



POSTÍTULO EN: NEUROPSICOPEDAGOGÍA

MODULO I: NEUROPSICOLOGÍA I

Dra. Tania Arancibia Baspineiro



POSTITULO EN
NEUROPSICOPEDAGOGÍA
MÓDULO NEUROPSICOLOGÍA I

La Paz - Bolivia
2012

POSTÍTULO EN NEUROPSICOPEDAGOGÍA



MODULO I
NEUROPSICOLOGÍA I (PNP-300)

DOCENTE:
Dra. Tania Arancibia Baspineiro

Breve historia académica

- Título de Médico Cirujano extendido por la Universidad Mayor de San Andrés.
- Diplomado en Gestión de Aula.
- Docente de Neuropsicología I y II en la carrera de Psicología de la Universidad La Salle desde el año 2010.
- Docente de Psicofisiología de la Educación y Disfunciones Neuropsicológicas en la carrera de Ciencias de la Educación de la Universidad San Francisco de Asís desde el año 2004.
- Docente de Psicofisiología, Neurofisiología y Neuropsicología en la carrera de Psicología de la Universidad San Francisco de Asís desde el año 2005.
- Médico del Centro de Enfermedades Neurológicas desde el año 2009.

PRESENTACIÓN

Funciones como las percepciones, pensamientos, sentimientos y los actos o respuestas a las funciones citadas son producto del funcionamiento altamente complejo del sistema nervioso humano, estas funciones dependen de la citoarquitectura funcional del encéfalo, permitiendo lograr lo que se puede hacer, todo lo que es posible saber y experimentar. Su complejidad es inmensa y la tarea de estudiarlo y comprenderlo empequeñece todas las exploraciones anteriores realizadas por la especie humana.

Existen diferentes formas en que los estados y procesos corporales controlan la conducta, al mismo tiempo, la conducta influye sobre los sistemas corporales. Esta relación fundamentalmente se basa en el sistema nervioso y la psicología, sin embargo no escapa al efecto de lo social. La neuropsicología permite no solo integrar si no comprender el binomio mente cuerpo a partir de la relación función cerebral y conducta.

La comprensión de la relación función cerebral y conducta, en este módulo nos permitirá abordar las funciones cognitivas desde las bases conceptuales fisiológicas. La psicofisiología o fisiología psicológica en neuropsicología I nos permitirá dicha comprensión a partir de la primicia de entender la conducta humana desde la fisiología, por tal razón es vital tener bases neurobiológicas que fundamenten conceptualmente las funciones cerebrales y su implicancia con la conducta.

INTRODUCCIÓN

El presente módulo está conformado por cuatro unidades cuyos contenidos se desarrollarán de forma concadenada. Harán referencia en primera instancia a las bases neurobiológicas de la conducta abordando aspectos históricos que permitan identificar el desarrollo, la evolución, las influencias y la contribución de la neuropsicología al estudio de la conducta humana; para luego comprender la importancia de la neurobiología y neurofisiología celular como bases de la neuroanatomía y fisiología del sistema nervioso. Posteriormente se procurará lograr el entendimiento de las bases neurales de los procesos cognitivos, afectivos e incluso sociales.

A lo largo del módulo el estudiante comprenderá los principios básicos de la neuropsicología, que aportará fundamentos para la interpretación por ejemplo, de la plasticidad cerebral en los procesos cognitivos.

Por lo tanto interrelación de la neuropsicología, la pedagogía y la psicología permitirán una mejor comprensión de los procesos de enseñanza – aprendizaje para potencializar al ser humano de forma integral y proyectarlo en las mejores condiciones educativas y sociales.

ÍNDICE

PRESENTACIÓN.....	i
INTRODUCCIÓN.....	ii
I. OBJETIVO DEL MÓDULO	1
II. OBJETIVOS POR UNIDADES.....	1
II. I. OBJETIVOS DE LA UNIDAD 1	1
II.II. OBJETIVOS DE LA UNIDAD 2	1
II.III OBJETIVOS DE LA UNIDAD 3	2
II.IV. OBJETIVOS DE LA UNIDAD 4	2
III. DESCRIPCIÓN POR UNIDADES.....	2
 III.I. UNIDAD 1	
BASES NEUROBIOLÓGICAS DE LA CONDUCTA	3
III.I.I. OBJETIVOS DE LA UNIDAD 1	3
III.I.II. CONTENIDO DE LA UNIDAD 1: BASES NEUROBIOLÓGICAS DE LA CONDUCTA	3
1. TEMA 1: ASPECTOS HISTÓRICOS DE LA NEUROPSICOLOGÍA	3
1.1. INTRODUCCIÓN:.....	4
1.2. VISIÓN HISTÓRICA DE LA NEUROPSICOLOGÍA:	4
1.3. LA NEUROPSICOLOGÍA MODERNA:.....	5
1.4. LA NEUROPSICOLOGÍA EXPERIMENTAL	5
1.5. LA NEUROPSICOLOGÍA COGNITIVA.....	6
1.6. LA NEUROPSICOLOGIA Y EL PROBLEMA CEREBRO-MENTE	7
1.7. EL PRESENTE: LOS REGISTROS DE ACTIVIDAD CEREBRAL, DE LA TRADICIÓN FRENOLÓGICA A LA COMPRENSIÓN DE LAS REDES NEURALES QUE SUSTENTAN LA COGNICIÓN.....	7
1.8. LA NUEVA FRENOLÓGÍA	7
1.9. PREGUNTAS DE REPASO TEMA 1	9
2. TEMA 2: SISTEMA NERVIOSO Y CONDUCTA	10
2.1. INTRODUCCIÓN.....	10
2.2. ORÍGENES DE LA RELACIÓN ENTRE SISTEMA NERVIOSO Y CONDUCTA	10
2.2.1. Neuroanatomía	10
2.2.2. Neurofisiología	10
2.2.3. Neuroquímica.....	11
2.2.4. Psicología y neuropsicología.....	11

2.3. DOS CONCEPCIONES OPUESTA	11
2.3.1. Gall y las primicias del localizacionismo.....	11
2.3.2. Teorías Globalistas.....	11
2.4. ESPECIALIZACIONES DEL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL	13
2.4.1. Medula espinal.....	12
2.4.2. El tronco del encefalo.....	12
2.4.3. El cerebelo.....	12
2.4.4. El cerebro.....	12
2.5. LENGUAJE: MODELO DE LA ESPECIALIZACIÓN DEL CEREBRO	13
2.6. METODO ANATOMOCLINICO	13
2.7. PREGUNTAS DE REPASO TEMA 2	14
3. TEMA 3: FUNDAMENTOS DE PSICOBIOLOGÍA	15
3.1. INTRODUCCIÓN.....	15
3.2. COMPRENSIÓN DE LA CONCIENCIA DE SI MISMO: UN ENFOQUE FISIOLÓGICO	16
3.2.1. Visión ciega	16
3.2.2. Cerebro escindido	16
3.3. LA NATURALEZA DE LA PSICOLOGÍA FISIOLÓGICA (PSICOFISIOLOGÍA).....	17
3.3.1. Objetivos de la investigación	17
3.3.2. Generalización.....	17
3.3.3. Reducción	17
3.4. RAÍCES BIOLÓGICA DE LA PSICOLOGÍA FISIOLÓGICA	17
3.4.1. René Descartes (fisiólogo, matemático y dualista XVII)	17
3.4.2. Luigi Galvani (fisiólogo XVII).....	18
3.4.3. Johannes Muller (fisiólogo XIX).....	18
3.4.4. Pierre Flourens (fisiólogo XIX)	18
3.4.5. Paul Broca (1861)	18
3.4.6. Gustav Fritsch y Eduard Hitzig (alemanes 1870)	18
3.4.7. Herman von Helmholtz (médico, fisiólogo, alemán XIX)	18
3.4.8. Funcionalismo; selección natural y evolución	19
3.5. PREGUNTAS DE REPASO TEMA 3	20
III.I.III. RESUMEN TEÓRICO UNIDAD 1.	21
III.I.IV. ACTIVIDADES UNIDAD 1: A DESARROLLAR POR EL ESTUDIANTE	22
III.I.V. EVALUACIÓN UNIDAD 1	23

III.II. UNIDAD 2

BASES NEUROBIOLÓGICAS DE LA CONDUCTA	24
III.II.I. OBJETIVOS DE LA UNIDAD 2	24
1. TEMA I: ESTRUCTURA Y FUNCIÓN DE LA NEURONA Y NEUROGLÍA.....	24
1.1. INTRODUCCIÓN:.....	25
1.2. LA NEURONA: MORFOLOGÍA, CLASIFICACIÓN Y FUNCIÓN	25
1.2.1. Partes de una neurona	25
1.2.1.1. Cuerpo celular	25
1.2.1.2 Dendritas	28
1.2.1.3. Axón.....	28
1.2.1.4. Botón sináptico	28
1.2.2 Clasificación de las neuronas	29
1.2.2.1 Clasificación estructural.....	29
1.2.2.2 Clasificación funcional	30
1.3. CÉLULAS GLIALES: MORFOLOGÍA, CLASIFICACIÓN Y FUNCIÓN	30
1.3.1. Tipos de células gliales	30
1.4. LA MIELINA COMO FACILITADOR DE LA COMUNICACIÓN NEURONAL.....	32
1.5. FUNCIÓN QUÍMICA DE LA NEURONA.....	34
1.6. PREGUNTAS DE REPASO TEMA 1	35
2. TEMA 2: MEMBRANA NEURONAL	36
2.1. INTRODUCCIÓN:.....	36
2.2. ESTRUCTURA DE LA MEMBRANA NEURONAL	36
2.2.1. Lípidos.....	37
2.2.2. Proteínas.....	37
2.2.3. Carbohidratos	38
2.3. PROPIEDADES BIOFÍSICAS DE LA MEMBRANA NEURONAL	38
2.4. TRANSPORTE A TRAVÉS DE LA MEMBRANA NEURONAL	39
2.4.1. Transporte pasivo de difusión.....	39
2.4.2. Transporte activo	39
2.5. PREGUNTAS DE REPASO TEMA 2	41
3. TEMA 3: CONDUCCIÓN NERVIOSA.....	42
3.1. CONDUCCIÓN NERVIOSA.....	42
3.2. PROPAGACIÓN DEL POTENCIAL DE ACCIÓN	43
3.2.1. Fibras mielínicas y amielínicas	44

3.2.2. Velocidad de conduccion.	45
3.2.3. Tipos de fibras nerviosas	45
3.3. TRANSMISION SINÁPTICA	45
3.4. POTENCIALES POSTSINÁPTICOS.....	48
3.5. PREGUNTAS DE REPASO TEMA 3	49
III.II.III. RESUMEN TEÓRICO UNIDAD 2-	50
III.II.IV. ACTIVIDADES UNIDAD 2: A DESARROLLAR POR EL ESTUDIANTE.....	51
III.II.V. EVALUACIÓN UNIDAD 2	52

III.III. UNIDAD 3

BASES NEUROFISIOLÓGICAS DE LA CONDUCTA.....	53
III.III.I. OBJETIVOS DE LA UNIDAD 3	53
III.III.II. CONTENIDO DE LA UNIDAD 3: NEUROFISIOLOGÍA CELULAR.....	53
1.- TEMA I: NEUROTRANSMISORES	53
1.1. CONCEPTO DE LA COMUNICACIÓN QUÍMICA	54
1.2. NEURONAS Y NEUROTRANSMISORES	55
1.3. CLASIFICACION DE LOS NEUROTRANSMISORES	56
1.4. FUNCIONES ESPECÍFICAS DE LOS NEUROTRANSMISORES	56
1.4.1. ACETILCOLINA	56
1.4.2. MONOAMINAS.....	57
1.4.2.1. Dopamina.....	58
1.4.2.2. Norepinefrina.....	58
1.4.2.3. Epinefrina.....	59
1.4.2.4. Serotonina.....	59
1.4.3.1. Acido glutámico.....	60
1.4.3.2. Acido gamma-aminobutirico (GABA)	60
1.4.3.3. Glicina	60
1.4.4. PÉPTIDOS	61
1.4.5. LÍPIDOS	61
1.4.6. GASES SOLUBLES	61
1.5. PREGUNTAS DE REPASO TEMA1	62
2. TEMA 2: FARMACOLOGÍA DE LA SINAPSIS	63
2.1. INTRODUCCION.....	63
2.2. EFECTOS EN LA PRODUCCIÓN DE NEUROTRANSMISORES,	63

2.3. EFECTOS EN EL ALMACENAMIENTO Y LIBERACIÓN DE LOS NEUROTRANSMISORES.....	63
2.4. EFECTOS EN LOS RECEPTORES	64
2.5. EFECTOS EN LA RECAPTURA O DESTRUCCIÓN DE LOS NEUROTRANSMISORES	65
2.6. PREGUNTAS DE REPASO TEMA 2	66
3. TEMA 3: BASES NEUROFISIOLÓGICAS DE LA PLASTICIDAD CEREBRAL	67
3.1. INTRODUCCIÓN.....	67
3.2. PLASTICIDAD CEREBRAL	67
3.3. FENÓMENO DE SUPLENCIA NEURAL EN PRIVACIONES SENSORIALES	68
3.4. PLASTICIDAD SINÁPTICA	68
3.5. TIPOS DE PLASTICIDAD CEREBRAL Y MECANISMOS DE PRODUCCIÓN	69
3.5.1. Algunos mecanismos biológicos de la plasticidad cerebral	69
3.6. PREGUNTAS DE REPASO TEMA 3	70
III.III.III. RESUMEN TEÓRICO UNIDAD 3	71
III.III.IV. ACTIVIDADES UNIDAD 3: A DESARROLLAR POR EL ESTUDIANTE	72
III.III.V. EVALUACIÓN UNIDAD 3	73

III.IV. UNIDAD 4

ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA BÁSICA DEL SISTEMA NERVIOSO	74
III.IV.I. OBJETIVOS DE LA UNIDAD 4	74
III.IV.II. CONTENIDO UNIDAD 4: ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA BÁSICA DEL SISTEMA NERVIOSO	74
A.- TEMA 1: CONSIDERACIONES ANATÓMICAS BÁSICAS	74
1.1. INTRODUCCIÓN.....	75
1.2. ORGANIZACIÓN GENERAL DEL SISTEMA NERVIOSO	75
1.3. REFERENCIAS ANATÓMICAS	76
1.4. EL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL	77
1.4.1. El cerebro.....	77
1.4.2. El cerebelo	78
1.4.3. El tronco del encéfalo.....	79
1.4.4. La médula espinal.....	80
1.5. EL SISTEMA NERVIOSO PERIFÉRICO	80
1.5.1. El sistema nervioso periférico somático	81
1.5.2. El sistema nervioso periférico visceral	81
1.6. LOS NERVIOS CRANEALES	82
1.7. LAS MENINGES.....	83

1.8. EL SISTEMA VENTRICULAR.....	84
1.9. PREGUNTAS DE REPASO TEMA 1	86
2. TEMA 2: SISTEMA SENSITIVO.....	87
2.1. SENSIBILIDAD.....	87
2.2. SENSIBILIDAD SOMÁTICA	87
2.3. RECEPTORES SENSORIALES.....	88
2.4. VÍAS SENSITIVAS DEL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL	89
2.4.1. El sistema columna dorsal - lemnisco medial	89
2.4.2. El sistema anterolateral.....	90
2.5. PREGUNTAS DE REPASO TEMA 2	91
3. TEMA 3: SISTEMA MOTOR.....	92
3.1. FISIOLÓGÍA DE LA FUNCIÓN MOTORA	92
3.2. SISTEMA PIRAMIDAL	93
3.2.1. Fascículo geniculado.....	94
3.2.2. Haz corticoespinal	94
3.3. FISIOLÓGÍA DE LA PLACA MOTORA.....	94
3.4. SISTEMA EXTRAPIRAMIDAL	95
3.5. CEREBELO Y GANGLIOS BASALES	96
3.6. REFLEJOS.....	96
3.6.1. Arco reflejo	97
3.6.2. Clasificación de los reflejos.....	98
3.6.2.1. Reflejos superficiales (figura 54).....	98
3.6.2.2. Reflejos miotáticos (figura 55)	98
3.6.2.3. Reflejos Viscerales:.....	99
3.7. PREGUNTAS DE REPASO TEMA 3	100
III.IV.III. RESUMEN TEÓRICO UNIDAD 4.....	101
III.IV.IV. ACTIVIDADES UNIDAD 4: A DESARROLLAR POR EL ESTUDIANTE	102
III.IV.III. EVALUACIÓN UNIDAD 4	103
IV. BIBLIOGRAFÍA	104

I. OBJETIVO DEL MÓDULO

- Comprender la neurobiología celular del sistema nervioso central, para identificar el comportamiento humano interpretando su componente fisiológico, los mecanismos neuronales sensoriales y motores, para integrar la psicología y la fisiología, permitiendo comprender el binomio mente cuerpo.

II. OBJETIVOS POR UNIDADES

II. I. OBJETIVOS DE LA UNIDAD 1

- Comprender la relación cerebro-conducta como fundamento psicobiológico para el análisis de la estructura mental de los procesos cognitivos.
- Comprender los aspectos históricos de la neuropsicología como el inicio de un análisis de la relación función cerebral y conducta para fundamentar la implicancia neurobiológica en los procesos cognitivos.
- Identificar los aportes de la neuropsicología a lo largo de su evolución para comprender los procesos mentales superiores.
- Analizar los modelos teóricos de influencia en el desarrollo del conocimiento de la neuropsicología para comprender los métodos que adopta la neuropsicología.

II.II. OBJETIVOS DE LA UNIDAD 2

- Comprender la neurobiología celular como el principio de la neuroanatomía funcional microscópica para el análisis de la unidad anatómica del sistema nervioso
- Identificar los diferentes componentes celulares del sistema nervioso como componentes del tejido nervioso para comprender sus funciones.
- Aplicar los conocimientos neurobiológicos como proceso fundamental para el análisis de la degeneración, regeneración neuronal y la capacidad plástica neuronal.

II.III OBJETIVOS DE LA UNIDAD 3

- Comprender la neurofisiología celular como el principio de la fisiología neuronal para comprender la generación del impulso nervioso.
- Identificar los mecanismos neuroquímicos de los neurotransmisores como los actores químicos esenciales para comprender la conducta humana a partir de la generación de circuitos neuronales generados por la excitación o inhibición de los impulsos nerviosos.
- Aplicar los mecanismos neuroquímicos de la conducción nerviosa como proceso fundamental para el análisis de la neurofisiología de la plasticidad cerebral.

II.IV. OBJETIVOS DE LA UNIDAD 4

- Comprender la anatomía y fisiología básica del sistema nervioso como conceptualizaciones para comprender al ser humano como la unidad psicobiológica.
- Identificar las diferentes estructuras como componentes del sistema nervioso para comprender sus funciones.
- Aplicar los conocimientos neuroanatómicos y neurofisiológicos como abordaje de los sistemas sensoriales y motores para comprender la relación biológica y conductual del organismo.

III. DESCRIPCIÓN POR UNIDADES

III.I. UNIDAD 1

BASES NEUROBIOLÓGICAS DE LA CONDUCTA

III.I.I. OBJETIVOS DE LA UNIDAD 1

El cursante de esta unidad será capaz de:

- Comprender la relación cerebro-conducta como fundamento psicobiológico para el análisis de la estructura mental de los procesos cognitivos.
- Comprender los aspectos históricos de la neuropsicología como el inicio de un análisis de la relación función cerebral y conducta para fundamentar la implicancia neurobiológica en los procesos cognitivos.
- Identificar los aportes de la neuropsicología a lo largo de su evolución para comprender los procesos mentales superiores.
- Analizar los modelos teóricos de influencia en el desarrollo del conocimiento de la neuropsicología para comprender los métodos que adopta la neuropsicología.

III.I.II. CONTENIDO DE LA UNIDAD 1: BASES NEUROBIOLÓGICAS DE LA CONDUCTA (LO QUE DEBO APRENDER)

1. Tema 1: Aspectos históricos de la neuropsicología
2. Tema 2: Sistema nervioso y conducta
3. Tema 3: Fundamentos de psicobiología

1. TEMA 1: ASPECTOS HISTÓRICOS DE LA NEUROPSICOLOGÍA

CONTENIDO DEL TEMA

- 1.1. Introducción
- 1.2. Visión histórica de la neuropsicología
- 1.3. La neuropsicología moderna
- 1.4. La neuropsicología experimental
- 1.5. La neuropsicología cognitiva
- 1.6. La neuropsicología y el problema cerebro-mente
- 1.7. El presente: los registros de actividad cerebral, de la tradición frenológica a la comprensión de las redes neurales que sustentan la cognición
- 1.8. La nueva frenología

1.1. INTRODUCCIÓN:

La neuropsicología tiene por objeto el comprender la función cerebral y la conducta, las alteraciones cognoscitivas, emocionales, así como de los desórdenes de la personalidad provocadas por lesiones cerebrales. En la medida en la que el cerebro recibe e interpreta la información sensorial, se comunica con los demás y se relaciona con el mundo mediante el lenguaje y la motricidad.

Los objetivos de la neuropsicología son tres:

1. Diagnóstico
2. Terapéutico
3. Cognoscitivo

Los objetivos planteados por la neuropsicología son de vital importancia en el área de la neuropsicopedagogía porque nos aproximan a la comprensión de las funciones cognitivas a partir de las funciones cerebrales, ya sea comparando las lesiones y las funciones perdidas, o a través de medios de neurodiagnóstico que documentan dichas funciones.

