente del relacionado con el esfuerzo está vinculado por una parte a la biología y su estudio del cuerpo y por otra a la mecánica y sus principios, resultando de ello la disciplina conocida como biomecánica. La mecánica aporta la información relativa al movimiento y reposo de los cuerpos y las fuerzas que actúan sobre ellos. Entre los conceptos básicos de la mecánica tiene una importancia máxima el de fuerza o acción entre dos cuerpos que tiende a cambiar la relación entre ellos. Los valores que determinan una fuerza son su magnitud, la dirección, sentido y punto de aplicación. Son estos los elementos principales de la mecánica a los que hay que atender en su aplicación al movimiento del cuerpo.

La biología aporta sus conocimientos sobre el reposo y movimiento del cuerpo. Para ello aporta la información relativa a los sistemas directamente más implicados en el movimiento, principalmente del sistema osteo-muscular, aunque necesite también de la información relativa al sistema respiratorio y circulatorio.

*El sistema osteo-muscular.*

La función de sostén del cuerpo la realiza directamente el sistema óseo del organismo o esqueleto. El esqueleto es el conjunto de huesos unidos entre sí mediante articulaciones; se encarga de hacer posible la locomoción del cuerpo. Anatómicamente es un tejido conjuntivo.

Las funciones principales de los huesos son hacer posible la compresión, flexión y torsión del organismo. Su estructura a nivel microscópico consta de una parte externa y otra interna. La parte externa es sólida y consistente formada por capas que están recorridas por vasos sanguíneos y linfáticos. La parte interna corresponde al hueso esponjoso formado por una serie de espacios intercomunicados que contienen médula ósea.

Las articulaciones son las estructuras óseas encargadas de enlazar unos huesos con otros. Son de dos tipos sinoviales y no sinoviales. Las articulaciones sinoviales tienen una gran capacidad de movimiento. Su nombre proviene del líquido sinovial que se encarga de lubricar las superficies de los huesos en contacto. Las articulaciones no sinoviales tienen una capacidad de movimiento limitado. En ergonomía tienen un especial interés las articulaciones no sinoviales vertebrales que permiten principalmente los movimientos de flexión y rotación de la totalidad del cuerpo.

Los tendones tienen la función de transmitir a los huesos las fuerzas de tracción que se originan en los músculos, complementariamente los ligamentos tienen la función de mantener huesos y articulaciones en una posición correcta para poder efectuar los movimientos.

Característica particular del tejido muscular es su capacidad para contraerse en función de los estímulos nerviosos que reciben. Esta posibilidad viene dada por miofibrillas, células que tienen la posibilidad de contraerse siguiendo el principio de todo o nada. Si los músculos no siguen este principio es debido a que algunas de sus células pueden estar contraídas y otras no.

## **2.- El sistema energético humano**

La generación de energía en el organismo es el resultado de la combustión de los alimentos con el oxígeno. Entre los tres tipos básicos de alimentos: carbohidratos, grasas y proteínas, son los carbohidratos y las grasas los que mayor aporte energético proporcionan, sólo cuando estos dos tipos de alimentos son escasos se obtiene energía también de las proteínas. A partir de la alimentación se obtiene la unidad básica de energía del organismo que es el Trifosfato de Adenosina (ATP). La transformación de la ATP mediante hidrólisis transforma la ATP en difosfato de adenosina (ADP) y libera 7,3 kcal.

Si este proceso continúa efectuándose se produce un empobrecimiento energético del organismo, por lo que se hace necesario una inversión del proceso que transforme ADP en ATP, lo que se efectúa mediante la oxidación de los elementos procedentes de la alimentación. El sistema directo consiste en la oxidación de la glucosa al transformarse en ácido pirúvico. Otra fuente importante proviene de la oxidación del ácido pirúvico. En algún caso el ácido

pirúvico puede originar el ácido láctico que se produce cuando la oxigenación es incompleta. La acumulación del ácido láctico en los músculos produce fatiga muscular y puede dar lugar a calambres. El descanso genera la metabolización del ácido láctico y la desaparición de las molestias musculares.

El proceso descrito depende básicamente del suministro de oxígeno, por lo que es necesario que el sistema de transporte de oxígeno a los músculos funcione correctamente. Para ello se necesita la aportación necesaria del sistema circulatorio y respiratorio. La interacción correcta de los tres sistemas es importante para la producción de la energía necesaria para el organismo.

El resultado del proceso de oxigenación de la glucosa termina con la liberación de energía y de CO<sub>2</sub> que normalmente se elimina por vía sanguínea. La ausencia de eliminación de ambos productos supone un aumento de la acidez y una inflamación de los músculos debido al agua acumulada.

### *El gasto energético humano*

La eficiencia energética del cuerpo humano no rebasa el 20% de lo que produce, lo que significa que de la energía que se produce en el ejercicio físico, sólo una quinta o cuarta parte se utiliza como trabajo útil, mientras que el resto se pierde en calor.

El gasto energético del organismo humano tiene un proceso específico. Cuando el cuerpo está en reposo no varía el consumo de oxígeno, gastando una cantidad constante que puede variar en función de diferentes factores, pero que se puede estimar entre el 14% y 15% del metabolismo basal. Cuando el organismo realiza un ejercicio requiere un aumento del gasto energético de oxígeno, sin embargo la aportación del sistema circulatorio y respiratorio es lenta y tarda en aportar la oxigenación necesaria, por ello el organismo toma la energía de otras fuentes que completan las necesidades de oxígeno. Esta energía se extrae de las moléculas de ATP y de energía anaeróbica suministrada por el glucógeno y la glucosa. En general, cuando la aportación de la energía aeróbica es insuficiente, el organismo acude a otras fuentes de energía que complementan de forma anaeróbica la energía necesaria. Sin embargo esta extracción de energía anaeróbica debe compensarse en el organismo, pues de lo contrario se queda sin recursos.

