

# FACTORES HUMANOS

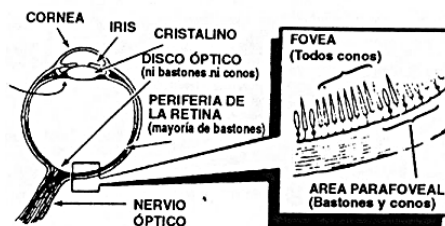
## MEDICINA

### ÓRGANOS DE LOS SENTIDOS

#### VISIÓN

El globo ocular está formado por 3 capas:

- Esclerótica: La más externa. Su parte anterior(*cornea*) se hace más transparente permitiendo el paso de la luz hacia el interior del ojo. Ambas están recubiertas por una línea de células llamada epitelio, el cual se prolonga por debajo de los párpados, llamado conjuntiva.
- Úvea o coroides: Capa intermedia. Cuenta con múltiples vasos sanguíneos. El iris (*parte pigmentada*), se encuentra antes, actuando como un diafragma que regula (*a través de nervios vegetativos*) la entrada de luz del ojo.
- Retín: La capa más interna. En ella se encuentran las células sensoriales – *conos y bastones*



**Cristalino:** se encuentra por detrás del iris y sostenido por unos filamentos que lo unen a un músculo dispuesto en forma circular. Tiene la capacidad de variar su diámetro anteroposterior, modificando el poder de refracción del ojo.

**Humor vítreo:** Es una masa gelatinosa que se encuentra detrás del cristalino. Contribuye a dar forma al globo ocular.

**Humor acuoso:** Es un líquido transparente que se encuentra delante del cristalino. Este mantiene la forma y presión intraocular. Por lo que, un aumento en su producción, lleva a un aumento de presión que se conoce con el nombre de hipertensión ocular o glaucoma.

**Retina:** En ella se encuentran los conos y bastones (*células sensibles al estímulo luminoso*).

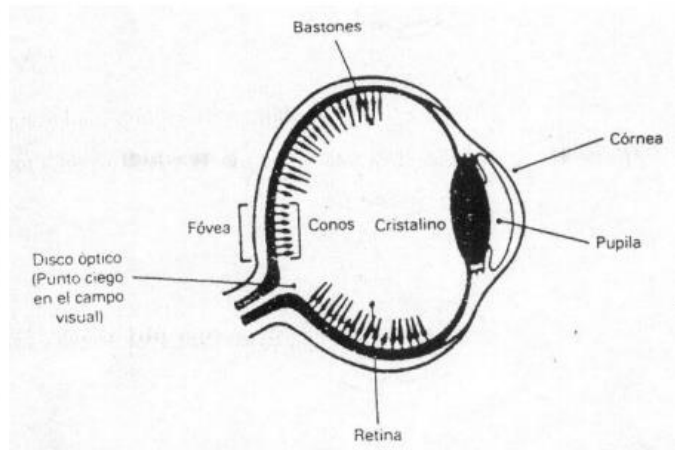
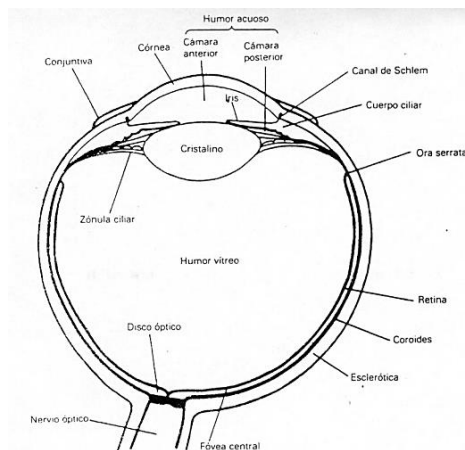
- Conos: se estimulan cuando la intensidad de la luz es alta, por lo tanto, sirven para la visión diurna. También tienen la capacidad de distinguir los colores.
- Bastones: pueden responder con estímulos luminosos más bajos. Son utilizados para la visión nocturna, y no distinguen los colores.

La luz, al estimular estas células, produce un cambio químico en unos pigmentos, lo cual desencadena un impulso eléctrico que llega hasta el nervio óptico. A través de dicho nervio, la información visual alcanza la zona occipital del cerebro, para procesarla.

**Nervio óptico:** Se forma en el polo posterior de la retina y sale por un orificio de la órbita ocular. Conjuntamente con él entra por el mismo orificio una arteria que irriga la retina.

