

Tema 56. Anatomía y fisiología del sistema nervioso humano. Alteraciones del sistema nervioso en la sociedad actual. Hábitos saludables. La salud mental.

E.S.O. Bloque 2 Tema 6. 1º Bach. Bloque 8.

56.1. Introducción

56.2. Anatomía de la médula espinal

56.3. Anatomía del encéfalo

56.3.1. Mielencéfalo (bulbo raquídeo o médula oblonga):

56.3.2. Metencéfalo (protuberancia anular y cerebelo):

56.3.3. Mesencéfalo (tubérculos cuadrigéminos):

56.3.4. Diencefalo (tálamo e hipotálamo):

56.3.5. Telencéfalo (cerebro):

56.4. Sistema Nervioso Periférico

56.4.1. Nervios craneales

56.4.2. Nervios espinales o raquídeos

56.5. El sistema nervioso autónomo o neurovegetativo

56.5.1. Simpático o Toraco-lumbar

56.5.2. Parasimpático o cráneo-sacro.

56.6. Fisiología de la Neurona (OPCIONAL):

56.6.1. El impulso nervioso

56.6.2. La sinapsis

56.7. Integración nerviosa:

56.7.1. Actos involuntarios o reflejos.

56.7.2. Actos voluntarios

56.8. Principales enfermedades del sistema nervioso.

56.9. Salud mental

56.9.1. Problemas más frecuentes de salud mental en los escolares

56.1. Introducción

El SNC (encéfalo y médula) se forma en el embrión a partir de un surco o canal que se desarrolla en la línea media del dorso por invaginación del ectodermo. Este surco profundiza cada vez más acabando por soldar sus bordes, formando un tubo hueco (**tubo neural**). La parte anterior de este tubo se ensancha formando vesículas que darán origen al encéfalo, mientras que el resto del tubo formará la médula espinal.

El Sistema nervioso central, por lo tanto, se organiza como un tubo alargado situado en la línea media dorsal en el interior del conducto vertebral (médula espinal) y de la cavidad craneana (encéfalo). Está compuesto por neuronas y células de soporte (glía). Macroscópicamente, las secciones de cualquier parte del SNC está formada por sustancia gris y sustancia blanca, la sustancia gris contiene la mayoría de los cuerpos celulares de las neuronas y la sustancia blanca los axones; los lípidos de las vainas de mielina de los axones guardan relación con la apariencia blanca de la sustancia blanca. La distribución de la sustancia gris y blanca difiere según la parte del SNC que se considere.

Se pueden considerar tres clases de neuronas de acuerdo con su función:

- **Sensitivas**, aferentes o sensoriales, que recogen los estímulos sensoriales del medio ambiente o del propio organismo mediante conexiones con órganos receptores (sentidos).
- **Motoras**, eferentes o efectoras, que controlan órganos efectores (músculos y glándulas)
- **Asociación**, de enlace o interneuronales, que conectan unas neuronas con otras.

Los cuerpos neuronales no suelen encontrarse aislados, sino que forman acúmulos o núcleos. Si estos acúmulos se encuentran en el encéfalo o en la médula espinal, se denominan centros nerviosos; si están fuera de aquellos se denominan ganglios.

Las prolongaciones de las neuronas se encuentran envueltas por vainas formando las fibras nerviosas. Éstas se agrupan formando nervios que, si contienen fibras aferentes son sensitivos y si contienen fibras eferentes son motores. La mayoría de los nervios, no obstante, están formados por las dos clases de fibras (nervios mixtos). Los nervios y los ganglios constituyen el llamado sistema nervioso periférico (SNP).

Las funciones más importantes del sistema nervioso son:

- Transformación de los estímulos del medio en impulsos nerviosos (receptores).
- Conducción de impulsos desde los receptores (órganos de los sentidos) hasta los efectores.
- Coordinación del funcionamiento de los diferentes órganos al ordenar y transformar los estímulos procedentes de distintas partes en estímulos eferentes adecuados.
- Integración de las actividades de las distintas partes del cuerpo para realizar un trabajo conjunto y tener un comportamiento que beneficie a todo el organismo.
- Asociación de representaciones para formar la consciencia del individuo.

Si atendemos al aspecto funcional del sistema nervioso se puede distinguir:

1. **Sistema nervioso de la vida animal, voluntario o somático**, que ejerce su acción sobre los órganos de los sentidos y aparato locomotor. A su vez se divide en **NC** (encéfalo y médula) y **SNP** (nervios y ganglios)
2. **Sistema nervioso autónomo o de la vida vegetativa**, que funciona con independencia de la voluntad y controla la musculatura lisa, ritmo cardíaco, vísceras de los distintos aparatos, etc. Esta constituido por el S. simpático y el S. Parasimpático.

El SNC está envuelto por tres membranas de tejido conjuntivo (**meninges**); las cuales protegen a la delicada materia nerviosa del roce de las duras paredes óseas.

1. **Piamadre**. Recubre la superficie del tejido nervioso; contiene fibras colágenas, elásticas y fibrocitos.
2. **Aracnoides**. Es una gruesa capa fibrosa que cubre la piamadre, cuyo nombre deriva de la presencia de tractos en forma de tela de araña que la conectan con la duramadre subyacente, ya que la piamadre y el aracnoides son continuas (muchas la consideran una unidad). El espacio subaracnoideo está conectado con el sistema ventricular por tres agujeros y el líquido cefalorraquídeo circula continuamente desde los ventrículos al espacio subaracnoideo. Las arterias y venas que van hacia y desde el SNC pasan por el espacio subaracnoideo .
3. **Duramadre o paquimeninge**. Es una capa densa fibroelástica situada encima del aracnoides, del que la separa el **espacio subdural** ocupado por una pequeña cantidad de líquido, tejido adiposo y vasos sanguíneos. En el cráneo, la duramadre se continua con el periostio de la bóveda craneal, mientras que en torno a la médula espinal está unida al periostio del canal espinal.

56.2. Anatomía de la médula espinal

Se extiende desde el orificio occipital hasta el límite entre la primera y segunda vértebras lumbares. Tiene una longitud media de 42 cm (mujer) y 45 cm (hombre).

Al igual que el cerebro, la médula espinal está revestida por las meninges, la superficie más externa de la duramadre está estrechamente conectada con el periostio del canal vertebral. Durante el desarrollo, la columna vertebral crece más que la médula espinal, por lo que la parte inferior de ésta queda por encima del correspondiente foramen (orificio) intervertebral; el espacio medular queda ocupado por las correspondientes raíces nerviosas (filum terminale o cola de caballo).