### **3.- Los esfuerzos del organismo**

El organismo está realizando esfuerzos incluso cuando no produce un desplazamiento o vencimiento de una resistencia; en no pocos casos el gasto energético proviene del mantenimiento de una postura. Para comprender el proceso del gasto energético en el cuerpo es conveniente tener en cuenta que la acción del cuerpo supone dos fases: contracción y extensión.

Durante la fase de contracción, debida a la intervención de los músculos flexores, la contracción de un brazo por ejemplo, las necesidades de glucosa y oxígeno aumentan, al mismo tiempo la circulación sanguínea se hace más difícil por la contracción muscular que oprime las arterias. El efecto es mayor

mientras mayor es la fuerza efectuada. En la segunda fase, fase de extensión, se activan los músculos extensores, lo que favorece la irrigación sanguínea, compensando las deficiencias de la primera fase. Cuando se produce sólo la primera parte de la acción se produce el esfuerzo estático o isométrico, cuando se efectúan las dos se produce el esfuerzo dinámico.

El esfuerzo estático y el dinámico son las dos formas que adopta el esfuerzo del organismo.

*El esfuerzo estático.* Es el que proviene principalmente del mantenimiento de determinadas posturas. El cuerpo humano está habitualmente realizando algún tipo de esfuerzo, para evitarlo tiene que voluntariamente disponerse a una situación de relajación. Es típico del esfuerzo estático el que en algunas ocasiones el trabajo mecánico realizado sea mínimo y sin embargo el esfuerzo energético pueda ser alto y en algunos casos producir lesiones o afectar a determinadas partes del cuerpo. La tabla nº 10 expone algunos ejemplos.

**TABLA Nº 10**

POSTURAS DE TRABAJO  
Y CONSECUENCIAS

<b>Postura de trabajo</b>	<b>Partes del cuerpo afectadas</b>
De pie, siempre en el mismo sitio	Brazos y piernas
Sentado, tronco recto sin respaldo	Músculos extensores de la espalda
Tronco inclinado hacia delante, sentado o de pie	Región lumbar, deterioro de discos intervertebrales
Cabeza inclinada hacia delante o hacia atrás	Cuello: deterioro de discos intervertebrales
Malas posiciones al utilizar herramientas	Inflamación de tendones

El esfuerzo estático se produce igualmente en el mantenimiento de un peso o de una posición con esfuerzo. Este tipo de esfuerzo estático produce sólo la fase de contracción, por lo que la circulación de la sangre y la consiguiente oxigenación es menor, produciéndose un aumento del ácido láctico.

*El esfuerzo dinámico.* Es el esfuerzo proveniente de la realización de movimientos y desplazamiento de pesos o resistencias. Supone un gasto energético considerable que se facilita en la medida que se asegura una correcta oxigenación. En el esfuerzo dinámico se produce una asociación clara entre el esfuerzo realizado, el gasto de oxígeno, el volumen sanguíneo y la tasa cardíaca. Existe un límite del esfuerzo físico del organismo que es propio de cada organismo.

#### 4.- Medición del gasto energético

Existen dos formas básicas para medir el gasto energético de una actividad: calorimetría directa e indirecta. La calorimetría directa es la medición del calor que pierde el organismo al realizar una actividad dentro un calorímetro. Tiene la dificultad de que debe hacerse en el interior de un calorímetro.

Más habitual es la calorimetría indirecta que adopta los siguientes métodos:

1º.- Control de los alimentos que se consume en un período largo de tiempo. Es un método complicado pues exige conocer las calorías de los alimentos y su peso, estimar cuánto se almacenan en el cuerpo evaluando su peso y obteniendo como resultante lo que se ha gastado en la actividad. Además es necesario atender a las calorías gastadas en actividades no laborales. Es un método más teórico que real en su práctica.

2º.- Medición del consumo de oxígeno. Conociendo el consumo de oxígeno al realizar una actividad y teniendo en cuenta que el valor calorífico del oxígeno es aproximadamente 20,1 kilojulio/litro en una alimentación balanceada, se puede estimar el gasto energético de una actividad.

3º.- Medición de la frecuencia cardíaca. El consumo de oxígeno y la frecuencia cardíaca son dos variables relacionadas linealmente, al menos hasta las 170 pulsaciones minuto.

