

## MANEJO DEFENSIVO -

### 1. Introducción

Cuando se habla de conducción segura, de disminuir los accidentes en la conducción de vehículos automotores siempre se habla de respetar las normas de tránsito de cursos de manejo seguro, manejo defensivo, pero nunca se menciona a los conductores, salvo que deben tener registro de conductor

Para obtener el mencionado registro debe cumplir con ciertos requisitos, visión, adecuada, audición adecuada, a los mayores de 70 años le solicitan un electrocardiograma y que rinda el examen de manejo en la vía pública o en parque cerrado según el lugar donde lo solicite

No se pide examen psíquico, ni se hace otro tipo de consideración.

En ningún momento solicitan estudios profundos de su comportamiento como ser humano como cuál es su predisposición natural a la actividad y esa es un punto clave que deseamos tratar, (cual es la efectividad ofrecida a lo largo del tiempo)

Otro punto es las consideraciones de los gestos repetitivos y posiciones forzadas señaladas por la legislación argentina pero nunca aclarada como corresponde

Por último, consideraciones visuales en función del manejo nocturno

### 2. Modificación de la efectividad ofrecida a lo largo del tiempo

El concepto surge simplemente en darnos cuenta de lo que somos, los seres humanos somos tan solo un animal con características propias, el hombre es un bípedo, nómada (dinámico), de hábitos diurnos, mamífero, etc.

Lo que nos distingue de otros animales, por lo tanto, es necesario dentro de las características propias ver las que entran a regir en el manejo. Entre las existentes comenzaremos con la que es un animal de hábitos diurnos la que analizaremos profundamente

El rendimiento humano depende de la disposición y los impulsos. La capacidad de rendimiento en el transcurso del tiempo está dada por la ejercitación y el cansancio.

Existe un mecanismo biológico de regulación biológica que produce cambios en las funciones corporales a lo largo del día, independientemente si la persona esté o no realizando un trabajo.

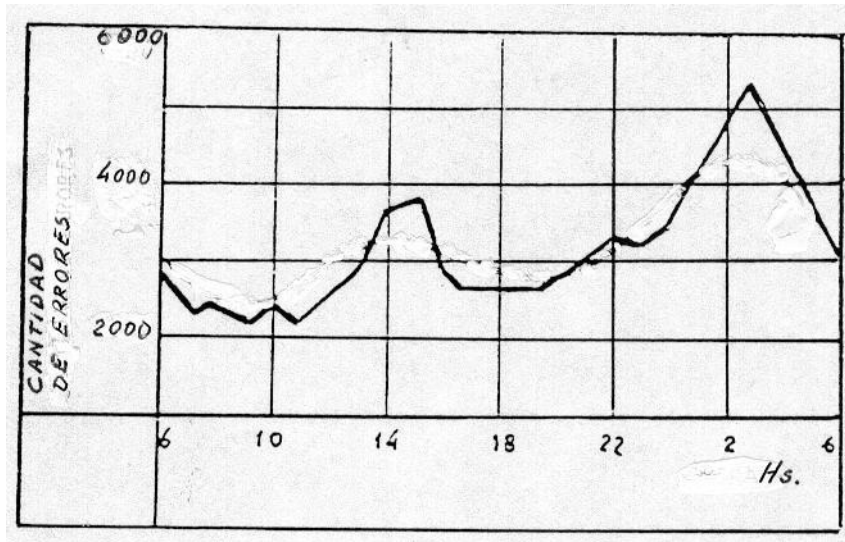
Por medio de estos diferentes fenómenos, se le hace posible al ser humano, consciente e inconscientemente, adaptarse a situaciones determinadas, lograr mayor rendimiento y protegerse de sobrecargas.

### **2.1 Variaciones periódicas de la disponibilidad de rendimiento**

Las variaciones horarias en el rendimiento del individuo, denominadas ritmo diario o circadiano, constituyen un principio biológico básico que depende de la forma de trabajo y de las pausas otorgadas durante el mismo, es decir, dependen de los horarios, la pausa de comidas y del tiempo otorgado para ellas, el tiempo libre, etc.

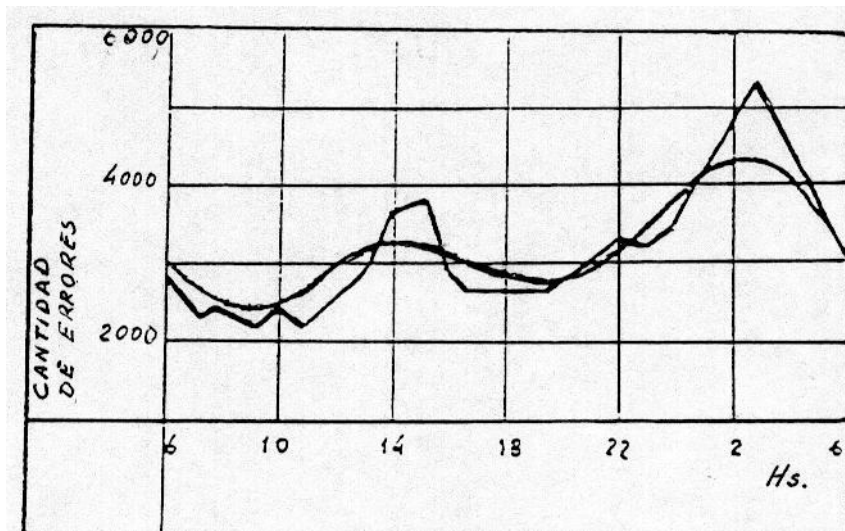
No vamos a partir de los estudios que dieron lugar al descubrimiento solo para poder estudiar estas variaciones analizaremos la curva establecida por O. Graf (Graf, 1954) la que muestra un punto máximo alrededor de las 9 de la mañana (hora solar), un segundo punto (algo menor) a media tarde, y un mínimo absoluto (llamado punto muerto) entre las 2 y 4 de la madrugada.

En la siguiente *figura 1*. observamos la distribución diaria de 62.000 errores de lectura en una planta sueca de gas entre los años 1912 y 1931 (que representan 175.000 horas de trabajo). Cada punto del diagrama muestra la cantidad de errores a una determinada hora del día, (distribución de los aproximadamente 7.000 errores registrados de los observados). Se observan dos picos importantes, uno aproximadamente a las 3 horas (el mayor) y otro aproximadamente a las 15 horas.



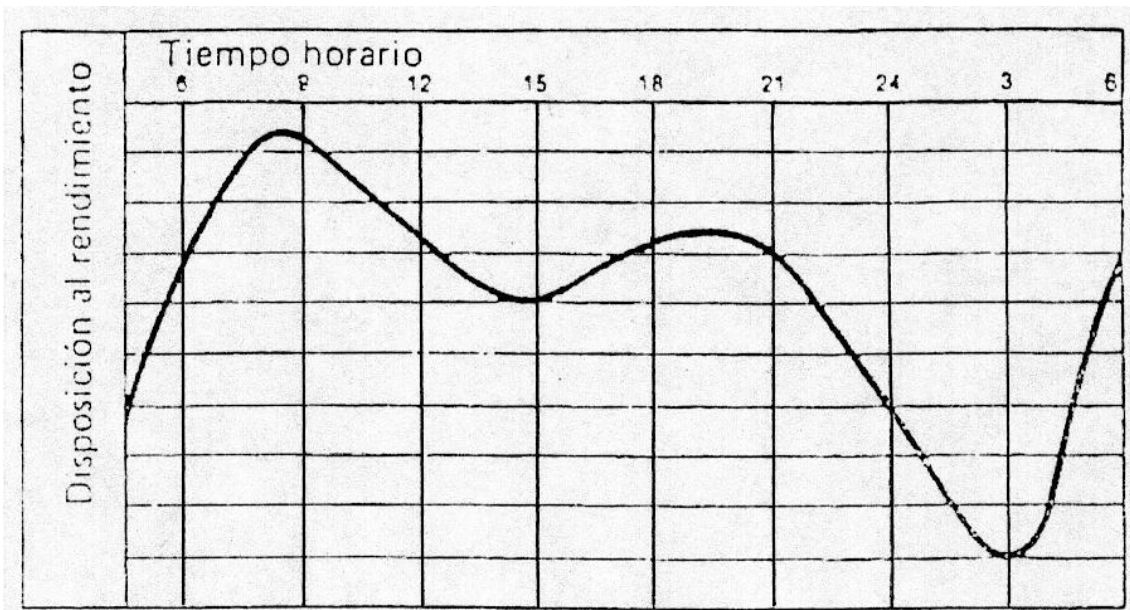
**Figura 1.** Distribución de errores (según Bjerner, Holn y Swensson)

Si transformamos la poligonal de la *figura 1.* en una curva, obtendremos como resultado la representación de la *figura 2.*, en la que podemos observar de mejor manera el resultado de los errores.



**Figura 2.** Distribución de errores (según Bjerner, Holn y Swensson) corregida según un fenómeno biológico y no estadístico

Si invertimos la curva anterior la damos vuelta obtendremos una nueva figura que nos muestra la representación del ritmo biológico medio del hombre durante las 24 hs.



**Figura 3.** Ritmo biológico del hombre (Según Graf, O. 1954)

El esquema del curso de la disposición de rendimiento a lo largo de las 24 horas del día fue estudiado por O. Graf en 1954. Estudios realizados con posterioridad por el mismo Graf y por algunos otros investigadores establecen que no todas las personas responden a este esquema de comportamiento, sino que muchas muestran un mayor desplazamiento de sus actividades hacia horarios más tempranos (mañaneros), en tanto que otras lo manifiestan hacia las actividades nocturnas (noctámbulos).

Se considera que aproximadamente el 30% de las personas pertenecen al grupo de los noctámbulos, es decir, los que no tienen problemas con la actividad hasta altas horas de la noche. En general, pueden mantenerse activos, sin signos de cansancio importantes, y a menudo experimentando una frescura en el trabajo durante las horas nocturnas, la que frecuentemente se debe al menor nivel de molestias.

Los individuos del tipo mañanero poseen una alta disposición para el rendimiento durante aproximadamente 8 horas, pero al promediar la tarde el cuerpo va pasando a la etapa de descanso. Además, se observa que su curva de disponibilidad fisiológica de rendimiento coincide con la de esfuerzos entregados sólo cuando estos son elevados. En el caso de bajos esfuerzos entregados, la curva puede ser opuesta a la de disponibilidad fisiológica de rendimiento.

La periodicidad de las funciones orgánicas muestra una relación directa con la disposición fisiológica; cada período tiene una duración

entre 23 y 26 horas. Aun considerando a la misma persona no todos los períodos tienen igual duración; estos pueden variar por un sin número de razones, como, por ejemplo: efectos climáticos (temperatura, humedad, presión, etc.), efectos psicológicos, sociológicos, estado de salud, cansancio, etc.).

Podemos citar dentro de las funciones orgánicas que manifiestan un sincronismo con el ritmo diario: a la presión sanguínea, la temperatura corporal, la resistencia de la piel, el comportamiento de la circulación, etc. Resulta imposible realizar un cambio total del ritmo diario en el lugar habitual, ya que presenta una relación directa con la actividad solar y los hábitos diurnos del ser humano.

En el caso de trabajo nocturno se puede lograr solo una adaptación superficial.