La estructura de la médula espinal es básicamente similar en toda su longitud, con cuatro regiones principales. Externamente tiene una profunda cisura media ventral y dorsalmente hay un surco, menos pronunciado, en la línea media superficial. En cada lado, el surco dorsolateral marca la línea de entrada de las raíces nerviosas dorsales. Los surcos ventrolaterales marcan la salida de los nervios ventrales (motores y pregangliolares del S. N. autónomo).

En la **sección transversal**, la masa central está ocupada por la sustancia gris que tiene la forma de una mariposa, siendo las **astas ventrales** más prominentes (contienen los cuerpos celulares de las grandes neuronas motoras inferiores). Las **astas dorsales** son menos prominentes; contienen los cuerpos neuronales de neuronas sensoriales de 2º orden (las de primer orden tienen los cuerpos celulares en los ganglios dorsales), que llevan la información de la tª y el dolor al cerebro. Las pequeñas **astas laterales**, contienen los cuerpos celulares de las neuronas eferentes simpáticas (pregangliolares).

A lo largo de la médula se van reuniendo, a ambos lados, las raíces anteriores o ventrales (motoras) y las raíces posteriores o dorsales (sensitivas), formando 31 pares de nervios raquídeos mixtos.

La **sustancia blanca** de la médula espinal consta de tractos ascendentes de fibras sensitivas y tractos descendentes motores; conforma ascendemos hacia el cerebro, aumenta el nº de fibras que entran o salen de la médula por lo que aumenta el volumen de sustancia blanca desde la región sacra a la cervical.

La sustancia blanca comprendida entre las astas dorsales forman las **columnas dorsales ascendentes** donde conectan las fibras sensitivas que llegan de la raíz dorsal con otras neuronas sensitivas de segundo orden. En la región cervical, cada columna dorsal se subdivide en dos fascículos: el fascículo grácil (que lleva fibras desde los miembros inferiores) y el fascículo cuneato lateral (desde las extremidades superiores).

La sustancia blanca ventrolateral de cada lado está formada por varios tractos ascendentes (dolor, tª, tacto) y descendentes (tracto corticoespinal motor).

Desde el punto de vista fisiológico, la médula espinal, debido a la sustancia gris es un órgano elaborador de actos reflejos; y gracias a la sustancia blanca posee una función conductora.

Las fibras de la médula espinal se entrecruzan a una determinada altura de su recorrido (unas en la médula y otras en el encéfalo) pasando las de un lado al lado opuesto. En consecuencia, la mitad derecha del cerebro coordina el lado izquierdo del cuerpo, y la mitad izquierda de aquél el lado derecho.

56.3. Anatomía del encéfalo

Tiene la forma de la cavidad craneana, a la que se adapta perfectamente. Su peso varía con la edad del individuo, peso corporal, estatura y raza. El de un hombre europeo medio es de 1300 g. Parece fuera de duda la falta de relación entre el peso de la masa encefálica y el nivel de inteligencia.

De acuerdo con el desarrollo embrionario, hemos de concebir el encéfalo como un tubo hueco que sufre una serie de ensanchamientos se dobla sobre sí mismo y engruesa enormemente sus paredes, de tal manera que acaba dando la sensación de un órgano macizo.

El interior del encéfalo está recorrido por un canal de forma irregular que contiene LCR y que se dilata (ventrículos) en algunos tramos del mismo.

De acuerdo con esta idea, se diferencian cinco ensanchamientos que de delante hacia atrás se denominan: telencéfalo, diencéfalo, mesencéfalo, metencéfalo y mielencéfalo.

56.3.1. Mielencéfalo (bulbo raquídeo o médula oblonga):

Es la parte más distal del tronco cerebral, distinguiéndose una parte superior y otra inferior. Corresponde a una dilatación de la médula en el interior de la cavidad craneana.

En la parte superior se encuentra el **4º ventrículo** que se continúa, hacia abajo, con el conducto endimario de la médula espinal. En el techo del 4º ventrículo se encuentra un apilamiento de vasos sanguíneos que proporcionan parte del líquido cefalorraquídeo, junto con las aglomeraciones de vasos similares situados en los tres ventrículos restantes. En el techo del cuarto ventrículo hay una perforación que comunica al LCR de la meninges, con el que ocupa los distintos ventrículos y el conducto endimario.

También en la mitad superior se encuentran los **núcleos olivares** (inferior, dorsal y accesorio), cuyas neuronas conducen los estímulos aferentes centrales y espinales a la corteza del cerebelo. Tanto las vías ascendentes (sensoriales) y descendentes (motoras) que proceden de la médula espinal, pasan a través del bulbo, aunque su disposición difiere de la que tienen en la médula. Las columnas dorsales de la médula se continúan, en el bulbo, con los fascículos grácil y cuneato que establecen sinapsis, en el dorso del bulbo (núcleos grácil y cuneato), con otras neuronas de 2º orden que llegarán al tálamo a través del lemnisco medio.

El bulbo también contiene los nervios y núcleos del VIII al XII nervios craneales (los centros nerviosos que regulan los latidos del corazón, la vasodilatación, vasoconstricción, respiración, deglución, vómito, etc.). Es, por tanto, un centro de actos reflejos y de actos automáticos (ventilación pulmonar).

En la parte central de la médula más baja puede verse sustancia gris que todavía conserva la característica forma de mariposa vista en las secciones de la médula espinal (ver apartado 56.2); sus astas ventrales contienen los cuerpos celulares de neuronas motoras.

56.3.2. Metencéfalo (protuberancia anular y cerebelo):

La protuberancia (**punte de Varolio**) es la porción media del tronco cerebral, situándose entre mesencéfalo proximalmente y el bulbo (enfrente del cerebelo). La sección transversal nos presenta una voluminosa

región ventral (protuberancia basal) y una región dorsal menor. En la protuberancia basal se encuentran los núcleos pontinos, donde hacen sinapsis neuronas de la corteza cerebral que se dirigen al cerebelo a través de los pedúnculos medios. En éstos también se encuentran fibras procedentes del cerebelo y que, tras subir hasta el tálamo, se proyectan a la corteza motora y otras que conducen impulsos desde un hemisferio cerebeloso a otro coordinándose los movimientos musculares de ambos lados del cuerpo.

El **cerebelo** se encuentra sobre la médula oblonga o bulbo y consta de una parte central (**vermis**), y dos porciones laterales (**hemisferios cerebelosos**). Su superficie, constituida por sustancia gris, presenta numerosos surcos (**circunvoluciones**), que la subdividen en lóbulos.