4º.- Otro método, más aplicado y mas práctico es la aplicación de alguno de las tablas establecidas que se han establecido mediante alguno de los métodos expuestos. La tabla nº 11 muestra un ejemplo de ello

TABLA Nº 11

Tablas de Lehman para medir la actividad física

<u>A: postura, movimiento corporal</u>		<u>kcal/min trabajo</u>	<u>kcal/h trabajo</u>
Sentado		0,3	20
Arrodillado		0,5	30
Acuclillado		0,5	30
Parado		0,6	35
Encorvado de pie		0,8	50
Caminando		1,7-3,5	100-200
Escalando una rampa de 10º y 0,75 m de altura			400
<u>B: tipo de trabajo</u>			
Trabajo manual	Ligero	0,3-0,6	15-35
	Moderado	0,6-0,9	35-50
	Pesado	0,9-1,2	50-60
Trabajo con dos brazos	Ligero	1,5-2,0	80-110

	Moderado	2,0-2,5	110-135
	Pesado	2,5-3,0	135-160
Trabajo con todo el cuerpo	Ligero	2,5-4,0	135-220
	Moderado	4,0-6,0	220-325
	Pesado	6,0-8,5	325-450
	Muy pesado	8,5-11,5	450-600

### *La capacidad de trabajo físico.*

La capacidad de trabajo físico (CTF) se define como la cantidad máxima de oxígeno que puede metabolizar una persona. También se la conoce como capacidad aeróbica, pues es la fuente de energía más importante con la que se puede contar ya que la capacidad anaeróbica es muy pequeña. Las diferencias individuales en este aspecto son muy importantes.

La CTF se puede medir sometiendo al sujeto a diferentes trabajos físicos y midiendo su consumo de oxígeno, progresivamente se va aumentando la carga de trabajo y registrando el aumento de consumo de oxígeno hasta alcanzar un punto en el que no se produce ningún aumento del consumo de oxígeno. Este punto marca el máximo de potencia aeróbica del sujeto. Depende de variables individuales tales como la edad, el sexo, las condiciones ambientales, el entrenamiento y algunas más.

Existen otros sistemas de evaluación menos rigurosos y son conocidos como pruebas submáximas. Una de ellas es estimar la carga que eleva la tasa cardiaca a 170 pulsaciones minuto y que sería considerada como el tipo máximo CTF. Se la considera una buena estimación aunque menos rigurosa que la descrita en primer lugar.

## **5.- La evaluación de esfuerzos**

La importancia del esfuerzo físico en el trabajo sigue siendo de gran importancia a pesar de los procesos de mecanización cada vez más extendidos. Por ello el estudio de los límites permisibles de forma que no peligre la salud del sujeto sigue siendo una necesidad presente. Para atender a esta necesidad se han elaborado diferentes métodos que tratan de evaluar de forma precisa el valor del esfuerzo físico a realizar. Entre los múltiples sistemas elaborados destacan dos: el método NIOSH y el método AFNOR.

*El método NIOSH.* Es el método elaborado por el National Institute of Safety and Health de Estados Unidos. Es un método elaborado principalmente con el objetivo de prevenir lesiones en hombres y mujeres. Es uno de los más estrictos. Tiene la gran ventaja de utilizar los tres elementos presentes en el proceso: biomecánico, fisiológico y psicofísico estableciendo la carga máxima posible resultante de la combinación simultánea de los tres criterios. Probablemente es el método más completo para establecer los límites de levantamiento manual de cargas. Su desarrollo numérico hace imposible su práctica sin un programa para su cálculo.

El método AFNOR. Es la norma desarrollada para los puestos de trabajo por la Association Française de la Normalization (AFNOR), que constituye la norma de homologación francesa. En este caso su campo de aplicación es el esfuerzo límite recomendado en el manejo de controles y herramientas, excluyéndose los desplazamientos corporales con cargas. Por estos y otros límites el método no pretende una evaluación global de la carga de trabajo.

### *La medición de la carga física*

La carga física se expresa en unidades de potencia que en el sistema internacional tiene como unidad el julio. Los julios gastados en un segundo son los vatios. Las fórmulas de correspondencia son las siguientes:

$$1\text{J} = 0,239 \text{ cal.}$$

$$\text{W/m}^2 \times 60\text{s/min} \times 1,8\text{m}^2 \text{ (superficie del hombre)} = \text{J/m.}$$

$$\text{J/min} \times 0,239 \text{ ( cal/J)}/1000\text{(cal/Kcal)} = \text{Kcal/min}$$

Se ha considerado que para el hombre medio el gasto energético típico puede ser de 4.800 Kcal, de las cuales 2500 Kcal le corresponden al trabajo profesional. Es decir que 2500Kcal/día de gasto energético diario en el trabajo pueden considerarse como un gasto energético común.

Para la evaluación de la carga que efectivamente realiza una persona en el trabajo se procede evaluando el coste en calorías de la actividad que realiza en su trabajo. Para ello es necesario tener en cuenta al menos tres componentes: la carga postural, la carga física muscular y la carga física de desplazamiento.

La carga postural valora el coste energético en función del tiempo. Así, por ejemplo la norma ISO 8996 considera que la posición de pie tiene un gasto de 0,645 calorías por minuto. El resultado final de la carga postural proviene de efectuar los cálculos correspondientes del tiempo pasado en las diferentes posturas.

A la carga postural hay que añadirle la carga física muscular. Se establece atendiendo al tipo de músculos empleados, la intensidad del esfuerzo y el tiempo empleado en ello. Para establecer la carga física de desplazamiento se atiende al tipo de carga, al número de metro recorrido y al desnivel del suelo. La norma ISO establece los valores correspondientes para cada caso.

La fórmula total sería la siguiente:

Medida de la carga = carga postural + carga física muscular + carga de desplazamiento.

### **ACTIVIDADES DE RECAPITULACIÓN**

- ?? Enumera y desarrolla brevemente los elementos del sistema osteomuscular intervinientes en el movimiento.
- ?? ¿ En qué consiste el esfuerzo estático?
- ?? ¿ Cómo se puede determinar la capacidad de trabajo físico?
- ?? ¿ Cuáles son los elementos que hay que tener en cuenta para medir la carga física?