El ritmo diario también influye en la causa de accidentes y errores de todo tipo. Si graficamos la incidencia de los accidentes en función de la cantidad de ellos por hora trabajada según la hora del día es de esperar una curva similar a la de la *figura 1*. No obstante la mayor cantidad de errores ocurren en las horas de mayor disposición al rendimiento, ya que en ese horario son más las personas que se trabajan y lo hacen en forma más intensiva que de noche. En el caso que el ritmo de trabajo sea constante, la cantidad de errores o accidentes ocurren en función de la cantidad de trabajadores en los horarios de menor disposición al trabajo.

En la década del 60 O. Graf\* halló la relación entre las prestaciones automáticas, la disposición fisiológica, la reserva de acciones voluntarias y la reserva de emergencia involuntaria, que representamos en la *figura 6*. En ella se desprende que, al combinar la curva de disposición fisiológica para el rendimiento con las prestaciones automáticas, de reserva, de emergencia involuntaria, el comportamiento de estas también fluctúa en el día.

Para poder continuar con la interpretación tenemos que comenzar por definir qué significa cada una de las prestaciones señaladas en la *figura 6*., comenzando por las prestaciones automáticas o automatizadas son las propias del organismo surgen como parte basal de él. Son acciones involuntarias que responden simplemente a necesidades básicas, como por ejemplo el tener que respirar, la acción de los riñones, el latir del corazón etc. si falla una de ellas el ser muere.

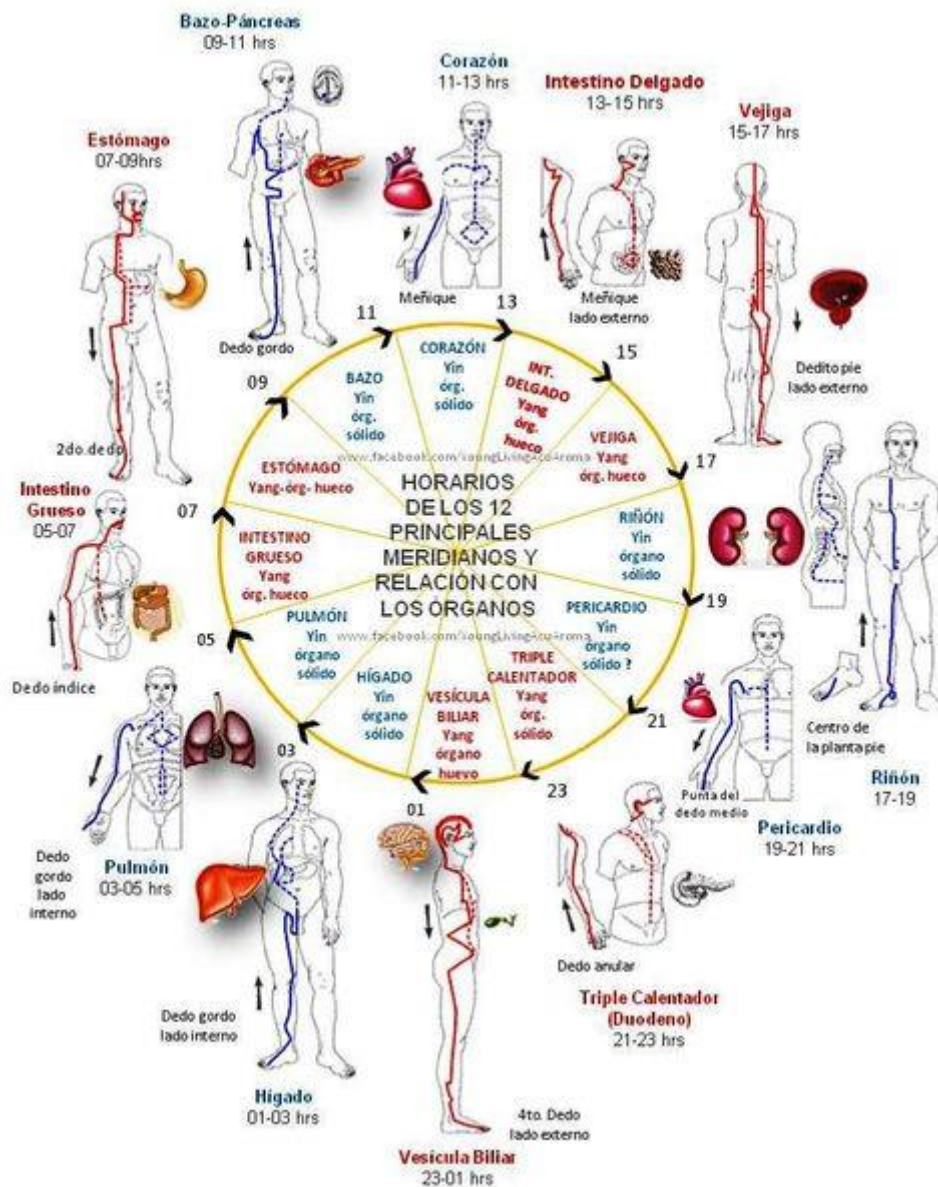


Figura 4. Ritmo biológico del hombre

Las disposiciones fisiológicas para el rendimiento responden simplemente a las acciones normales voluntarias para poder realizar lo cotidiano, como ser la actividad de tiempo libre, caminar, comer, mirar el paisaje, conversar, etc.

Las reservas de acciones voluntarias son aquellas en que el hombre se ve obligado a efectuar ante los inconvenientes normales, cargas de trabajo que debe soportar y sobrellevar en forma voluntaria controlada está representada en los esfuerzos laborales o el que debe realizar para realizar una actividad en su hogar (por ejemplo, pintar, cortar el pasto, etc.), o en el esfuerzo que hace en desarrollar una actividad deportiva.

En cambio, las prestaciones de emergencia involuntaria responden a aquellas acciones que el hombre realiza en forma involuntaria llegando más allá de lo razonablemente esperado son producto de lo inconsciente de la desesperación u impotencia. En otras palabras, son los esfuerzos llamados "sobrehumanos" que uno llega a realizar, por ejemplo, la carrera que puede llegar a realizar uno para sacar un niño de la ruta de un automóvil para que este no lo atropelle, es el esfuerzo más allá de los límites normales que puede hacer un padre para sacar un hijo de debajo de un árbol caído, puede ser el esfuerzo para detener una estantería que puede aplastar a un compañero, es la reacción tan rápida que nadie esperaba, ni podía prever.

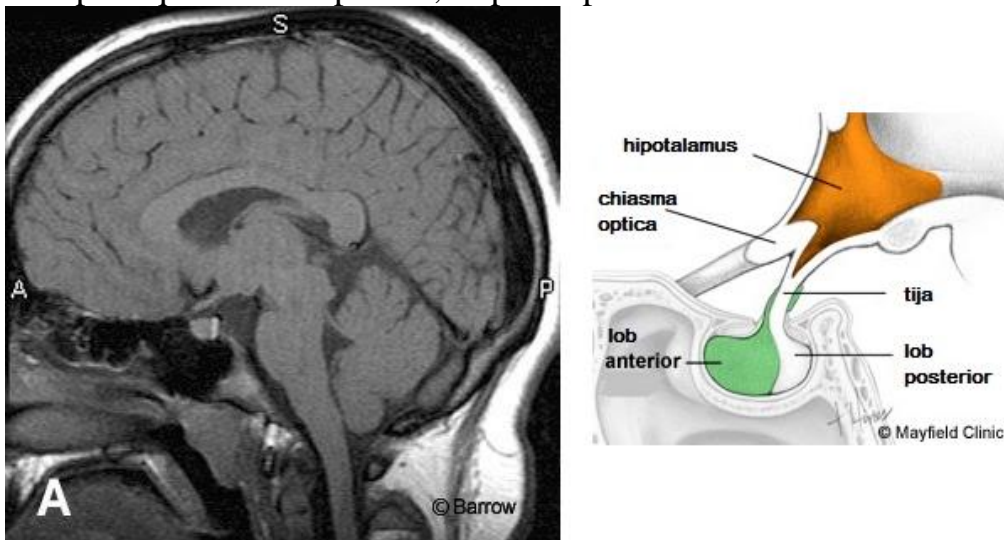
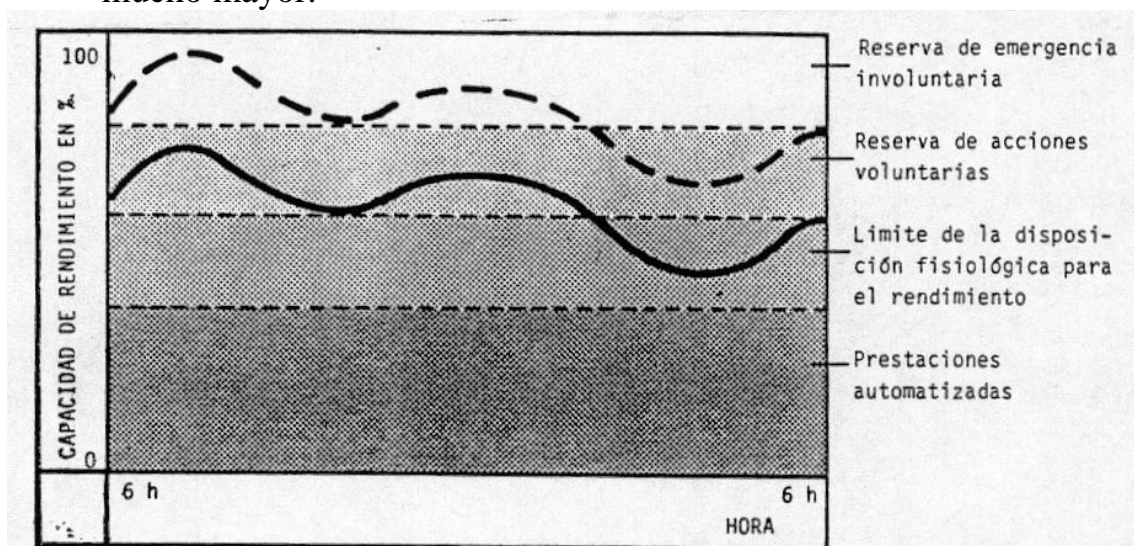


Figura 5. Hipotálamo

En resumen, una persona realiza una tarea que se aleja de la zona de prestaciones automáticas, que es la le permite efectuar un trabajo con el menor esfuerzo, para realizar otra desplazada hacia la zona de reserva de acciones voluntarias, padecerá un estado de agotamiento mucho mayor.



**Figura 6.** Esquema de las zonas de rendimiento en el transcurso del día (según O. Graf, 1960)

Tomando en cuenta lo anterior, deducimos que en los momentos de mayor predisposición al trabajo (ya sea físico o mental) existe una mayor capacidad para acceder tanto a las reservas voluntarias como a las involuntarias.