La sustancia blanca se encuentra debajo de la gris y ofrece forma arborescente (árbol de la vida). Contiene fibras que pasan por los dos pedúnculos cerebelosos inferiores y relacionan al cerebelo con el bulbo. Las fibras que pasan por los dos pedúnculos cerebelosos superiores conectan el cerebro con el resto de porciones superiores del encéfalo.

El cerebelo regula y coordina la contracción muscular manteniendo el tono muscular (debido a ello, se presenta más desarrollado cuanto mayor es la actividad), mantiene la postura y el equilibrio. El cerebro inicia voluntariamente el movimiento pero toda la gradación posterior de la actividad muscular la hace el cerebelo.

56.3.3. Mesencéfalo (tubérculos cuadrigéminos):

Está situado delante del metencéfalo; consta de unas paredes gruesas y un canal central (acueducto de Silvio), que une el 4º ventrículo con el 3º.

En la porción dorsal de las paredes del mesencéfalo existen cuatro relieves redondeados (tubérculos cuadrigéminos), que contienen centros nerviosos para la función visual y auditiva. Estos nervios contornean los lados del mesencéfalo, pasando a la cara inferior, para entrecruzarse delante de la hipófisis y formar el **quiasma óptico**.

La porción ventral está formada por los tegmentos y pedúnculos cerebrales constituidos fundamentalmente por fibras descendentes que conducen impulsos motores. También parecen relacionados con el humor y el estado de ánimo (los fármacos antidepresivos afectan a esta zona)

La **sustancia negra** es una gran masa de sustancia gris que divide la zona ventral (pedúnculos cerebrales) y la dorsal (tubérculos cuadrigéminos), tiene muchas conexiones con corteza y médula y parece que juega un importante papel en el control de la función motora (parece que contienen dopamina como neurotransmisor).

Con la edad aumenta la cantidad de melanina en la sustancia negra (la DOPA es precursor de la dopamina y melanina). La enfermedad de Parkinson (temblores, rigideces musculares) se asocia con la degeneración de las neuronas de la sustancia negra y una marcada reducción en la síntesis de dopamina.

56.3.4. Diencefalo (tálamo e hipotálamo):

Está a continuación del mesencéfalo y consta de las siguientes partes: Cavidad diencefálica o tercer ventrículo (que contiene LCR), Tálamo, Hipotálamo y Epitálamo.

El **tálamo** es un órgano par de sustancia gris situado a ambos lados de la cavidad diencefálica. Constituye el centro donde se reúnen todos los impulsos sensitivos que proceden de la médula y partes inferiores del encéfalo y han de entrar en la corteza cerebral donde se harían conscientes.

Funcionalmente, se subdivide en gran nº de núcleos (núcleo motor, reticular, sensitivos específicos, etc.) que contiene los cuerpos celulares de las neuronas cuyos axones se proyectan hacia la corteza. Asocia todas las sensaciones y coordina las manifestaciones de la afectividad. También regula las funciones vegetativas de acuerdo con los estímulos procedentes de las vísceras.

Las paredes laterales están formadas por los tálamos ópticos importantes centros de correlación visual, unidos entre sí por su cara interna.

El **hipotálamo** comprende la porción basal del diencefalo. Es el centro de la vida vegetativa y visceral, controlando los sistemas simpático y parasimpático. Contiene los centros que regulan la t^a , el metabolismo

del agua y de los glúcidos; interviene en la regulación del sueño y de la vigilia y en los procesos emocionales. Tiene, por tanto, mucha importancia en la regulación de las funciones vegetativas.

Se encuentra íntimamente relacionado con la hipófisis, la cual está situada en la parte anterior y basal del diencefalo, alojada en la llamada silla turca. Las hormonas hipofisarias intervienen en el funcionamiento de los centros diencefálicos y éstos regulan la secreción hormonal de dicha glándula mediante la secreción de factores liberadores.

Sus terminaciones nerviosas segregan dos neurohormonas en el lóbulo posterior de la hipófisis (oxitocina y vasopresina).

El **epítalamo** forma el techo diencefálico. Sus funciones no son muy importantes; no obstante, diremos que de él se desarrolla en dirección dorsal una glándula endocrina (epífisis o glándula pineal) que segrega melatonina (inhibe la formación de las gónadas en algunos animales, desconociéndose la acción que desempeña en el hombre).

56.3.5. Telencéfalo (cerebro):

Está constituido por dos formaciones, los hemisferios cerebrales, separados entre sí por la fisura interhemisférica. La separación no es total en la parte media, pues en el techo del tercer ventrículo se encuentra el **cuerpo calloso** y el trígono formados por fibras transversales que comunican los dos hemisferios cerebrales.

El cerebro constituye la porción más voluminosa y anterior del encéfalo. Supone las 9/10 partes del peso total del encéfalo. Cada hemisferio cerebral contiene una cavidad o ventrículo lateral con LCR, que comunica, mediante el conducto de Monro, con el tercer ventrículo del diencefalo. Se llama primer ventrículo al de la derecha y 2º al de la izquierda.

La superficie de los hemisferios cerebrales no es lisa, sino que presenta dos tipos de depresiones:

- **Cisuras** que dividen a los hemisferios en lóbulos (frontal, parietal, temporal, occipital);
- **Surcos** que dividen a los lóbulos en circunvoluciones.

La distribución de la sustancia blanca y gris es similar a la del cerebelo. La primera ocupa la parte interna y la gris la externa; esta última constituye la **corteza cerebral** (de unos 2 o 3 mm de espesor). En la región basal de cada hemisferio cerebral se encuentran los núcleos grises de la base, cuyas células enlazan fibras que parten de la corteza o llegan a ella.

En el hombre, y en los demás mamíferos, se desarrolla el **neocórtex** que consta de seis capas de neuronas e incluye las áreas sensitivas, motoras y de asociación (es el 90 % de la corteza cerebral). Las capas se entremezclan unas con otras y varían de una región de la corteza a otra; desde el exterior son las siguientes: capa plexiforme, capa granular externa, capa de células piramidales, capa granular interna, capa gangliónica y capa de células multiformes.

Las interconexiones sinápticas dentro de la corteza son extraordinariamente complejas y cada neurona hace sinapsis con cientos de otras.

Los centros que gobiernan las funciones superiores: aprendizaje, memoria, razonamiento, imaginación, etc., están localizados en las áreas de asociación. Éstas se encuentran en las superficies laterales de los hemisferios cerebrales e integran los impulsos nerviosos que llegan al encéfalo.