### **RECUERDA**

- ?? La biomecánica necesita de los conocimientos procedentes de la física, la anatomía y la fisiología. Su conocimiento es necesario para determinar la carga física del trabajo.
- ?? El sistema energético humano requiere el correcto funcionamiento de todo el organismo, especialmente de los sistemas digestivo, circulatorio y respiratorio.
- ?? En el esfuerzo del organismo es importante atender a los componentes estáticos y dinámicos del mismo.
- ?? La capacidad de trabajo físico tiene límites precisos que son diferenciales para cada organismo.
- ?? La medición de la carga física efectuada garantiza que no se atente contra la salud del trabajador.

## **UNIDAD V**

### **LA CARGA MENTAL**

#### **CONTENIDOS**

1. Naturaleza de la carga mental
2. Procesos de la carga mental
3. Métodos de medición de la carga mental

#### **OBJETIVOS**

- ?? Conocer los aspectos fisiológicos de la carga mental de trabajo y los criterios de valoración de ésta.
- ?? Estar en condiciones de efectuar una valoración inicial de la carga mental.

#### **1.- La naturaleza de la carga mental**

Una característica del trabajo actual es la creciente disminución de la carga física y el incremento de la carga mental. Las razones para ello son muchas. La mayor complejidad del trabajo actual es probablemente la más importante. Ello es debido, por una parte, a la aparición de nuevas tecnologías, pero también a las nuevas formas de organización del trabajo que lo hacen más complejo, exigente y, con frecuencia, urgente. La competitividad del mercado se ha trasladado a las empresas, que su vez la han proyectado sobre el trabajador bajo la forma de una tarea crecientemente más compleja y acelerada.

La carga mental alude, en un primer momento, a la dificultad de la tarea mental que hay que resolver. Esta dificultad puede provenir de la complejidad de la tarea que se debe ejecutar o del tiempo del que se dispone para ejecutarla. Si bien dificultad y complejidad son los primeros elementos que definen la carga mental, no son los únicos y con frecuencia tampoco los más importantes en no pocos trabajos.

Se suele entender por carga mental el tipo de carga específicamente cognitiva que el trabajador desarrolla en su trabajo, sin embargo esta concepción es restrictiva y poco exacta. La carga mental no se refiere exclusivamente a la carga cognitiva, sino en general a toda la carga psicológica que está presente en el trabajo y que el sujeto desarrolla. En este sentido, la presencia de factores emocionales conflictivos es un factor de carga mental. La carga mental del puesto de trabajo es difícil de aislar de la carga mental proveniente de la situación laboral y personal. Con mucha más facilidad que la carga física se contamina de otros factores ajenos estrictamente a la ejecución de la tarea específica del puesto de trabajo.

La carga mental presenta problemas no sólo cuando es excesiva, por la dificultad inherente o el ritmo especialmente, sino que también es problemática cuando es insuficiente, de forma que el trabajo se hace rutinario, monótono y repetitivo. Cada persona necesita un nivel mínimo de actividad mental en la realización de su trabajo, cuando no se alcanza ese nivel aparecen problemas en la ejecución de la tarea por déficit de carga mental.

Carga mental y carga física son dos factores de carga laboral diferentes e independientes, pero también en estrecha relación. Todo trabajo físico, cuando produce una fatiga considerable, genera igualmente cansancio mental. Quien se cansa es la persona que trabaja. Algo semejante ocurre con la carga mental, cuando existe un proceso de concentración acusada, el organismo responde produciendo una contracción muscular que puede generar molestias y dolores. La carga mental prolongada e intensa tiene repercusiones directas sobre el organismo, así, por ejemplo, los grandes ajedrecistas pueden llegar a perder peso en alguna de sus partidas de mayor dificultad.

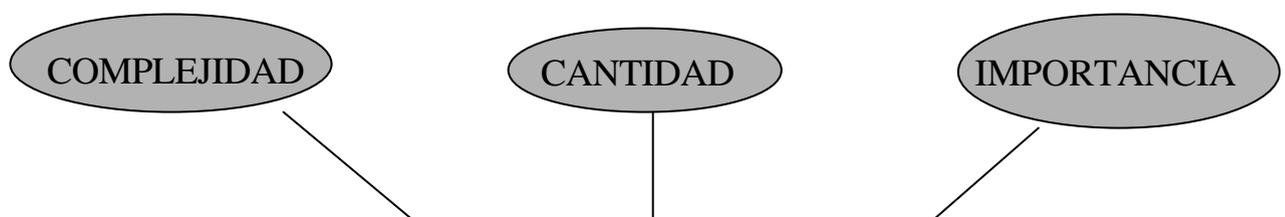
Tampoco la carga mental es independiente del entorno físico en el que se trabaja. El ambiente físico influye sobre el nivel de carga mental. La atención, uno de los factores más importante de la carga mental, es más difícil de aplicar cuando existe un discomfort térmico o el nivel de ruido es considerable. Cuando existe un nivel alto de ruido suele aparecer un proceso de habituación que aísla parcialmente del ruido produciéndose un “efecto túnel” durante parte del trabajo, con la contrapartida de la aparición más rápida de la fatiga. La figura nº 5 ilustra la interdependencia de la carga mental.