En las horas de mayor prestación según se denota en el ritmo biológico se tiene total acceso a las reservas involuntarias. Por el contrario, en las horas valle (según el gráfico de Graf, la menor prestación se muestra a las 3 horas a.m), no se tiene acceso a las reservas involuntarias y en muchos casos tampoco a las voluntarias; el hombre tiene menor capacidad de esfuerzo tanto físico como mental. Los errores y accidentes son mayores en frecuencia por hora trabajada. Todo esto nos lleva a recomendar que al hacer una programación de trabajo se debe tenerse en cuenta estos elementos, en las horas valle no se deben exigir grandes esfuerzos ni hacer tareas que requieran precisión, reacción o esfuerzo mental. También así sucede con las horas de estudio nocturno rinden, que generalmente rinden poco, sin embargo, al llegar a las 6 hs. de la mañana el estudiante siente una reactivación en la comprensión y realización de la tarea.

Otro importante factor a tener en cuenta para el rendimiento es la disposición psicológica, también se llama motivación laboral. Cabe destacar que, dentro de ciertos límites, una reducida disposición fisiológica puede ser reemplazada por una gran motivación laboral. También es importante recordar alguno de los factores psíquicos mencionados por Schulte (en 1977) que influyen en el aspecto psíquico del individuo

- Actitud frente al trabajo
- Estado de ánimo condicionado físicamente
- Influencias del trabajo y el medio ambiente
- Influencias motivacionales del medio ambiente (social mente hablando)
- Estado de ánimo proveniente del entorno personal.



# Ciclo Circadiano



Figura 7. Ritmo biológico del hombre

## 2.2 Conclusiones sobre el manejo nocturno

Con lo mencionado sacamos en conclusión que la conducción nocturna debe ser limitada a necesidades extremas, si se debe hacer es importante tratar de efectuarlo entre dos personas, alternándose el manejo y buscando que ambos no tengan exactamente el mismo ritmo circadiano, uno noctambulo y otro vespertino. Hacerlo lo más descansado posible.

## 3. Gestos repetitivos y posiciones forzadas

Otro elemento para tener en consideración es el de la postura, y esto va más allá si el asiento del vehículo es cómodo o no en otras palabras si es ergonómico o no, lo que prima es como se asienta y como cambia de postura.

Como se mencionó al comienzo, el hombre es un animal, con características propias entre ellas es nómada, bípedo dinámico.



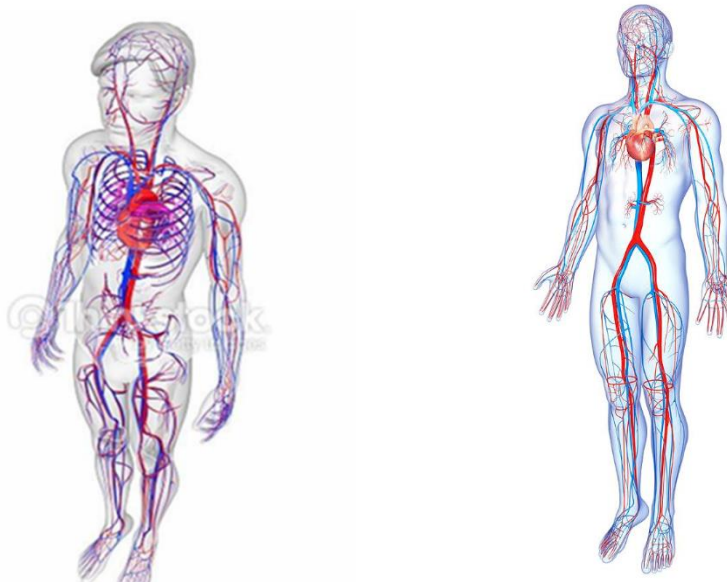
**Figura 8.** Asientos de automóviles

Entonces tendremos que analizar este punto desde su origen, como se genera la fuerza muscular

### **3.1. Generación de la fuerza muscular**

Los músculos para poder activarse necesitan energía, la que le dan los nutrientes, estos son llevados a los mismos por la sangre arterial.

En mayor detalle la sangre es llevada y retirada, (circulación sanguínea) a los órganos y músculos a través de un sistema formado por dos tipos de conductos las arterias y las venas

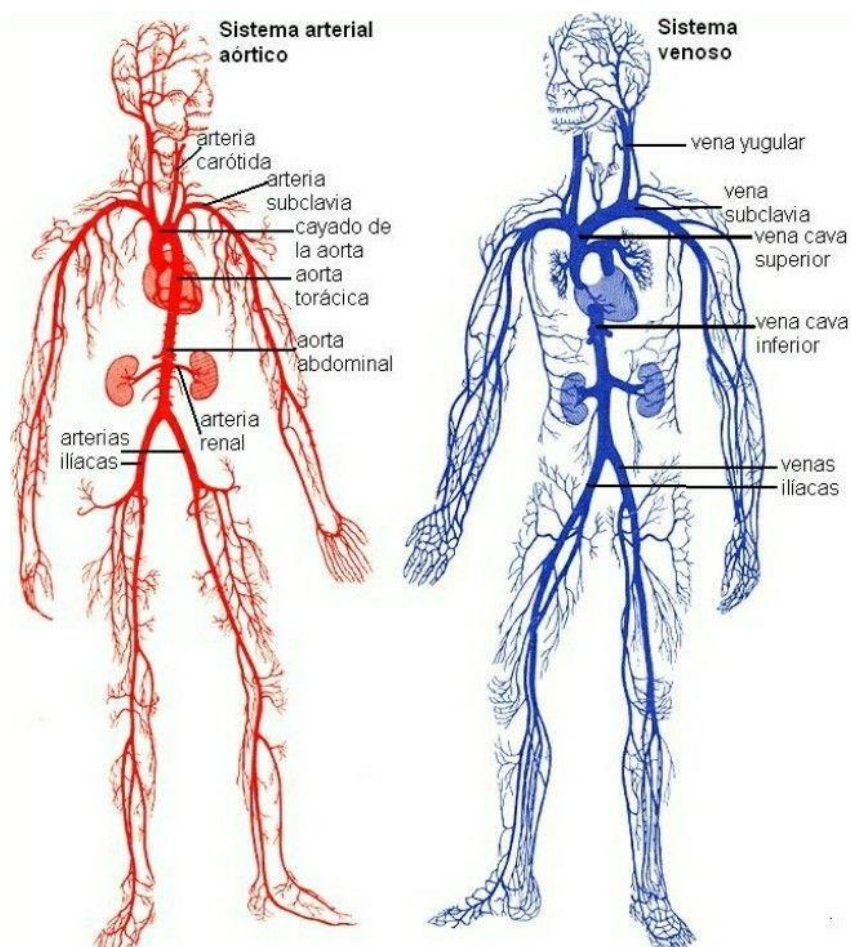


**Figura 9.** Los músculos y órganos se nutren de la sangre

Para poder comprender en forma adecuada es necesario conocer básicamente cómo funcionan los músculos en el ser humano. Los músculos se alimentan para poder desarrollar esfuerzos a través de la sangre (obtienen de ella energía y los nutrientes que posee ella).

Como se mencionó la sangre llega y sale de los músculos al igual que de los órganos, esto lo hace por medio de un sistema circulatorio compuesto por las venas y por las arterias, donde cada una de ellas forma una red que cubre el cuerpo. Las arterias y las venas desempeñan funciones distintas y son a su vez diferentes, las primeras están formadas por unos conductos que poseen una sola capa de células muy flexibles, mientras que las venas son compuestas por un par de capas de células rígidas y en su interior poseen una serie de válvulas que impiden el retroceso de la sangre en su interior.

Las arterias parten del corazón (considerando la dirección de circulación de la sangre en ellas), siendo un conducto de gran diámetro (aorta) que va reduciéndose a medida que va dividiéndose en los distintos ramales hasta llegar a ser capilares en los órganos y músculos, por el contrario, las venas nacen en los músculos y órganos siendo tubos capilares y van aumentando su diámetro a medida que se van uniendo los ramales hasta llegar al corazón siendo un tubo de gran diámetro (vena cava)



**Figura 10.** Sistema circulatorio a la izquierda arterial y a la derecha venoso

## Arterias

- Conductos que llevan la sangre desde el corazón a los tejidos.
- Las paredes son fuertes con potente musculatura y elásticas.
- Circula la sangre a elevada presión.
- A medida que se alejan del corazón se ramifican en vasos de menor calibre (arteriolas )



Figura 11. Esquema de arteria

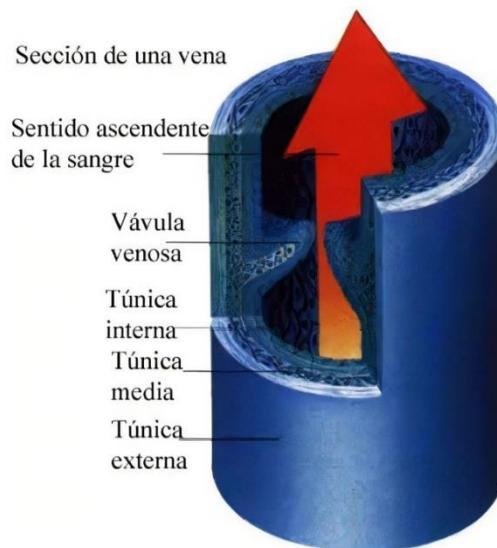
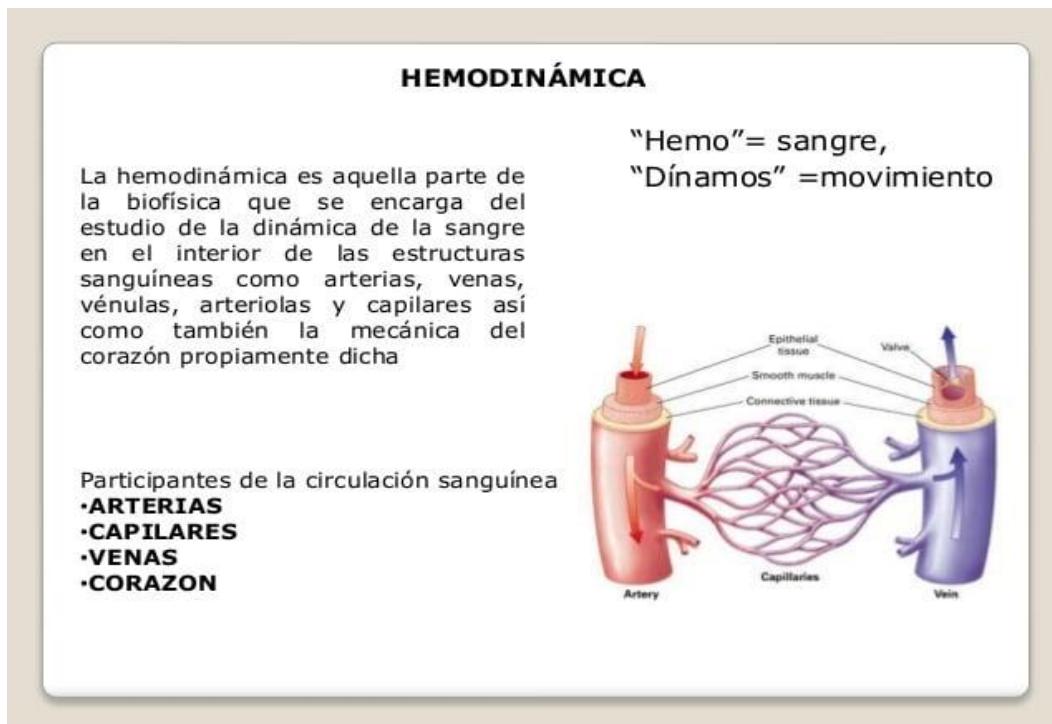


Figura 12. Esquema de vena

El funcionamiento de las arterias consiste en dilatarse para dejar pasar la sangre a través de ellas, es decir cuando el corazón da un bombazo la sangre sale de él, pero por las venas no puede hacerlo por las válvulas que posee, pero la arteria está libre entonces la sangre entra a ellas y pasa como una especie de golpe de ariete, que va dilatando la arteria en su paso la cual tras este se contrae (aumentan o reducen su diámetro) impidiendo el retroceso y permitiendo la llegada del flujo hasta los capilares.