Centros motrices primarios

Están localizados a lo largo de la circunvolución precentral, delante de la cisura de Rolando (corteza motora). Aquí se encuentran proyectados en su aspecto muscular los distintos miembros y órganos en un orden inverso al que tienen al natural, de manera que el movimiento de extremidades inferiores se obtiene estimulando en la parte superior de estos centros motrices. La eliminación de esta zona produce la parálisis de la musculatura voluntaria ya que, estos centros, no afectan a los actos reflejos.

Centros sensoriales primarios (corteza somatosensorial).

Son centros donde terminan las vías que proceden de los receptores sensoriales y donde se perciben por lo tanto las impresiones sensibles: táctiles, frío, calor, sonidos, imágenes, etc. Todas ellas se encuentran detrás de la cisura de Rolando, es decir detrás del área motriz. La proyección del cuerpo en esta región se hace concordante con la motriz.

Centro de la audición (zona auditiva primaria y zona de asociación auditiva). Se encuentra en el lóbulo temporal cerca de la cisura de Silvio. Su lesión provoca la sordera cortical.

Centro de la visión (área visual primaria). Se localiza en el lóbulo occipital. Las células de la retina transmiten sus estímulos sobre esta zona de la corteza donde se produce la visión. Las vías por las que transcurre este estímulo se cruzan parcialmente en su trayecto.

Cuanto más sensible es una parte del cuerpo, mayor es la zona del área sensitiva que se necesita para interpretar sus mensajes. Si dibujamos las partes del cuerpo en relación con el nº de células del área sensitiva encargada de analizar sus sensaciones, resulta un hombre, **el homúnculo sensorial o de Penfield**, muy desproporcionado: los órganos de mayor tamaño son los más sensibles.

De la misma forma obtenemos el homúnculo motor, dibujando los órganos en proporción al nº de células del área motora responsable del movimiento: las manos y los dedos son más grandes, pues se corresponden con extensas áreas motoras.

Centros sensoriales secundarios

Estos centros tienen una misión singular, son centros donde se almacenan las impresiones sensoriales que corresponden a las sensaciones primarias. Constituyen la base de la memoria, las impresiones retenidas pueden representarse en la conciencia (**evocación**), se evocan los recuerdos sensoriales que se hacen presentes así.

Los centros sensoriales secundarios son pues rememorativos o evocadores. Además de estar relacionados con los centros sensoriales primarios, lo están con otras zonas de la corteza y de otros centros sensoriales secundarios, por lo que dado que estas relaciones son recíprocas, estos centros poseen capacidad asociativa. Se llaman también centros cognoscitivos ya que nos permiten interpretar datos sensoriales y valorarlos.

Todos los **conceptos** conocidos se han creado así, reuniéndose por el mecanismo asociativo dos o más impresiones sensoriales dependientes. Si no ocurriera así no podríamos adquirir conceptos de cosas complejas. Ej. el concepto naranja conlleva: forma, color, olor sabor, tacto de su superficie, etc.

Las afecciones de estos centros se llaman **agnosias**. Se pueden producir en cualquier centro sensorial secundario, aunque las más notables son las agnosias visual y auditiva. Las primeras son los ciegos psíquicos (no identifican objetos conocidos si los ven, pueden hacerlo si los oye, por ej. Un coche).

Centros motrices secundarios

Estos centros tienen a su cargo el recuerdo de los movimientos aprendidos en el curso de la vida (hablar, escribir, saltar, etc.). Una lesión en estos centros determina la imposibilidad de realizar movimientos aprendidos.

En la función del lenguaje colaboran distintas zonas del cerebro, entre las que destacan por su extensión, la parietal y temporal. Las anomalías de esta función reciben el nombre de **afasias**.

La **apraxia** verbal supone la imposibilidad de hablar, aunque no de gritar o cantar sin articular palabras.

La **agrafia** es la imposibilidad de escribir al dictado, aunque se pueda copiar un escrito. Se oyen las palabras, se elabora el concepto y se puede expresar verbalmente, pero no se puede escribir.

El consumo de O₂ por parte del SNC es muy elevado, se ha calculado que un 20 % del O₂ consumido por todo el organismo. La interrupción del suministro de O₂ durante unos segundos puede producir alteraciones en las funciones cerebrales, y si esta interrupción se prolonga durante algunos minutos podría ocasionar lesiones irreversibles.

56.4. Sistema Nervioso Periférico

Los nervios periféricos son estructuras que pueden tener cualquier combinación de fibras nerviosas aferentes o eferentes tanto del sistema nervioso autónomo como somático. Los cuerpos celulares de las fibras que discurren por los nervios periféricos están localizados en el SNC o ganglios periféricos.

Cada nervio periférico está formado por uno o más haces (fascículos) de fibras nerviosas. En los fascículos, cada fibra está rodeada por un fino paquete de conjuntivo laxo (**endoneuro**). Cada fascículo está rodeado por conjuntivo denso (rico en colágeno), llamado **perineuro**. En los nervios periféricos formados por más de un fascículo hay otra capa de conjuntivo laxo (**epineuro**) rodeándolos que se condensa periféricamente formando una vaina cilíndrica dura.

Los nervios periféricos reciben riego sanguíneo desde los tejidos circundantes. Vasos de mayor tamaño recorren longitudinalmente el perineuro y epineuro formando una red capilar en el endoneuro. Los nervios que forman el SNP, comprenden dos grupos según donde nacen: el encéfalo (nervios craneales) o la médula espinal (nervios raquídeos).

56.4.1. Nervios craneales

Hay doce pares de nervios craneales (los peces y anfibios tienen diez). Salen de la superficie ventral del encéfalo e inervan la cabeza, la parte superior del tronco y ciertos órganos internos. Algunos de estos nervios tienen relación con el sistema nervioso autónomo.

Par	Nombre	Tipo de nervio	Función
I	Olfatorio	Sensitivo	Olfacción
II	Óptico	Sensitivo	Visión
III	Motor ocular común	Motor	Movimiento del ojo
IV	Patético	Motor	Movimiento del ojo
V	Trigémino	Mixto	Masticación
VI	Motor ocular ext.	Motor	Movimiento del ojo
VII	Facial	Mixto	Expresión facial, gusto
VIII	Estatoacústico (ótico)	Sensitivo	Equilibrio y audición
IX	Glosofaríngeo	Mixto	Deglución, gusto, sed
X	Vago	Mixto	Sensitivo y control visceral
XI	Espinal	Motor	Movimiento de la cabeza
XII	Hipogloso	Motor	Habla

El par X (Vago o neumogástrico); es de los más importantes, ya que inerva la mayoría de órganos del tórax y parte superior del abdomen. Se origina en el bulbo raquídeo y forma parte, como veremos, del S. N. Autónomo.