**Papila:** Zona de entrada y salida de arteria y nervio. En ella no existen células sensoriales, por lo que se la conoce como "*mancha ciega o mácula*".

**Fóvea central:** Se encuentra próxima a la mácula. Esta zona está compuesta por conos exclusivamente, por lo que responde a estímulos luminosos de alta intensidad. La agudeza visual de esta zona es máxima y se utiliza para una mayor discriminación y fijación del objeto observado. Sin embargo, es ineficaz en visión nocturna.



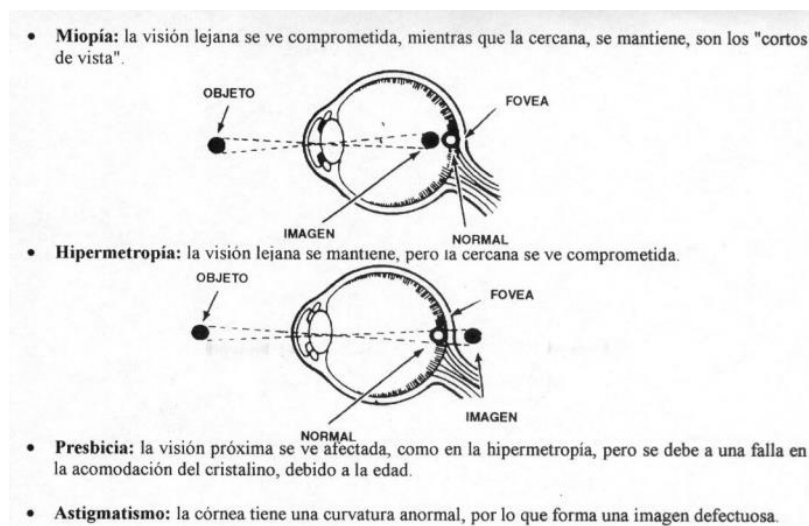
## Agudeza visual

Es el poder de resolución de la fóvea. Indica la capacidad de distinguir dos objetos próximos como distintos y no como uno solo.

Los factores que influyen son: *grado de iluminación, contraste y tiempo de exposición.*

El ojo se comporta como un sistema de lentes que enfoca sobre la retina las imágenes del exterior. La córnea posee un grado de curvatura que hace que los rayos incidan sobre ella y se desvíen al atravesarla, con una determinada capacidad de refracción.

Cuando la imagen visual no se enfoca correctamente sobre la retina, la percepción será defectuosa, poco nítida o desdibujada, en estos casos la agudeza visual está disminuida. Entre estos defectos de refracción (*problemas visuales más frecuentes*) se encuentran:



## Campo visual

Es el conjunto de puntos del espacio que es capaz de abarcar un ojo inmóvil. Su estudio indica la sensibilidad de la retina. Las alteraciones del campo visual pueden originarse por lesión propia de la retina. En aeronáutica, debido a la exposición a altas aceleraciones se altera la irrigación de la retina, ocasionando una reducción del campo visual conocida como "visión de túnel".

## Visión binocular

Cuando los dos ojos fijan centralmente un punto en el espacio, se forman imágenes en dos puntos de la retina, uno para cada ojo. La fusión de las imágenes y el procesamiento central de esta información dará la sensación de relieve y distancia del objeto. Es importante la posición en el mismo plano de los ojos y manteniendo la dirección correcta para conseguir la visión binocular adecuada.

Foria: Ante situación de hipoxia o fatiga, puede manifestarse una ligera desviación de la mirada, que aparece cuando el ojo que está enfocando un objeto y mantiene la mirada de una forma voluntaria, se ocluye de repente, interrumpiéndose la fusión. Es transitoria, y admisible cuando es en grados pequeños.

## Presión intraocular

Se mantiene gracias a la secreción del humor acuoso. Si la presión aumenta, la agudeza visual disminuye, incluso llegando a la ceguera inclusive si se produce lesión de las células neurosensoriales. Los síntomas comienzan cuando el proceso ya está avanzado, por lo que las revisiones periódicas permiten un diagnóstico y tratamiento precoz.

## Hipoxia, visión y vuelo

El aparato visual es el primer órgano que se ve afectado por la falta de oxígeno, especialmente cuando la luminosidad es escasa (*visión nocturna*).

La retina es un tejido que tiene una gran demanda de oxígeno. La presión parcial de oxígeno que se encuentra por encima de los 5000 pies es suficientemente baja para que la pérdida de agudeza visual sea significativa (*hasta un 40% menos*). Por encima de 10000 pies de altitud se produce dilatación de los vasos de la retina y de la coroides.