Las consecuencias de la carga mental cuando persiste en el tiempo es la aparición de la fatiga mental, se caracteriza por una pérdida paulatina de la calidad y precisión en la ejecución de la tarea. Fisiológicamente se produce una disminución de la activación cortical del cerebro. La gráfica nº expone alguna de las consecuencias y la interacción entre ellas.

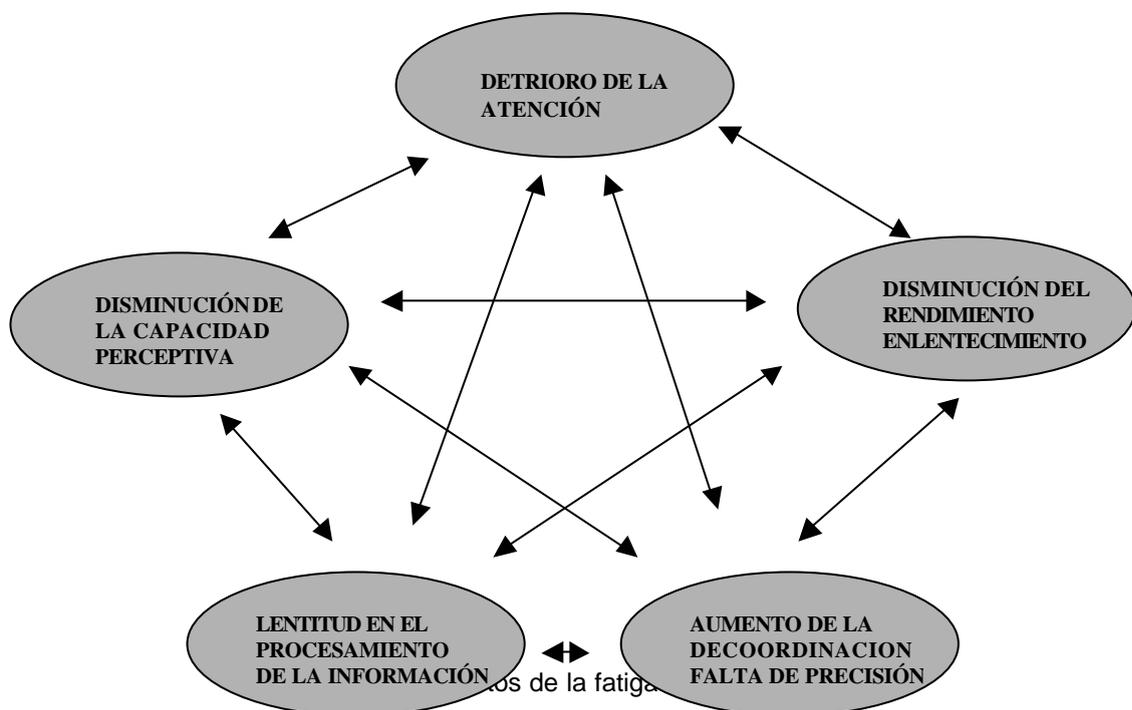
## 2.- Procesos de la Carga mental

Los procesos mentales son complejos y mal conocidos. El número de teorías y modelos mentales ha proliferado hasta el punto que indica más el desconocimiento que la información cierta compartida y aceptada. En el estudio de los procesos mentales el enfoque con mayor aceptación y difusión es probablemente el conocido como “*procesamiento de la información*” que tiene como modelo de referencia parecidos procesos a los que se operan en los ordenadores. El procesamiento de la información propone que los procesos mentales se caracterizan básicamente por desarrollarse en varias fases y tener un carácter fundamentalmente acumulativo.

### NATURALEZA DE LA CARGA MENTAL



## EFECTOS DE LA FATIGA MENTAL

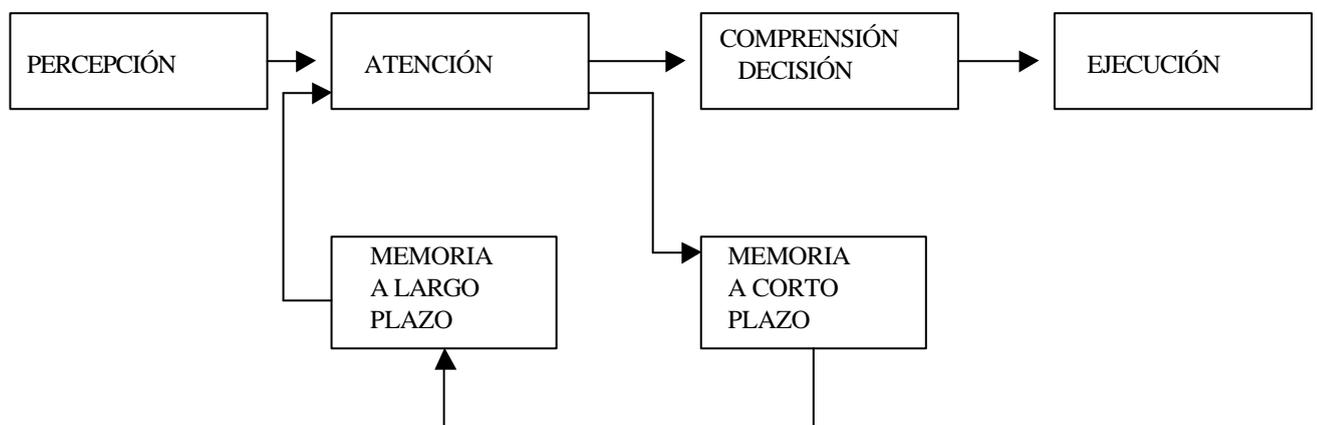


Una de las constataciones más importantes de la práctica laboral y del estudio científico es que los procesos mentales tienen una doble limitación. Limitación cuantitativa y limitación de velocidad. Aunque los estudios discuten acerca de la naturaleza exacta de tales limitaciones, la consecuencia principal es que la capacidad mental no es ilimitada y tiene limitaciones internas

respecto a la cantidad y rapidez de lo que puede ser procesado. Como en otros procesos humanos existen diferencias individuales importantes, de forma que capacidad y rapidez están afectadas por variables como edad y aprendizaje fundamentalmente.