56.4.2. Nervios espinales o raquídeos

Los nervios raquídeos o espinales se forman al juntarse las raíces dorsales y ventrales que salen de la médula espinal. Los nervios raquídeos salen de la médula espinal a nivel de los espacios intervertebrales. Como ya hemos indicado son 31 pares repartidos así: ocho pares cervicales, doce dorsales, cinco lumbares y seis sacros (de 1 a 3 coxígeos).

Cada nervio espinal, al salir de la médula, consta de dos raíces: una posterior o sensitiva y otra anterior o motora, las cuales se unen para formar un nervio mixto.

La **raíz posterior** presenta un ganglio raquídeo o espinal, que contienen neuronas sensitivas, las cuales envían sus dendritas a los receptores de la piel, músculos, articulaciones, vísceras, vasos, etc. Los axones penetran en la médula espinal y conectan, normalmente mediante neuronas de asociación, con neuronas motoras.

La **raíz anterior** contiene los axones de las neuronas motoras que van a la musculatura estriada (fibras motoras somáticas), o a la musculatura lisa de las vísceras, vasos, glándulas, etc. (Fibras motoras vegetativas).

Tras la unión de las dos raíces el nervio raquídeo mixto da una rama autónoma que contiene fibras motoras vegetativas y las fibras de la sensibilidad visceral.

56.5. El sistema nervioso autónomo o neurovegetativo

Controla el funcionamiento de vísceras tales como el corazón, los pulmones, el tubo digestivo, ciertas glándulas y la musculatura lisa en general, independientemente de la voluntad. Los centros superiores de control de este sistema

nervioso se localizan en el hipotálamo. Consta de:

- Neuronas localizadas en el SNC.
- Los axones de dichas neuronas que salen, como ya hemos visto, formando parte de los nervios craneales o espinales y transmiten impulsos a los diferentes órganos.
- Ganglios nerviosos situados en el recorrido de dichas fibras.

El impulso motor se inicia en el cuerpo de una neurona localizada en el encéfalo o en la médula. Su axón (**fibra pregangliolar**) conecta con las dendritas de otra neurona situada fuera del SNC, en un ganglio nervioso e incluso en el interior del órgano que inerva, su axón, que es amielínico, es **la fibra postgangliolar**.

El sistema nervioso neurovegetativo consta de dos partes:

- Sistema simpático o parte toracolumbar del sistema nervioso autónomo.
- Sistema parasimpático o parte craneosacra del sistema.

Cada órgano interno está innervado por fibras simpáticas y parasimpáticas, las cuales suelen ejercer funciones antagónicas sobre aquél; si unas fibras aumentan la actividad del órgano, las otras lo inhiben. El sistema simpático es de acción generalizada; en cambio la del parasimpático es más localizada.

56.5.1. Simpático o Toraco-lumbar

Su funcionamiento se relaciona con acciones que implican un incremento del gasto energético frente a condiciones adversas. Está formado:

- Por acúmulos de neuronas motoras localizadas en las porciones torácica y lumbar de la médula espinal, ocupando la región lateral, junto a sus astas anteriores
- Dos cadenas de ganglios situados a ambos lados de la columna vertebral (**ganglios simpáticos vertebrales**).
- Fibras pregangliolares (cortas), postgangliolares (largas) y fibras que conectan un ganglio con otro.
- Plexos o agrupamientos de neuronas localizados cerca de las vísceras.

El neurotransmisor liberado por las fibras postgangliolares es la adrenalina (**fibras adrenérgicas**), las fibras pregangliolares de ambos sistemas liberan acetilcolina. Algunas de sus principales funciones son: aumenta el ritmo cardíaco, produce vasoconstricción y aumenta la presión arterial (produce vasodilatación en la musculatura esquelética), dilata los bronquios, contrae la pupila, aumenta la secreción de las glándulas sudoríparas, dilata la musculatura de la vejiga, disminuye la actividad peristáltica del intestino, etc.

56.5.2. Parasimpático o cráneo-sacro.

Interviene en el sentido recuperador y tiende a regular los procesos de cara a una conservación y recuperación de la energía necesaria para el organismo. Está integrado por:

- Grupos de células nerviosas situadas en el encéfalo y en la región sacra de la médula espinal.
- Ganglios situados en los órganos innervados o muy cerca de ellos.

- c) Fibras pregangliolares (largas) que salen del encéfalo a través de los pares craneales III, VII, IX y X; fibras que salen de la región sacra de la médula con los nervios raquídeos de esta región y fibras postgangliolares relativamente cortas.
- d) Plexos.

El neurotransmisor liberado por las fibras postgangliolares es la acetilcolina (**fibras colinérgicas**). Algunas de sus principales funciones son: disminuye el ritmo cardíaco, produce vasodilatación y disminuye la presión arterial, disminuye el calibre de los bronquios, contrae la pupila, disminuye la secreción de las glándulas sudoríparas, contrae la musculatura de la vejiga, aumenta la actividad peristáltica del intestino, etc.

56.6. Fisiología de la Neurona (OPCIONAL):

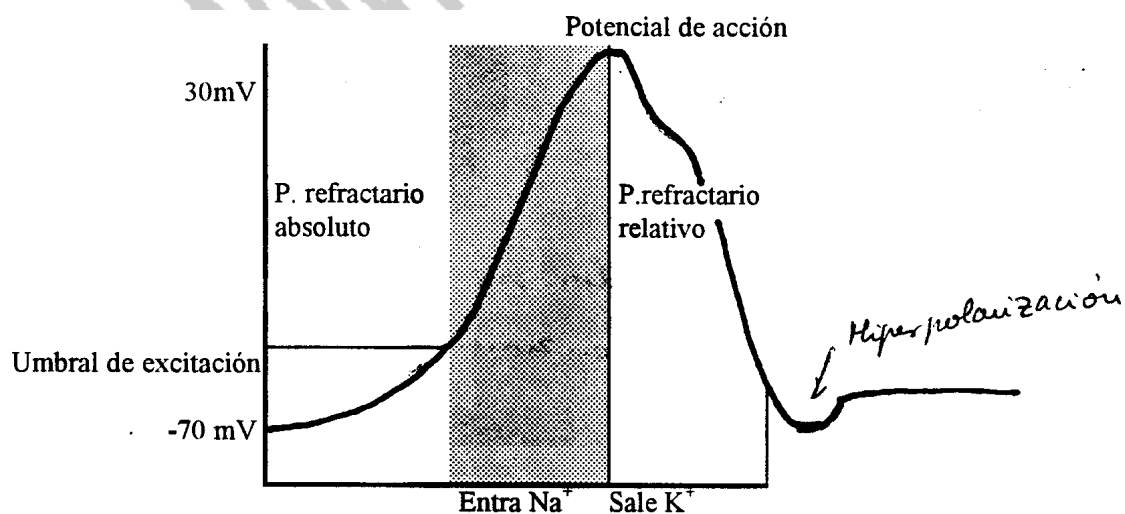
56.6.1. El impulso nervioso

Los fenómenos relacionados con la generación, almacenamiento y liberación de energía eléctrica en las células nerviosas radican principalmente en la membrana plasmática que separa la célula nerviosa de su ambiente extracelular.