**Figura 13.** Esquema de intercambio capilar

En los músculos y órganos la sangre que está en los capilares arteriales pasa por medio de ósmosis (La ósmosis u osmosis es **un fenómeno físico relacionado con el movimiento de un disolvente a través de una membrana semipermeable**. Tal comportamiento supone una difusión simple a través de la membrana, sin gasto de energía).

Los órganos o músculos toman de la sangre arterial los nutrientes y ceden las toxinas, esta sangre pasa por el mismo fenómeno de ósmosis a los capilares venosos.

La sangre una vez que entro a un capilar venoso no puede retroceder por las válvulas existentes, así que cuando el corazón se expande generando un vacío, la arteria está contraída y por la depresión existente la sangre venosa va indefectiblemente al corazón

Las arterias llevan la sangre enriquecida en oxígeno y nutrientes a los músculos, órganos, y demás componentes del individuo. En cambio, las venas retiran la sangre procesada, contaminadas con toxinas al desarrollar la actividad orgánica)

De esta forma muy esquemática queda denotado el funcionamiento del sistema circulatorio

### 3.2. Gestos repetitivos

Con lo anterior se tiene elementos para definir los gestos repetitivos y las posturas forzadas, como se mencionó la legislación no es clara lo que menciona, pero no explica exactamente lo que son, por lo tanto, buscaremos a través de este escrito, con lo planteado aclarar y dar una definición práctica de fácil aplicación

Siempre que se menciona gestos repetitivos viene a la mente una persona moviendo los brazos en forma rápida y continua, o una cantidad grande de movimientos por minuto con algún segmento del cuerpo (parte del cuerpo), esto es real pero no es tan simple ya que la cantidad de movimientos factibles varía según el segmento corporal comprometido. Uno puede mover varios cientos de veces los dedos caso típico del tipista (data entry), pero no se puede mover cien veces por minuto una muñeca, pues nos cansamos rápido y al cabo de unos minutos aparece dolor.

Mucho menos mover cien veces el antebrazo o el brazo. La cintura no se puede llegar a 30 veces por minuto y menos continuar haciéndolo en el tiempo, con las piernas podemos hacer casi permanentemente 60' acciones por minuto en movimientos de flexión y extensión (en la acción de caminar) pero si se acelera (corre) bajan los tiempos de resistencia continua, y así podemos seguir dando ejemplo con todos los segmentos corporales.

El cuerpo humano está segmentado y tiende en sus movimientos comportarse como un péndulo (la máquina perfecta) por lo que según se contemple la longitud del segmento corporal será la longitud del cable (hilo), lo que ya nos dice que cuanto más corto es el hilo (el segmento comprometido) es mayor la cantidad de oscilaciones (acciones)

Por qué se comportan como un péndulo los segmentos corporales es fácil si quiero acelerar el péndulo debo entregar energía, para que caiga más rápido y luego frenarlo en la subida, si quiero ralentizar el péndulo tengo que agregar energía (para sostener cuando cae) y ayudar a levanta cuando sube. Tanto en acelerar o frenar se entrega energía, en el hombre se cansa más rápido si altera este ritmo natural



**Figura 14.** Ejemplo de gestos repetitivos

### **3.3. Posiciones forzadas**

También al considerar una posición forzada se tiene un concepto general erróneo nadie puede negar que una persona recostada sobre el suelo apretando la tuerca del caño de escape de un auto lo es, pero esto no es todo, no solo son posturas forzadas la que el cuerpo se encuentra en forma antinatural.

Cuando una persona está sin movimiento, estático, para mantener la posición (sea cual fuere), debe tener una cantidad de grupos musculares en tensión para mantenerse, si no lo hace indefectiblemente se cae, para estar sentado debe tener una cantidad de músculos en tensión , los que lo mantiene en equilibrio sobre el asiento, si está parado también necesita tener grupos musculares en tensión, porque si no se cae, y mientras mantenga las mencionadas posiciones tendrá que tener los grupos musculares tensos

Nos encontramos que si estas posturas se mantienen en el tiempo entonces los grupos musculares comprometidos estarán con carga estática tendrán problemas de alimentación como se mencionó anteriormente

Al ocurrir esto tendremos como consecuencia que el individuo está con carga estática (sostenga o no un peso) simplemente por mantener la postura, al ocurrir esto indefectiblemente se estará en presencia de una postura forzada (posición forzada) ya que sus músculos están tensos con tono, lo que implica que las fibras musculares están en tensión y por lo visto se limita la circulación arterial lo que conlleva al anquilosamiento de los músculos y con ello al agotamiento

Esto demuestra porque un administrativo que trabaja sentado (postura antinatural, ya que el hombre como se dijo es un animal nómada y no sedante) pese a que se encuentre con música funcional, aire acondicionado, etc., es decir está comfortable, pero termina agotado al finalizar la jornada, y se observará que mientras que el personal de planta que se mueve permanentemente llega al finalizar el turno con resto físico y solo podemos justificar esto al ver que está en actividad constante

El oficinista está en postura forzada (estática) mientras que el hombre de planta está en condición dinámica (gestos repetitivos)

Se debe respetar la condición natural del Hombre de animal nómada (dinámico), todo trabajo estático, independiente si está sentado o parado es dañino.

Pocos le dan importancia a este fenómeno natural del hombre, pero es vital si se desea profundizar el impacto tendremos que tomar conciencia que afecta a todos los músculos del cuerpo, desde las más grandes como ser las nalgas hasta los más pequeños (micro músculos) como los de los ojos





Figura 15. Ejemplos de posiciones corporales inconvenientes

### **3.3.1. Posiciones forzadas conclusiones**

El manejo es una posición forzada por lo que no es conveniente conducir durante largos períodos, lo correcto es planificar el trayecto, estableciendo puntos de parada de descanso y para descontracturarse, lo que normalmente llamamos pausas activas

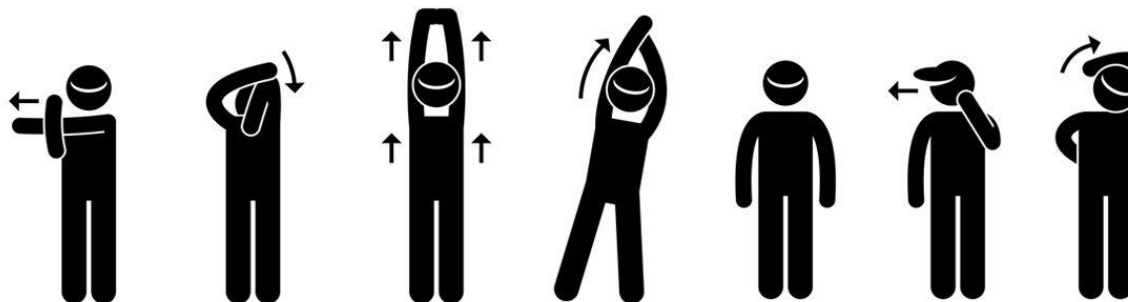


Figura 16. Ejemplos de pausa activa

### **3.4. Capacidad muscular**

Siguiendo con los planteos, se tiene que tener en cuenta el comportamiento de los músculos en relación a la potencia de los mismos

Todo músculo no tiene la misma potencia en todo su desarrollo, si este está totalmente contraído tiene baja potencia (fuerza) si está totalmente

elongado (estirado) también tiene baja potencia, pero cuando se encuentra en su punto medio este tiene su mayor capacidad (fuerza)

Para dar un ejemplo que llegue a ser más claro analizamos que ocurre con la posición del brazo al pulsar, si tenemos el brazo muy flexionado seguro que se pierde la pulseada porque uno no tiene fuerza, si el brazo está extendido ocurre lo mismo se carece de fuerza para contrarrestar la del contrincante, en cambio si el brazo está en su punto medio de elongación y cuenta con fuerza suficiente para enfrentar a la otra persona



**Figura 17.** Capacidad máxima muscular

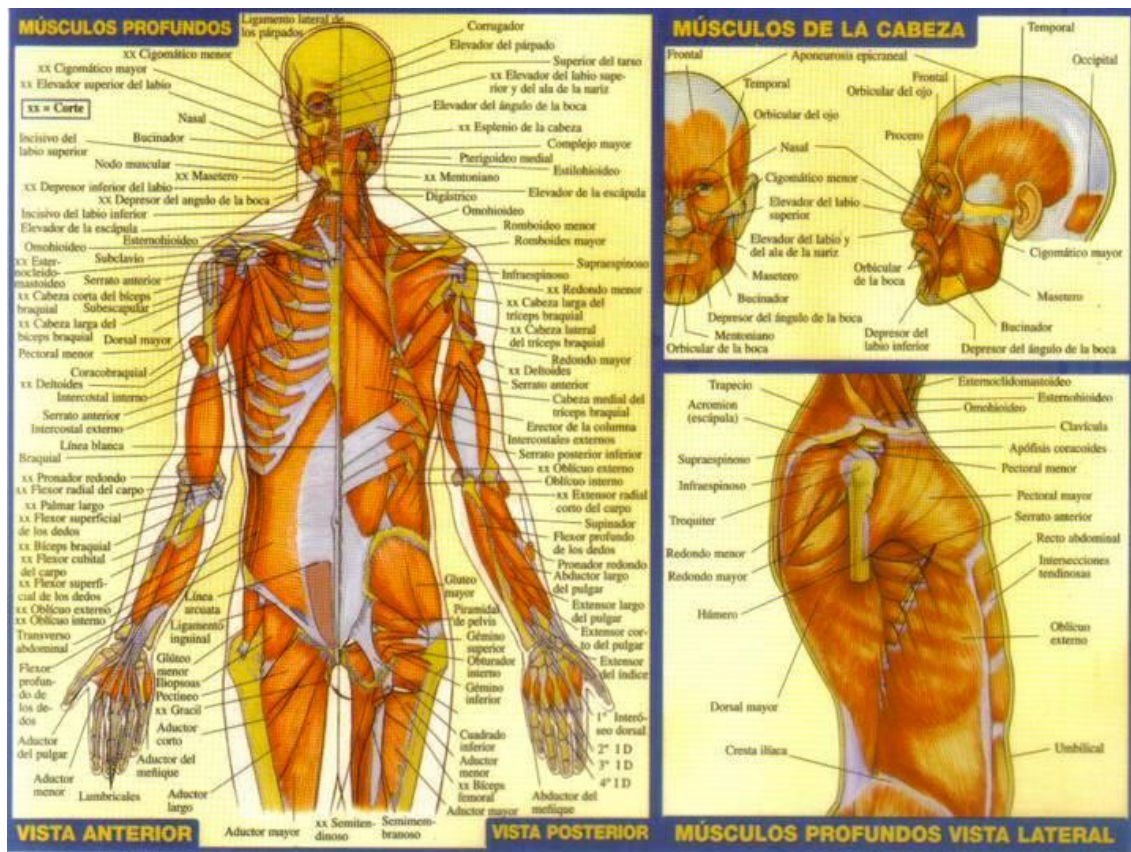
#### NOTA:

Los músculos quienes son los que ejercen la fuerza de tracción y los que mantienen armado el esqueleto humano. Cada postura que el hombre adquiere en forma directa también es una postura del esqueleto, y es mantenida por un gran número de músculos que se reparten entre sí el esfuerzo para mantenerla. A medida que la postura varia, también lo hace el esqueleto, es decir que el orden, el tipo y número, de músculos comprometidos, como de la magnitud de fuerzas que cada uno realiza, presentan cambios.