Las diferentes fases del proceso mental han sido profusamente estudiadas y existe actualmente un conocimiento aceptable del mismo, aunque su aplicación al entorno laboral es fragmentaria y muy parcial. El siguiente gráfico expone las fases principales del proceso.

## EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN



Modelo del procesamiento de la información

Uno de los elementos más importantes del proceso es la capacidad de automatización del mismo, es decir de realizar las operaciones necesarias para su ejecución sin necesidad de análisis y deliberación. La carga mental disminuye cuando se puede automatizar la totalidad o parte del proceso. A mayor automatización menor carga mental.

### *La percepción*

El primer elemento importante del proceso mental es la percepción. Contra una cierta idea ingenua que la considera como algo natural e innato, los estudios indican que aunque hay elementos innatos en la percepción, una gran parte de la misma es aprendida, de forma que pueden darse diferencias entre culturas. El sentido de la perspectiva y las distancias se aprende y depende del hábitat en que se desarrolla. Igualmente los ciegos de nacimiento por cataratas en ambos ojos al ser posteriormente operados no ven ni reconocen determinados objetos si no los tocan con las manos. La consecuencia más importante para el entorno laboral es que la percepción del riesgo no es evidente si no se aprende previamente. El riesgo evidente para el experto no suele ser percibido como tal por el novato.

La segunda característica de la percepción es que no es totalmente objetiva. La percepción es diferente en las especies animales y en todas ellas juega principalmente una función de supervivencia. En el hombre también. Por ello la capacidad de percibir determinados aspectos del entorno de trabajo debe ser aprendida mediante la formación.

De hecho la percepción humana tiene algunas características propias que en principio suponen una distorsión de lo percibido. Las constancias perceptivas son un ejemplo de ello, las ilusiones ópticas son otro ejemplo. Es importante referirse a las llamadas leyes de la percepción, o principios que siguen la percepción humana. Una de ellas es la "*ley figura-fondo*" que expone que toda percepción contiene elementos que están en un primer plano y otros en el fondo. No es posible que todos estén simultáneamente en primer plano. El primer plano supone que se puede observar detalladamente sus elementos y describirlos con precisión, los aspectos que aparecen como fondo no permiten ser analizados pormenorizadamente al mismo tiempo. Su aplicación al entorno laboral indica que es necesario situar los objetos de forma que aquellos que sean relevantes ocupen el primer plano de la percepción. Habitualmente ocupan este lugar los objetos que destacan, que son llamativos y diferentes del contexto. Se percibe antes lo dinámico que lo estático. Otra segunda consecuencia de la misma ley indica que el entorno de la percepción es importante. Para que los mensajes no supongan una carga mental sobreañadida deben ser claramente perceptibles sobre el fondo en el que aparecen.

Una segunda ley perceptiva de referencia en el ámbito laboral es la "*ley de cierre*" que indica que toda percepción que es recibida de forma incompleta tiende a completarse, a cerrarse a partir de la información previa que posee el sujeto. Ello indica en la actividad diaria que la percepción es principalmente de los conjuntos, prestándose una atención menor a las partes. En el entorno laboral implica que el sujeto, el trabajador, tiende a percibir los objetos con los que trabaja como un todo en el que se presta una atención menor a las partes. Si se quiere que se preste atención a ellas es necesario singularizarlas de alguna manera.

La aplicación más importante de los estudios sobre la percepción se ha efectuado en el campo de la detección de señales. Gran parte del trabajo que se ejecuta diariamente consiste en reconocer señales y realizar un trabajo en función de lo percibido. En algunos casos el trabajo consiste exclusivamente en eso. Actualmente el reconocimiento de señales ha ganado importancia con el desarrollo de la detección de la calidad en los productos.

La detección de la calidad está sometida a dos tipos de errores posibles: aceptar un artículo cuando es defectuoso y rechazarlo cuando es correcto. El gráfico muestra las alternativas posibles.

# LA PERCEPCIÓN DE SEÑALES LA REVISIÓN DE CALIDAD

ESTADO DEL ARTÍCULO

---

	BUENO	MALO
ACEPTACIÓN	DECISIÓN CORRECTA	ERROR TIPO 2
RECHAZO	ERROR TIPO 1	DECISIÓN CORRECTA

Percepción de señales y revisión de la calidad

La aplicación de la ley figura-fondo indica que no parece posible evitar ambos tipos de errores, o se tiende a cometer uno u otro. El criterio suele estar en la importancia de la detección del error. Si se es riguroso no aceptando artículos defectuosos porque el error puede entrañar un riesgo considerable, como en la fabricación de marcapasos, inevitablemente se rechazarán artículos que podrían ser correctos. Por el contrario, si se quiere evitar que se rechace un artículo correcto como defectuoso, inevitablemente se aceptarán artículos que no reúnen las condiciones.