El **potencial de membrana** es el voltaje o diferencia de potencial que puede medirse entre el exterior y el interior de la membrana plasmática. En la neurona oscila alrededor de los -70 mV ; el signo indica que el interior es negativo frente al exterior por acumulación de cargas correspondientes a los iones Cl^- y a las proteínas.

En el interior de la neurona hay una alta concentración de K^+ y baja de Na^+ , al contrario de lo que ocurre en el exterior (la membrana es permeable al K^+). Dada la diferencia de concentraciones los K^+ tienden a salir de la neurona por simple difusión junto con otras cargas positivas, pero ninguna negativa, ya que son muy voluminosas y no atraviesan los poros. A medida que sucede esto, el interior se va haciendo cada vez más negativo, creándose un gradiente eléctrico que impide la salida de los K^+ . Por lo tanto, se contraponen dos tendencias: la de salir K^+ en favor de gradiente químico de concentración y la de permanecer en el interior atraídos por un gradiente eléctrico. La diferencia de potencial que hay cuando ambas tendencias se equilibran es el potencial de membrana antes citado.

Cuando los estímulos abren los canales de Na^+ provocan cambios en la permeabilidad de la membrana, penetra Na^+ a favor de gradiente de concentración; con lo que el interior se hace cada vez menos negativo, llega a positivo y alcanza el valor de $+50\text{ mV}$. La célula, que estaba polarizada a causa del potencial de membrana generado por los K^+ , se ha despolarizado por la entrada de los Na^+ , y el nuevo potencial positivo se denomina **potencial de acción**.



Al formarse el potencial de acción, se cierran los canales de Na^+ , vuelven a salir los K^+ hasta recuperar, de nuevo, el potencial de membrana (**repolarización**). Inmediatamente después de aplicar un primer estímulo,

la célula no reacciona frente a otro nuevo (**período refractario absoluto** de 0'5-2 ms). Es preciso que trascurra cierto tiempo para que se repolarice y pueda volver a despolarizarse.

Si el ciclo despolarización-repolarización ocurre varias veces seguidas, puede ocurrir que el interior de la neurona se cargue de Na^+ y se quede sin K^+ . Para recuperar las condiciones iniciales de ambos iones actúa la bomba de Na^+/K^+ , que expulsa Na^+ y capta K^+ mediante transporte activo.

Para que la neurona sea capaz de responder a los estímulos, la intensidad de éstos deben alcanzar cierto valor mínimo o **umbral de excitación** (el potencial generador ha de ser de, al menos, 15 mV). La excitabilidad y la conductibilidad dependen, por lo tanto, de la intensidad del estímulo.

Si el estímulo es $<$ umbral no se genera potencial de acción. Se forma un pequeño potencial excitador o local insuficiente para que se propague por la neurona.

Si el estímulo es $>$ se genera un potencial de acción. Aunque la intensidad del estímulo sea muy elevada, aquél no superará los +50 mV (**ley del todo o nada**). Es decir el potencial de acción nunca toma valores intermedios.

El impulso nervioso se debe a la propagación del potencial de acción a lo largo del axón, desde las dendritas hasta los botones sinápticos; la onda de despolarización se transmite de una parte a otra de la neurona mediante una sucesión de aperturas y cierres de los canales de Na^+ y K^+ regulados por voltaje y localizados en la membrana de axón.

En las fibras miélicas la despolarización sólo se produce a nivel de las estrangulaciones de Ranvier (**propagación saltatoria**). Las fibras gruesas conducen el impulso más rápidamente que las de menor diámetro.

56.6.2. La sinapsis

La Sinapsis química mediante neurotransmisores constituye uno de los sistemas fundamentales de comunicación entre las neuronas y las células efectoras ya que permite la propagación del potencial de acción (impulso nervioso), bien entre dos neuronas o bien entre una neurona y una célula efectora (músculo o glándula).

Los neurotransmisores se sintetizan en la célula presináptica y se almacenan en las vesículas sinápticas. Cuando el potencial de acción llega a las terminaciones axónicas (**botones sinápticos**), provoca una despolarización que abre momentáneamente los canales del Ca^{++} regulados por voltaje, y el flujo de Ca^{++} penetra en los botones sinápticos y estimula las vesículas, que descargan sus neurotransmisores en la hendidura sináptica mediante exocitosis.

Los neurotransmisores se unen específicamente con los receptores de membrana postsináptica y, ya sea directamente (**ligandos**) o a través de un sistema de transducción, generan una señal que abre los canales iónicos asociados generalmente a los receptores. Según que los neurotransmisores sean excitadores o inhibidores, se abren selectivamente unos canales u otros:

- Cuando el neurotransmisor es de tipo excitador (noradrenalina, acetilcolina, dopamina, serotonina, etc.), se abren los canales de Na^+ , se despolariza la membrana y se genera un potencial de excitación postsináptico (PEPS).
La unión del neurotransmisor con el receptor permite que se propague el potencial de acción entre una neurona y la célula efectora.
- Cuando el neurotransmisor es de tipo inhibidor (encefalinas, endorfinas, GABA, etc.), la unión con el receptor abre los canales de Cl^- en la célula postsináptica, se hiperpolariza (se hace más negativa) por lo que, para generar un potencial de acción, será preciso un potencial de excitación más elevado. Por lo tanto se ha generado un potencial de inhibición postsináptico (PIPS) y se interrumpe la propagación del impulso nervioso.

Normalmente una misma neurona postsináptica recibe a la vez varios estímulos excitadores e inhibidores (sumación espacial), para que se desencadene un potencial de acción es preciso que los PEPS superen a los PIPS, al menos en cantidad suficiente para que la suma de los efectos de cada uno de ellos alcance el

valor umbral necesario para generar un potencial de acción (un solo contacto sináptico excitador genera un PEPS, pero no un potencial de acción).