## Visión cromática

La luz visible está compuesta por una mezcla de radiaciones de diferentes longitudes de onda. Cuando existe un equilibrio entre ellas se produce la luz blanca. El predominio de cualquiera de ellas da lugar a la sensación de color.

En la retina existen tres tipos de tonos, que disponen de diferentes, pigmentos sensibles a los colores rojo verde y azul. Dependiendo de la longitud de onda de la radiación que llega al ojo se estimularan unos conos u otros dando lugar a la visión cromática.

Si falla alguno de los tres tipos de conos se producirá una alteración en la visión cromática en la que determinadas radiaciones del espectro no podrán ser captadas por lo que, dicho color, no se percibirá.

Esta alteración se conoce como *discromatopsia*, cuadro de intensidad variable pero frecuente. La agudeza visual no se ve afectada, pero es un inconveniente para las actividades en que la discriminación de colores sea necesaria, códigos, señales, etc.

## Visión nocturna

Cuando la intensidad luminosa es baja, los conos que forman la papila no se estimulan. Para sacar el máximo partido de la información visual, es necesario aprender a no mirar directamente a los objetos, utilizando la zona con mayor cantidad de bastones (*sensibles a baja intensidad luminosa*) que rodea la fóvea central.

Se requieren unos 30 minutos para que los bastones se adapten a la visión nocturna. Para obtener mejor contraste y evitar errores, es conveniente que todos los medios transparentes -*gafas, cristales de las ventanas o parabrisas*- entre nuestro ojo y el objeto que se quiere mirar deberán estar limpios.

Para que la adaptación a la oscuridad sea eficaz es importante que se disponga de suficiente cantidad de vitamina A (*que es la base del pigmento de los bastones sensibles a la luz*) la cual es abundante en verduras y en frutas, leche, queso, huevos e hígado.

Por último, para la desadaptación a la oscuridad es importante no mirar focos a luces intensas, e intentar trabajar con intensidad luminosa baja en la cabina durante la noche.

## AUDICIÓN

El oído es un órgano encargado de percibir el sonido. Consta de tres partes:

a) Oído externo: formado por:

- El pabellón auricular o la aurícula: *Parte externa del oído.*
- El conducto auditivo externo: *Conecta el oído externo al oído interno u oído medio.*
- La membrana timpánica (tímpano): *Separa el oído externo del oído medio.*

b) Oído medio: (*o caja del tímpano*) es una cavidad en el hueso temporal lleno de aire, que comunica con la faringe y por lo tanto con el exterior a través de un pequeño conducto, que sirve para igualar la presión del oído medio con la ambiental externa denominado Trompa de Eustaquio.

En su interior se encuentra la cadena de huesillos (*martillo, yunque y estribo*). El martillo y el estribo tienen unos pequeños músculos que pueden tensarse o relajarse.

El oído medio comunica con el externo a través de la membrana timpánica, y con el oído interno a través de las ventanas oval y redonda.

c) Oído interno: formado por:

- La cóclea (*que contiene los nervios de la audición*).
- El vestíbulo (*que contiene receptores para el equilibrio*).
- Los conductos semicirculares (*que contienen receptores para el equilibrio*).

Cuando una onda de sonido es captada por el pabellón auricular y conducida a través del conducto auditivo externo hasta la membrana timpánica, a la que hace vibrar, el movimiento se transmite a través de la cadena de huesecillos hasta la ventana oval, unas quince veces más pequeñas que la timpánica, sobre la que incide el estribo, el movimiento es así magnificado, debido a la diferencia de tamaño de ambas superficies y transmitido al oído interno, haciendo vibrar el líquido en él contenido.

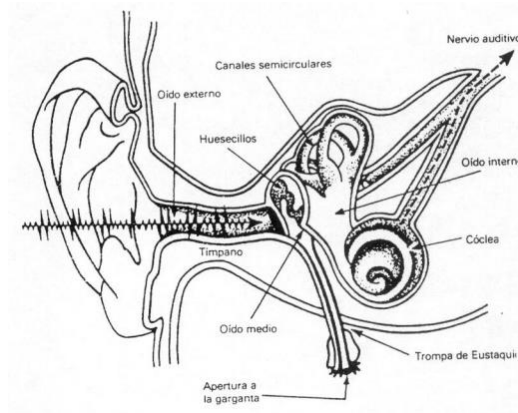
El movimiento de este líquido provocará el estímulo mecánico de las células sensoriales, que a su vez lo transforman en impulso eléctrico, el cual a través del nervio acústico llega al sistema nervioso central, donde esa información será procesada e identificada como un sonido.