1.2. VISIÓN HISTÓRICA DE LA NEUROPSICOLOGÍA:

La historia de la neuropsicología puede ser dividida en tres etapas esquematizadas en la **tabla 1**. Debe revisar la lectura 1.1: *Desarrollo histórico y conceptos de neuropsicología*, disponible en lecturas complementarias.

Tabla 1: Etapas históricas de la neuropsicología

ETAPAS	HISTORIA DE LA NEUROPSICOLOGÍA	ASPECTOS HISTÓRICOS
1º ETAPA	Desde la antigüedad hasta el siglo II	Reflexiones acerca de la localización del alma.
2º ETAPA	Siglos del III al XVIII	Inicio del estudio de las localizaciones de las funciones cognitivas. Separación de las ideas religiosas de las científicas.
	Siglo XIX hasta la actualidad	Estudio de la localización de las funciones cognitivas en el cerebro.

Fuente: Tirapu, J.U., Rios, M.L. Maestú, F.U. (2008) Manual de neuropsicología (1ra. Ed.). Barcelona, España: Viguera Editores S.L.

1.3. LA NEUROPSICOLOGÍA MODERNA:

En la neuropsicología moderna debe mencionarse a Alexander Romanovich Luria considerado como el padre de la Neuropsicología Moderna, entre sus aportes más relevantes se encuentra: Configuración anatómica según Luria donde se distinguen tres grandes bloques que corresponden a las tres unidades básicas de la organización cerebral (ver tabla 2).

Tabla 2: Unidades básicas de organización cerebral según Luria

BLOQUE FUNCIONAL	ESTRUCTURA ANATÓMICA	FUNCIÓN
PRIMER BLOQUE FUNCIONAL	Tronco cerebral Sistema Reticular	Control de: Tono cortical Vigilia cortical Regulación de: Funciones vegetativas, emocionales y mnémicas
SEGUNDO BLOQUE FUNCIONAL	Lóbulos cerebrales: • Parietal • Temporal • Occipital	Unidad perceptiva sensorial: Obtener, procesar y almacenar la información
TERCER BLOQUE	Lóbulos cerebrales: frontales	Programar, regular y verificar la actividad mental. Regular función motora

Modificado de: Luria A.R. (1984) *El cerebro en acción*. Barcelona, España: Ediciones Martínez Roca S.A.

1.4. LA NEUROPSICOLOGÍA EXPERIMENTAL

A partir de los años sesenta y setenta del siglo pasado surge una aproximación diferente sobre el estudio de la relación cerebro-conducta, los neurólogos y neuropsicólogos elaboran diseños experimentales dando origen a la neuropsicología experimental. Estos diseños se desarrollaron mediante el estudio de series de pacientes seleccionados en base a diferentes criterios como la topografía lesional o la naturaleza de los trastornos bajo la comparación de grupos de sujetos.

La cuestionante que primaba era la localización de la función. Se comprende mejor los procesos cognitivos, cobran también vital importancia los estudios de pacientes que han sido intervenidos quirúrgicamente, como por ejemplo intervenciones quirúrgicas en pacientes epilépticos. En esta época se centraron en aspectos de la organización funcional de la conducta y examinaron patrones de asociación y disociación de habilidades concretas entre grupos de pacientes diferenciados.

Las investigaciones trataban de discernir qué habilidades dependen de qué sistemas funcionales y cuáles son funcionalmente independientes. Por ejemplo, la asociación

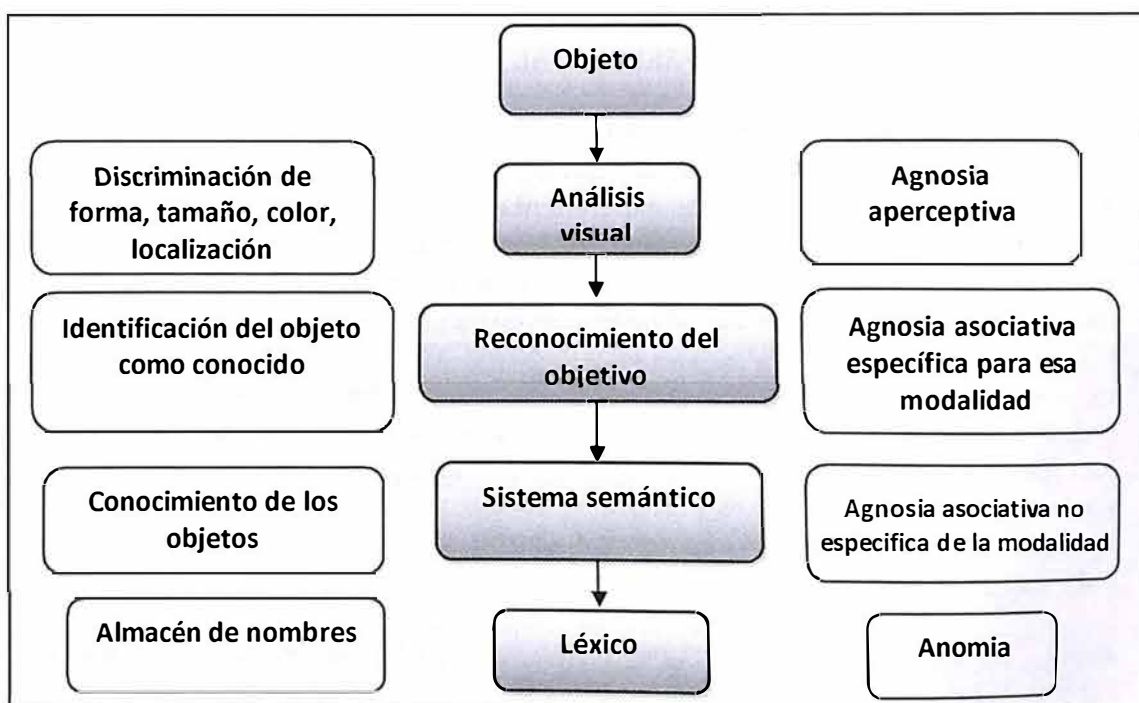
que con frecuencia se encontraba entre afasia y apraxia parecía sostener la hipótesis de que ambos trastornos son la manifestación de una afectación más general, relacionada con la pérdida de la capacidad de simbolizar o representar.

1.5. LA NEUROPSICOLOGÍA COGNITIVA

La neuropsicología cognitiva trata de proporcionar una explicación sobre el funcionamiento de los procesos cognitivos a partir del estudio en sujetos que sufrieron lesiones cerebrales y se enfatiza la relación entre conducta y sistemas de procesamiento, basándose en principios sencillos como el de observar qué sucede cuando el sistema falla.

Tradicionalmente la neuropsicología estudiaba la localización y la organización funcional de las distintas habilidades, tales como la lectura, la escritura, el habla, el reconocimiento de objetos o la memoria. A partir de la neuropsicología cognitiva se comienza a plantear que cada una de estas habilidades cognitivas depende de una serie de procesos cognitivos y sus componentes. A partir de este momento, cada tarea se divide en sus distintos componentes y se tratará de observar dónde se produce la ruptura del proceso para llevar a cabo un diagnóstico más preciso (**ver esquema 1**).

Esquema 1: Modelo de la neuropsicología cognitiva para el reconocimiento y denominación de los objetos.



Fuente: Tirapu, J.U., Ríos, M.L. Maestú, F.U. (2008) Manual de neuropsicología (1ra. Ed.). Barcelona, España: Viguera Editores S.L.

1.6. LA NEUROPSICOLOGIA Y EL PROBLEMA CEREBRO-MENTE

La neuropsicología como ciencia en la investigación y en la clínica tuvo un gran protagonismo en la década de los noventa del siglo pasado, esto debido al gran desarrollo de las técnicas de neuroimagen estructural y funcional, el interés de encontrar el sustrato cerebral de algunas patologías consideradas hasta ahora como funcionales.

La neuropsicología es el puente de unión entre diferentes aspectos del saber, como la neurología, la psiquiatría y la psicología. En la última década del siglo pasado se ha comprendido que cerebro y mente son lo mismo, es decir que todo proceso mental es debido a la actividad cerebral. La neuropsicología plantea un modelo y un nivel de análisis que le permite situarse entre los modelos mentalistas y neurobiológicos con lo que une mente y cerebro.

1.7. EL PRESENTE: LOS REGISTROS DE ACTIVIDAD CEREBRAL, DE LA TRADICIÓN FRENOLOGICA A LA COMPRENSIÓN DE LAS REDES NEURALES QUE SUSTENTAN LA COGNICIÓN

Los estudios con pacientes neurológicos han permitido profundizar en el conocimiento de las diversas funciones cognitivas, lo que permitió beneficiar el conocimiento acerca de la organización cerebral de la cognición. Con las investigaciones se llegaron a verdaderos “mapas” cognitivos específicos para el lenguaje, memoria, percepción y otras funciones. Mediante la neuroimagen funcional se pretendió corroborar la localización de funciones, esto permitió el estudio en pacientes “sanos” creando una nueva tradición frenológica (localización de funciones).

1.8. LA NUEVA FRENOLOGÍA

El cerebro es un órgano muy complejo en el que existen millones de neuronas y billones de conexiones a la vez, corticales y subcorticales, esta situación fisiológica nos permite pensar si en realidad existen funciones localizadas.

A lo largo de la historia surgieron varios estudios que nos dieron a conocer la localización de las funciones como las investigaciones de Paul Broca que estudió un caso particular de un paciente con dificultad para utilizar la articulación del lenguaje para comunicarse pero con una capacidad de comprender el lenguaje hablado, Broca corroboró una lesión circunscrita en la tercera circunvolución frontal considerada hasta ahora como el área del lenguaje motor. Otro método que llevó a la visión localizacionista fue la estimulación cortical, en la que Penfield aplicaba corriente eléctrica sobre una región cortical cerebral específica y provocaba una respuesta motora o sensorial, diseñando de esta manera el “Homúnculo de Penfield Motor” e el

“Homúnculo de Penfield Sensitivo” (ver figura 1). Estas investigaciones fueron reforzadas mediante el empleo de métodos de neuroimagen como la Resonancia Magnética Funcional entre otros.

Se puede concluir que se deben emplear diferentes técnicas para el estudio de las funciones cerebrales que van desde la observación hasta la aplicación de estudios de neuroimagen, que sustenten la relación cerebro-conducta. El análisis de la sincronización neuronal y su conectividad nos ofrece el entendimiento de nuevos mapas de las redes neuronales que sustentan la conducta. Debe revisar la lectura 1.2: La neuropsicología: historia, conceptos y aplicaciones, disponible en lecturas complementarias.

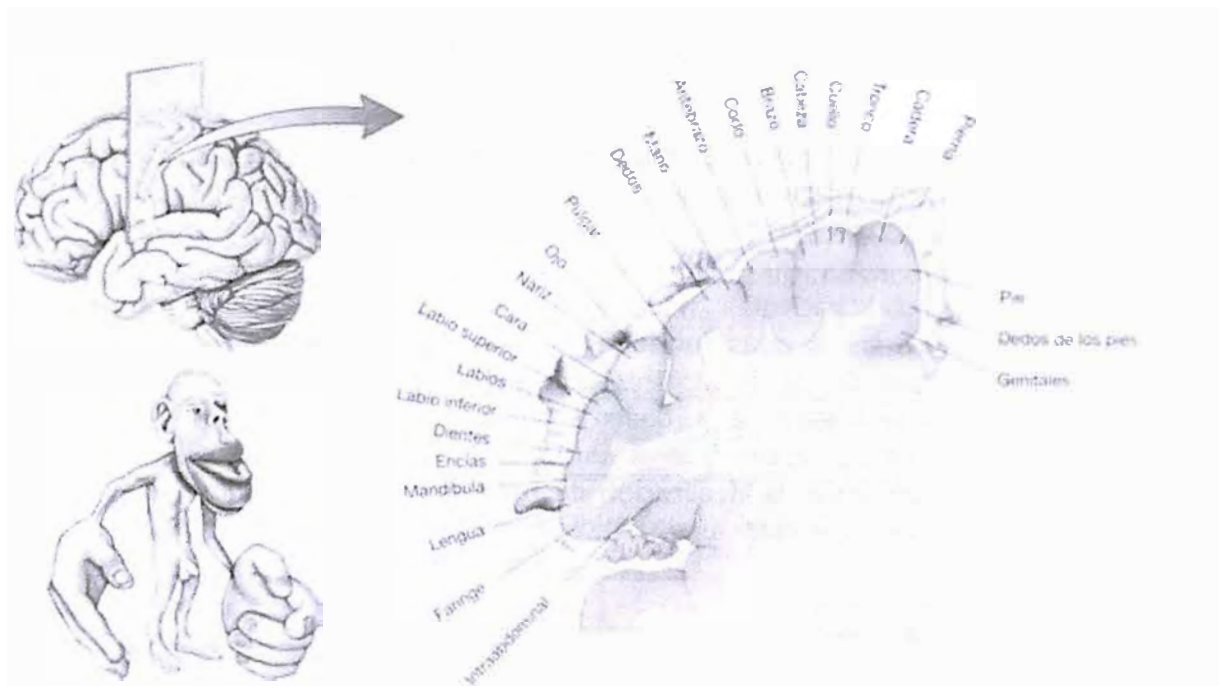


Figura 1: Homúnculo de Penfield. Tomado de: Beart M.F., Connors B., Paradiso M. (2008). Neurociencia la exploración del cerebro. Barcelona: Wolters Kluwer Lippincott Williams & Wilkins



1.9. PREGUNTAS DE REPASO TEMA 1

1.- Defina Neuropsicología

2.- Mencione los objetivos de la neuropsicología.

3.- ¿Cuál fue el aporte de Paul Broca en la historia de la neuropsicología?

4.- Explique el aporte de A. Luria en la neuropsicología moderna.

5.- ¿Qué experimentos permitieron el desarrollo de la neuropsicología experimental?

6.- Defina neuropsicología cognitiva

7.- Explique cómo la neuropsicología cognitiva aporta al estudio de los procesos cognitivos.

8.- ¿Cuál fue el aporte Paul Broca en el estudio del lenguaje?

9.- ¿Cuáles fueron los estudios que reforzaron la teoría de localización en el estudio de la neuropsicología?

10.- Explique a qué se refiere la frenología.

2. TEMA 2: SISTEMA NERVIOSO Y CONDUCTA

CONTENIDO DEL TEMA

- 2.1. Introducción**
- 2.2. Orígenes de la relación entre sistema nervioso y conducta**
- 2.3. Dos concepciones opuestas**
- 2.4. Especializaciones del sistema nervioso central**
- 2.5. Lenguaje: modelo de la especialización del cerebro**
- 2.6. Método anatomoclínico**

2.1. INTRODUCCIÓN

Desde siempre ha fascinado el comprender la relación entre el cuerpo y el espíritu, hasta hoy en día a pesar de todos los medios sofisticados que el hombre ha inventado, sigue generando discrepancias y preguntas que a lo largo de la historia se buscará responder.

2.2. ORÍGENES DE LA RELACIÓN ENTRE SISTEMA NERVIOSO Y CONDUCTA

Los conceptos actuales sobre la relación cerebro-conducta para la neurociencia procede de la fusión del siglo pasado de cuatro disciplinas experimentales: la neuroanatomía, la neurofisiología, la neuroquímica y la psicología.

2.2.1. Neuroanatomía

Las primeras observaciones macroscópicas del cerebro humano se llevaron a cabo a partir del siglo XVI, pero en el siglo XIX se dieron los primeros trabajos de anatomía microscópica observándose el tejido nervioso gracias a técnicas de fijación y tinción por dos pioneros el español Cajal y el italiano Golgi. Cajal demostró que el tejido nervioso está formado de una red de células nerviosas separadas y conectadas a la vez por las dendritas y terminaciones axónicas.

2.2.2. Neurofisiología

Su origen se remonta al siglo XVIII, cuando el italiano Galvani descubrió que las células nerviosas de diferentes animales eran capaces de proporcionar electricidad. En el curso del siglo XIX se desarrolló la electrofisiología, basada en el principio de que las células nerviosas utilizaban sus capacidades eléctricas para vehiculizar la información de una a otra en forma de un mensaje codificado según normas exactas.

2.2.3. Neuroquímica

La neuroquímica se inició a finales del siglo XIX con Claude Bernard, el famoso fisiólogo francés que demostró que algunas sustancias químicas (hormonas) actuaban en diferentes segmentos del sistema nervioso. A partir de ese momento surgieron todos los conceptos modernos de la transmisión química, impulso nervioso, sinapsis y farmacología.

2.2.4. Psicología y neuropsicología

Se trata de la más antigua de las ciencias, en particular la neuropsicología, cuya definición recurrente al problema de las relaciones entre materia y espíritu.

2.3. DOS CONCEPCIONES OPUESTAS

2.3.1. Gall y las primicias del localizacionismo

Un médico austriaco apellidado Gall, fue fundador de la “Frenología”. Gall consideraba que cada parte del cerebro le correspondía una facultad intelectual o psíquica, distinguiendo 27 cualidades o funciones que localizaba en una parte precisa del cerebro, desde funciones como la memoria hasta cualidades como el amor el idealismo (**ver figura 2**). Por lo tanto Gall sugiere por primera vez la correspondencia función/localización.



Figura 2: Teoría de las localizaciones cerebrales de Gall. Tomado de Habib M. (1998). *Bases neurológicas de las conductas*. Barcelona, España: Masson S.A.

2.3.2. Teorías Globalistas

El francés Flourens, contradijo a Gall y aseguró que las funciones mentales no se encontraban localizadas, afirmando que todo el cerebro estaba implicado como un todo en cada función mental y que cada parte del cerebro era capaz de desempeñar cada una de las funciones cerebrales.

A mediados del siglo XIX H. Jackson aportó una visión evolucionista del cerebro humano, introdujo la noción de jerarquías entre los centros nerviosos, del más simple al más complejo, y mencionaba que los centros más evolucionados y complejos eran el resultado de la combinación de diversas funciones elementales. Estas nociones posteriormente fueron apoyadas por Alexander Luria. Debe revisar la lectura 2.1: *Introducción histórica al modelo neuropsicológico*, disponible en lecturas complementarias.

2.4. ESPECIALIZACIONES DEL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL

El sistema nervioso central es un conjunto continuo de formaciones nerviosas, constituida por varias estructuras las cuales tienen una serie de funciones o especializaciones (ver figura 3).

2.4.1. La médula espinal

Es la estructura más rudimentaria y también la más próxima al medio circundante. Por medio del sistema nervioso periférico, que es su continuación, recibe información que procede del entorno y envía señales que ejecutan respuestas tales como el movimiento.

2.4.2. El tronco del encéfalo

Se encuentra intermedio entre la médula espinal y el cerebro, desempeña un triple papel:

- Es el paso de las vías ascendentes y descendentes
- Emergen los nervios craneales
- Control de determinadas funciones vitales (sueño, temperatura, respiración, ritmo cardíaco, vigilia)

2.4.3. El cerebelo

Se encuentra relacionado sobre todo con el equilibrio, el tono muscular y el control de los movimientos del cuerpo.

2.4.4. El cerebro

Constituido por dos hemisferios diferenciados, es responsable de las funciones más elaboradas, perceptivas, motoras y cognitivas, que esencialmente están destinadas a la corteza cerebral. Por ejemplo el lóbulo frontal se relaciona con la programación de los actos y el movimiento, el lóbulo parietal relacionado con las sensaciones somáticas, el lóbulo occipital con la visión, el temporal con la audición, el aprendizaje, la memoria y las emociones.

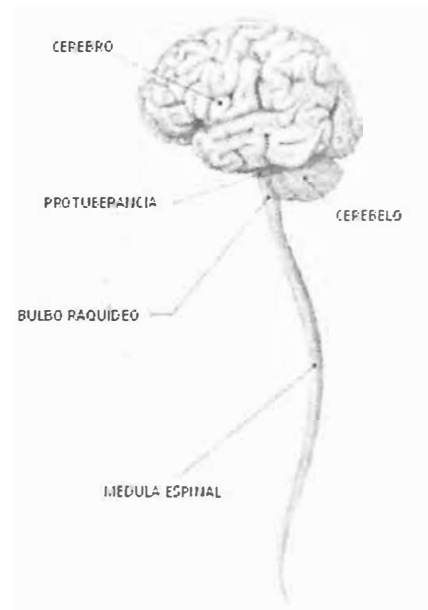


Figura 3: Sistema nervioso central. Tomado de: Grupo CTO. Manual CTO de Medicina y Cirugía (2011) Madrid Editorial CTO.

- Noción de cruzamiento: Cada hemisferio controla las funciones que concierne a la mitad opuesta del cuerpo (hemicuerpo contralateral).
- Noción de asimetría anatómica y funcional, que aparece como una de las principales diferencias del cerebro humano en relación con la de los animales y por consiguiente, como el resultado del proceso evolutivo.