A este respecto se puede aplicar la llamada ley de Drury “La probabilidad de que un artículo bueno sea aceptado decrece con el tiempo de exploración y la probabilidad de que uno malo sea rechazado aumenta”. Ello significa que si quiere evitar los errores de tipo 2 la revisión debe consumir un determinado tiempo por pieza.

### *La atención*

La atención suele ser definida como el nivel de vigilancia, o conciencia, sobre los acontecimientos o como la polarización de la actividad cognitiva sobre un aspecto del trabajo. La atención supone un determinado estado fisiológico conocido como nivel de activación. Este nivel de activación necesita ser doble: del sistema reticular ascendente y del córtex cerebral. Habitualmente este nivel de activación depende de otras variables asociadas como pueden ser el nivel de fatiga del organismo. El nivel de atención puede ser afectado por la ingesta de determinadas sustancias, depende igualmente del entorno

ambiental, de forma que un entorno estimulante puede mantener el nivel de atención más alerta.

El ejercicio de la atención puede encontrar dos problemas principales: la falta de elementos y el exceso de los mismos, la hipervigilancia y la hipovigilancia. Los problemas atencionales aparecen cuando apenas hay elementos a los que atender y cuando el número de elementos que hay atender es demasiado alto.

La atención sostenida es un tipo de atención específica consistente en mantener fija la actividad mental en un determinado número de señales: radar, osciloscopio o tareas semejantes. Aunque desde una perspectiva cognitiva el ejercicio mental pueda ser muy sencillo, vigilar de forma constante la aparición de una señal, su mantenimiento durante períodos prolongados genera fatiga mental. Los estudios efectuados indican que el aumento del tiempo de vigilancia sostenida deteriora la efectividad del reconocimiento de señales.

Para disminuir la fatiga en situaciones de atención sostenida se ha propuesto algunas formas de intervención:

- 1º.- Presentar información periódica a la que el sujeto debe responder
- 2º.- Proporcionar descansos periódicos
- 3º.- Crear un ambiente estimulante. La estimulación sensorial, especialmente la musical puede ayudar a ello.

En el extremo opuesto de la hipervigilancia se encuentra la hipovigilancia laboral. Es el tipo de atención de quien tiene que estar alerta a la posible presencia de sucesos infrecuentes o de baja probabilidad. Ante la ausencia de actividad mental relevante se produce una tendencia a abandonar las tareas de vigilancia. Para evitar tales efectos se ha propuesto completar la tarea de la persona, especialmente con tareas de verificación activa y el aumento de las tareas que debe ejecutar.

Los estudios sobre las variables intervinientes en este proceso han mostrado la relevancia que tiene la personalidad. Son más vulnerables a los problemas derivados de la hipovigilancia las personas más extravertidas y los que se caracterizan por la búsqueda de sensaciones, que suelen tener un umbral de susceptibilidad al aburrimiento más bajo.

### *La comprensión*

Uno de los elementos más importantes de la carga mental es el nivel de complejidad y dificultad de la información que se procesa. El aumento del nivel de elaboración supone un mayor esfuerzo mental y de la carga mental correspondiente.

Aunque habitualmente nos referimos a la inteligencia para indicar el grado de dificultad mental de una operación cognitiva, en realidad es posible diferenciar diferentes tipos de inteligencia. Aunque sea de una forma

esquemática es posible reconocer al menos cuatro tipos de inteligencia: sensorio-motora, simbólica, lógica y abstracta.

La inteligencia sensorio-motora consiste en la capacidad de procesar la información que hace posible la coordinación de las partes sensoriales y motoras del cuerpo. Es el tipo más elemental de inteligencia y es la requerida en la coordinación manual. La inteligencia simbólica supone la capacidad de reconocimiento de símbolos y es la que se ejerce por ejemplo en la lectura y en la comprensión de mensajes, principalmente escritos. La inteligencia lógica es la que está implicada en los procesos aritméticos y en el ejercicio de operaciones lógicas. Finalmente, la inteligencia abstracta supone la capacidad de procesos de abstracción.

La complejidad de la tarea mental aumenta según aumenta el tipo de inteligencia que implica. La carga mental de la coordinación manual es mucho más sencilla que la derivada de trabajar con procesos abstractos. Para evaluar la carga mental es necesario atender a un segundo aspecto, complementario del nivel de dificultad del tipo de inteligencia implicada, es el grado de variación en el tipo de inteligencia que se aplica. El cambio del tipo de tarea es un factor de disminución de la carga mental. Se disminuye la carga mental con el cambio del tipo de inteligencia, independientemente incluso de los niveles de cambio.

### *La decisión*

Aunque habitualmente la toma de decisiones no figura como elemento específico en el procesamiento de la información, la aplicación de este enfoque al entorno laboral se complementa con su inclusión. La toma de decisiones supone un proceso de responsabilización que afecta a la carga mental entendida de forma amplia.

Como se ha expuesto, la carga mental no depende exclusivamente de la complejidad de la tarea, sino que está afectada por otros factores, uno de ellos es la relevancia de las consecuencias que pueden derivarse de las decisiones tomadas. Se advierte en este tema la importancia que en la carga mental tienen otros elementos además de los estrictamente cognitivos.

La carga mental es mayor en la toma de decisiones cuando hay un nivel de incertidumbre en el resultado de las mismas. Aunque este nivel de incertidumbre depende del nivel de información que se dispone, el volumen de información previo no garantiza el resultado y éxito. La carga mental aumenta según aumenta la relevancia de las posibles consecuencias, la conciencia de la insuficiencia de la información y la incertidumbre de los resultados.