Por su parte, la ventana redonda, situada debajo de la ventana oval y que comunica con el oído medio tiene como misión contrarrestar la vibración producida dentro del oído interno.

## Sensibilidad del oído

No todas las variaciones de presión o fenómenos vibratorios de las moléculas del aire que inciden sobre el tímpano son captadas como sonido.

El ser humano solo capta aquellas cuya frecuencia se encuentran entre 16 Hz y 20000 Hz, para la comunicación oral usamos los sonidos que se encuentran entre las frecuencias de 500 a 3000 Hz.



## Efectos del ruido:

Se define al ruido como un sonido no deseado. Sus efectos sobre el ser humano son:

### ➤ Perdida de la capacidad auditiva

Tras una exposición o un nivel de ruido excesivo aparecen algunos síntomas como sensación de pitido o zumbido de oídos, causado por la irritación de las células sensoriales. Puede existir una hipoacusia más o menos intensa.

Si la exposición al ruido se prolonga o la intensidad del mismo aumenta, la disminución de la incapacidad auditiva se hará permanente pues la fatiga de las células sensoriales llega a producir daños irreparables.

La valoración de la capacidad auditiva se hace mediante la audiometría, por medio de la que se estudian una serie de frecuencias, y se aprecian la intensidad necesaria para que cada una de ellas sea captada como un sonido.

Los factores que influyen para determinar una pérdida de la capacidad auditiva son:

- Intensidad: superior a 80 decibeles aumenta de forma muy considerable la probabilidad de daño coclear.
- Frecuencia: son más dañinas las altas que las bajas.
- Tiempo de exposición: dependiendo de la intensidad y la frecuencia del ruido.

## Tipos de hipoacusias o sorderas:

- Sordera de conducción: Aquella en la que el proceso de conducción de la onda sonora hasta el oído interno se ve afectado. Afecciones como, por ejemplo: *tapón de cerumen, rotura timpánica, otosclerosis, etc.*
- Sordera de percepción: Aquella que es producto de lesión al nivel de las células sensoriales del órgano de Corti del oído interno, o en la conducción nerviosa hasta el sistema nervioso central. Este tipo de sordera es la que se produce por la exposición a ruido excesivo.

### ➤ Otros efectos

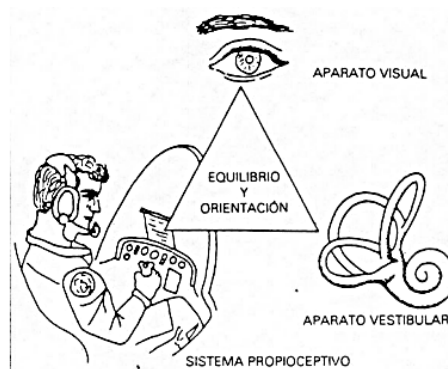
El ruido influye negativamente sobre la esfera psíquica del sujeto, por lo que produce fatiga, irritabilidad e incrementa la "carga de trabajo". Además, se produce una disminución del nivel de alerta y de la capacidad de maniobra. Junto con el ruido actúan otros agentes estresantes como el calor, la hipoxia o las vibraciones, y sus efectos son acumulativos.

## EQUILIBRIO

Este sistema permite al hombre orientarse en el espacio, mantener la postura y realizar movimientos de forma coordinada.

Tres sistemas participan de la recepción, elaboración de las señales y estímulos externos, que nos sitúan en la posición correcta respecto al espacio. Estos actúan como receptores, a través de los cuales llega a núcleos centrales la información, para obtener posteriormente una respuesta.