2.5. LENGUAJE: MODELO DE LA ESPECIALIZACIÓN DEL CEREBRO

El problema de las relaciones entre el cerebro y el lenguaje apareció desde los inicios de la neuropsicología como un ejemplo privilegiado, su sustrato neuroanatómico se inicia con el descubrimiento por el cirujano parisino P. Broca, en 1861, de que la afasia, o pérdida de la facultad del lenguaje articulado, se relacionaba con la lesión de una región especial de la corteza del hemisferio izquierdo del cerebro, localizándose el área del lenguaje motor (área de Broca). En 1876 el alemán K. Wernicke publicó un trabajo en el que presentó la afasia como un complejo sintomático diferenciando: las afasias expresivas de las receptivas, donde las afasias receptivas se presentaban por una lesión en la primera circunvolución temporal (área de Wernicke). K. Wernicke proponía que únicamente las áreas motoras y sensoriales se encontraban en la corteza cerebral y que las funciones complejas dependían de las interconexiones, de esta manera surgió la teoría asociacionista.

2.6. METODO ANATOMOCLINICO

A inicios del siglo XX se implantó como una moda la teoría del asociacionismo para el estudio de funciones mentales gracias al método anatomoclínico, que consiste en observar clínicamente al paciente portador de una alteración funcional relacionada con una lesión cerebral, y si el sujeto fallecía analizaban su cerebro y determinaban los límites de su lesión, de ésta manera se dejó de lado la teoría o el enfoque localizacionista. El enfoque globalista o asociacionista se manejó para el estudio de la relación cerebro conducta la primera mitad del siglo XX, Con los estudios y propuestas de A. Luria se utilizó el funcionalismo para entender la relación cerebro conducta.

En la actualidad se sabe las funciones superiores del cerebro están organizadas en forma de módulos neuronales distintos uno de otros y cada uno con un papel propio, pero al mismo tiempo interconectadas según normas funcionales complejas que hacen intervenir de una manera variable jerarquía e interacción.

Revisar: El capítulo 1 Sistema nervioso y conducta: generalidades e historia de:

- Habib M. (1998). *Bases neurológicas de las conductas*. Barcelona, España: Masson S.A. (Páginas 3-8). Disponible en fotocopias.



Actividades

2.7. PREGUNTAS DE REPASO TEMA 2

1. *¿Cuál fue el aporte de la neuroanatomía para la comprensión de la relación cerebro conducta?*
2. *¿Cuál fue el aporte de la neurofisiología para la comprensión de la relación cerebro conducta?*
3. *¿Cuál fue el aporte de la neuroquímica para la comprensión de la relación cerebro conducta?*
4. *Explique la frenología propuesta por Gall.*
5. *¿Cuál fue la noción que postulo H Jackson para el estudio de la neuropsicología?*
6. *¿Cuáles son las funciones especializadas del tronco del encéfalo?*
7. *¿Cuáles son las funciones especializadas del cerebro?*
8. *¿Por qué es importante comprender la noción de cruzamiento y asimetría anatomo funcional?*
9. *¿En qué regiones de la corteza cerebral se encuentran localizadas las áreas del lenguaje?*
10. *¿Cuál es la importancia del método anatomoclínico?*

3. TEMA 3: FUNDAMENTOS DE PSICOBIOLOGÍA

CONTENIDO DEL TEMA

3.1. Introducción

3.2. Comprensión de la conciencia de sí mismo: un enfoque fisiológico

3.3. La naturaleza de la psicología fisiológica (psicofisiología)

3.4. Raíces biológica de la psicología fisiológica

3.1. INTRODUCCIÓN

La última frontera de este mundo se encuentra en el interior de las personas, el sistema nervioso humano permite lograr todo lo que se puede hacer, todo lo que es posible saber y experimentar (**ver figura 4**). El ser humano desde tiempos remotos trata de explicarse los fenómenos que acontecen en nuestro diario vivir y que influyen nuestras conductas, una de las explicaciones surge a través de un enfoque conocido como el animismo que permite explicar el movimiento de los objetos inanimados.



Figura 4: La explicación de Descartes de una acción refleja a un estímulo doloroso. Tomado de Carlson N.R. (1996). *Fundamentos de Psicología fisiológica*. México D.F., México: Prentice-Hall Hispano-Americana S.A.

Desde tiempos más antiguos, las personas creen tener un alma, lo cual surge del hecho de que cada quien está consciente de su propia existencia. Históricamente esta situación dio origen una problemática conocida como mente-cuerpo. Los filósofos trataron de responder a esta situación a través de dos explicaciones: el dualismo y el monismo.

El dualismo es la creencia en la naturaleza dual de la realidad, la mente y el cuerpo están separados; el primero se forma de materia pero el segundo no.

El monismo sostiene que todo el universo consiste en materia y energía, y que la mente es un fenómeno producido por el funcionamiento del sistema nervioso.

Los psicofisiólogos asumen un enfoque empírico, práctico y monista para el estudio de la naturaleza humana, porque al comprender el funcionamiento del cuerpo humano, y en particular del sistema nervioso, se podrá esclarecer la relación mente-

cuerpo. Será posible explicar la percepción, la memoria, el pensamiento y la conducta, incluso explicar la conciencia de sí mismo.

3.2. COMPRENSIÓN DE LA CONCIENCIA DE SÍ MISMO: UN ENFOQUE FISIOLÓGICO

Los cambios en la estructura o química del cerebro alteran la conciencia; por lo tanto es posible formular la hipótesis de que la conciencia es una función fisiológica, al igual que la conducta. Aunque es posible llegar a especular sobre los orígenes de la conciencia de sí mismo. La especie humana con su compleja estructura social y su gran capacidad de aprendizaje, tiene la capacidad de comunicarse, de expresar intenciones y de pedir cosas a los demás, la comunicación verbal permite establecer costumbres y leyes de conducta, quizá este fenómeno dio origen al fenómeno de la conciencia (pensar y estar consciente de la propia existencia).

3.2.1. Visión ciega

El cerebro tiene varios mecanismos relacionados con la visión, uno de ellos es el de controlar el movimiento ocular, el otro la capacidad de percibir lo que nos rodea. Se descubrió además un fenómeno interesante denominado visión ciega, si alguien coloca un objeto en el lado ciego de un paciente y le pide que lo tome el paciente lo realizará con bastante precisión. Este fenómeno demuestra que la información visual es capaz de controlar la conducta sin producir una sensación consciente y este fenómeno sugiere que la conciencia no es una propiedad de todas las partes del cerebro.

3.2.2. Cerebro escindido

Los estudios en seres humanos que pasaron por callostomía (incisión en el cuerpo calloso) en pacientes con epilepsias de difícil control (**ver figura 5**). Demuestran en forma dramática cómo al desconectar las partes del cerebro relacionadas con la percepción, de aquellas que involucran la conducta verbal, también las desconectan de la conciencia, esto sugiere que las partes del cerebro responsables de la conducta verbal puede serlo también de la conciencia.

El efecto de cortar el cuerpo calloso refuerza la conclusión de que las personas se tornan conscientes de algo solo si la información al respecto es capaz de llegar a las partes del cerebro

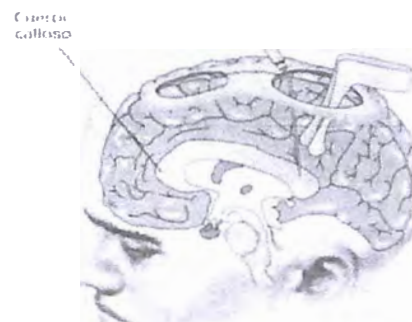


Figura 5: Operación del cerebro escindido. Tomado de Tomado de Carlson N.R. (1996). *Fundamentos de Psicología fisiológica*. México D.F., México: Prentice-Hall Hispano-Americana S.A.

responsables de la comunicación verbal, que se ubica en el hemisferio izquierdo. Aun faltan estudios respecto a la fisiología de la conciencia.

3.3. LA NATURALEZA DE LA PSICOLOGÍA FISIOLÓGICA (PSICOFISIOLOGÍA)

La psicofisiología se desarrolla a partir de la psicología, el primer texto de psicología llevaba el nombre de psicología fisiológica escrita por Wilhelm Wundt en el siglo XIX. Fisiólogos, psicofisiólogos, neurólogos, descubrieron la función del sistema nervioso en la conducta. En la historia moderna la investigación de la fisiología de la conducta es realizada por los psicólogos a través de los métodos experimentales. En los últimos años se estudia la fisiopatología humana como las adicciones y los desórdenes mentales.

3.3.1. Objetivos de la investigación

Es explicar los fenómenos de dos formas: mediante la generalización y la reducción.

3.3.2. Generalización

Utilizada con frecuencia por los psicólogos, explica los casos específicos de conducta como ejemplos de leyes generales que deducen de sus experimentos, por ejemplo los psicólogos explicarían el miedo a los perros como una forma específica de aprendizaje “condicionamiento clásico”.

3.3.3. Reducción

Utilizada con frecuencia por los fisiólogos, explican fenómenos complejos en términos de otros más sencillos, por ejemplo explican el movimiento de los músculos a través de los ingresos de sustancias químicas en la unión neuromuscular.

La tarea del psicofisiólogo es explicar la conducta en términos fisiológicos. Por lo tanto utiliza la generalización y la reducción para explicar sus investigaciones.

3.4. RAÍCES BIOLÓGICA DE LA PSICOLOGÍA FISIOLÓGICA

3.4.1. René Descartes (fisiólogo, matemático y dualista XVII)

Supuso que el mundo era una entidad puramente mecánica, los animales eran instrumentos mecánicos y los estímulos del medio ambiente controlan su comportamiento, dedujo que algunos de los movimientos eran automáticos e involuntario, como los reflejos

3.4.2. Luigi Galvani (fisiólogo XVII)

Descubrió que el estímulo eléctrico en el nervio de una rana provoca la contracción a los músculos a los que se encuentran unidos.

3.4.3. Johannes Muller (fisiólogo XIX)

Su contribución importante al estudio de la fisiología de la conducta fue la doctrina de las energías nerviosas específicas, se refiere a que cada nervio conducía estímulos diferentes.



Figura 6: Paul Broca Tomado de Tomado de Carlson N.R. (1996). *Fundamentos de Psicología fisiológica*. México D.F., México: Prentice-Hall Hispano-Americana S.A.

3.4.4. Pierre Flourens (fisiólogo XIX)

Utilizó la ablación experimental para identificar que parte del cerebro controlaba diferentes funciones como la respiración los movimientos voluntarios, ritmo cardíaco, reflejos visuales y auditivos.

3.4.5. Paul Broca (1861)

Explicó los principios de la ablación experimental, identificó el área cerebral que controla la función motora del lenguaje (**figura 6**).

3.4.6. Gustav Fritsch y Eduard Hitzig (alemanes 1870)

Descubrieron que al estimular la corteza cerebral, provocaba la contracción muscular específica del lado opuesto del cuerpo. Esta región es conocida como el área motora primaria.

3.4.7. Herman von Helmholtz (médico, fisiólogo, alemán XIX)

Estudió los procesos fisiológicos de la visión, ceguera de los colores, estudio la audición la música, inventó el oftalmoscopio.

3.4.8. Funcionalismo; selección natural y evolución

Un importante biólogo Charles Darwin (figura 7), formuló los principios de la evolución y selección natural, observó que a lo largo de generaciones sucesivas, los miembros específicos de una especie experimentan, de manera espontánea, cambios bruscos.

El funcionalismo afirma que las características de los organismos vivientes desarrollan funciones útiles. De modo que para entender las bases fisiológicas de la conducta, antes es preciso comprender lo que logran estas.

La selección natural incidiría de forma indirecta en la conducta, por ejemplo cuando se modifica el entorno las especies deben de adaptarse o corren el riesgo de extinguirse. A propósito de reflexión debe revisar la lectura 3.1: *Esplendores y miserias del cerebro*, disponible en lecturas complementarias.



Figura 7: Charles Darwin Tomado de Tomado de Carlson N.R. (1996). *Fundamentos de Psicología fisiológica*. México D.F., México: Prentice-Hall Hispano-Americana S.A.

Revisar: El capítulo 1 Los orígenes de la psicología fisiológica del libro:

Tomado de Carlson N.R. (1996). *Fundamentos de Psicología fisiológica*. México D.F., México: Prentice-Hall Hispano-Americana S.A.

(Páginas 3-18) Disponible en fotocopias.



Actividades

3.5. PREGUNTAS DE REPASO TEMA 3

- 1.- ¿Cuál es el enfoque fisiológico de la conciencia?
- 2.- ¿Qué demuestra el experimento denominado “visión ciega”?
- 3.- ¿Qué demostró la callostomía (corte a nivel del cuerpo calloso) en pacientes epilépticos respecto al funcionamiento de los hemisferios cerebrales?
- 4.- ¿Cuál es la función del cuerpo calloso?
- 5.- ¿Cuál es el sistema sensorial especializado que es la excepción de la representación cruzada de la información cruzada?
- 6.- Describa un ejemplo de investigación desde la generalización.
- 7.- Describa un ejemplo de investigación desde la reducción.
- 8.- ¿Cuál de los investigadores citados en el capítulo de “raíces biológicas de la psicología fisiológica, fue el aporte más importante para que usted comprenda la fisiología en la psicología? ¿Por qué?
- 9.- Cite un ejemplo claro sobre nuestro organismo respecto a la selección natural y evolución.
- 10.- ¿Cuál es su posición respecto a la investigación en animales en el área de la fisiología psicológica?

III.I.III. RESUMEN TEÓRICO UNIDAD 1

La neuropsicología es la ciencia que estudia la relación entre función cerebral y conducta. Los objetivos de la neuropsicología son: diagnóstico, terapéutico y el cognoscitivo.

A lo largo de la historia de la neuropsicología se evidencia que en la antigüedad existía la problemática de la localización del alma; con el transcurso del tiempo aproximadamente a partir del siglo III al XVIII se inicia la localización de las funciones cognitivas separadas de las ideas religiosas y en el siglo XIX se estudia a profundidad la localización de las funciones en la corteza cerebral, dando inicio a un largo camino del desarrollo de la neuropsicología donde existieron diferentes influencias como la *localizacionista* que se desarrolló a partir de la frenología propuesta por J. Gall, esta influencia recibió varias críticas como las generadas por los *antilocacionistas*.

Los estudios de P. Broca (que localizó la función del lenguaje en la tercera circunvolución frontal de la corteza cerebral) generan discusiones sobre el tema localizacionista.

K. Wernicke en sus investigaciones demostró que para la función del lenguaje se encontraba también involucrada la primera circunvolución parietal dando inicio con esta investigación una nueva influencia denominada el asociacionismo, siendo que H. Jackson apoyan este surgimiento con diferentes investigaciones.

A mediados del siglo XIX a partir de los estudios de A. Luria la neuropsicología avanza desde el funcionalismo propuesta por este autor.

La invención de aparatos sofisticados da luz en el avance de la neuropsicología experimental y de la neuropsicología cognitiva. Muestra de esto Penfield mediante la estimulación de la corteza cerebral conseguir registrar la respuesta motora y sensitiva del organismo creando de esta manera el “homúnculo motor y sensitivo de Penfield”.

La neurociencia aporta al entendimiento de la relación del sistema nervioso la especialización del mismo y la conducta mediante el aporte de la neuroanatomía, neurofisiología, neuroquímica y la psicología.

Los fundamentos de la psicobiología permiten abordar la comprensión de la conducta y del desarrollo cognitivo a partir de la fisiología como por ejemplo experimentaciones en “cerebro escindido”, “visión ciega”. Estableciéndose de esta manera las bases neurobiológicas de la conducta.

III.I.IV. ACTIVIDADES UNIDAD 1: A DESARROLLAR POR EL ESTUDIANTE (GUÍA DE LO QUE DEBO HACER)

Actividad 1.1

Resolver las preguntas de repaso en cada uno de los temas.

El documento debe ser escrito en hojas tamaño carta, margen normal, letra Times New Roman número 12 interlineado 1,0 con identificación personal al inicio del documento que incluya: apellidos, nombres, número de actividad y fecha (no requiere carátula).

Actividad 1.2

Realizar un Mapa conceptual de la “[lectura 1.1 Aspectos históricos de la neuropsicología](#)”, disponible en la carpeta de actividades de la unidad 1.

El documento debe ser escrito en dos planas como mínimo y tres planas como máximo, en hojas tamaño carta, margen normal, letra Times New Roman número 12 interlineado 1,0 con identificación personal al inicio del documento que incluya: apellidos, nombres, número de actividad y fecha (no requiere carátula).

Actividad 1.3

Identificar tres teorías o enfoques (con una breve explicación de cada enfoque) que guiaron el estudio de la neuropsicología a lo largo de la historia para comprender la relación cerebro conducta (explicada en el contenido del tema 1) y mencione cuál de estos enfoques adoptaría para la comprensión de la relación de cerebro y conducta. Como recurso revise las [lecturas complementarias de la Unidad 1](#).

El documento debe ser escrito en hojas tamaño carta, margen normal, letra Times New Roman número 12 interlineado 1,0 con identificación personal al inicio del documento que incluya: apellidos, nombres, número de actividad y fecha (no requiere carátula).

III.I.V. EVALUACIÓN UNIDAD 1 (COMO DEMOSTRARÉ LO QUE HE APRENDIDO)

La evaluación se la realiza en función a los objetivos de la unidad:

- Comprender la relación cerebro-conducta como fundamento psicobiológico para el análisis de la estructura mental de los procesos cognitivos.
- Comprender los aspectos históricos de la neuropsicología como el inicio de un análisis de la relación función cerebral y conducta para fundamentar la implicancia neurobiológica en los procesos cognitivos.
- Identificar los aportes de la neuropsicología a lo largo de su evolución para comprender los procesos mentales superiores.
- Analizar los modelos teóricos de influencia en el desarrollo del conocimiento de la neuropsicología para comprender los métodos que adopta la neuropsicología.

ACTIVIDAD	PUNTAJE
Actividad 1.1: Preguntas de repaso	35 %
Actividad 1.2: Resumen de la lectura 1	35 %
Actividad 1.3: Identificación de teorías de la neuropsicología a lo largo de la historia	30 %
Total	100%

III.II. UNIDAD 2

BASES NEUROBIOLÓGICAS DE LA CONDUCTA

III.II.I. OBJETIVOS DE LA UNIDAD 2

El cursante de esta unidad será capaz de:

- Comprender la neurobiología celular como el principio de la neuroanatomía funcional microscópica para el análisis de la unidad anatómica del sistema nervioso
- Identificar los diferentes componentes celulares del sistema nervioso como componentes del tejido nervioso para comprender sus funciones.
- Aplicar los conocimientos neurobiológicos como proceso fundamental para el análisis de la degeneración, regeneración neuronal y la capacidad plástica neuronal.

III.II.II. CONTENIDO DE LA UNIDAD 2: NEUROBIOLOGÍA CELULAR

1. Tema 1: Estructura y función de la neurona y neuroglía
2. Tema 2: Membrana neuronal
3. Tema 3: Conducción nerviosa

1. TEMA I: ESTRUCTURA Y FUNCIÓN DE LA NEURONA Y NEUROGLÍA

CONTENIDO DEL TEMA

- 1.1. Introducción
- 1.2. La neurona: morfología, clasificación y función.
- 1.3. Células gliales: morfología, clasificación y función.
- 1.4. La mielina como facilitador de la comunicación neuronal
- 1.5. Función química de la Neurona

1.1. INTRODUCCIÓN:

A pesar de la complejidad del sistema nervioso, existen solo dos tipos de células importantes en este sistema, las cuales son: *Neuronas y células gliales*.

Las **neuronas** consideradas la unidad fundamental del sistema nervioso son las responsables de la mayoría de las funciones especiales relacionadas al sistema nervioso: sensibilidad, pensamiento, memoria, control de la actividad muscular y regulación de secreciones glandulares. Las **células gliales** sostienen, nutren y protegen a las neuronas.

Cuando se lesionan las neuronas, la capacidad de regeneración que tienen las neuronas maduras es escasa, ya que generalmente no pueden dividirse por mitosis.

Debe revisar las lecturas 2.1, 2.2, 2.3: *Neurogénesis y envejecimiento neuronal*, disponible en lecturas complementarias.

1.2. LA NEURONA: MORFOLOGÍA, CLASIFICACIÓN Y FUNCIÓN

Neurona es el nombre que se da a las células nerviosas y a todas sus prolongaciones. Son células excitables especializadas para la recepción de estímulos y la conducción del impulso nervioso. Su tamaño y forma varían considerablemente.

1.2.1. Partes de una neurona

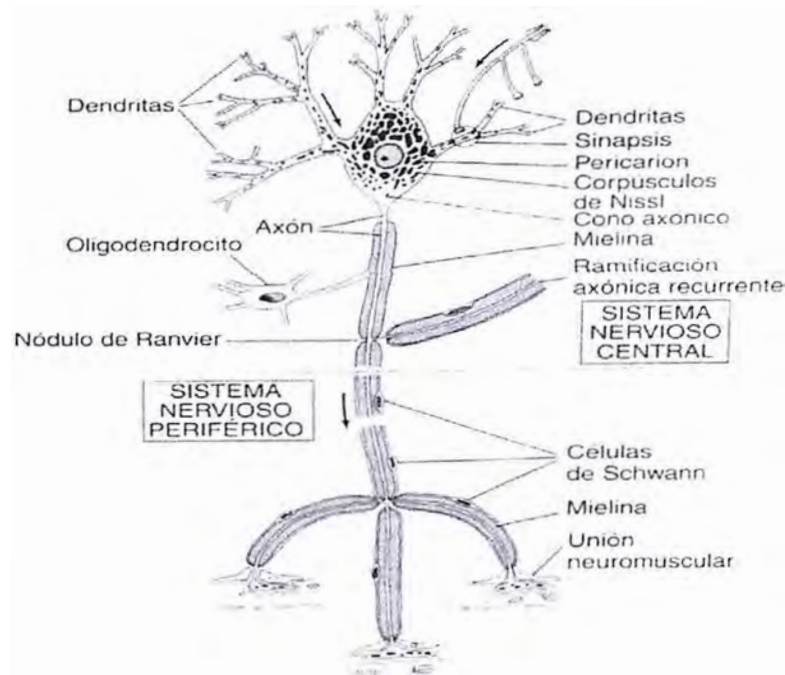
Las neuronas están constituidas generalmente por cuatro partes (figura 8):

- a. Cuerpo Celular
- b. Dendritas
- c. Axón
- d. Botones sinápticos

1.2.1.1. Cuerpo celular

Denominado también soma o pericarion celular contiene un núcleo rodeado por citoplasma en el que existen organelos. Limitado por la membrana plasmática (figura 9).