Inactivación de los neurotransmisores

Una vez generados los PEPS o PIPS, los neurotransmisores deben separarse de los receptores, para que la neurona postsináptica se repolarice y puede volver a excitarse. Parte de los neurotransmisores son recaptados por las vesículas sinápticas y otra parte se inactivan por la acción de enzimas específicos localizados en la hendidura sináptica.

Por ejemplo: la acetilcolinesterasa destruye la acetilcolina; las catecolaminas (adrenalina, noradrenalina y dopamina) son oxidadas por la monoaminooxidasa (MAO) o metiladas por la o-metiltransferasa; las endorfinas y encefalinas son péptidos que se hidrolizan rápidamente mediante determinadas peptidasas, etc.

56.7. Integración nerviosa:

56.7.1. Actos involuntarios o reflejos.

El arco reflejo es la unidad básica de actividad del sistema nervioso y tiene por misión realizar un acto reflejo. Los actos reflejos son innatos cuando se presentan a lo largo de toda la vida de un animal desde su nacimiento, y condicionados cuando requieren un proceso de experimentación y prueba para conseguir su desarrollo y puesta en funcionamiento.

El reflejo rotuliano constituye un ejemplo que ilustra el recorrido seguido por el impulso nervioso a través de las fibras raquídeas:

Al golpear la parte inferior de la rodilla de un individuo con la pierna flexionada se estimulan los receptores del tendón de esa zona. El impulso se transmite por la prolongación dendrítica de la neurona sensitiva hasta el cuerpo de la misma situado en el ganglio de la raíz posterior del nervio raquídeo; el impulso es conducido ahora por el axon y penetra en la médula espinal. La terminación del axon conecta con las dendritas de una neurona motora de las astas anteriores de la médula; esta neurona envía impulsos de contracción por su cilindroeje hasta el músculo cuádriceps, que se contrae y en consecuencia levanta la pierna.

Sin duda existe conexión funcional entre los actos reflejos y el resto del SNC, lo cual viene facilitado por la existencia de interneuronas, ya que el SNC debe estar informado de todo lo que pasa en el organismo para poder efectuar el debido control. La conducta de los animales, probablemente, se base en la coordinación de la totalidad de los arcos reflejos por el SNC.

56.7.2. Actos voluntarios

Los actos voluntarios son todos ellos conscientes, pues en los mismos intervienen, además de la médula espinal, los centros superiores del encéfalo, especialmente la corteza cerebral.

Para que un acto sea voluntario es necesario que entre la neurona aferente y la eferente se intercalen, al menos, dos neuronas: una sensitiva y otra efectora, ambas situadas en la corteza cerebral.

Los estímulos captados por los receptores son conducidos por las fibras sensitivas hasta las raíces posteriores de la médula, igual que en el acto reflejo. En la médula establecen sinapsis con neuronas sensitivas cuyos axones conducen impulsos por los cordones posteriores de la sustancia blanca hasta la corteza cerebral, con lo que la sensación se hace consciente. La respuesta nace de neuronas de la propia corteza que, a través de sus cilindroejes, viaja por los **haces piramidales** que descienden por los cordones laterales o anteriores de la sustancia blanca medular. Los haces piramidales cruzan sus fibras en el bulbo de modo, que los del lado derecho pasan al izquierdo y viceversa.

Las fibras de los haces piramidales hacen sinapsis con neuronas motoras en la sustancia gris de las astas anteriores de la médula, cuyos axones salen de la médula por las raíces anteriores, llevando sus impulsos hasta los efectores (músculos o glándulas).

En muchos actos voluntarios, el origen radica en la propia corteza cerebral, por lo que queda suprimida la vías sensitiva (realizar un movimiento de manera voluntaria, sin necesidad de estímulo).

56.8. Principales enfermedades del sistema nervioso.

Estados psicósomáticos. Nombre que reciben las enfermedades psíquicas consecuencia de una depresión mental: dolor de estómago, problemas respiratorios, cefaleas, alteraciones cutáneas, etc.

Lesiones cerebrales debidas a accidentes, alcoholismo, derrames, envenenamiento, abuso de medicamentos, infección (meningitis), envejecimiento (demencia senil), etc. Hay, por tanto, una gran variedad, incluyendo confusión, amnesia y alucinaciones.

Psicosis. Se trata de un conjunto de trastornos graves: esquizofrenia (ilusiones de persecución, etc. y emociones inapropiadas), alguna forma de depresión (profunda ansiedad y cambios de humor extremos), depresión maníaca, psicopatías. Algunas pueden ser hereditarias. Se caracterizan por que el enfermo no es consciente de que su comportamiento es anormal.

La **depresión** afecta entre un 15 a un 20 % de la población occidental. Es la enfermedad de la tristeza y de la desesperanza acompañada por una sensación de pérdida de fuerzas (astenia), fatiga que convierten a las actividades normales como montañas insuperables. La persona deprimida pierde el interés por todo, aunque sus facultades mentales no se alteran en absoluto, y, con frecuencia, no ve más solución a sus problemas que el suicidio.

Neurosis: fobias (intensos miedos irracionales a objetos o situaciones), estados de ansiedad, obsesiones (necesidad de llevar a cabo acciones repetitivas y sin fin determinado, gran ansiedad), histeria (amnesia, divagaciones, incapacidad para sentir cosas) y algunas dificultades sexuales. El paciente si es consciente de su comportamiento anormal.

Trastornos de personalidad. Son trastornos similares a la neurosis pero más generalizados y a largo plazo. Aquí se incluye también la personalidad esquizoide, la histérica, depresiva y psicopática.

Estrés: Estado de tensión producida por factores muy diversos (muerte, divorcio, separación conyugal, etc.). Se manifiesta con signos de irritabilidad general, hiperexcitación o depresión, taquicardias, hipertensión, insomnio, etc. Puede ser la causa de los estados psicósomáticos.

La ansiedad afecta a un 2 o 3 % de la población. Se caracteriza por el nerviosismo, inquietud, tensión, irritabilidad, miedo a sucesos que pueden ocurrir, etc. Con frecuencia es consecuencia de situaciones estresantes.

Hay enfermedades que destruyen la vaina de mielina de las células nerviosas del SNC; **enfermedades desmielinizantes**. Entre ellas se encuentra la enfermedad degenerativa **esclerosis múltiple**.