Los músculos están compuestos por una gran cantidad de fibras individuales (fibras musculares). La célula o fibra muscular es alargada en forma de huso, y siempre de gran tamaño, variando según las dimensiones del músculo al cual pertenece, entre 0,5 a 15 cm.

En los músculos, las fibras se reúnen formando haces más o menos paralelos, limitados por un tabique conjuntivo, que parten de una cubierta exterior llamada *perimisia*, envuelta a su vez por la *aponeurosis*, que es más resistente. Los músculos adyacentes están separados por sus vainas.

Los músculos no se contraen aisladamente, sino que lo hacen en grupos. No se puede contraer solamente el bíceps, solo se puede flexionar el codo, lo que implica la intervención de otros músculos. Por otra parte, los músculos solo pueden traccionar los huesos y no empujarlos (trabajan como un pistón de simple efecto); por eso siempre existen grupos de músculos antagonicos



**Figura 18.** Vista anterior de los músculos superficiales del cuerpo humano (Millar, King y Showers-Human Anatomy and Physiology)

La postura se mantiene por la contracción parcial de los músculos del cuello y de la espalda, de los flexores y extensores de las piernas. Cuando una persona permanece en posición de pie, tanto los músculos flexores como los extensores se contraen simultáneamente para que el cuerpo no pierda estabilidad y se tambalee sobre las extremidades inferiores, dicha contracción simultánea fija la rodilla en su lugar y mantiene rígidas las piernas, sosteniendo el resto del cuerpo

Un músculo completo se compone de miles de fibras musculares individuales, la naturaleza y la fuerza de su contracción dependen de la cantidad de fibras comprometidas que se contraen, en forma conjunta o alternada.

Los músculos voluntarios pueden contraerse según lo desee la persona. Debido a esto, cada una de las fibras musculares desarrolla por ello cierta fuerza. De acuerdo con la magnitud de la resistencia a vencer se contraen más o menos fibras (contracción muscular). Luego de una cierta actividad dichas fibras se relajan para ser reemplazadas en su actividad por otras, este relevo hace que se permita cierta recuperación biológica (descanso).

Después de trabajar un tiempo (este depende de la magnitud de esfuerzo), aparece un límite a partir del cual el músculo pierde de capacidad, (se presenta el cansancio o fatiga según lo defina el autor, pese que fatiga es en realidad un cansancio no reversible según otros autores), este cansancio de los músculos es provocado por la presencia de sustancias tóxicas catabólicas que se acumulan en el citoplasma de las fibras musculares y que deben ser eliminadas para que la célula recupere su excitabilidad normal, Después de un período de reposo, el músculo es capaz de realizar el trabajo en condiciones normales

#### 4. Visión

El ojo es el órgano sensorial más importante para la recepción de información. De hecho, entre un 80 y un 90% de las percepciones recaen

sobre el ojo. El oído respecto a él toma el segundo lugar las grandes diferencias están en que el ojo para percibir la información tiene que estar alineado a ella, enfocándola, mientras el oído tiene una percepción de 360° esféricos y las 24 hs. del día

En la conducción la parte perceptiva más solicitada es la visual, por lo tanto, podemos atrevernos a decir que es uno de los principales responsables de todas las acciones tomadas (decisiones) y por lo tanto tiene cansancio (agotamiento visual).

Por ello, es imposible en el estudio ergonómico pensar en no tomar el tema de visión, de hecho considerar junto con ella la iluminación, dado que gracias a la presencia de la luz, los animales podemos ver nuestro entorno.

El ojo, principal órgano del sistema visual, según el interés que despierta nuestro estudio, lo mismo con la iluminación, de la que, procuraremos dar los lineamientos básicos para su comprensión.

La luz es el elemento que lleva las informaciones, mientras que los ojos son los encargados de captar dicha información, organizándola y codificándola para luego enviar al cerebro para que éste la interprete, lo que nos demuestra la imposibilidad de separar el tema de la visión del de la luz.



**Figura 19.** Para ver son necesarios tres elementos: La luz, el objeto y el órgano visual

## **4.1. EL OJO**

### **4.1.1. MORFOLOGIA**

Uno de los sistemas más complejos de recepción de la información que tiene el hombre es el sistema óptico (sentido de la vista), siendo además el más utilizado de todos los sentidos.

En la *figura 20*. se observa la sección horizontal del ojo derecho; en ella encontramos las principales partes de este.

Cada globo ocular se aloja en el interior de la correspondiente órbita; el ojo (globo ocular) es de forma ovoide con medidas medias de 23,5 mm en su eje transversal y de 25 a 26 mm en su eje anteroposterior.

Se compone de diversas envolturas superpuestas, las que, de afuera hacia adentro son:

- esclerótica (sostén),
- nívica (nutritiva), y
- retina (fotosensible).

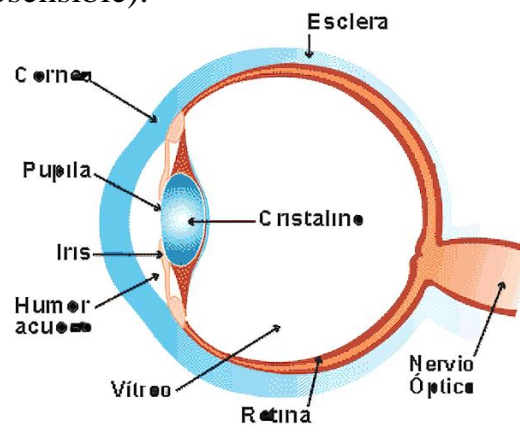
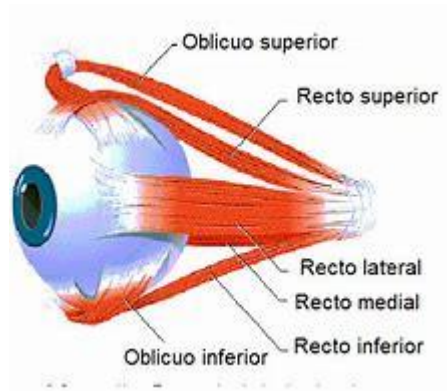


Figura 20.: Sección horizontal del ojo derecho.

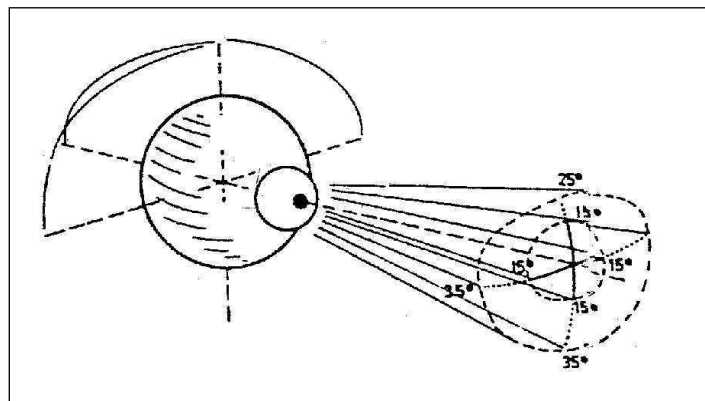
#### **4.1.2. MUSCULOS DEL OJO**

Los ojos se mueven dentro de sus órbitas de manera que pueden dirigirse a voluntad. Esto se debe a que cada ojo posee seis músculos estriados, que se extienden desde la superficie del globo ocular hasta diversos puntos de las órbitas

Los músculos están inervados de tal manera que los ojos normalmente se mueven al unísono y enfocando la misma zona.



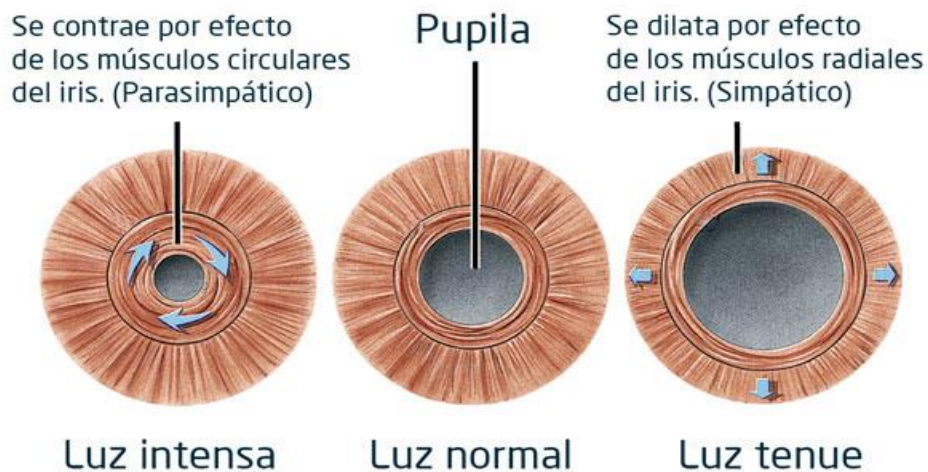
**Figura 21.:** Vista lateral de la órbita y los músculos.