Figura 8: Partes de la neurona:
Tomado de Ross M.H., Pawlina W.
(2008). *Histología texto y atlas
color con biología celular y
molecular*. Buenos Aires,
Argentina: Panamericana.



La **membrana plasmática** forma el límite externo continuo del cuerpo celular y sus prolongaciones y en la neurona es el sitio de iniciación y conducción del impulso nervioso. Constituida por una capa externa y otra interna de moléculas separadas por una capa intermedia de lípidos, adherida al exterior de la membrana plasmática se encuentra el glicocaliz. La membrana plasmática y la cubierta celular juntas forman una membrana semipermeable que permite la difusión de ciertos iones a través de ella y limita a otras. En estado de reposo los iones de Potasio difunden desde el citoplasma hacia el líquido tisular (fuera de la célula). Cuando una célula es estimulada por un medio eléctrico, químico o mecánico ocurre un rápido cambio de permeabilidad en la membrana a los iones de Sodio, estos iones difunde desde el líquido tisular hacia el citoplasma.

El **núcleo** generalmente es central, redondeado, pálido, contiene gránulos de cromatina y al nucleolo que está relacionado con la síntesis de Ácido Ribonucleico RNA.

La **sustancia de Nissl** son gránulos distribuidos en todo el citoplasma compuestos de retículo endoplásmico rugoso responsables de la síntesis de proteínas.

El **aparato de Golgi** es donde las proteínas producidas por la sustancia de Nissl son almacenadas, además se producen el empaquetamiento de macromoléculas y la producción de lisosomas.

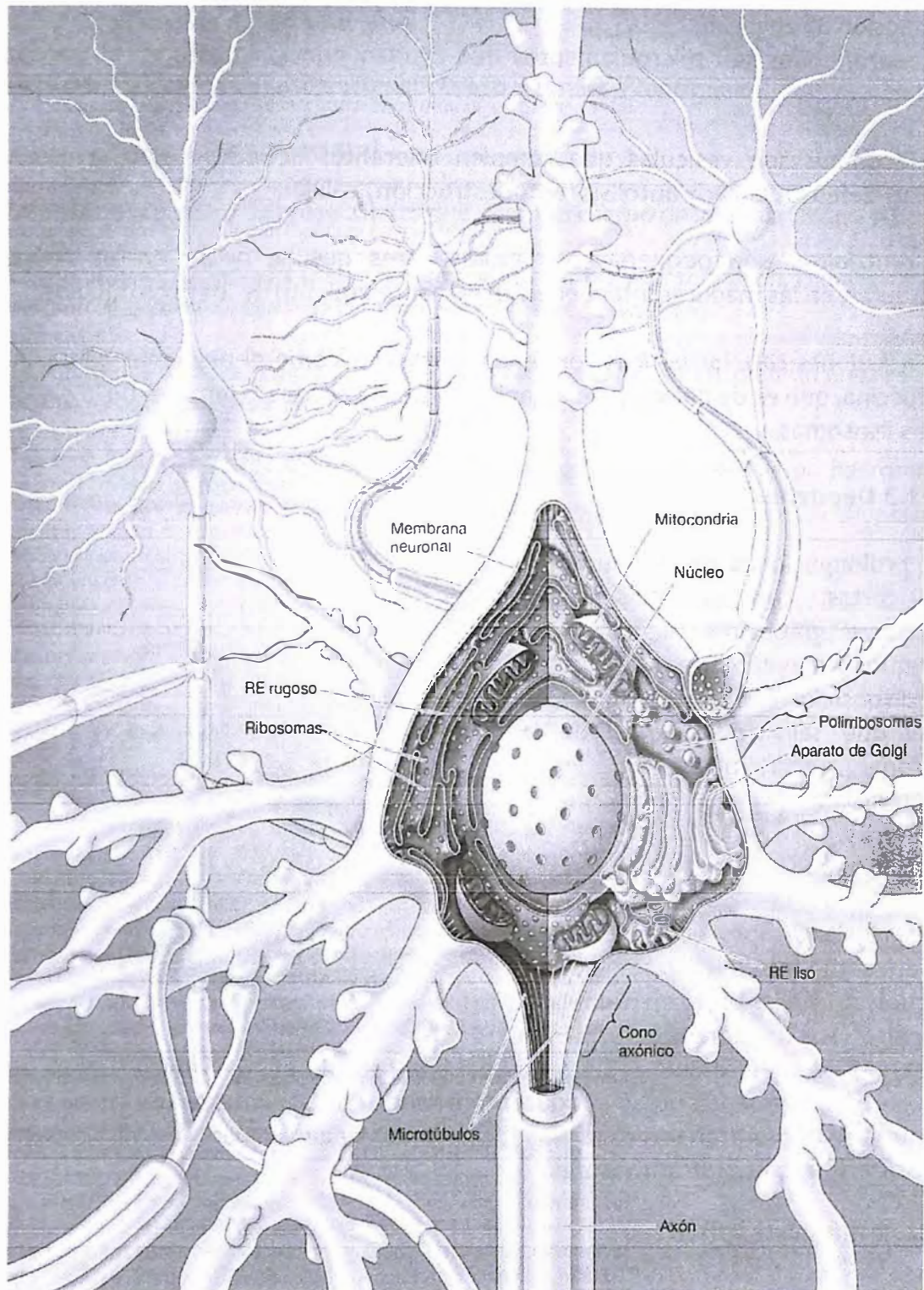


Figura 9: Estructura interna de la neurona (RE: retículo endoplásmático). Tomado de: Beart M.F., Connors B., Paradiso M. (2008). *Neurociencia la exploración del cerebro*. Barcelona: Wolters Kluwer Lippincott Williams & Wilkins

Las **mitocondrias** dispersas en el cuerpo, dendritas, axón son importantes para la producción de energía.

Las **neurofibrillas** son microfilamentos que ayudan principalmente en el transporte celular.

Los **lisosomas** son vesículas que cumplen diferentes acciones como la digestión celular, defensa celular y autólisis (autodestrucción) celular.

Los **centriolos** son pequeñas estructuras pares que se hallan en las neuronas inmaduras, en las maduras intervienen en el mantenimiento de los microtúbulos.

Las **inclusiones citoplasmáticas** contienen sustancias como el pigmento denominado lipofusina, que es de color pardo amarillento y es el producto terminal de la digestión de los lisosomas.

1.2.1.2 Dendritas

Son prolongaciones de la neurona, son cortas, con un grosor que disminuye gradualmente hacia sus extremos y muy ramificadas. Adoptan una disposición en forma de ramas de árbol que salen del cuerpo de la neurona, generalmente no están mielinizadas.

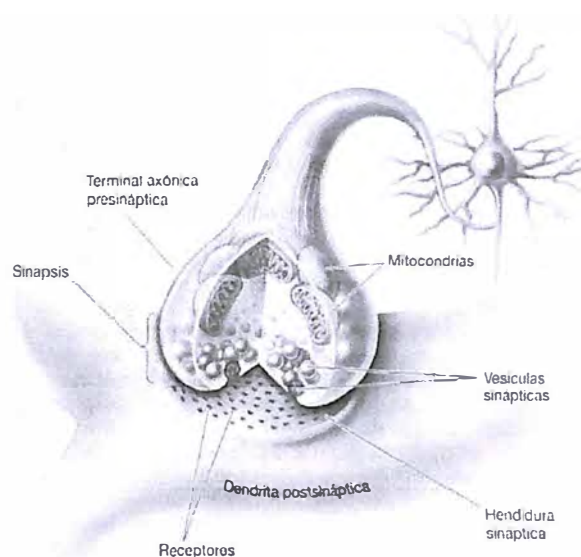
1.2.1.3. Axón

Es una larga proyección fina y cilíndrica que está mielinizada, se une al cuerpo celular por el montículo axonal. Los axones contienen mitocondrias y neurofibrillas, pero no contiene retículo endoplásmico rugoso por lo que en este segmento no se producen proteínas. En la punta de las terminaciones axónicas se encuentran vesículas sinápticas donde se almacenan sustancias químicas conocidas como neurotransmisores.

1.2.1.4. Botón sináptico

Denominados también terminaciones axónicas, botones terminales o pies sinápticos. Son las terminaciones del axón en las que se encuentran vesículas que contienen neurotransmisores fundamentales para el proceso de la transmisión neuronal (Figura

Figura 10: Botón sináptico tomado: Connors B., Paradiso M. (2008). *Neurociencia la exploración del cerebro*. Barcelona: Wolters Kluwer Lippincott Williams & Wilkins



1.2.2 Clasificación de las neuronas

Para clasificarlas se utilizan características estructurales y funcionales.

1.2.2.1 Clasificación estructural

Se basa en el número de proyecciones que salen del cuerpo de la célula (figura 11).

Las **neuronas multipolares** suelen tener varias dendritas y un solo axón, la mayoría de las neuronas del encéfalo y de la médula espinal son de este tipo.

Las **neuronas bipolares** sólo tienen una dendrita y un axón, se encuentran en la retina del ojo, en oído interno y en el área olfatoria del encéfalo.

Las **neuronas unipolares** tienen una sola proyección que sale del cuerpo neuronal y son siempre neuronas sensitivas.

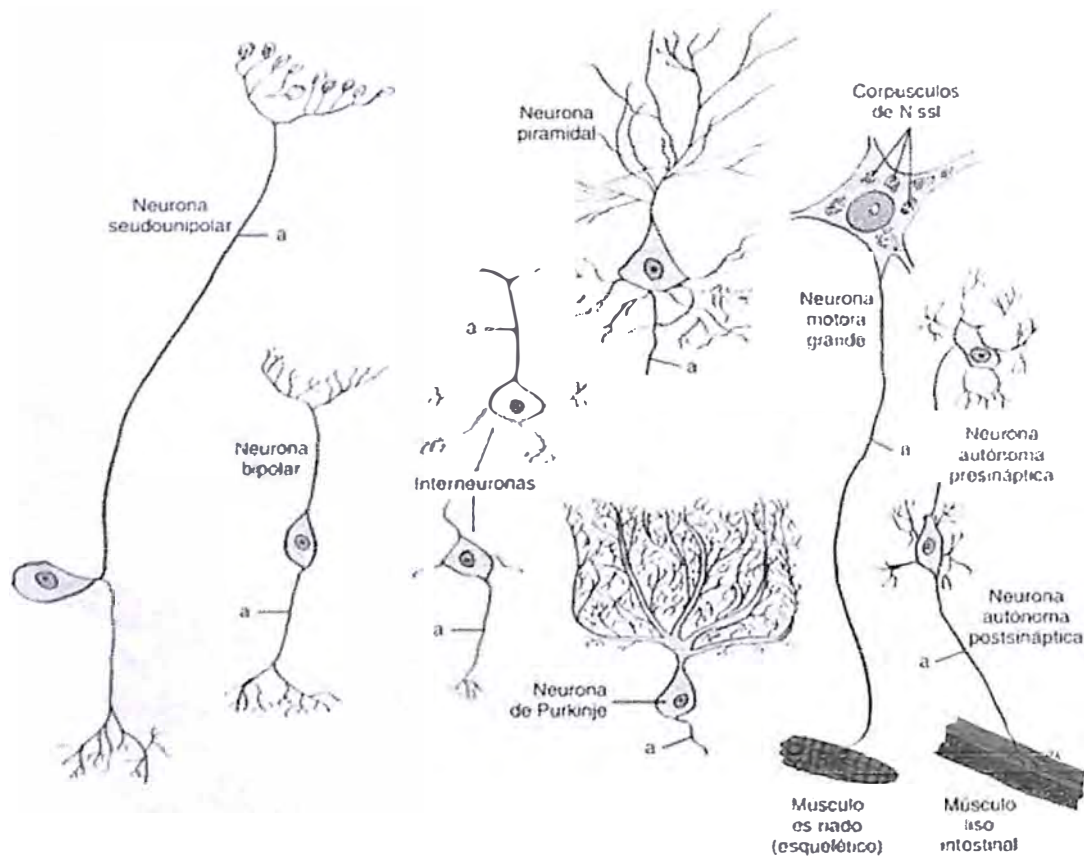


Figura 11: Clasificación estructural de las neuronas. Tomado de Tomado de Ross M.H., Pawlina W. (2008). *Histología texto y atlas color con biología celular y molecular*. Buenos Aires, Argentina: Panamericana.

1.2.2.2 Clasificación funcional

Se basa en la dirección en que se transmite los impulsos nerviosos (**figura 11**).

Las **neuronas aferentes** transmiten los impulsos nerviosos sensitivos desde los receptores en la piel, los órganos de los sentidos, los músculos, las articulaciones y las vísceras hacia el encéfalo y la médula espinal.

Las **neuronas eferentes** conducen los impulsos nerviosos motores desde el encéfalo y la médula espinal a los efectores que pueden ser por ejemplo los músculos, glándulas, etc.

Las **neuronas de asociación** o ínter neuronas, transportan los impulsos nerviosos desde una neurona a otra.

1.3. CÉLULAS GLIALES: MORFOLOGÍA, CLASIFICACIÓN Y FUNCIÓN

Son más pequeñas que las neuronas, pueden dividirse y multiplicarse.

1.3.1. Tipos de células gliales

En el Sistema Nervioso Central (SNC) existen cuatro tipos de células gliales: astrocitos, oligodendrocitos, microglía y células epindemarias (**Figura 12**).

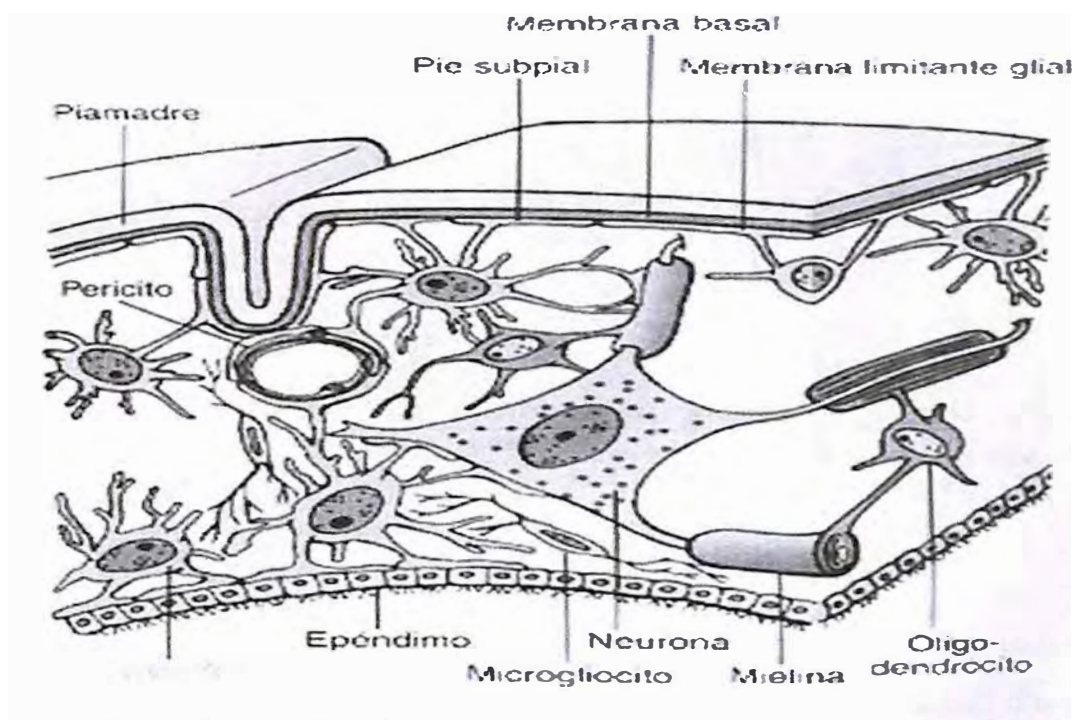


Figura 12: Partes de la neurona: Tomado de Ross M.H., Pawlina W. (2008). *Histología texto y atlas color con biología celular y molecular*. Buenos Aires, Argentina: Panamericana.

Los **astrocitos** son de forma estrellada con muchas prolongaciones. Participan en el metabolismo de los neurotransmisores, constituyen un puente entre las neuronas y los vasos sanguíneos (figura 13).

Los **oligodendrocitos** son más pequeños y no tienen muchas prolongaciones, forman una red de soporte alrededor de la neurona y producen la mielina.

La **microglía** tiene capacidad fagocitaria. Protege al SNC, frente a las enfermedades, ingiriendo los microbios que lo invaden y depurando los restos de las células muertas (figura 13).

Las **células epindemarias** revisten los ventrículos cerebrales (espacios donde se forma y por los que circula el líquido cefalorraquídeo) y el canal central de la médula espinal (figura 13).

Células gliales del sistema nervioso central

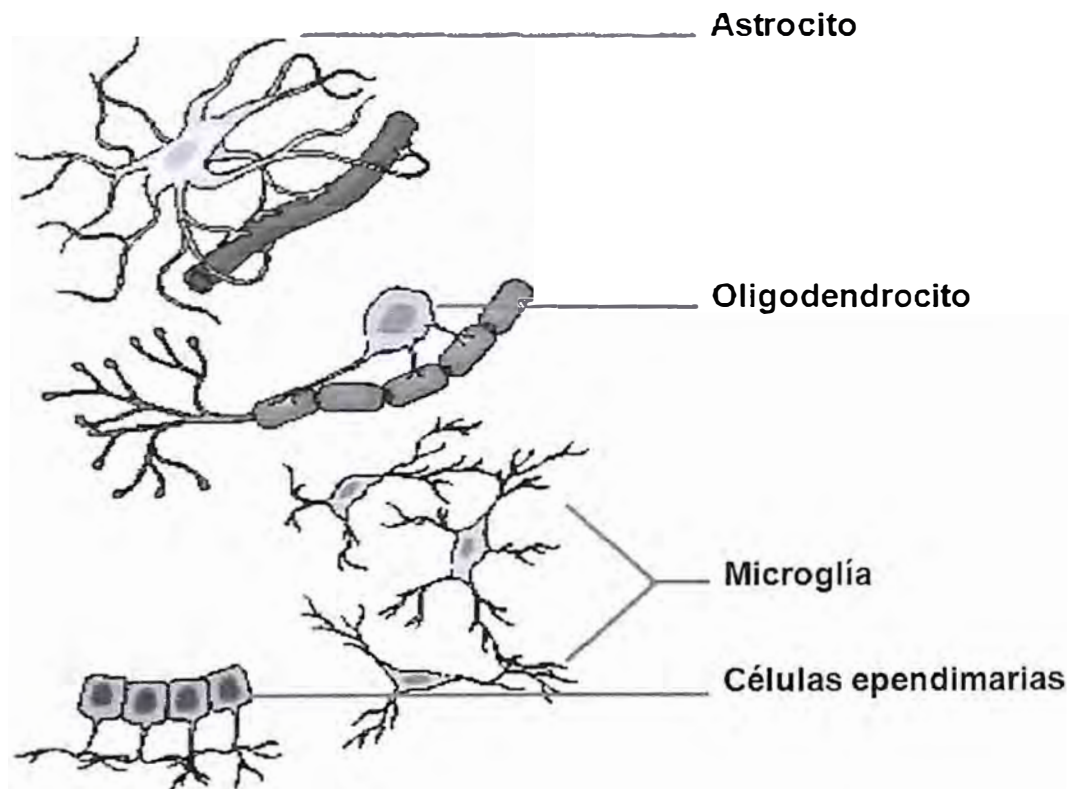


Figura 13: Partes de la neurona: Tomado de Ross M.II., Pawlina W. (2008). *Histología texto y atlas color con biología celular y molecular*. Buenos Aires, Argentina: Panamericana.

En el Sistema Nervioso Periférico (SNP) existen dos tipos de células gliales o células de sostén: las **células de Schwann** que producen vainas de mielina alrededor de las neuronas del SNP y las **células satélite** que sostienen a las neuronas de los ganglios (grupos de cuerpos neuronales) (Figura 14).