1. Órgano de la visión: de vital importancia para dar orientación en el espacio, el cual desde un punto de vista funcional está formado por 2 sistemas distintos cuando procesa la información:
  - El encargado de la visión focal, del detalle al observar un objeto. Depende de la visión fovea.
  - El encargado de la visión ambiental, por lo que el estímulo se percibe en las zonas periféricas de la retina y no depende tanto de la calidad de la imagen. Da la orientación del ojo, junto con los otros dos sistemas.
2. Sistema propioceptivo: Constituido por múltiples receptores sensoriales distribuidos en dermis, articulaciones, haces musculares y ligamentos. Responden a diferentes estímulos como dolor, calor, presión y estiramiento. Bajo la piel se encuentran los mecanorreceptores, sensibles a cualquier deformación mecánica del propio receptor y de las células que lo rodean.
3. Aparato vestibular: también llamado órgano del equilibrio del oído interno. Está formado por dos áreas diferenciadas:
  - Canales semicirculares: Intervienen en las aceleraciones angulares, como en giros y rotaciones. Consisten en 3 conductos membranosos ubicados dentro del hueso temporal, distribuidos en 3 planos, y contienen en su interior un líquido llamado endolinfa. Cada canal termina en una ampolla, en donde se ubican células especializadas, las cuales, con el movimiento de la endolinfa, son estimuladas, originando el impulso eléctrico que transmiten al Sistema Nervioso Central
  - Órganos otolíticos (*sáculo y utrículo*): Son estimulados por la aceleración gravito inercial y por las aceleraciones lineales. Se encuentran delante de los canales semicirculares, y se disponen perpendicularmente entre sí. Responde a aceleraciones de tipo lineal, informando de la posición de la cabeza.



# DESORIENTACION ESPACIAL

La desorientación espacial es un fenómeno que ocurre como consecuencia de una incorrecta apreciación de la posición o del movimiento en relación con el espacio que nos rodea.

## Tipos:

- **Tipo I:** El piloto no reconoce que está desorientado, no se da cuenta del problema y por lo tanto no busca ninguna solución.
- **Tipo II:** El piloto experimenta y reconoce alguna sensación "*extraña*" que una vez identificada le permite buscar soluciones y mantener el control de la aeronave.
- **Tipo III:** También llamada incapacitante, pues la sensación es tan fuerte, la desintegración de la información recibida por diferentes canales tan intensa, y la respuesta neurológica tan incorrecta, que es incapaz de mantener el control de la aeronave.

## Causas de desorientación espacial en vuelo:

- Errores de percepción: Es la información transmitida desde los órganos de los sentidos y por lo tanto el fenómeno perceptivo es erróneo en casos tales como:
  - Fenómenos meteorológicos (Lluvia, nieve, niebla)
  - Vuelo nocturno
  - Falla de instrumentos
  - Alteraciones de la visión
  - Errores de causa vestibular
- Errores de causa central: Son secundarios a la limitación del proceso de orientación, cuando se realiza bajo una sobrecarga física y/o mental, puede afectar la atención focalizada y determinar errores por acostumbamiento

## Ilusiones visuales:

Principales causas:

- ✓ Movimiento relativo de una aeronave con respecto de otra.
- ✓ Falsa interpretación de las señales, como por ejemplo al volar sobre un banco de nubes
- ✓ Deformación de la imagen de objetos por interposición de una estructura no plana, como el cristal de un helicóptero por lluvia, niebla, etc.
- ✓ Falsa percepción de altura sobre la pista: cuando se aproxima el aterrizaje, la altura y distancia pueden interpretarse mal por la inclinación de la pista, del terreno circundante, por la vegetación que rodea la pista, etc.

# ILUSIONES VISUALES

## AUTOCINETICA

Se observa un punto luminoso aislado, dando la impresión de que se mueve.  
Confusiones de luces, principalmente en el vuelo nocturno

## VESTIBULARES

### Somatogiras (canales semicirculares)

#### Ladeos

Son las más frecuentes. Por ejemplo, cuando volando entre nubes, se realiza un lento alabeo y el piloto al fijarse en los instrumentos, se da cuenta de su posición real y corrige.

#### Barrena

Cuando existe una estimulación a velocidad constante mantenida un cierto tiempo, el sistema que forman los canales semicirculares y la endolinfa, alcanzan un equilibrio y las células sensoriales de la ampolla dejan de ser estimuladas. Por lo tanto el piloto deja de recibir información visual, no percibiendo el giro.

#### Coriolis

Estimulación simultánea de varios canales semicirculares en planos diferentes. Ocurre cuando en medio de un giro, el piloto realiza un movimiento brusco con la cabeza.

### Somatogravicas (organos otoliticos)

Se produce una percepción errónea de la posición del sujeto, cuando éste se somete a fuerzas que difieren en magnitud y dirección de la gravitoinercial presente en la superficie terrestre.