**Figura22:** Movimiento del ojo.

Pero además el ojo posee otros micro músculos que en general ignoramos su existencia, pero forman parte del complejo sistema de visión, como el músculo dilatador

Músculo dilatador, este presenta una estructura de radios que se dirigen desde el borde periférico del iris, hasta el borde del anillo que forma el músculo esfínter del iris, siendo la función la de dilatar la pupila

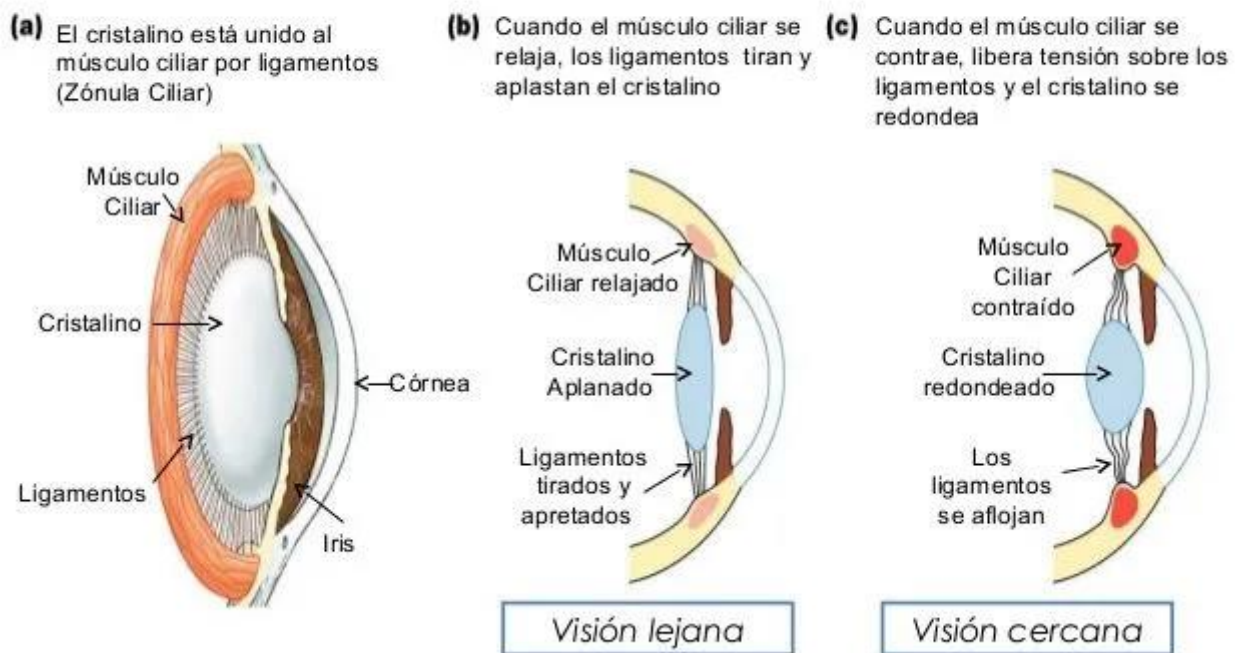


**Figura 23.:** Músculos de iris.

El músculo esfínter es el que produce la contracción de la pupila este es un pequeño músculo anular que bordea la pupila

Para poder hacer el enfoque visual se opera a través del cristalino el cual cambia su curvatura mediante la acción del músculo ciliar

## Mecanismo de la acomodación



**Figura 24.:** Músculos del cristalino.

Todos estos pequeños músculos tienen el mismo comportamiento que los macro músculos, se agotan, no pueden permanecer en postura estática durante largos períodos, motivo por el cual se indica hacer descansos y pausas activas en el uso de pantallas de visualización de datos.

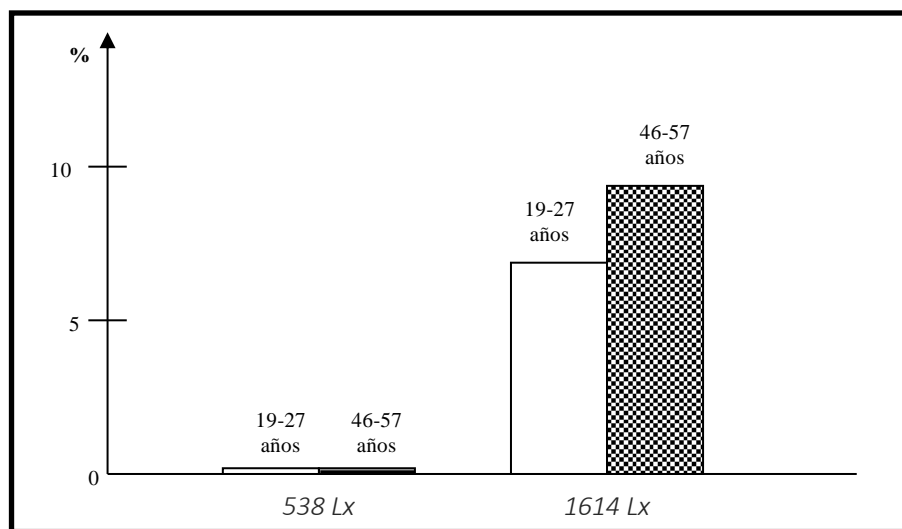
También se debe tener en cuenta varios problemas más uno vital es el del envejecimiento natural del hombre.

## 4.2. Envejecimiento visual

En el transcurso de su vida el hombre va sufriendo alteraciones, en las cuales no sólo a partir de su nacimiento se desarrolla, sino que con el aparece el envejecimiento fenómeno del cual la vida no se salva.

Lamentablemente es muy difícil obtener datos estadísticos respecto a todos estos problemas (en nuestro país la existente es escasa).

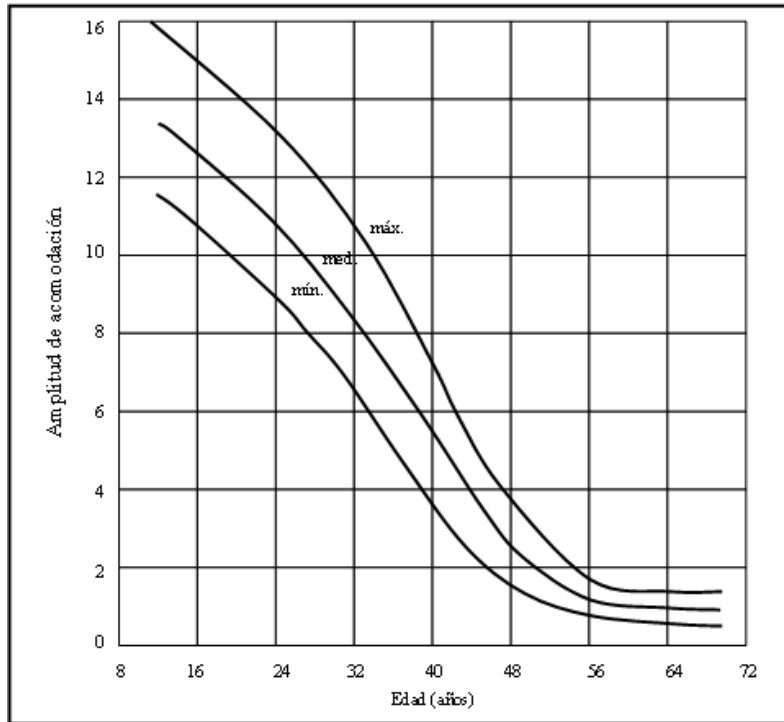
Si se hace un estudio profundo podemos llegar a muchas conclusiones; en la industria comenzando por analizar el aumento relativo de productividad entre colaboradores de una firma en base a su edad, y en tareas visuales cuando varía su iluminación (ver *figura 25.*), podemos decir que el aumento de productividad en base al aumento de iluminación es mucho mayor en las personas de edad avanzada.



**Figura 25.:** Aumento relativo del desempeño de obreras jóvenes y de más edad en una tarea visual cuando la iluminación aumenta (según Hughes & Mac Nelis.)

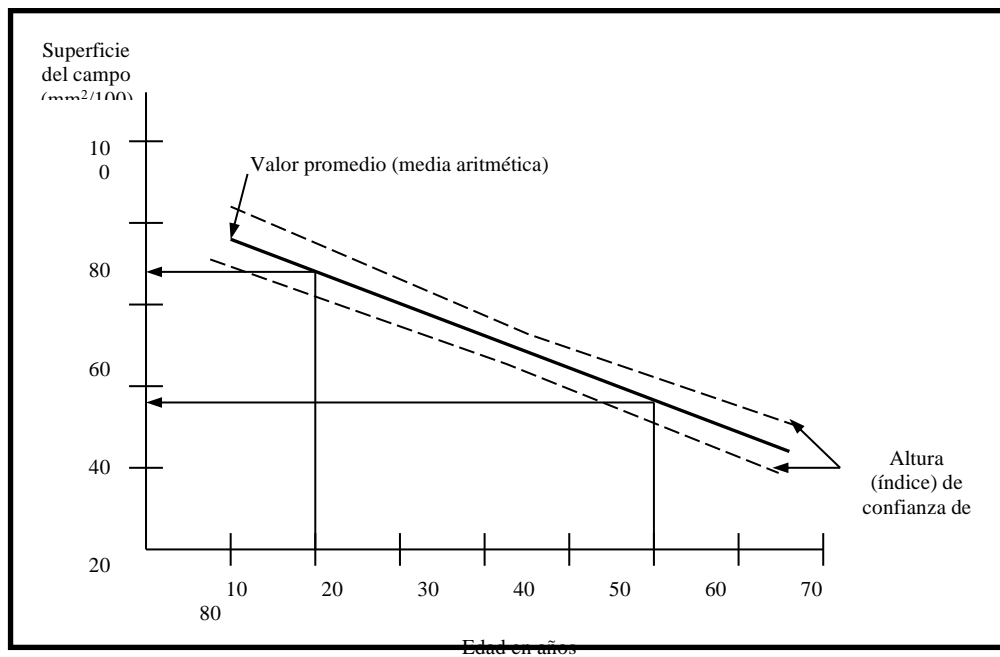
La acomodación visual es la **capacidad del ojo para enfocar objetos cercanos y lejanos**, es decir, para ajustar, de forma espontánea, la distancia focal del cristalino del ojo. Con el transcurso de los años se va alejando el punto más cercano de acomodación y se pierde velocidad de acomodación.





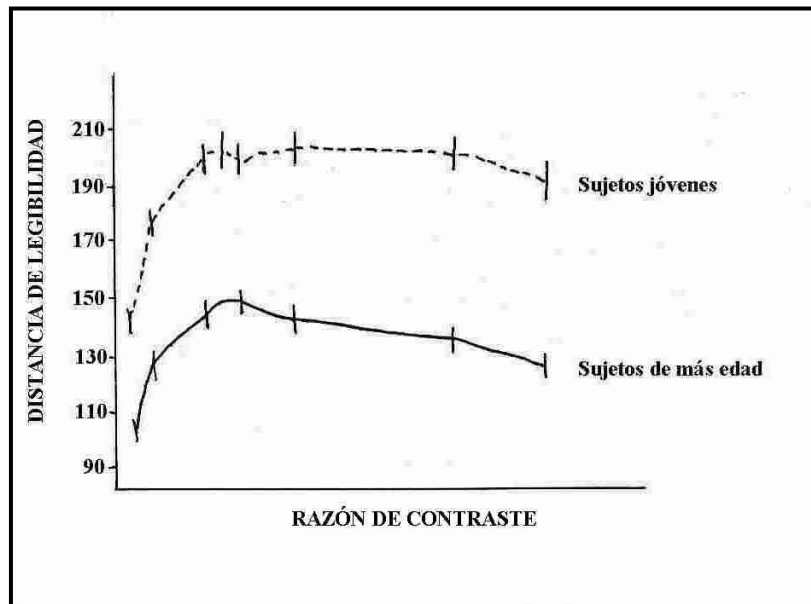
**Figura 26.:** Pérdida de acomodación con el avance de la edad.

La figura anterior es una clara demostración de la pérdida de acomodación con el avance de la edad. Otro elemento que se altera con el avance de la edad es la superficie del cono visual para interiorizarnos recurrimos a la **figura 27.**, en la cual se observa la gran disminución que se genera desde los 20 años de edad hasta los 60.