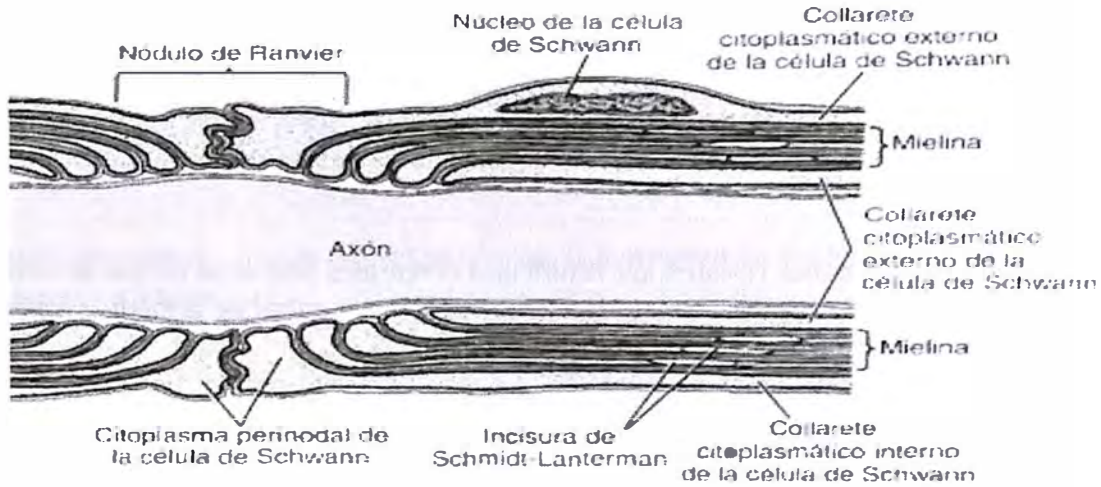


Figura 14: Partes de la neurona: Tomado de Ross M.H., Pawlina W. (2008). *Histología texto y atlas color con biología celular y molecular*. Buenos Aires, Argentina: Panamericana.

1.4. LA MIELINA COMO FACILITADOR DE LA COMUNICACIÓN NEURONAL

Los axones de la mayoría de las neuronas están rodeados por una vaina formada por capas múltiples de lípidos y proteínas, producidas por la neuroglía que recibe el nombre de vaina de mielina, ésta aísla eléctricamente al axón de la neurona y aumenta la velocidad de conducción, es decir, del impulso nervioso.

Son dos los tipos de células gliales que producen vainas de mielina: las células de Schwann en el SNP y los oligodendrocitos en el SNC (Figura 15).

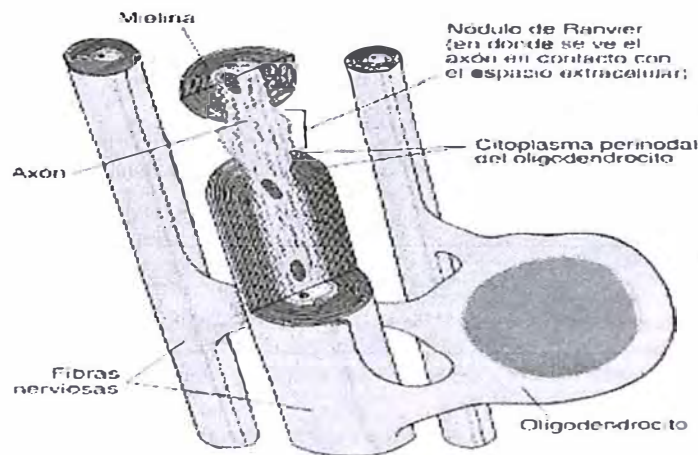


Figura 15: Partes de la neurona: Tomado de Ross M.H., Pawlina W. (2008). *Histología texto y atlas color con biología celular y molecular*. Buenos Aires, Argentina: Panamericana.

La cantidad de mielina aumenta desde el nacimiento hasta la madurez y su presencia favorece la rapidez de la conducción de los impulsos nerviosos (figura 16). Como durante la lactancia la mielinización esta progresando, las respuestas del lactante a los estímulos no son tan rápidas ni coordinadas como las de los niños mayores o las de los adultos.

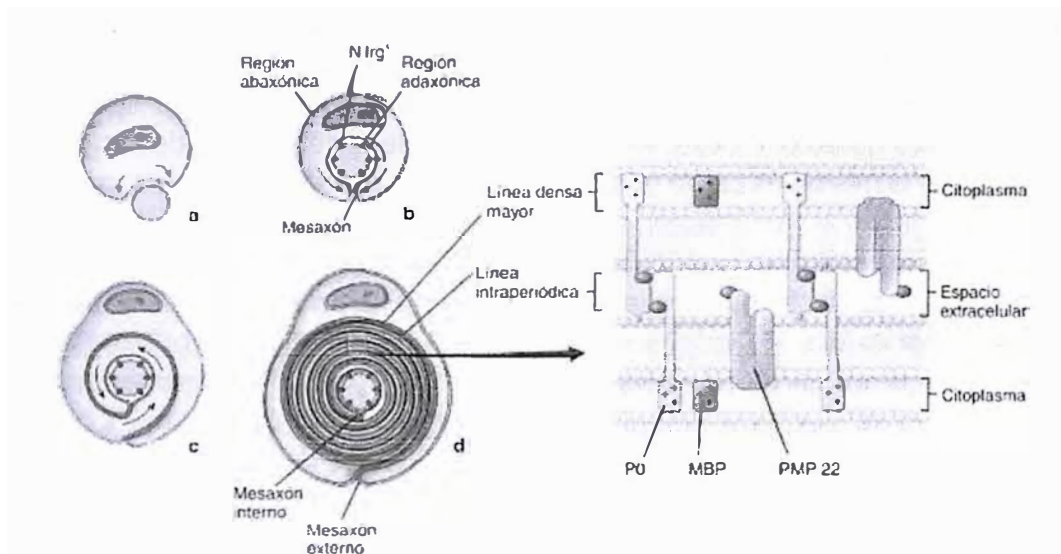


Figura 16: Partes de la neurona: Tomado de Ross M.H., Pawlina W. (2008). *Histología texto y atlas color con biología celular y molecular*. Buenos Aires, Argentina: Panamericana.

Algunas enfermedades como la esclerosis múltiple y otras enfermedades degenerativas pueden destruir las vainas de mielina. La mielina también se encuentra involucrada en la reparación o regeneración axonal (figura 17).

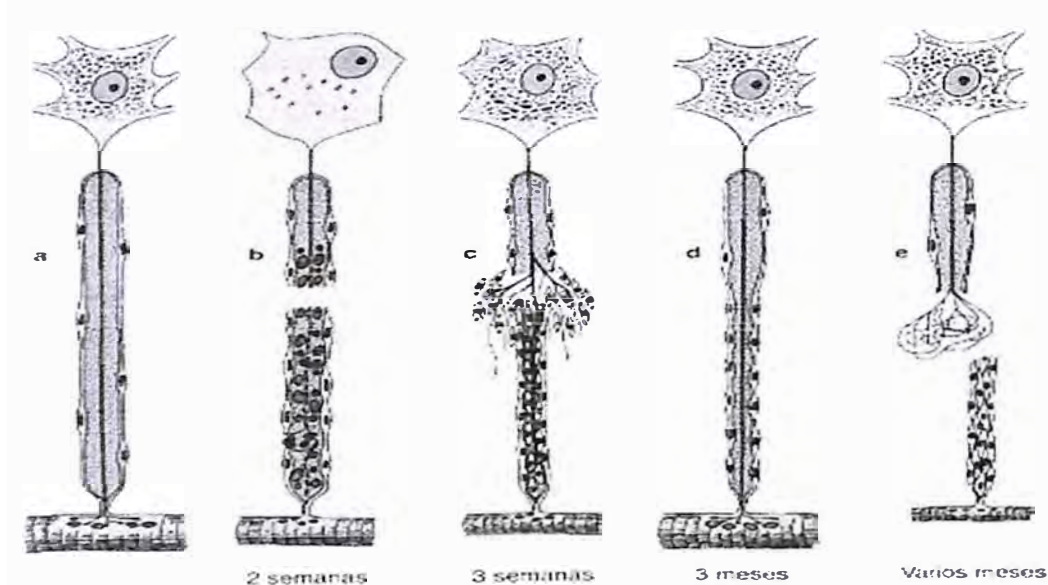


Figura 17: Partes de la neurona: Tomado de Ross M.H., Pawlina W. (2008). *Histología texto y atlas color con biología celular y molecular*. Buenos Aires, Argentina: Panamericana.

1.5. FUNCIÓN QUÍMICA DE LA NEURONA

Las neuronas funcionan gracias a la intervención de dos elementos básicos: el sodio y el potasio cuya concentración se regula gracias a la bomba de sodio (Na^+) y potasio (K^+).

Cuando la neurona se encuentra en estado de reposo, los iones de sodio se encuentran dentro de la neurona, y los iones de potasio se encuentran fuera de ella; esto genera unas cargas eléctricas que se determinan con la ayuda de un aparato llamado microvoltímetro. En este estado el interior de la neurona es de carga negativa y el exterior de la misma es carga positiva, debido a la presencia de estos iones.

A causa de un estímulo cualquiera, que alcanza la neurona, ésta sufre una despolarización, es decir, que los iones de potasio entran en la célula y los iones de sodio salen, por tanto, las cargas se invierten, el interior queda con carga eléctrica positiva y el exterior carga negativa. Para que la neurona siga funcionando, una vez que el estímulo se desplaza completamente a través de ella, los iones de potasio vuelven a salir y los de sodio a entrar, lo que significa que las cargas eléctricas son las mismas que al comienzo, a éste proceso se lo denomina repolarización. De esta manera la neurona se encuentra lista para recibir un nuevo estímulo.

Revisar el capítulo 2 tema células del sistema nervioso de:

- Carlson N.R. (1996). *Fundamentos de Psicología fisiológica*. México D.F., México Prentice-Hall Hispano-Americana S.A. (Páginas 25-34) Disponible en fotocopias.



Actividades

1.6. PREGUNTAS DE REPASO TEMA 1

1.- Defina neurona.

2.- Describa las características morfológicas de la neurona.

3.- ¿Cuál es la clasificación funcional de las neuronas? y ¿En qué parte del sistema nervioso se encuentran?

4.- ¿Cuál es la clasificación morfológica de las neuronas? y ¿En qué parte del sistema nervioso se encuentran?

5.- ¿Cómo se clasifican las células gliales?

6.- Describa las funciones de las células gliales

7.- Describa las capacidades de la neurona.

8.- Describa las capacidades de la neuroglía

9.- ¿Cuándo existe la regeneración neuronal?

10.- ¿Cuál es el papel de la mielina en el sistema nervioso?

2. TEMA 2: MEMBRANA NEURONAL

CONTENIDO DEL TEMA

- 2.1. Introducción
- 2.2. Estructura de la membrana neuronal
- 2.3. Propiedades biofísicas de la membrana neuronal
- 2.4. Transporte a través de la membrana neuronal

2.1. INTRODUCCIÓN:

Una de las bases fisiológicas para el mantenimiento de la homeostasis (equilibrio del medio interno) es el intercambio entre el medio intracelular y el medio extracelular, de éste intercambio dinámico dependen el crecimiento, el desarrollo, la transmisión nerviosa y todas las funciones en las que intervienen intercambios de sustancias entre ambos medios. Esto no podría realizarse si no existiera una limitante o barrera que se interpusiera entre los dos medios, lógicamente son características que intervienen en el intercambio, pero además lo mantienen el equilibrio del que se había hablado antes. Esta barrera tan importante es la membrana neuronal y su principal función es relacionar el medio interno y externo de la neurona a la vez que los separa.

2.2. ESTRUCTURA DE LA MEMBRANA NEURONAL

La membrana neuronal es una estructura bioquímica que envuelve a la neurona, mide aproximadamente de 7 a 10 nanómetros. Sus componentes son: proteínas, carbohidratos, lípidos, teniendo cada uno de ellos funciones específicas además de localizaciones precisas que corresponden a su función (**figura 18**).

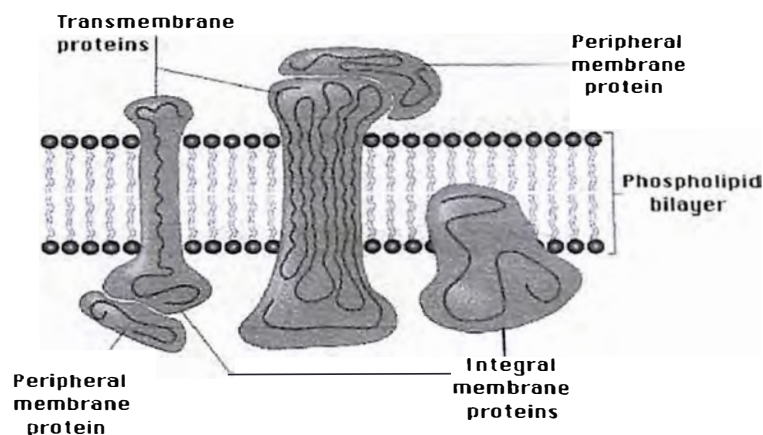


Figura 18: Estructura y formación de la sinapsis. Tomado de: Meyers, R. (2008). *Neurobiology: from molecular basis to disease*.

2.2.1. Lípidos

Forman una bicapa que ocupa el 40% de la estructura de la membrana, contiene fosfolípidos y colesterol entre los más importantes. Tiene la particularidad de que una porción de las moléculas de fosfolípido y de colesterol es hidrófila, vale decir, hidrosoluble y la otra parte hidrófoba, es decir, liposoluble; disponiéndose por atracción los extremos grasos o liposolubles en la porción central de la membrana y el extremo hidrófilo en relación con el medio interno y externo de la neurona. Esta disposición permite que sustancias hidrosolubles difundan por esa porción de la membrana, como ser iones y glucosa, y que las sustancias liposolubles lo hagan por la porción hidrófoba de la membrana, como ser oxígeno, dióxido de carbono, alcohol, etc.

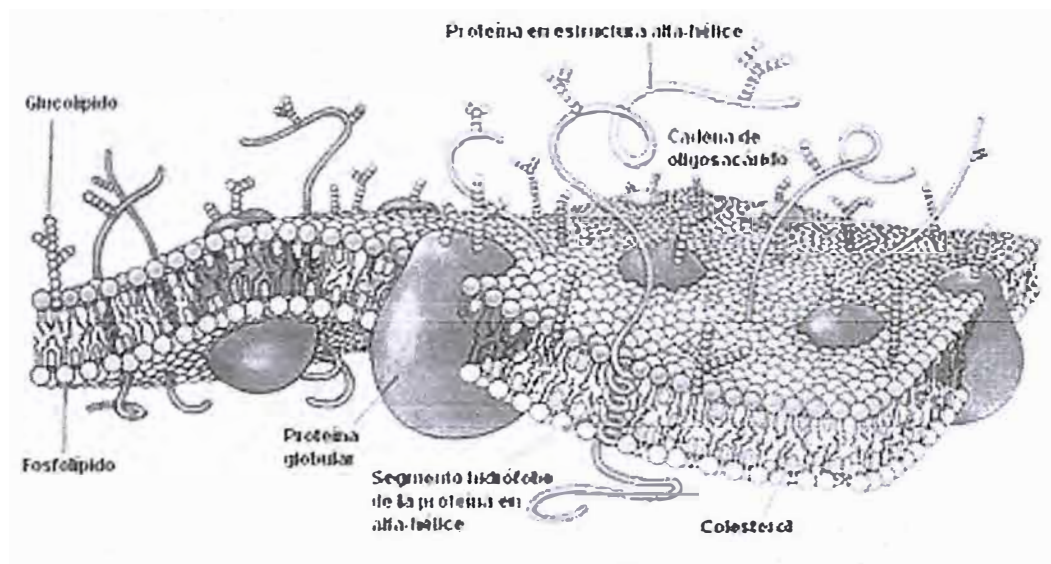


Figura 19: Modelo de mosaico fluido de la membrana celular: Tomado de Gartner I.P., Hiatt J.L. (2007). *Histología texto y atlas color con biología celular y molecular*. Buenos Aires, Argentina: Panamericana

2.2.2. Proteínas

Ocupan el 55% de la estructura, diferenciándose en dos tipos según la posición que ocupan:

- Proteínas integrales, que atraviesan todo el ancho de la membrana celular.
- Proteínas periféricas, que se encuentran unidas a la membrana y no la atraviesan, también se encuentran en la periferia de una proteína integral.

La mayoría de las proteínas son integrales formando verdaderos poros o canales, por los cuales difunden sustancias hidrosolubles del tipo de los iones, estas proteínas poseen propiedades selectivas, lo que permite difundir a unas sustancias más que a otras (**figura 19**).

2.2.3. Carbohidratos

Son los encargados de formar el glucocaliz, que es el recubrimiento de la membrana celular. Se encuentra casi siempre unido tanto a la parte proteica como lipídica formando glucoproteínas y glucolípidos.

2.3. PROPIEDADES BIOFÍSICAS DE LA MEMBRANA NEURONAL

La membrana neuronal funciona como un condensador eléctrico, con cargas negativas por dentro y cargas positivas por fuera (**figura 20**).

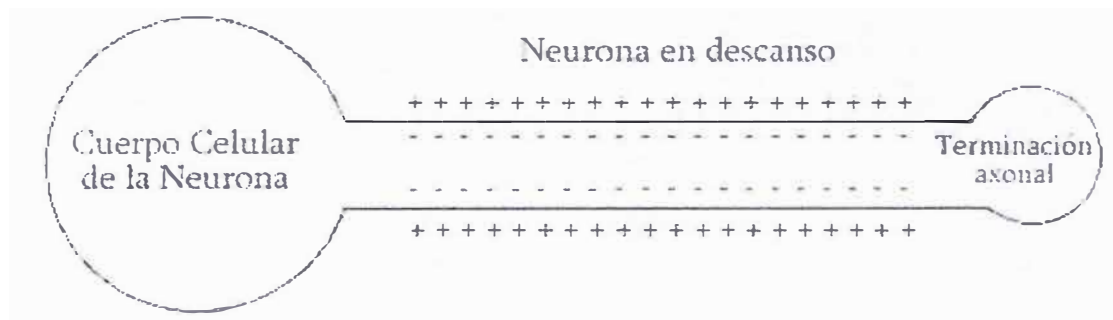


Figura20: Modelo de la membrana neuronal polarizada: Tomado de Costanzo L.S., (2008) *Fisiología*, México, D.F., McGraw-Hill Interamericana.

La bicapa lipídica de la membrana constituye el dieléctrico o aislante que separa los dos medios conductores, el intra y el extracelular.

La membrana como condensador presenta tres propiedades:

- a) Resistencia: Es la propiedad de oponerse al intercambio iónico
- b) Conductancia: Es la propiedad que favorece el intercambio iónico
- c) Capacitancia: Es la propiedad de acumular cargas eléctricas

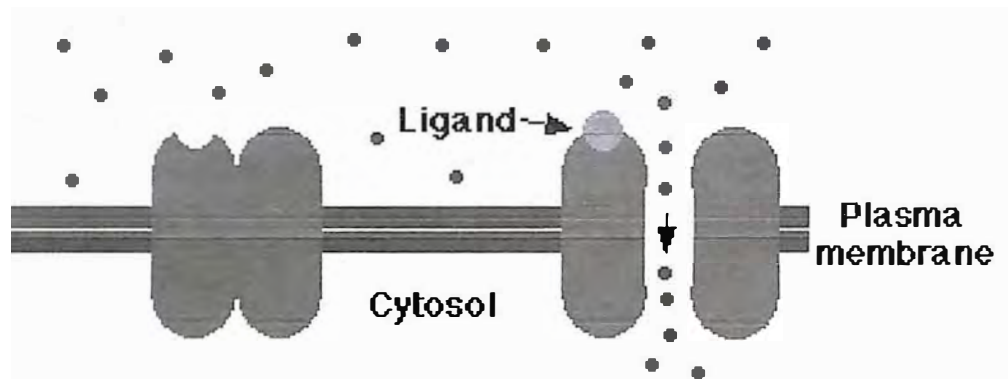
2.4. TRANSPORTE A TRAVÉS DE LA MEMBRANA NEURONAL

El transporte de sustancias iónicas (electrolitos) a través de la membrana desarrolla y mantiene un potencial eléctrico (cargas negativas por dentro y positivas por fuera). Ese transporte se realiza en forma pasiva y/o en forma activa.

2.4.1. Transporte pasivo de difusión

Se produce por una diferencia de concentración existente a ambos lados de la membrana sin gasto de energía. Pueden ser de dos tipos:

- a) **Transporte pasivo simple:** La difusión de una sustancia se realiza disolviéndose en la doble capa de lípidos. Ejemplo: O_2 , CO_2 , Ácidos grasos y alcoholes.
- b) **Transporte pasivo facilitado:** Es el paso de sustancias a través de los canales formados por las moléculas proteicas que interrumpen la continuidad de la capa lipídica. Ejemplo: agua, ión sodio (figura 21).



Facilitated diffusion through a ligand-gated channel

Figura 21: Estructura y formación de la sinapsis. Tomado de: Meyers, R. (2008). *Neurobiology: from molecular basis to disease. I*

2.4.2. Transporte activo

Es la difusión contra un gradiente electroquímico, es decir contra las fuerzas causadas por una diferencia de concentración, depresión y diferencia eléctrica. Para ese transporte se requiere consumo de energía que proviene de la degradación del ATP (adenosin trifosfato) intracelular. Existen dos tipos:

- a) **Transporte activo primario:** El ejemplo más conocido es la bomba de Na/K. Esta bomba impulsa tres iones de sodio al exterior y dos iones de potasio del exterior al interior de la neurona (figura 22).