En las fibras nerviosas aparecen placas en las que ha desaparecido la mielina, aunque el axón no quede dañado. La conducción nerviosa se hace cada vez más lenta hasta que llega a desaparecer. Esta enfermedad aparece entre los 15 y 40 años. Sus síntomas son de debilidad, movimientos torpes, rigidez muscular, visión borrosa, mareos, vértigos, náuseas y vómitos.

Si las neuronas afectadas son las motoras piramidales, hablamos de la **esclerosis lateral amiotrófica (ELA)**. Los enfermos que las padecen (Stephen Hawking, autor de la Historia del Tiempo: del big bang a los agujeros negros), van adquiriendo progresivamente torpeza y lentitud de movimientos, así como numerosas alteraciones que afectan a su comunicación con el entorno que los rodea.

56.9. Salud mental

La salud mental es un concepto muy relativo. Conductas, que en una sociedad se consideran normales y sanas, no lo son en otra. Además, la diferencia entre sano y enfermo es gradual: nadie está completamente sano o enfermo, sino que todo ser humano tiene, con más o menos intensidad, rasgos considerados enfermos por su grupo social y otros considerados sanos.

Según E. Fromm, vivimos en una sociedad en la que las personas, en general, no se consideran felices. Evidentemente muchos trastornos mentales, no obstante, tienen una base física.

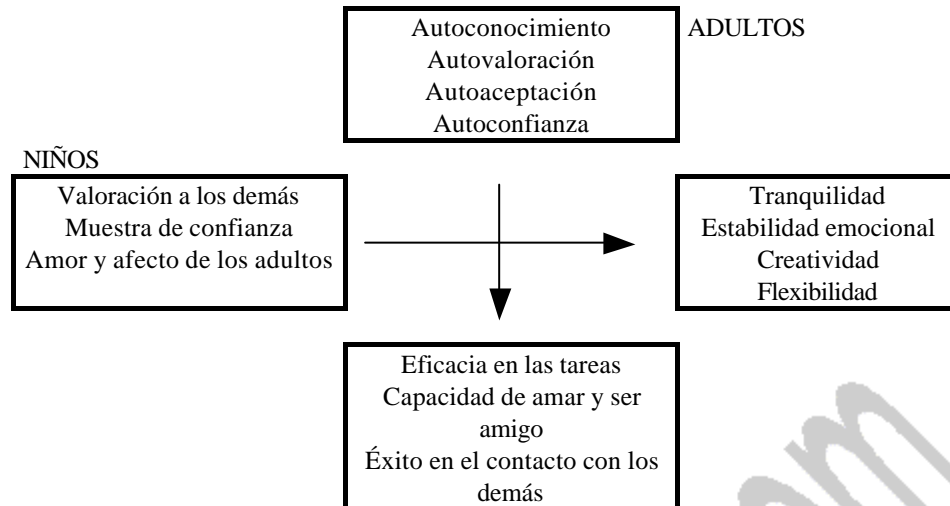
Según Widner las personas mentalmente sanas reúnen las siguientes características:

- Posibilidad de satisfacer adecuadamente sus necesidades básicas.
- Capacidad para adoptar responsabilidades propias y compartidas.

- Capacidad de dar y recibir afecto en el amor, la amistad y la compañía.
- Capacidad para aceptar los propios comportamientos y valor y aptitud para cambiarlos cuando sea preciso.

Por lo tanto salud mental es aquella manera de vivir que es autónoma, solidaria y gozosa. Podemos esquematizar el núcleo básico de la salud mental y emocional de una persona de la siguiente manera:

www.eltemario.com



Durante la infancia, la valoración de los demás es fundamental para que el niño crezca con seguridad en sí mismo. En cambio, en la etapa adulta, ha de ser capaz de desarrollar personalmente la propia actuación, sin depender totalmente de la valoración de los demás, pero sin olvidarla tampoco.

56.9.1. Problemas más frecuentes de salud mental en los escolares

- a) **Conductas desadaptadas** que, según los casos, pueden considerarse neuróticas, predelictivas o incluso delictivas: uso de drogas, distintas formas de violencia, y, en general, todas las situaciones derivadas de una relación insatisfactoria con los demás o con el medio (inadecuación del entorno físico, problemas familiares, etc). Todo esto lleva a una vida psíquica insatisfactoria.
- b) **Problemas derivados de la escolarización:** individuos agresivos, pasivos, angustiados, faltos de interés por el estudio, bloqueados por el miedo, con frecuente absentismo escolar, etc. Como los trastornos de los adolescentes son muy volubles y versátiles, en ellos puede darse la angustia, la depresión, el uso de drogas, los robos y la ruptura temporal con la realidad. La conocida "crisis de identidad de los adolescentes" es una de las formas más frecuentes en la que se presentan estos trastornos. Si persisten, progresan y se estructuran estos síntomas, acaban desembocando a la aparición de una enfermedad propiamente dicha. Los fracasos escolares: no nos referimos a los fracasos a causa de la oligofrenia, el autismo y/o la psicosis infantil, etc. Nos referimos a los fracasos derivados de: trastornos del carácter, desequilibrio entre el nivel de aspiraciones y aptitudes, hogares desechos, y toda una serie de problemas que hacen que aparezcan sentimientos de inadaptación, de depresión e, incluso adinamia y abulia. Problemas derivados de la conducta de los profesores: autoritarismo, violencia con los alumnos, agotamiento, falta de interés por la formación del alumno, etc.

De todos los problemas de salud mental que nos afectan, uno de los más extendidos es el del uso y abuso de todo tipo de drogas (legales e ilegales) que afecta, así mismo, a más de la mitad de la población. Su estudio se aborda en el tema 61.

Entre las causas de los problemas de salud mental en los centros escolares destacamos:

- Centro escolar-sociedad: sumisión a la jerarquía, competencia, separación teoría-práctica, mayor valoración del aspecto intelectual que el manual, escasa valoración de la cultura popular, etc. La escuela debería enseñar solidaridad, favorecer la autonomía del individuo y fomentar la actitud de gozo por la vida.
- La falta de participación impide desarrollar la capacidad de iniciativa de los miembros de la escuela.

- Ideología del centro y/o de los profesores.
- Métodos y contenidos de la enseñanza.
- Dependiente de los profesores: Autoritarismo, inseguridad en sí mismo, intolerantes, irrespetuosos, poco afectivos, poco abiertos al diálogo, con el convencimiento que "ellos son los que saben", inseguridad económica.
- Dependientes de los alumnos. Relaciones incorrectas: niños-padres, niños-maestros; problemas de aceptación.
- Los factores que favorecen la salud mental se deducen de todo lo antedicho.

Sugerencia para empezar el desarrollo del Tema