### **3.- Métodos de medición de la Carga Mental**

Aunque tradicionalmente la preocupación por la medición de la carga

física ha sido prevalente, en los últimos años se ha notado un desplazamiento hacia la medición de la carga mental, resultado en parte de los estudios epidemiológicos que constatan la importancia de la carga mental en la experiencia de bienestar y satisfacción subjetiva de los trabajadores.

El gran problema de la medición de la carga mental ha consistido en obtener medidas objetivas. Mientras en la medición de la carga física la naturaleza de los procesos hace posible objetivar el gasto energético y los esfuerzos realizados en términos físicos de Kcalorias, la naturaleza de los procesos mentales hace más difícil su operativización objetiva.

Los cuestionarios más extendidos para evaluar las condiciones de trabajo incluyen, junto a la evaluación de la carga física, un apartado para medir la carga mental. El criterio que se sigue en ellos es determinar posibles índices de carga mental y unos criterios complementarios que intentan ser objetivos en su especificación. La tabla siguiente expone algunos de estos métodos.

## MEDICIÓN DE LA CARGA MENTAL

MÉTODO DE EVALUACIÓN	INDICES DE CARGA MENTAL	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
MÉTODO ERGOS	PRESIÓN DE TIEMPOS	DURACIÓN DE LAS PAUSAS POSIBILIDAD DE INTERRUPCIÓN POSIBILIDAD DE AUSENTARSE
	ATENCIÓN	EXIGENCIA DE ATENCIÓN A SEÑALES EXIGENCIA DE PRECISIÓN MANEJO DE ELEMENTOS PELIGROSOS POSIBILIDAD DE INTERRUPCIÓN
	COMPLEJIDAD	EXIGENCIA DE ATENCIÓN A SEÑALES EXIGENCIA DE PRECISIÓN MANEJO DE ELEMENTOS PELIGROSOS NECESIDAD DE REPLICAR
	MONOTONÍA	EXISTENCIA DE FUNCIONES DIVERSAS POSIBILIDAD DE INTERCAMBIO CON COMPAÑEROS CAMBIOS OPERATIVOS EN EL PROCESO NECESIDAD DE REPLICAR
	INICIATIVA	CAMBIO DEL ORDEN DE LAS OPERACIONES CAPACIDAD DE IMPROVISAR CONTROL DEL RITMO
	AISLAMIENTO	AISLAMIENTO FÍSICO INTERCAMBIO CON COMPAÑEROS COMUNICACIÓN CON COMPAÑEROS
	HORARIO DE TRABAJO	TIPO DE JORNADA FRECUENCIA PROLONGACIÓN DE LA JORNADA
	RELACIONES INDEPENDIENTES	GRUPALIDAD INTERCAMBIO CON COMPAÑEROS
L.E.S.T	APREMIO DEL TIEMPO	TRABAJO EN CADENA PAUSAS POSIBILIDAD DE PARO EN MÁQUINA
	COMPLEJIDAD-RAPIDEZ	DURACIÓN DEL CICLO DURACIÓN DE CICLO ELECCIONES CONSCIENTES
	ATENCIÓN	NIVEL DE ATENCIÓN RIESGO DE ACCIDENTES
	MINUCIOSIDAD	
PERFIL DEL PUESTO	OPERACIONES MENTALES	DENSIDAD DE OPERACIONES PRESIÓN DEL TIEMPO
	NIVEL DE ATENCIÓN	DURACIÓN DE LA ATENCIÓN PRECISIÓN DEL TRABAJO
ANACT	RAPIDEZ DE EJECUCIÓN	
	NIVEL DE ATENCIÓN	

## **ACTIVIDADES DE RECAPITULACIÓN**

- ?? Enumera los aspectos que influyen sobre la carga mental.
- ?? Menciona algunas aplicaciones de las leyes de la percepción al ámbito laboral.
- ?? ¿Cómo se pueden evitar o disminuir los problemas derivados de la hipervigilancia o hipovigilancia?
- ?? Aplica los cuatro tipos o niveles de inteligencia al trabajo y relaciónalos con formas de trabajo.
- ?? Entre los diferentes métodos ergonómicos que evalúan la carga mental ¿Cuál es el aspecto que se considera en todos ellos? ¿Qué otros aspectos consideras importante en la carga mental?

## **RECUERDA**

- ?? La carga mental no consiste sólo en la complejidad o dificultad o apremio de la tarea que se debe resolver. La mejor definición de carga mental debe considerarla como la carga psicológica global presente en un puesto de trabajo o tarea.
- ?? La carga mental y la física son diferentes, pero están relacionadas. La fatiga de la persona que trabaja suele ser de todo el organismo, por lo que afecta a todas las funciones de la persona.
- ?? La capacidad mental tiene dos limitaciones fundamentales, la velocidad y la cantidad. En ambas existen diferencias individuales muy importantes.
- ?? La carga mental depende la capacidad de automatizar los procesos implicados en la tarea. En la automatización influyen el aprendizaje, la experiencia y la capacidad personal.
- ?? Aunque la medida de la carga mental es un proceso más difícil que medir la carga física debido a la ausencia de unidades de medida objetivas, deben buscarse criterios e indicadores tan objetivos como sea posible de la carga mental presente en una tarea.