Figura 22: Elaboración propia

- b) Transporte activo secundario o cotransporte:** Utilizado por los azúcares y aminoácidos. Ocupan una proteína transportadora de sodio que posea además otro sitio de fijación, una vez ocupados los dos lugares, la molécula transportadora cambia de configuración transportando al mismo tiempo sodio y azúcar o sodio y aminoácidos contra un gradiente de concentración.

Revisar Membrana Celular de:

- Gartner L. P., Hiatt J.L. (1997). *Histología texto y atlas*. México D.F. Mexico: McGraw-Hill Interamericana. (Páginas 13-19). Disponible en fotocopias.

Revisar Características de las membranas celulares de:

- Costanzo L.S. (2008). *Fisiología*. México D.F., México: McGraw-Hill Interamericana. (Páginas 4-12). Disponible en fotocopias.



Actividades

2.5. PREGUNTAS DE REPASO TEMA 2

- 1.- *Cite cuatro funciones de la membrana neuronal.*
- 2.- *Describe la estructura de la membrana celular.*
- 3.- *Mencione los tipos de proteínas y sus funciones.*
- 4.- *¿Cuál es la característica que se genera en la membrana neuronal por la disposición de la bicapa de fosfolípidos?*
- 5.- *¿Por qué la bicapa de la membrana neuronal es considerada como un condensador bioeléctrico?*
- 6.- *¿Cuáles son las propiedades biofísicas de la membrana neuronal?*
- 7.- *¿Cuáles son las características del transporte pasivo o de difusión?*
- 8.- *¿Cuáles son las características del transporte activo?*
- 9.- *¿Cuál es el tipo de transporte por el que el alcohol atraviesa la membrana neuronal?*
- 10.- *¿Cuál es el tipo de transporte por el que el agua atraviesa la membrana neuronal?*

3. TEMA 3: CONDUCCIÓN NERVIOSA

CONTENIDO DEL TEMA

- 3.1. Conducción nerviosa
- 3.2. Propagación del potencial de acción
- 3.3. Transmisión sináptica
- 3.4. Potencial postsináptico

3.1. CONDUCCIÓN NERVIOSA

Las señales nerviosas se transmiten mediante potenciales de acción, que son cambios rápidos del potencial de membrana. Un potencial de acción no se produce hasta que la elevación inicial del potencial de membrana sea lo bastante grande como para alcanzar el denominado " umbral " para la estimulación (**figura 23**).



Figura23: Modelo de la membrana neuronal polarizada: Tomado de Costanzo L.S. (2008). *Fisiología México*, D.F. ,México: McGraw-Hill Interamericana.

Una vez alcanzado el umbral, se produce la siguiente secuencia de acontecimientos:

- a) Fase de despolarización (ascendente). El aumento de voltaje hace que se abran canales de sodio, con lo cual se produce la entrada del mismo al interior celular y el potencial de membrana se hace positivo.
- b) Fase de repolarización (descendente). Se cierran los canales de sodio y se abren los canales de potasio, permitiendo volver al potencial basal. Durante un

pequeño lapso de tiempo, el potencial de membrana se hace más negativo que durante el reposo; es una pequeña fase de hiperpolarización llamada pospotencial positivo (figura 24).

- c) Fase de reposo. Se recupera el equilibrio iónico normal a ambos lados de la membrana, gracias a la bomba Na^+/K^+ ATP dependiente.

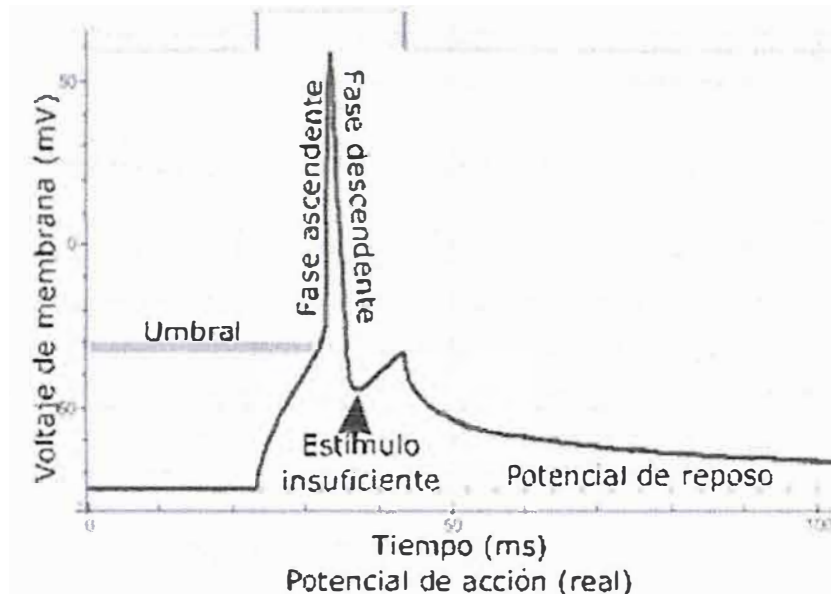


Figura 24: Modelo de la membrana neuronal polarizada: Tomado de Costanzo L.S. (2008). *Fisiología México*. D.F., México: McGraw-Hill Interamericana.

3.2. PROPAGACIÓN DEL POTENCIAL DE ACCIÓN

Un potencial de acción que sucede en un punto cualquiera de una membrana excitable suele excitar porciones adyacentes de la misma, lo que provoca la propagación del potencial de acción. Este potencial de acción puede viajar en ambas direcciones a través de la membrana excitada y cumple la ley del todo o nada, es decir, o se propaga por toda la membrana (si ésta se halla en buen estado) o no lo hace en absoluto (figura 25).

Revisar el capítulo 2 tema comunicación nerviosa:

- Carlson N.R. (1996) Fundamentos de Psicología fisiológica. México, Prentice-Hall Hispano-Americana S.A. (Páginas 35-46) Disponible en fotocopias.

3.2.1. Fibras mielínicas y amielínicas

La mielina está formada fundamentalmente por la esfingomielina, un fosfolípido aislante que deprime el flujo iónico a través de la membrana. En las fibras mielinizadas ésta constituye una vaina que rodea al axón, interrumpida cada 1 a 3 mm por los nódulos de Ranvier. Los iones no pueden fluir a través de las gruesas vainas de mielina, pero sí lo pueden hacer a través de los nodos de Ranvier. Por tanto, los potenciales de acción sólo pueden suceder en los nódulos y se dirigen de nódulo a nódulo, en un patrón que se conoce como conducción saltatoria. Ésta tiene importancia por tres razones:

- Aumenta la velocidad de transmisión nerviosa entre 5 y 50 veces en las fibras mielinizadas.
- Se conserva la energía del axón, porque sólo se despolarizan los nódulos, por lo que la pérdida de iones es muchísimo menor que si la conducción sucediese de otro modo y, por tanto, se necesita menor metabolismo.
- El aislamiento suministrado por la mielina permite que la repolarización suceda con una transferencia mínima de iones y rápidamente.

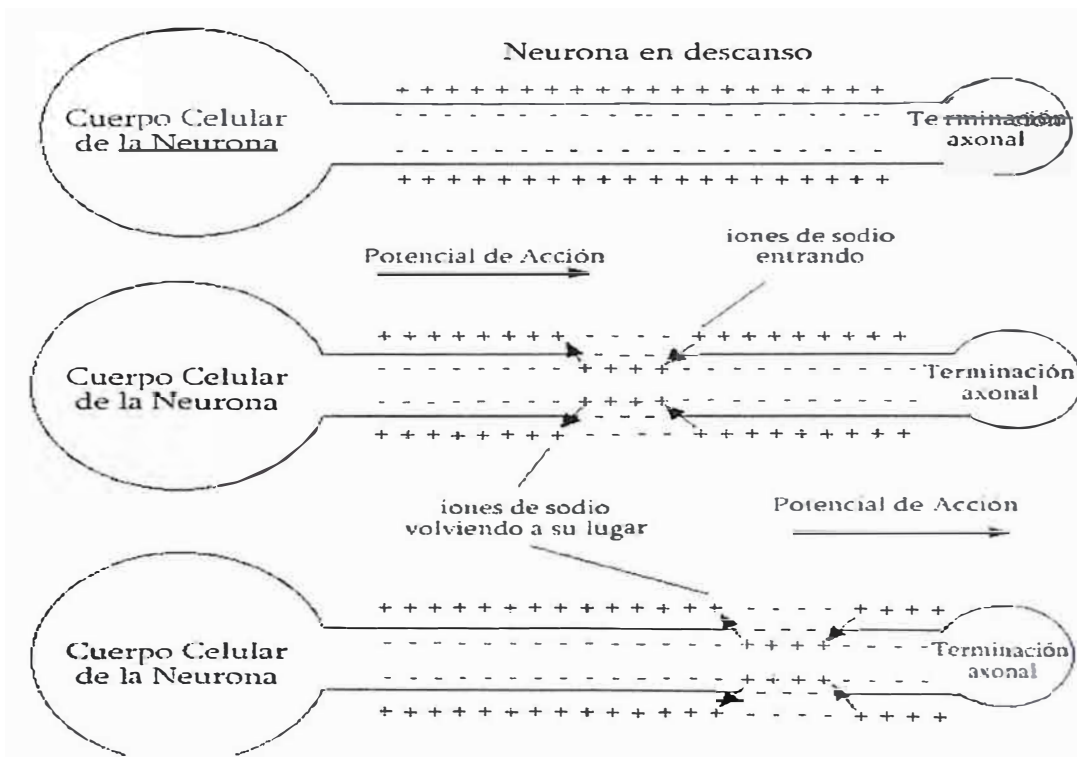


Figura25: Modelo de la membrana neuronal polarizada: Tomado de Costanzo L.S. (2008). *Fisiología* México, D.F., México: McGraw-Hill Interamericana.

3.2.2. Velocidad de conducción

Ésta depende de dos factores:

- a) **Mielina:** Es mayor en las fibras mielinizadas que en las amielínicas.
- b) **Diámetro de la fibra:** Mayor velocidad a mayor diámetro.

Por tanto, la velocidad de conducción varía entre 0,5 m/s en las fibras amielínicas más pequeñas y 120 m/s en las fibras mielinizadas muy grandes. En las fibras nerviosas mielinizadas, la velocidad aumenta aproximadamente con el diámetro de las mismas, y en las amielínicas, lo hace con la raíz cuadrada de su diámetro.

3.2.3. Tipos de fibras nerviosas

Existen dos clasificaciones: una general, en la que están comprendidas las fibras motoras, sensoriales y autónomas, y otra referida sólo a las sensitivas. Aquí se hará referencia a la general (fibras de tipos A, B y C).

- a) **Fibras A:** Corresponden a fibras mielinizadas gruesas de los nervios espinales.
- b) **Fibras B:** Diámetro de 3 micras y velocidad de hasta 15 m/s. Corresponde a fibras levemente mielinizadas, encargadas de la información autónoma.
- c) **Fibras C:** No mielinizadas y finas (0,5-2 micras), son las más lentas (0,5-2 m/s). Componen aproximadamente el 50 % de los nervios periféricos.

3.3. TRANSMISION SINÁPTICA

La transmisión sináptica es la forma de comunicación entre neuronas dentro del sistema nervioso, o entre una neurona y otra célula situada en estrecho contacto con ella (figura 26).

Existen dos tipos principales de sinapsis, las sinapsis eléctricas y las sinapsis químicas.

- a) **Sinapsis eléctricas:** En este tipo de sinapsis, el potencial de acción presináptico se transmite a la célula postsináptica a través de unos canales intercelulares de baja resistencia eléctrica llamados uniones comunicantes o uniones en hendidura (gap junction o nexus).

b) **Sinapsis químicas:** Es el tipo de sinapsis predominante en el sistema nervioso central. En las sinapsis químicas la transmisión es unidireccional y más lenta que en las sinapsis eléctricas, en la cual se libera sustancias químicas (neurotransmisores) responsables del lenguaje químico de las neuronas (**figura 27**).

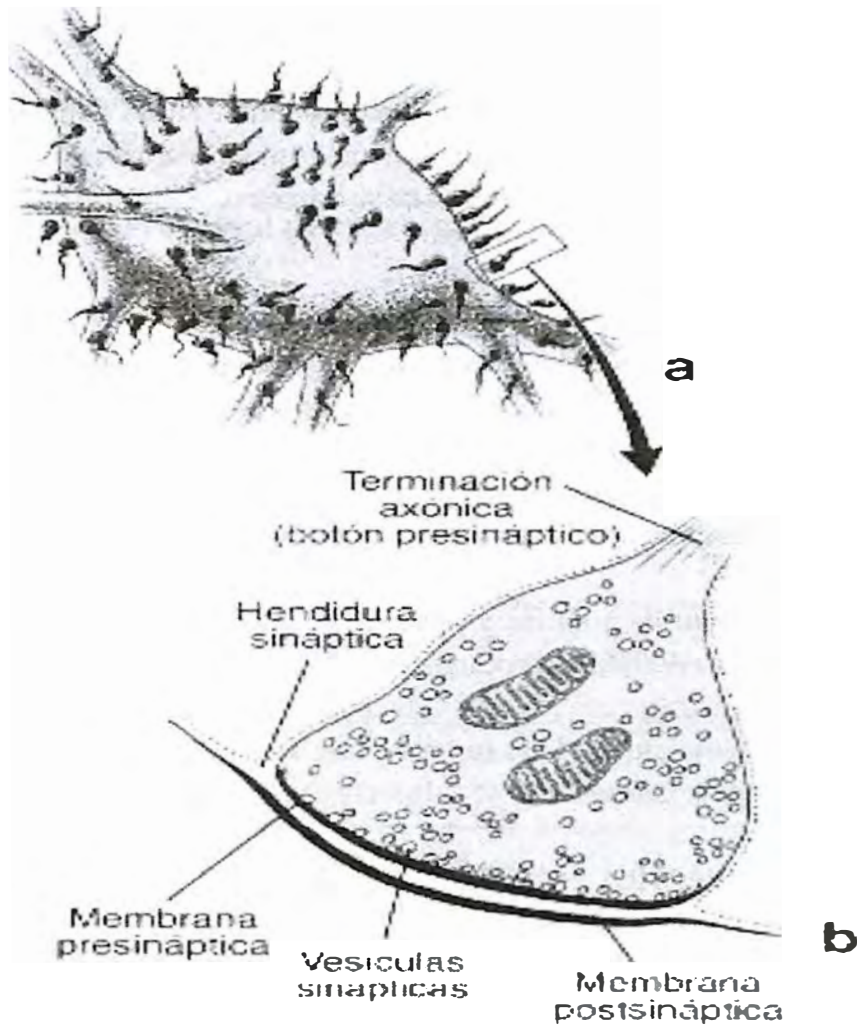


Figura 26: Partes de la neurona: Tomado de Ross M.H., Pawlina W. (2008). *Histología texto y atlas color con biología celular y molecular*. Buenos Aires, Argentina: Panamericana.

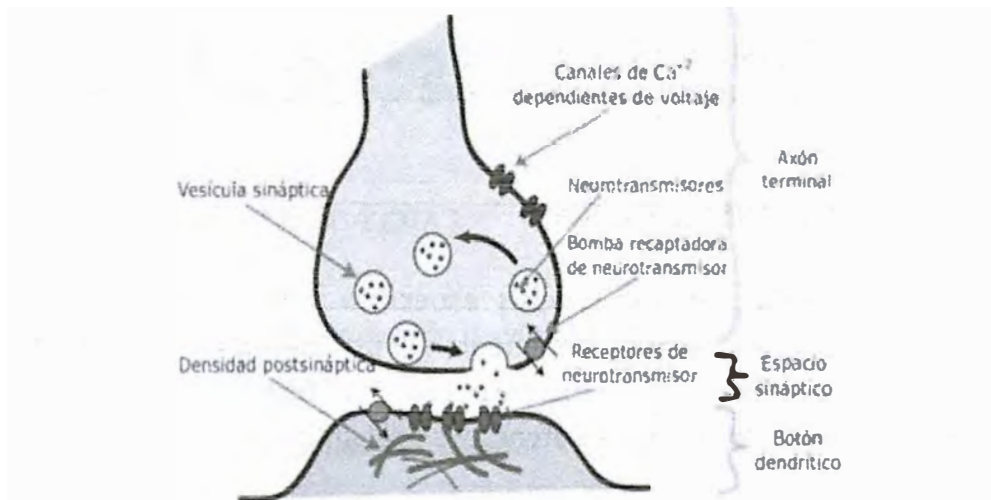


Figura 27: Partes de la neurona: Tomado de Ross M.H., Pawlina W. (2008). *Histología texto y atlas color con biología celular y molecular*. Buenos Aires, Argentina: Panamericana.

La transmisión finaliza al descender la concentración del neurotransmisor (NTS) en la hendidura sináptica, bien por la acción de enzimas específicas que destruyen el NTS, bien por difusión o recaptación del mismo (figura 28).

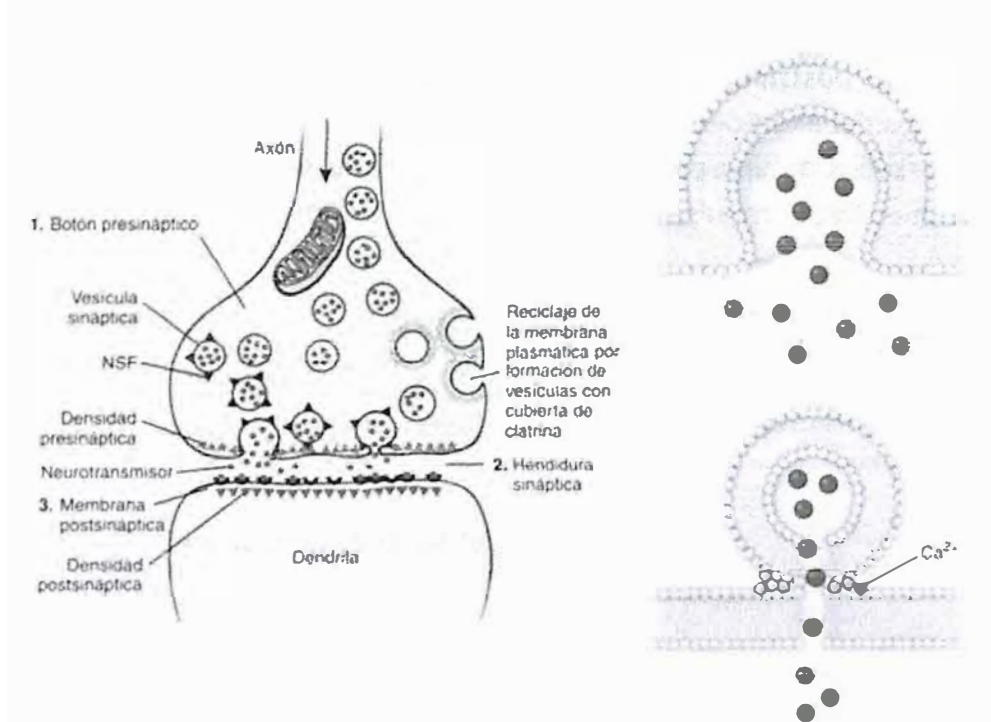


Figura 28: Estructura y formación de la sinapsis. Tomado de: Meyers, R. (2008). *Neurobiology: from molecular basis to disease*.

Revisar el capítulo 2 tema transmisión sináptica:

- Carlson N.R. (1996). Fundamentos de Psicología fisiológica. México D.F. México: Prentice-Hall Hispano-Americana S.A. (Páginas 47-56) Disponible en fotocopias.

3.4. POTENCIALES POSTSINÁPTICOS

El mensaje transmitido por una sinapsis específica puede producir excitación o inhibición. Los efectos excitatorios incrementan la posibilidad de que la neurona que los reciba envíe un potencial de acción por su axón, los efectos inhibitorios la reducen. Por lo tanto se generan dos tipos de potenciales postsinápticos:

- a) **Potencial postsináptico excitatorio (P.P.S.E.):** Un impulso nervioso que corre a lo largo del axón desencadena la liberación de neurotransmisores excitatorios generando la despolarización de la membrana de la neurona postsináptica, lo que permite o asegura la conducción del impulso nervioso en la neurona postsináptica.
- b) **Potencial postsináptico inhibitorio (P.P.S.I.):** Un impulso nervioso que corre a lo largo del axón desencadena la liberación de neurotransmisores inhibitorios generando la hiperpolarización de la membrana neuronal, impidiendo la conducción del impulso nervioso en la neurona postsináptica.

Revisar el capítulo 2 tema transmisión sináptica:

- Carlson N.R. (1996). Fundamentos de Psicología fisiológica. México D.F. México: Prentice-Hall Hispano-Americana S.A. (Páginas 47-56) Disponible en fotocopias.



Actividades

3.5. PREGUNTAS DE REPASO TEMA 3

- 1.- *¿Cuál es la finalidad de la conducción nerviosa?*
- 2.- *Defina potencial de membrana en reposo.*
- 3.- *Defina potencial de membrana de acción.*
- 4.- *Describa las etapas del potencial de membrana de acción.*
- 5.- *¿De qué depende la velocidad de la propagación de un impulso nervioso?*
- 6.- *¿Dónde se encuentran los nodos de Ranvier y qué característica determina en la propagación de un impulso nervioso?*
- 7.- *¿Cómo se caracterizan los tres principales tipos de fibras nerviosas?*
- 8.- *Cite los componentes principales necesarios para una sinapsis*
- 9.- *¿Cuándo finaliza una transmisión sináptica?*
- 10.- *Explique los potenciales postsinápticos*

III.II.III. RESUMEN TEÓRICO UNIDAD 2

La neurobiología celular es el área que se dedica al estudio morfológico y funcional de los componentes celulares relacionados con el sistema nervioso.