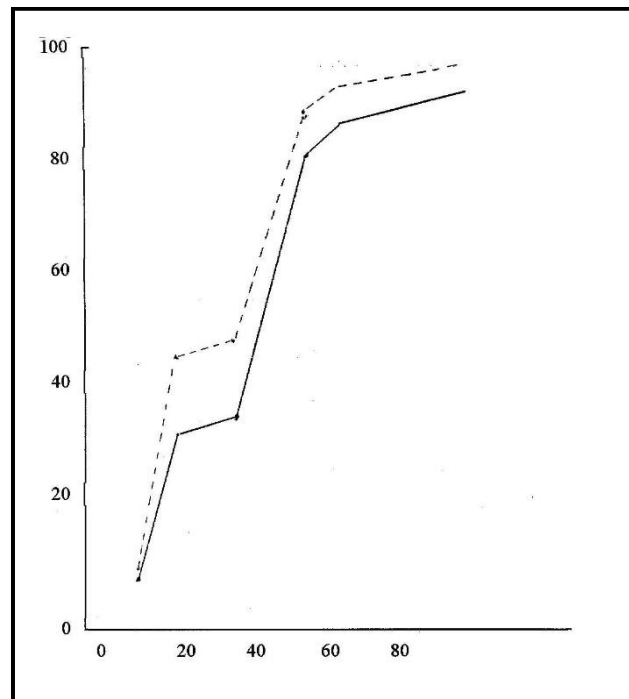
**Figura 27.:** Disminución de la superficie del campo visual en función de la edad (según Williams) (Test la de Goldman a 33 cm).

También se observa la pérdida de la legibilidad de las señales, en el transcurso de los años



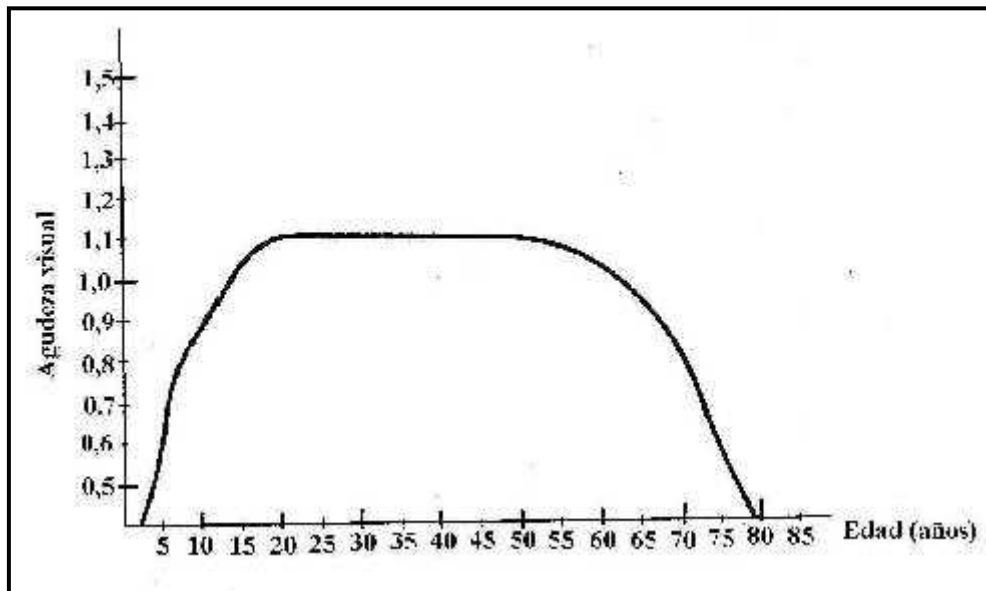
**Figura 28:** Distancia de legibilidad en función del contraste de luminancia y de la edad (en SIVAK y col, Efecto de la edad de los conductores sobre la legibilidad de las señales ruterias durante la noche, Human factors, 1981, 23, 59-64).

Podemos también se debe tener en cuenta la evolución del uso de lentes en función de la edad.



**Figura 29:** Uso de lentes correctores según la edad y el sexo. Centro nacional (EE.UU.) para estadísticas sobre salud.

También se puede expresar la pérdida de la agudeza según el siguiente gráfico.



**Figura 30.:** Variación de la agudeza visual con la edad. Según Winifred Hathaway “Educación and health of seeing child” Columbia Univ. Nueva York.

Todo lo expuesto nos indica la problemática existente por pérdida visual con el incremento de la edad.

### 5. Carga térmica

El hombre es una máquina exotérmica, de hecho, es un animal de sangre caliente que necesita mantener la temperatura de sus órganos centrales (vitales), dentro de ciertos márgenes, debido a problemas netamente metabólicos de los cuales depende la vida del individuo, su capacidad de reacción, su desarrollo normal, y rendimiento.

La temperatura central del hombre es aproximadamente de 36,8°C y puede desviarse algo de dicho valor, salvo que a bajas o altas temperaturas (extremas) o por algún tipo de enfermedad llegue a ser la causa de esas variaciones

Sólo en los músculos, de los miembros y especialmente en la piel se permiten grandes fluctuaciones de la temperatura, así por ejemplo, los músculos pueden llegar a tener una temperatura superior en varios grados a 36,8° C, cuando realiza tareas muy intensas sin manifestar

problemas y la piel puede llegar también a tener una temperatura mucho más baja que los 35° C debido a un gran frío ambiental.

Dado que todo proceso metabólico del cuerpo está asociado a la formación de energía calórica y para poder contrarrestar los desequilibrios que le pueden llegar a provocar problemas, el organismo cuenta con un mecanismo de regulación del calor (termorregulación) muy complejo para mantener la temperatura interna dentro de unos intervalos muy estrechos, compensando las pérdidas y ganancias de calor. Es así como una actividad en posición de sentado genera aproximadamente 400 KJ/hora y de ésta, sólo una pequeña cantidad es necesaria para mantener la temperatura del cuerpo. En general el sistema circulatorio es el responsable de **la función disipadora a través de la sangre, la cual toma el calor interior del cuerpo y lo transporta a las zonas periféricas del mismo. Esta tarea se denomina termo regulación** del aparato circulatorio, según algunos autores esta función es más importante para el cuerpo que el llevar la sangre a los músculos.

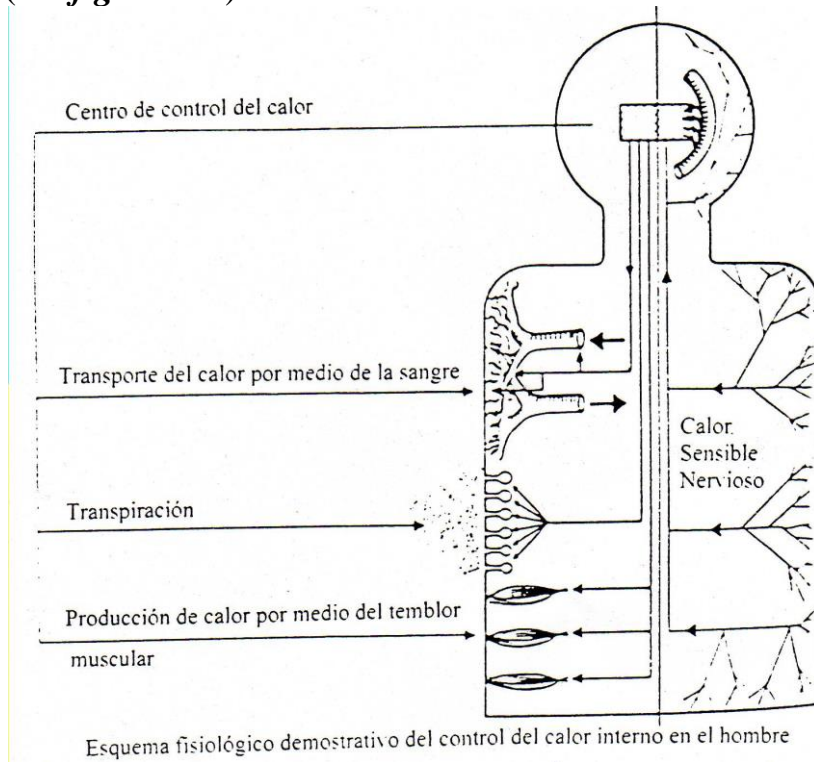
En la *figura 31.* se presenta un esquema del sistema de control del calor del cuerpo, en éste se observa que el centro de control se halla en la cabeza, más precisamente en el hipotálamo, por ello cuando se produce un desequilibrio en el balance térmico, el hipotálamo genera una señal que provoca la puesta en marcha de diferentes mecanismos que contrarresten el efecto desequilibrante térmico. Cabe hacer notar que el sistema genera calor independientemente que el hombre esté despierto, realizando alguna tarea o durmiendo

La parte anterior del hipotálamo actúa como termostato, mientras que la parte posterior como regulador

Cuando se produce el desequilibrio térmico, debido a cualquier causa de sobrecarga térmica, (laboral, o climática), el organismo cuenta con dos mecanismos:

- Se incrementa el flujo sanguíneo periférico con el objeto de llevar el calor acumulado en los órganos profundos hasta la piel, (los vasos sanguíneos se expanden con el fin de distribuir el flujo incrementado, se utilizan los capilares debajo de la primera capa de la piel), mediante el aumento de la frecuencia cardíaca. (intercambio de calor entre el cuerpo y el medio ambiente), (ver *figura 31*), en conducción, radiación, y convección, (ver *figura 32.*)

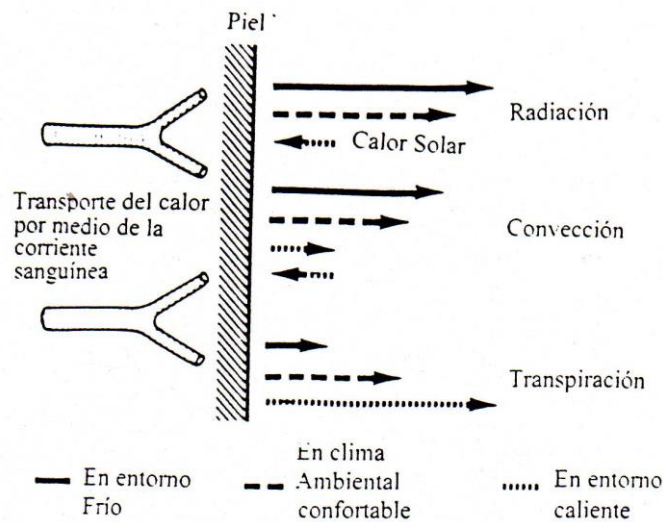
- Por otra parte, una vez que el calor se transporta a la piel, incrementando la actividad de las glándulas sudoríparas se elimina mediante la evaporación de la transpiración, como será visto en el punto 3. (intercambio de calor entre el cuerpo y el medio ambiente), (ver **figura 31.**).



**Figura 31.**

Cuando el corazón bombea sangre a la superficie de la piel para efectuar la termoregulación, se disminuye el caudal de sangre en los órganos principales

Cuando la temperatura ambiental es próxima a la temperatura normal de la piel, el organismo demora más en enfriarse, el corazón continúa bombeando la sangre hacia la superficie de la piel, pero la liberación de la transpiración a través de las glándulas sudoríparas es la única forma efectiva de mantener la temperatura del cuerpo regulada



Esquema fisiológico demostrativo del transporte del calor de intercambio térmico entre el medio y el hombre

**Figura 32.**

El intercambio de calor entre el cuerpo y el medio ambiente se efectúa en áreas en las cuales la temperatura es inferior a la del ser humano, el intercambio de calor entre el medio ambiente y el cuerpo se lleva a cabo sin dificultad, (luego se ve que esto se cumple siempre que la humedad relativa del aire no llegue a ciertos límites que varían con la temperatura).