# TÓXICOS EN AVIACIÓN

## TABACO:

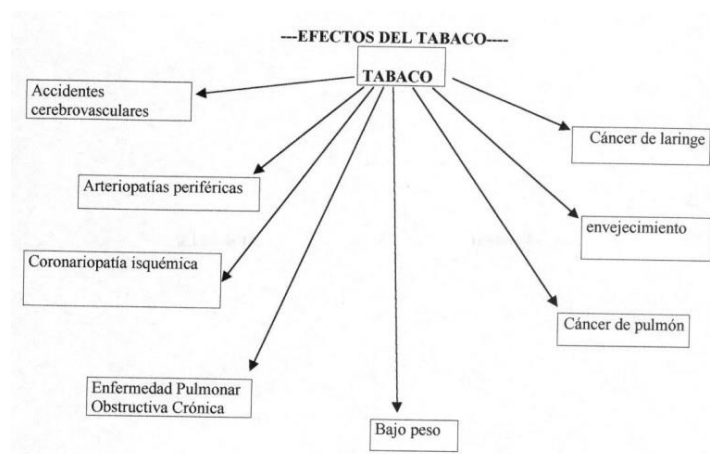
Contiene 3 sustancias perjudiciales para la salud por diversos motivos:

- a) Nicotina: responsable de la adicción al tabaco. Un cigarrillo contiene entre 10 y 20mg. De nicotina, de los cuales 2,5 aprox. se absorben cuando el humo es inhalado.  
Produce alteraciones cardiovasculares
- b) Monóxido de carbono (CO): producido en la combustión incompleta, es un gas tóxico. Los grandes fumadores pueden alcanzar cifras del 10% de su hemoglobina "secuestrada" por CO, por lo que disminuye su capacidad para transportar oxígeno a los tejidos.

- Con niveles de carboxihemoglobina del 5%: *Agudeza visual disminuye*
- Con niveles del 7%: *La memoria, y destreza manual para movimientos finos se deteriora*
- Con niveles de 3-4%: *La capacidad de atención se ve afectada*

En un ambiente cerrado y mal ventilado, los fumadores pasivos pueden alcanzar un nivel de carboxihemoglobina del 5%.

- c) Alquitranes: Responsables del efecto del tabaco sobre la vía respiratoria.  
Son irritantes que comienzan alterando sus células epiteliales, produciendo la inflamación de las mismas (*faringitis, laringitis, traqueítis, bronquitis*), para terminar produciendo la degeneración cancerosa de las mismas.



## ALCOHOL:

Todos los alcoholes son tóxicos para el organismo. El mejor tolerado es el etanol, principal componente de las "bebidas alcohólicas" que actúa como depresor del sistema nervioso central, dependiendo de la dosis del mismo.

Otros componentes volátiles de las bebidas alcohólicas afectarán la absorción y metabolización del etanol.

### Metabolismo:

Aproximadamente el 20% del alcohol ingerido se absorbe en el estómago y el 80% restante en el intestino delgado.

A los 5 minutos de ingerido ya se puede detectar en sangre, encontrándose en su pico máximo de concentración entre los 30 y 90 minutos.

La rapidez con que se absorba, depende de diversos factores como:

- Si hubo ingesta de alimentos (*principalmente ricos en grasas*)
- La velocidad con que se ingirió
- El tipo de bebida (*graduación alcohólica, contenido en azúcares, etc.*)

### Efectos del alcohol:

#### ➔ Agudos:

- Cambios de humor y del estado de alerta.
- Disminución de la capacidad de las neuronas de captar el oxígeno, determinando en cierta forma una hipoxia histotóxica.
- Aumenta el tiempo de reacción
- Los movimientos finos pierden precisión por incoordinación neuromuscular
- Actúa como relajante, alterando el nivel de conciencia, por ende, vigilancia y atención.
- Aumenta el umbral al dolor, actuando como anestésico

#### ➔ Crónicos:

- Afecta hígado (*hepatitis y cirrosis*)
- Puede ocasionar lesiones irreversibles en el sistema nervioso central

### CAFEINA:

El consumo frecuente y prolongado de tiempo puede crear adicción. Una interrupción brusca puede desencadenar un "síndrome de abstinencia" similar al nicotínico, que cursa con dolor de cabeza intenso, fatiga, somnolencia, debilidad generalizada, irritabilidad y disminución del estado de alerta.

La ingestión de 1g de cafeína puede resultar en una estimulación excesiva del Sistema Nervioso Central, caracterizado por delirio y trastornos sensoriales.

Dosis mayores pueden provocar vómitos y convulsiones. 10g en dosis única es letal.