La unidad morfológica del sistema nervioso es la neurona cuyas características morfológicas y funcionales permiten clasificarlas según su forma en: neuronas multipolares, bipolares, unipolares y pseudounipolares. Desde el punto de vista funcional se dividen en: neuronas sensitivas, motoras y de asociación. Esta clasificación es sencilla pero se complica cuando se subclasifican dependiendo de la estructura nerviosa en donde se encuentran.

Las neuronas tienen las características de ser irritables, conductoras de impulsos nerviosos. Para cumplir las funciones mencionadas necesitan el apoyo de las células gliales, que cumplen las funciones de proteger, nutrir, sostener y proporcionar la mielina a las neuronas, es así que el tejido nervioso está constituido por más del 50 % de células gliales. La mielina proporcionada por las células gliales cubre el axón de las neuronas permitiendo que aumente la velocidad del impulso nervioso y la regeneración del axón en caso de lesión.

La capacidad de generar y conducir un impulso nervioso dependerá de diferentes eventos químicos a nivel celular. Un impulso nervioso se inicia a nivel de la membrana celular, que por su característica de ser semipermeable y por su estructura química y física actúa como un condensador celular manteniendo cargas negativas por dentro y positivas por fuera. A partir del transporte a través de la membrana celular se desatan una serie de reacciones químicas ocasionadas por una estimulación a nivel de la membrana neuronal generando el inicio de la conducción nerviosa.

Cuando la membrana se encuentra activa por un estímulo se genera un potencial de acción que tiene tres fases: despolarización, repolarización y reposo; es como se inicia un impulso nervioso que viaja a lo largo del axón de la neurona. Los impulsos nerviosos recorren las vías nerviosas formadas por millones de neuronas y se comunican entre ellas a través de la sinapsis (unidad del lenguaje neuronal).

En la sinapsis química existe liberación de sustancias de los botones presinápticos encargadas de la comunicación química denominados neurotransmisores, una vez liberados son captados por los receptores sinápticos que se encuentran en los botones postsinápticos. En la membrana de los botones postsinápticos se produce una despolarización o hiperpolarización dependiendo del tipo de neurotransmisor que interactúa, si es excitatorio o inhibitorio, este evento es denominado potencial postsináptico.

Existe dos tipos de potenciales postsinápticos: el potencial postsináptico excitatorio que se produce si interactuó un neurotransmisor excitatorio, el cual permite que un impulso nervioso continúe con su viaje; el otro es el potencial postsináptico inhibitorio en el que interactúa un neurotransmisor inhibitorio el que impide que continúe el viaje del impulso nervioso. De esta manera estos mecanismos mantienen un adecuado control de la función neuroquímica.

III.II.IV. ACTIVIDADES UNIDAD 2: A DESARROLLAR POR EL ESTUDIANTE (GUÍA DE LO QUE DEBO HACER)

Actividad 2.1.-

Resolver las preguntas de repaso en cada uno de los temas.

El documento debe ser escrito en hojas tamaño carta, margen normal, letra Times New Roman número 12 interlineado 1,0 con identificación personal al inicio del documento que incluya: apellidos, nombres, número de actividad y fecha (no requiere carátula).

Actividad 2.2.-

Completar los esquemas disponibles en la actividad 2.2. Debe llenar los espacios destinados a denominar partes de las estructuras graficadas en cada esquema.

El documento debe ser impreso con identificación personal al inicio del documento que incluya: apellidos, nombres, número de actividad y fecha (no requiere carátula).

Actividad 2.3.-

Realizar resúmenes de las lecturas:

2.3.1 Formación de neuronas nuevas en el hipocampo adulto: Neurogénesis

2.3.2 Neurogénesis en el cerebro adulto: Relación con el estrés y la depresión

2.3.3 Bases neurobiológicas del envejecimiento neuronal

Las lecturas se encuentran disponibles en la carpeta de actividades de la unidad 2.

Cada resumen debe ser escrito en una plana como mínimo y dos planas como máximo, en hojas tamaño carta, margen normal, letra Times New Roman número 12 interlineado 1,0 con identificación personal al inicio del documento que incluya: apellidos, nombres, número de actividad y fecha (no requiere carátula).

Actividad 2.4.-

Realizar intervenciones fundamentadas con bibliografía científica, la cual debe ser claramente consignada al final de la intervención del cursante de acuerdo al formato de la Asociación de Psicología Americana. *(Puede además de sus investigaciones de artículos sobre el tema, ir a la carpeta de lecturas complementarias de la Unidad 2)*

En caso de encontrar argumentos contrarios a los defendidos por el cursante, es deseable que se responda a los mismos con razonamientos y respaldo bibliográfico. Se otorgarán puntos de acuerdo a la participación, calidad científica al argumentar la posición designada y capacidad para responder a las participaciones de otros cursantes.

Foro debate: Se designarán dos grupos para el debate:

Grupo A: Fundamentación de que las neuronas pueden regenerarse

Grupo B: Fundamentación de que las neuronas no tiene capacidad para regenerarse

III.II.V. EVALUACIÓN UNIDAD 2 (COMO DEMOSTRARÉ LO QUE HE APRENDIDO)

La evaluación se la realiza en función a los objetivos de la unidad:

Comprender la neurobiología celular como el principio de la neuroanatomía funcional microscópica para el análisis de la unidad anatómica del sistema nervioso

Identificar los diferentes componentes celulares del sistema nervioso como componentes del tejido nervioso para comprender sus funciones.

Aplicar sus conocimientos neurobiológicos como proceso fundamental para el análisis de la degeneración, regeneración neuronal y la capacidad plástica neuronal.

ACTIVIDAD	PUNTAJE
Actividad 1.1: Preguntas de repaso	25 %
Actividad 1.2: Esquemas	20 %
Actividad 1.3: Resúmenes	25 %
Actividad 1.4: Foro debate	30 %
Total	100%

III.III. UNIDAD 3

BASES NEUROFISIOLÓGICAS DE LA CONDUCTA

III.III.I. OBJETIVOS DE LA UNIDAD 3

El cursante de esta unidad será capaz de:

- Comprender la neurofisiología celular como el principio de la fisiología neuronal para comprender la generación del impulso nervioso.
- Identificar los mecanismos neuroquímicos de los neurotransmisores como los actores químicos esenciales para comprender la conducta humana a partir de la generación de circuitos neuronales generados por la excitación o inhibición de los impulsos nerviosos.
- Aplicar los mecanismos neuroquímicos de la conducción nerviosa como proceso fundamental para el análisis de la neurofisiología de la plasticidad cerebral.

III.III.II. CONTENIDO DE LA UNIDAD 3: NEUROFISIOLOGÍA CELULAR

1. Tema 1: Neurotransmisores
2. Tema 2: Farmacología de la sinapsis
3. Tema 3: Bases neurofisiológicas de la plasticidad cerebral

1.- TEMA I: NEUROTRANSMISORES

CONTENIDO DEL TEMA

- 1.1. Concepto de la comunicación química.
- 1.2. Neuronas y neurotransmisores
- 1.3. Clasificación de los neurotransmisores
- 1.4. Funciones específicas de los neurotransmisores

1.1. CONCEPTO DE LA COMUNICACIÓN QUÍMICA

Las sustancias químicas son utilizadas para transmitir información dentro de y entre los organismos. Estas sustancias son: neurotransmisores, neuromoduladores, hormonas y feromonas. Controlan la conducta de células, órganos, o bien, del organismo en su totalidad. Todos estos métodos de transmisión requieren la presencia de células que liberan la sustancia y de moléculas proteicas especializadas (receptores) que detectan su presencia. Difieren, principalmente, por la distancia existente entre la célula que segrega la sustancia y los receptores que detectan su presencia.

- a) **Neurotransmisores:** Sustancia química transmisora liberada por los botones sinápticos de las neuronas y son detectados por los receptores contenidos en la membrana de otra célula localizada a muy poca distancia, intervienen en la sinapsis
- b) **Neuromoduladores:** Viajan mayores distancias y se dispersan con más amplitud. También, son liberados por los botones terminales, aunque segregados en mayores cantidades y difundidos por distancias más largas, modulando la actividad de muchas neuronas en una parte específica del cerebro. Incluso algunos neuromoduladores pueden ser recogidos por los vasos sanguíneos y distribuidos a otras partes del cerebro.
- c) **Hormonas:** Son sustancias químicas que se producen en las células de las glándulas endocrinas, éstas liberan sus hormonas, en gran medida, de la misma manera que las neuronas liberan los neurotransmisores o neuromoduladores. Las hormonas se distribuyen al resto del cuerpo por medio de la corriente sanguínea. Las hormonas afectan funciones fisiológicas (y conductuales) al estimular los receptores contenidos en las células objetivo.
- d) **Feromonas:** Son sustancias químicas que son liberadas al entorno por medio del sudor, la orina o las secreciones de glándulas especializadas. El olor de esas sustancias es detectado por otros animales gracias a receptores presentes en su aparato olfatorio. La mayoría de las feromonas afectan la conducta reproductiva o la fisiología de otros miembros de la misma especie. Por ejemplo, las feromonas pueden atraer parejas potenciales, excitarlas sexualmente, inhibir su agresión y alterar la actividad de su sistema endocrino.

1.2. NEURONAS Y NEUROTRANSMISORES

El cerebro humano es un conjunto ordenado de reacciones químicas. Algunas de las reacciones químicas más importantes del cerebro son asociadas con la transmisión sináptica.

Los impulsos nerviosos que recorren las neuronas y que crean actividades eléctricas que pueden ser registradas, están sostenidos por fenómenos bioquímicos complejos. Los receptores sensoriales tienen por tarea la “transducción” de las señales físicas que reciben en impulsos nerviosos. La transmisión de los impulsos nerviosos de una neurona a otra en la sinapsis, y de las neuronas a los músculos a través de las placas motoras, es permitida gracias a la liberación de neurotransmisores (NTS) que son recapturados a continuación por la membrana presináptica o destruidos en el espacio sináptico (figura 29). Ejercen un efecto inhibitor o excitador sobre las membranas postsinápticas. Incluso cuando la liberación de uno u otro neurotransmisor por uno u otro sistema neuronal se identifica bien, no se puede asegurar que el neurotransmisor sea específico del sistema neuronal determinado o de las funciones en las que ese sistema está implicado: de esta manera, por ejemplo, la dopamina es liberada por las neuronas de la sustancia negra (ganglios de la base) y está implicada en la motricidad, pero también la dopamina es liberada por las neuronas mesolímbicas para la regulación afectivo-emocional.

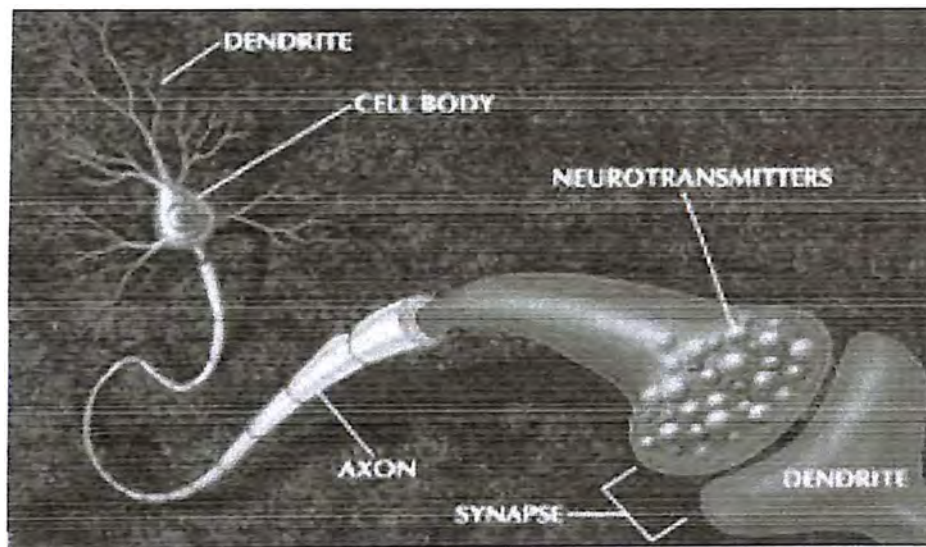


Figura 29: Estructura y formación de la sinapsis. Tomado de: Meyers, R. (2008). *Neurobiology: from molecular basis to disease*.

1.3. CLASIFICACION DE LOS NEUROTRANSMISORES

Pueden clasificarse en dos grupos principales:

- a) **Transmisores pequeños de acción rápida:** En este grupo se encuentran por ejemplo la noradrenalina (NA), dopamina (DA), glutamato, 5HT, acetilcolina, óxido nítrico (NO), GABA, etc. La mayoría se sintetizan en el citosol de la terminal presináptica a través de reacciones bioquímicas, y no suele existir un ARN mensajero específico para su síntesis. Originan la mayor parte de las respuestas inmediatas del sistema nervioso, como la transmisión de señales sensoriales al cerebro y de las señales motoras desde éste a los músculos.
- b) **Neuropéptidos:** Se sintetizan como partes integrantes de grandes moléculas, que posteriormente son escindidas para dar lugar al neuropéptido definitivo. Dado que su síntesis es más laboriosa, se liberan cantidades mucho menores, aunque este hecho se compensa en parte porque los neuropéptidos son mucho más potentes (sustancia P, encefalinas, etc.). Además, se diferencian de los pequeños NTS en que su acción es más lenta y prolongada, incluso con cambios a largo plazo en el número y tamaño de sinapsis o de receptores.

1.4. FUNCIONES ESPECÍFICAS DE LOS NEUROTRANSMISORES

1.4.1. ACETILCOLINA

Actúa como un neurotransmisor excitatorio en la sinapsis neuromuscular de fibras musculares estriadas (**figura 30**). Actúa como neurotransmisor inhibitorio en la sinapsis neuromuscular de las fibras musculares cardíacas.

Existen dos tipos de receptores para la acetilcolina: uno ionotrópico denominado receptor nicotínico que se encuentran fundamentalmente en las fibras musculares (husos neuromusculares) y el otro metabotrópico denominado receptor muscarínico que se encuentran en mayor cantidad en el sistema nervioso central. Esta disposición de receptores permite que la acetilcolina tenga distintos efectos a nivel central y periférico.

La transmisión mediada por la acetilcolina se denomina también transmisión colinérgica. Tiene cuatro funciones principales:

- a) **Función parasimpática:** Interviene en la toma de alimentos y en la digestión, en los procesos anabólicos (metabolismo constructivo caracterizado por la

conversión de sustancias simples en biomoléculas más complejas) y en reposo físico.

- b) **Funciones sensoriales:** Las neuronas colinérgicas del cerebro forman un gran sistema ascendente que tiene su origen en el tronco cerebral e inerva amplias áreas de la corteza cerebral y es idéntico al sistema activador reticular. Además de mantener la conciencia, que es la función principal de estas neuronas difusamente distribuidas, también parece intervenir en la transmisión de información visual, al igual que en la primera sinapsis central de la vía auditiva, interviene en la percepción del dolor y en la memoria.
- c) **Funciones motoras:** Interviene en la regulación central de la función motora extrapiramidal. Ejerce un efecto excitador de los ganglios basales que contrarrestan la acción inhibitoria de la dopamina (figura30).

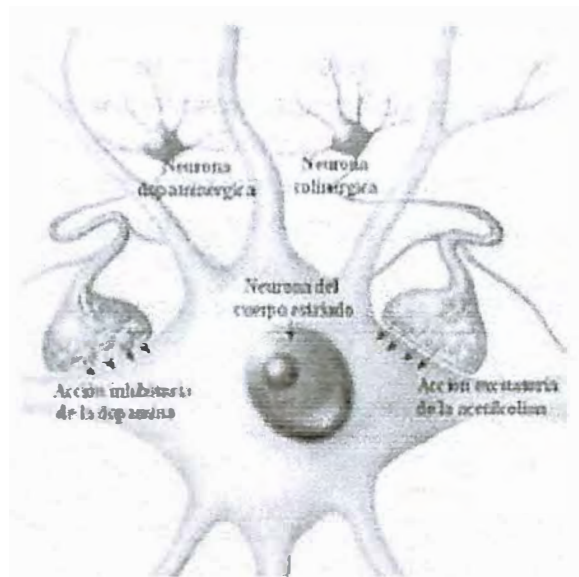


Figura30: Modelo de la membrana neuronal polarizada: Tomado de Costanzo L.S. (2008). *Fisiología*. México D.F. México: McGraw-Hill Interamericana.

- d) **Funciones neuroendocrinas:** Las neuronas colinérgicas del hipotálamo estimulan la secreción de vasopresina del lóbulo posterior de la hipófisis. La secreción de prolactina por la neurohipófisis es inhibida por las neuronas colinérgicas lo que regula la producción de esta hormona en la hipófisis.

1.4.2. MONOAMINAS

La dopamina, norepinefrina, epinefrina y serotonina pertenecen a la familia de las monoaminas. Debido a que la estructura molecular de estas sustancias es similar,

algunas drogas afectan la actividad de todas ellas. La epinefrina, norepinefrina y dopamina pertenecen a una subclase de las monoaminas llamadas catecolaminas.

Las monoaminas son producidas por varios sistemas de neuronas en el cerebro. La mayoría de estos sistemas se hallan constituidos por un número relativamente pequeño de cuerpos celulares ubicados en la parte posterior del cerebro, sirven para modular la función de regiones genéricas del cerebro controlando el volumen, aumentando o disminuyendo las actividades de funciones cerebrales específicas.

1.4.2.1. Dopamina

Produce potenciales postsinápticos inhibitorios o excitatorios dependiendo de los receptores postsinápticos, está involucrado en distintas funciones importantes como el movimiento, atención, aprendizaje, mecanismos de placer y adicciones.

La degeneración de las neuronas dopaminérgicas provoca un desorden motor llamado enfermedad de Parkinson, que incluye debilidad, temblores involuntarios, problemas con el equilibrio y dificultad para iniciar los movimientos.

La dopamina está involucrada en la esquizofrenia, un desorden mental severo caracterizado por alucinaciones, delirios e interrupción de los procesos normales del pensamiento lógico.

1.4.2.2. Norepinefrina

Se encuentran en neuronas del sistema nervioso autónomo y en el cerebro. Las neuronas noradrenérgicas en el cerebro participan principalmente en el control del estado de la alerta y la vigilia.

En el sistema nervioso central produce potenciales postsinápticos inhibitorios, tiene un efecto excitatorio fuera del sistema nervioso central, como en las glándulas y sobre los músculos que se encuentran en las paredes de los vasos sanguíneos.

En el sistema nervioso autónomo es activada por las reacciones de alarma, produce dilatación de las pupilas, elevación en la presión arterial, facilita la respiración, interrumpe el peristaltismo para permitir que el organismo concentre sus recursos en el sistema locomotor. Preparando el cuerpo para la lucha o la huida.

En los hemisferios cerebrales, interviene en las funciones mentales, manteniendo el nivel normal de vigilia, influye sobre el estado de ánimo, interviene en la producción del sueño paradójico (sueño MOR o de movimientos oculares rápidos). Se relaciona con la función de la memoria.

1.4.2.3. Epinefrina

Sirve como neurotransmisor en el cerebro, aunque es menos importante que la norepinefrina.

En el sistema nervioso autónomo es activada por las reacciones de alarma, produce dilatación de las pupilas, elevación de la presión arterial, facilita la respiración, interrumpe el peristaltismo para permitir que el organismo concentre sus recursos en el sistema locomotor. Preparando el cuerpo para la lucha o la huida.

1.4.2.4. Serotonina

También llamada 5-hidroxitriptamina o 5-HT (figura 31). En la mayoría de las sinapsis la serotonina produce potenciales postsinápticos inhibitorios. Además, su efecto en la conducta en general es inhibitorio. La serotonina desempeña un papel en la regulación del estado de ánimo (produciendo sedación o relajación), el control del comer, el dormir, el alertamiento y la conducta agresiva, así como en la regulación del dolor. Las drogas que excitan las neuronas serotoninérgicas suprimen el sueño, en tanto que las drogas que la inhiben lo aumentan incluso causan alucinaciones mientras las personas están despiertas.