La cantidad de calor emitida por el cuerpo depende de las condiciones climáticas y de la vestimenta.

El calor proveniente del interior del cuerpo que fluye hacia la periferia, (extremidades), es disipado por el cuerpo a través de cuatro vías, según se observa en la **figura 33**.

Las vías de disipación del calor establecidas por Wensel son las siguientes:

- 1- Convección de calor
- 2- Conducción de calor
- 3- Radiación de calor
- 4- Evaporación de agua

### **1- Transmisión del calor por Convección**

*La transmisión del calor por convección se genera por medio del intercambio entre la piel y el aire, u otro fluido.*

Cuanto la diferencia de temperatura entre la piel y el aire es mayor, mayor es el intercambio de calor, el cual se encuentra favorecido en forma proporcional a la velocidad de movimiento del aire circundante; lo que explica la sensación de frescura o de frío cuando existe una corriente de aire.

Cuanto mayor es el aislamiento de la vestimenta, menor es el intercambio de calor.

En condiciones normales según el Dr. Gradjean, el intercambio de calor por convección llega a ser entre el 25 y 30 % del intercambio total.

## **2- Transmisión del calor por Conducción.**

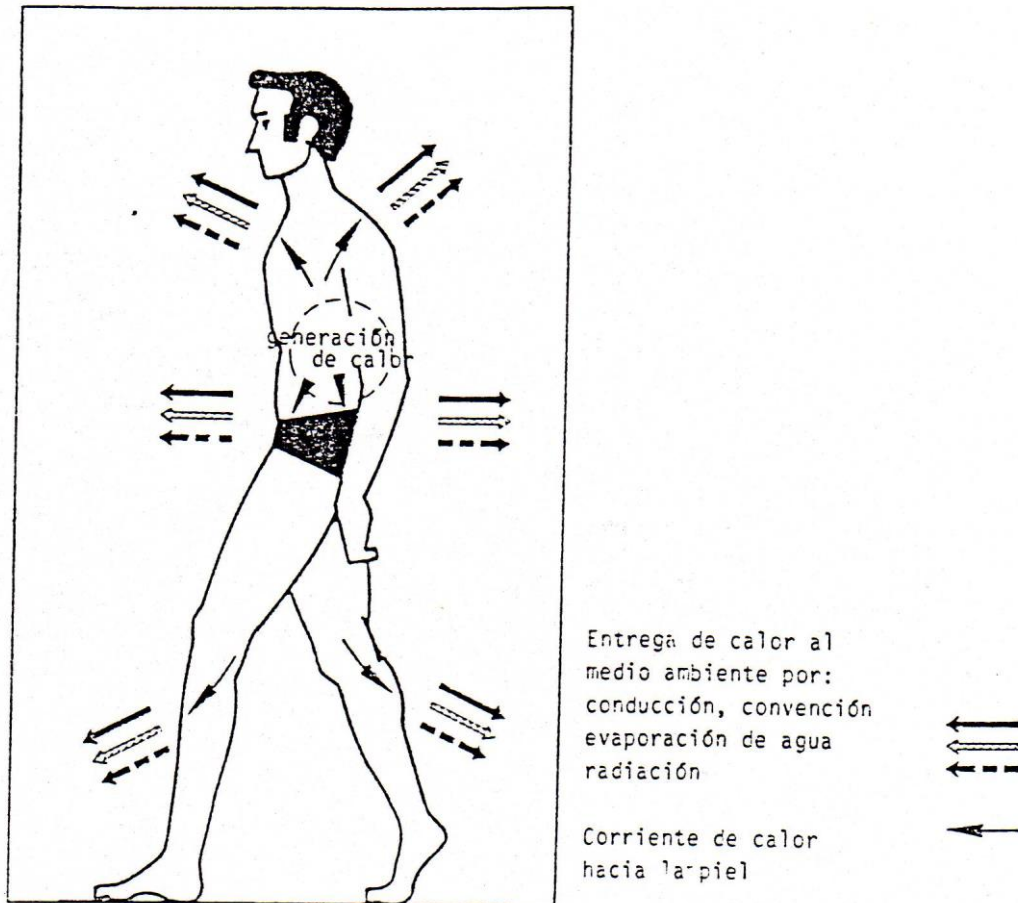
*El intercambio de energía calórica por conducción se realiza entre el cuerpo y los objetos que esta toca (toma contacto, ya sean sólidos o líquidos, que están estáticos), siempre que exista una diferencia de temperatura entre ambos.*

La cantidad de calor transmitida depende directamente de la diferencia de temperatura de los cuerpos involucrados. En este caso la velocidad del aire no afecta el intercambio calórico.

Hay buenos y malos conductores de calor, los metales son excelentes conductores. También son buenos conductores las piedras tales como el mármol y el vidrio; en cambio la madera, los plásticos, el corcho y las telas también son malos conductores.

## **3- Radiación del calor**

*La radiación del calor de un objeto a otro se produce sin que haya entre ellos contacto ni medio conductor como ser el aire. Esta se produce directamente por la diferencia de temperatura entre ellos, siendo el calor transmitido del cuerpo de mayor temperatura al más frío, pudiendo citar como ejemplo, el calor que uno siente de una estufa sin estar en contacto con ella, lo mismo nos ocurre al pasar al lado de una caldera encendida o de un fuego, o de algún objeto expuesto directamente al sol del mediodía en verano, etc.*



**Figura 33.** Vías de disipación del calor según Wensel y otros, 1980.

La cantidad de calor transmitida depende de la temperatura superficial y del tamaño de la superficie de la fuente, también tiene fundamental importancia la distancia que hay entre emisor y receptor del calor. También en este caso no tiene ninguna importancia la velocidad con que se mueve el aire.

En el caso que la temperatura del medio ambiente sea menor a la de la piel, se genera una transferencia de calor del cuerpo hacia el medio circundante en forma de radiación.

#### **4- Evaporación**

*Al evaporarse el agua que se encuentra en la superficie de la piel produce un descenso de temperatura de la misma, razón por la cual juega una importante función en la regulación del balance térmico del cuerpo. También se puede ganar por condensación en este caso no son necesarias diferencias de temperatura en el desarrollo del proceso, el calor transmitido en esta forma se denomina calor latente,*



diferenciándose del que se transmite a través de cambios de temperatura y que se denomina calor *sensible*

Como los mecanismos de termo regulación del cuerpo tienen la finalidad de mantener estable la temperatura interna, es evidente la existencia de un equilibrio entre la cantidad de calor generado por el cuerpo y el calor transmitido por el medio ambiente, este equilibrio se denomina balance térmico y se representa mediante la ecuación:

$$M - E_d - E_s - E_r - L = K = R + C$$

En donde:

$M$  = Producción metabólica de calor

$E_d$  = Pérdida de calor por difusión de vapor de agua a través de la piel

$E_s$  = Pérdida de calor por evaporación de la transpiración desde la superficie de la piel

$E_r$  = Pérdida de calor latente en la respiración

$L$  = Pérdida de calor sensible en la respiración

$K$  = Calor transmitido desde la superficie de la piel hasta la superficie exterior de la ropa

$R$  = Calor perdido por radiación desde la superficie exterior de la ropa

$C$  = Calor perdido por convección desde la superficie exterior de la ropa

Medio Ambiente

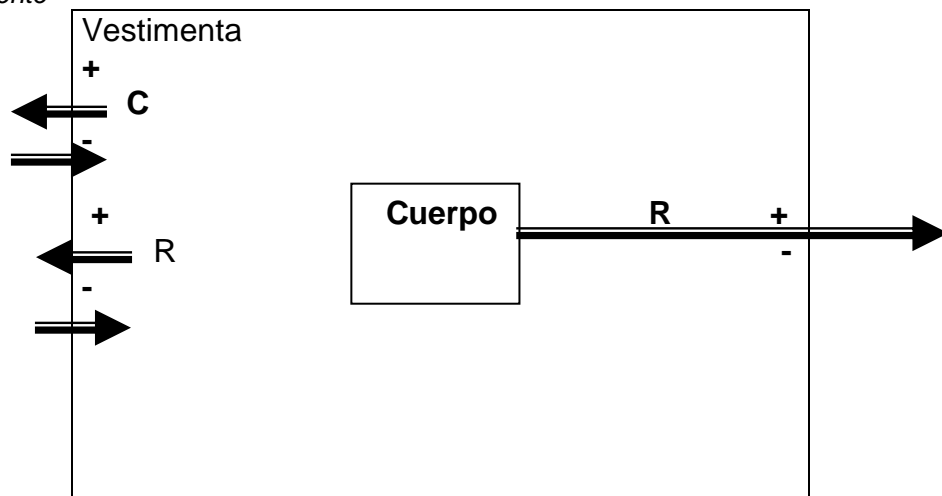


Figura 34.

Esta ecuación representa la producción de calor interno menos las pérdidas de calor por evaporación desde la piel ( $E_d + E_s$ ) y las de respiración ( $E_r - L$ ), es igual al calor transmitido a través de la ropa ( $K$ ) y disipado al otro lado de ésta por radiación y convección ( $R + C$ ).

El balance térmico tiene como hipótesis que la evaporación del agua correspondiente a  $E_s$  y  $E_d$  ocurre en la superficie de la piel y es por lo tanto aplicable a cualquier situación.

### Antecedentes fisiológicos

Como se mencionó anteriormente, el organismo mantiene la temperatura dentro de ciertos límites muy estrechos:

- Temperatura media normal del interior del cuerpo es de 36,8°C
- La temperatura normal media de la superficie de la piel es aproximadamente de 35°C.
- La temperatura media normal de la piel del cuerpo es (según Fanger):

$$T_m = 37,5 - 0,032 Q/S$$

En donde:

Q = Producción de calor por hora

S = Superficie en m<sup>2</sup>

### 5.1. Conclusiones

Es muy importante tomar en cuenta el intercambio térmico en la conducción de un vehículo más allá de que los actuales tiene equipos de calefacción, refrigeración y ventilación.

Por tal motivo es fundamental el material con que está hecho el tapizado de los asientos

Los coches de alta gama tienen tapizado de cuero tienen el problema que, si bien son confortables, agradables a la vista y tacto no permiten el pasaje de la humedad de la transpiración



**Figura 35** Asiento de cuero

Otros vehículos tienen tapizado de vinilo imitación cuero los tienen el problema de no permitir el paso de la humedad de la transpiración son malos conductores del calor, pese a ser, agradables a la vista y no tanto al tacto



**Figura 36** Asiento de cuerina (vinilo)

Por último, hay vehículos que poseen tapizado de tela los que tiene menor agradabilidad visual, buenas condiciones al tacto y la ventaja de permitir el paso de la humedad de la transpiración son buenos conductores del calor.



**Figura 37** Asiento de tela

## **5.2. Sugerencia**

Como solución cómoda y rápida para los asientos que no permite un buen intercambio térmico es el uso de fundas, absorbentes tipo toalla, para mejorar el confort.



**Figura 37** Asiento enfundados