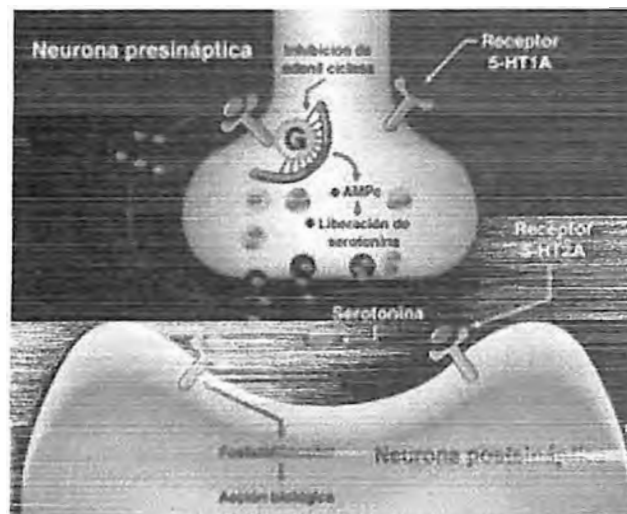


Figura 31: Estructura y formación de la sinapsis. Tomado de: Meyers, R. (2008). *Neurobiology: from molecular basis to disease*

1.4.3. AMINOACIDOS NEUROTRANSMISORES

Algunas neuronas segregan aminoácidos simples como neurotransmisores. Se cree que por lo menos son ocho aminoácidos de los cuales tres son de especial importancia:

1.4.3.1. Acido glutámico

Se encuentra en todo el cerebro, es el principal neurotransmisor excitatorio del cerebro. Es producido en abundancia durante los procesos metabólicos de las células. El cerebro contiene varios tipos distintos de receptores de glutamato, la mayoría de estos receptores son metabotrópicos. Las propiedades especiales de este receptor le confieren un importante papel en el desarrollo y aprendizaje.

1.4.3.2. Acido gamma-aminobutirico (GABA)

Se produce a partir del ácido glutámico, es un neurotransmisor inhibitorio, se halla distribuido en todo el cerebro y la médula espinal.

El GABA ha sido implicado en un serio desorden neurológico hereditario, la corea a Huntington, enfermedad caracterizada por movimientos involuntarios, depresión y deterioro mental progresivo. Esta enfermedad está causada por la degeneración de las neuronas GABAérgicas en los ganglios basales.

Como se sabe, las neuronas del cerebro están interconectadas de manera muy estrecha. Sin la actividad de la sinapsis inhibitoria éstas interconexiones volverían inestable al cerebro. Es decir, por medio de las sinapsis excitatorias las neuronas excitan a sus vecinas, que a su vez lo harían con sus propias vecinas, que por su parte excitarían las neuronas originalmente activas, hasta que todo el cerebro estuviera actuando sin control.

De hecho, este efecto ocurre a veces, y es conocido como crisis epiléptica. Si se proporciona una influencia inhibitoria, la presencia de un número tan grande de neuronas segregatorias de GABA impide que ocurran las crisis epilépticas. Algunos investigadores creen que una de las causas de la epilepsia son las anomalías en la bioquímica de las neuronas que segregan GABA:

1.4.3.3. Glicina

El aminoácido glicina es un neurotransmisor inhibitorio que se encuentra en la médula espinal y en las partes bajas del cerebro. Se sabe poco acerca de las neuronas que producen glicina. Las bacterias que provocan el tétanos liberan un veneno llamado toxina del tétanos o toxina tetánica que bloquea la actividad de la sinapsis de glicina. Las neuronas glicinérgicas por lo general inhiben la actividad de las neuronas motoras. Cuando se elimina el efecto inhibitorio, los músculos que éstas controlan comienzan a contraerse en forma continua y la personas se torna rígida e incapaz de moverse.

Debe revisar la lectura 3.1: Neuroquímica cerebral; disponible en lecturas complementarias.

1.4.4. PÉPTIDOS

Los péptidos son cadenas de aminoácidos. Las neuronas liberan tipos diferentes de péptidos, algunos pueden funcionar como neurotransmisores y otros como neuromoduladores. Desempeñan papeles como el control de la sensibilidad al dolor, regulación de las conductas defensivas de la especie, el comer y el beber. Por ejemplo un péptido llamado angiotensina hace que las personas tengan sed cuando se pierde líquidos de la sangre. Muchos de los péptidos son liberados junto con los neurotransmisores, es decir, algunos botones sinápticos contienen dos tipos de vesículas sinápticas, cada una llena de una sustancia diferente.

1.4.5. LÍPIDOS

Varias sustancias derivadas de los lípidos pueden servir para transmitir mensajes en el interior de la célula o entre éstas. Una de ellas parece ser la ligadura natural para el receptor tetrahidrocanabinol (THC), responsable de los efectos fisiológicos del ingrediente activo de la marihuana.

1.4.6. GASES SOLUBLES

La neurona utiliza dos gases solubles simples: óxido nítrico y monóxido de carbono para comunicarse entre sí. El óxido nítrico se produce en varias regiones de una célula nerviosa, incluyendo las dendritas, y es liberado tan pronto como se produce ingresando a las células vecinas, donde activa una enzima responsable de la producción de un segundo mensajero el GMP cíclico (guanosin monofosfato cíclico). A los pocos segundos de haberse producido, el óxido nítrico es convertido en compuestos biológicamente inactivos.

Revisar el capítulo 3 tema Neurotransmisores de:

- Carlson N.R. (1996). *Fundamentos de Psicología fisiológica*. México D.F. México: Prentice-Hall Hispano-Americana S.A. (Páginas 61-69) Disponible en fotocopias.



Actividades

1.5. PREGUNTAS DE REPASO TEMA1

- 1.- *¿Cuáles son las sustancias químicas utilizadas para transmitir información dentro de y entre los organismos?*
- 2.- *¿Cuáles son las características que diferencian los neurotransmisores de las hormonas?*
- 3.- *Cite las hormonas que conozca mencionando de forma breve sus funciones.*
- 4.- *¿Cómo se clasifican los neurotransmisores?*
- 5.- *Cite las funciones de la acetilcolina.*
- 6.- *Cite las funciones de la dopamina.*
- 7.- *Cite las funciones de la norepinefrina (noradrenalina).*
- 8.- *Cite las funciones de la serotonina.*
- 9.- *Cite las funciones del Acido gamma-aminobutirico (GABA).*
- 10.- *¿Además de los neurotransmisores cuáles son las sustancias que utilizan las neuronas para comunicarse?*

2. TEMA 2: FARMACOLOGÍA DE LA SINAPSIS

CONTENIDO DEL TEMA

- 2.1. Introducción
- 2.2. Efectos en la producción de neurotransmisores.
- 2.3. Efectos en el almacenamiento y liberación de los neurotransmisores
- 2.4. Efectos en los receptores
- 2.5. Efectos en la recaptura o destrucción de los neurotransmisores

2.1. INTRODUCCION

La humanidad ha descubierto que las plantas y algunos animales producen sustancias químicas que afectan las sinapsis. Algunas de estas sustancias se han utilizado por sus efectos placenteros, para tratar las enfermedades, reducir el dolor o envenenar. Las drogas que afectan la transmisión sináptica se clasifican en dos categorías:

- a) agonistas que facilitan la transmisión sináptica
- b) antagonistas que inhiben o bloquean los efectos postsinápticos.

2.2. EFECTOS EN LA PRODUCCIÓN DE NEUROTRANSMISORES.

La síntesis del neurotransmisor es a partir de precursores. Por ejemplo el precursor de la serotonina es el triptófano, sustancia que puede ser obtenida a partir del consumo de alimentos como lácteos.

La síntesis de los neurotransmisores se controla por medio de enzimas, por lo tanto, si una droga inactiva alguna de estas enzimas, impedirá que el neurotransmisor sea producido.

2.3. EFECTOS EN EL ALMACENAMIENTO Y LIBERACIÓN DE LOS NEUROTRANSMISORES

Los neurotransmisores se almacenan en las vesículas sinápticas, que se transportan a la membrana presináptica, en donde son liberadas las sustancias químicas (Figura 32).

Algunas drogas actúan como antagonistas al impedir la liberación de neurotransmisores del botón terminal; por ejemplo, la toxina botulínica que impide la liberación de la acetilcolina. Otras drogas actúan como agonistas al estimular la liberación de un neurotransmisor; por ejemplo el veneno de la araña viuda negra provoca que los botones terminales acetilcolinérgicos liberen acetilcolina.

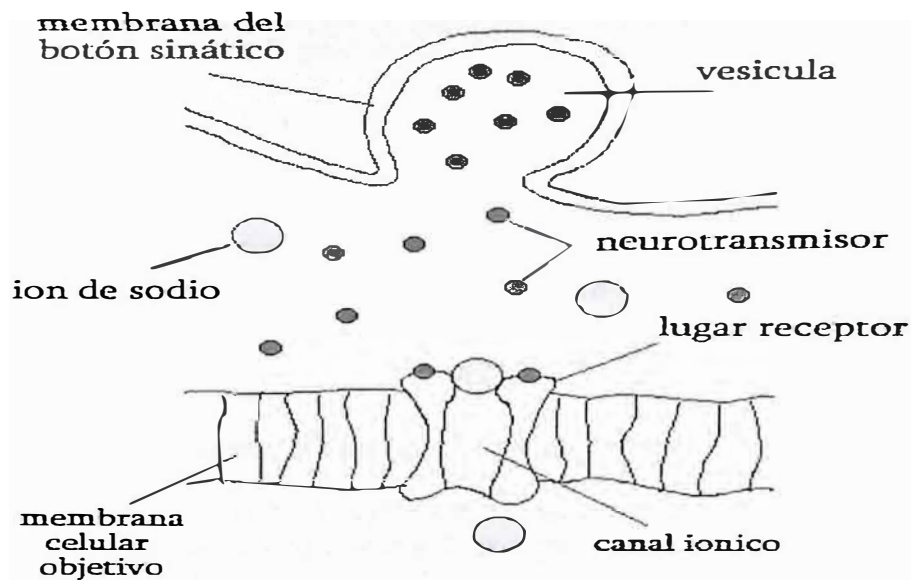


Figura 32: Partes de la neurona: Tomado de Ross M.H., Pawlina W. (2008). Histología texto y atlas color con biología celular y molecular. Buenos Aires, Argentina: Panamericana.

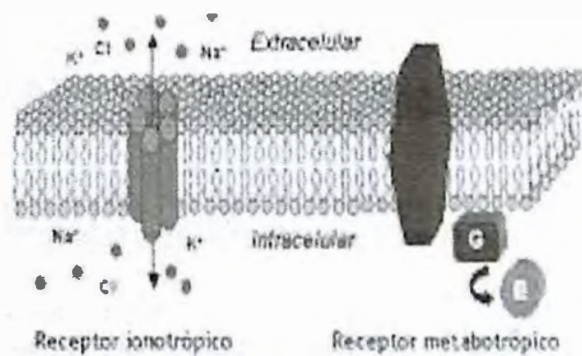
2.4. EFECTOS EN LOS RECEPTORES

Una vez liberado el neurotransmisor, debe estimular los receptores postsinápticos. Algunas drogas funcionan como agonistas al unirse y activar los receptores de manera directa, imitando los efectos del neurotransmisor; por ejemplo la nicotina se une a los receptores nicotínicos de la acetilcolina.

Otras drogas pueden bloquear los receptores; por ejemplo el curare bloquea los receptores nicotínicos provocando la parálisis motora del individuo que es envenenado con esta sustancia.

Por su constitución y características químicas los receptores sinápticos se clasifican en dos tipos: Receptores ionotrópicos (apertura directa de los canales iónicos) y los receptores metabotrópicos (apertura indirecta de los canales iónicos mediante un segundo mensajero).

Figura 33: Estructura y formación de la sinapsis. Tomado de: Meyers, R. (2008). *Neurobiology: from molecular basis to disease*.



Cada receptor se une a su correspondiente neurotransmisor activando de esta manera los mecanismos bioquímicos a nivel de la membrana celular para la consiguiente

función específica determinada por el tipo de neurotransmisor secretado por el botón presináptico (figura 33).

2.5. EFECTOS EN LA RECAPTURA O DESTRUCCIÓN DE LOS NEUROTRANSMISORES

El paso siguiente a la estimulación del receptor postsináptico es la terminación del potencial postsináptico. Por lo tanto, los neurotransmisores una vez efectuada su función son destruidos por enzimas liberadas en el espacio sináptico o regresan al botón terminal por medio de un proceso de recaptura (figura 34).

Las drogas pueden interferir cualquiera de estos procesos; debido a que prolongan la presencia del neurotransmisor o estimulan los receptores postsinápticos.

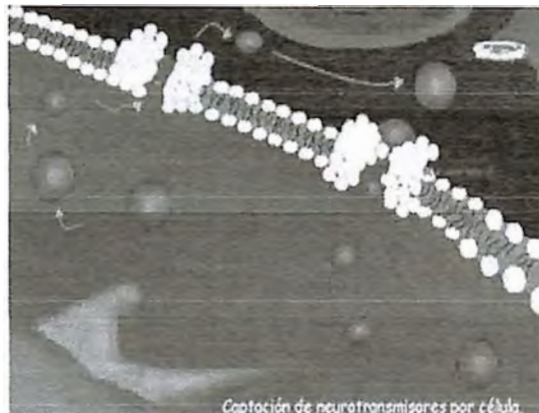


Figura 34: Estructura y formación de la sinapsis. Tomado de: Meyers, R. (2008). *Neurobiology: from molecular basis to disease*.

Debe revisar las lecturas 3.2 y 3.3: Abuso de sustancias, Dopamina adicción; disponible en lecturas complementarias.

Las drogas que bloquean o retardan el proceso de recaptura permiten que las moléculas del neurotransmisor permanezcan durante un largo periodo en la fisura sináptica, en donde producen un potencial postsináptico prolongado; por ejemplo la cocaína retarda la recaptura de la norepinefrina y de la dopamina, situación responsable de la desinhibición y euforia.

Revisar el capítulo 3 tema Neurotransmisores de:

- Carlson N.R. (1996). *Fundamentos de Psicología fisiológica*. México D.F. México: Prentice-Hall Hispano-Americana S.A. (Páginas 69-73) Disponible en fotocopias.



Actividades

2.6. PREGUNTAS DE REPASO TEMA 2

- 1.- *¿Cuáles son las características de las sustancias agonistas?*
- 2.- *¿Cuáles son las características de las sustancias antagonistas?*
- 3.- *¿Cuál es el precursor de la serotonina y en que alimentos se los puede encontrar?*
- 4.- *¿Dónde se almacenan los neurotransmisores?*
- 5.- *¿Cómo y cuándo son liberados los neurotransmisores?*
- 6.- *Explique los efectos de recaptura de los neurotransmisores.*
- 7.- *Explique los efectos de destrucción de los neurotransmisores.*
- 8.- *Cite las características de los receptores ionotrópicos y metabotrópicos.*

3. TEMA 3: BASES NEUROFISIOLÓGICAS DE LA PLASTICIDAD CEREBRAL

CONTENIDO DEL TEMA

- 3.1. Introducción
- 3.2. Plasticidad cerebral
- 3.3. Fenómeno de suplencia neural en privaciones sensoriales
- 3.4. Plasticidad sináptica
- 3.5. Tipos de plasticidad cerebral y mecanismos de producción

3.1. INTRODUCCIÓN

El término plasticidad cerebral expresa la capacidad adaptativa del sistema nervioso para minimizar los efectos de las lesiones a través de modificar su propia organización estructural y funcional.

Se han observado cambios en la estructura sináptica sugestivos de que la memoria a largo plazo subyace en la región septal del hipocampo dorsal, lo cual apoya la apreciación de que la región anterior es importante para la memoria espacial. La memoria y el aprendizaje resultan de la representación del estímulo mediante procesos plásticos que modifican las vías neuronales que se comunican con otras. Los eventos plásticos pueden incluir cambios en la estructura, distribución y número de sinapsis, y se ha sugerido que en estos cambios morfológicos subyace la formación de la memoria.

Las estructuras hipocámpicas son particularmente plásticas, donde los cambios morfológicos tales como sinaptogénesis y neurogénesis ocurren en el cerebro del adulto.

Los fenómenos de plasticidad han sido estudiados mayormente en lesiones neurológicas. El motivo de esta comunicación es analizar los mecanismos subyacentes de los fenómenos de plasticidad ante una lesión del sistema nervioso.

3.2. PLASTICIDAD CEREBRAL

La plasticidad anátomo-funcional es una cualidad común de los organismos vivos y de los aparatos y sistemas que los componen; permite la adaptación del sujeto a situaciones que alteran el programa genético, enriqueciéndolo o bien disminuyendo las consecuencias negativas de eventuales agresiones que podrían alterar transitoriamente las potencialidades normales.

En el sistema nervioso factores que sean influencias normales como el aprendizaje, o agresiones patógenas, inducen fenómenos de remodelación a la vez cuantitativa y cualitativa, según la distinta especificidad anátomo-funcional de cada subsistema neuronal.

La plasticidad neuronal es variable según el tipo de estructuras y según la edad, la plasticidad según tipo de estructura por ejemplo a nivel primario es menos posible que en asociación de sistemas de asociación secundarios o terciarios; en relación a la edad los procesos de remodelación del sistema nervioso ocurren preferentemente en determinadas edades de la vida.

3.3. FENÓMENO DE SUPLENCIA NEURAL EN PRIVACIONES SENSORIALES

En este acápite se citará como ejemplo al sistema auditivo, para comprender el fenómeno de suplencia.

En el desarrollo del sistema auditivo existen influencias recíprocas entre las estructuras neuronales auditivas. A lo largo de la vida embrionaria, del periodo feral y de los primeros meses postnatales, la influencia interoceptiva sonora traducida por la cóclea va a condicionar la correcta maduración de los centros nerviosos de la vía acústica.

Los investigadores Webster y Webster (1979) demostraron que la privación sonora en ratones durante los 45 primeros días de vida causaba, frente a un grupo de sujetos control, una disminución significativa en el tamaño de varios grupos celulares pertenecientes a la vía auditiva; dicho evento no era reversible mediante la exposición al sonido después del periodo de privación.

La privación auditiva temprana en humanos, aunque sea incompleta, produce efectos sobre el desarrollo lingüístico y sobre el resto de los aprendizajes, cuya reversibilidad, el resolver el problema auditivo, no ha podido ser demostrada. Pero la posibilidad de la suplencia de esta función no solo se debe a una mayor ejercitación, sino probablemente, al establecimiento de conexiones más ricas entre las áreas cerebrales correspondientes.

3.4. PLASTICIDAD SINÁPTICA

La plasticidad sináptica se descubrió principalmente en estudios relacionados con el aprendizaje y memoria. Se empleó el término de plasticidad neuronal, donde se explica que en el aprendizaje se procesan fenómenos neurobiológicos y neurofisiológicos como la habituación (disminución de sinapsis) y/o sensibilización (aumento de sinapsis). Por lo tanto el aprendizaje podría resultar de modificaciones morfofuncionales de las interconexiones de las neuronas, similar a los fenómenos que

ocurren durante la vida embrionaria. Dichas modificaciones derivarían de los cambios de actividad a los que se encontrarían los circuitos neuronales.

3.5. TIPOS DE PLASTICIDAD CEREBRAL Y MECANISMOS DE PRODUCCIÓN

La plasticidad cerebral dependerá de varios factores o condiciones: en la tabla 3 se esquematiza los tipos de plasticidad cerebral tomando en cuenta tres grupos de factores.

Tabla 3: Tipos de plasticidad cerebral

FACTORES	TIPOS DE PLASTICIDAD CEREBRAL
Por edades	a) Plasticidad del cerebro en desarrollo. b) Plasticidad del cerebro en periodo de aprendizaje. c) Plasticidad del cerebro adulto.
Por patologías	a) Plasticidad del cerebro malformado. b) Plasticidad del cerebro con enfermedad adquirida. c) Plasticidad neuronal en las enfermedades metabólicas.
Por sistemas afectados	a) Plasticidad en las lesiones motrices. b) Plasticidad en las lesiones que afectan cualquiera de los sistemas sensitivos. c) Plasticidad en la afectación del lenguaje. d) Plasticidad en las lesiones que alteran la inteligencia.

Modificado de: Aguilar F.R.(2003). *Plasticidad cerebral*; Rev. Med. IMSS; 41 (1): 55-64

3.5.1. Algunos mecanismos biológicos de la plasticidad cerebral

Se refiere a mecanismos biológicos a todos los cambios dinámicos a nivel de todas las capacidades neuronales desarrolladas en la plasticidad neuronal que genera la plasticidad sináptica y finalmente la plasticidad cerebral. Existen diferentes mecanismos como: la sinaptogénesis, compensación conductual, desenmascaramiento, se encuentran implicados también los neurotransmisores.

Debe revisar la lectura 3.4: *Plasticidad cerebral*, disponible en lecturas complementarias.



3.6. PREGUNTAS DE REPASO TEMA 3

1.- Defina plasticidad cerebral

2.- ¿Cuáles son las funciones cerebrales en las que se estudió la plasticidad cerebral?

3.- ¿Cuál es la estructura nerviosa del encéfalo en donde se desarrolla habitualmente los fenómenos plásticos (plasticidad)?

4.- ¿Cuáles son los objetivos o finalidades de la plasticidad cerebral?

5.- Explique el fenómeno de suplencia neuronal en privaciones neuronales.

6.- El grado de recuperación por lesiones cerebrales depende de muchos factores. Cite los factores.

7.- ¿Cuáles son los mecanismos por los que se lleva a cabo los fenómenos de plasticidad?

8.- ¿Cuáles son los tipos de plasticidad cerebral?

9.- Cite los mecanismos biológicos de la plasticidad cerebral con un breve resumen

10.- ¿Cuál es la importancia el tema de plasticidad cerebral en el área de educación?

III.III.III. RESUMEN TEÓRICO UNIDAD 3

La función neuronal se podrá comprender a través de la sinapsis y su papel en la comunicación neuronal. Las sustancias químicas fundamentales en dicha comunicación son los neurotransmisores.

Para la comunicación química en el organismo se pudo establecer cuatro grupos de sustancias químicas: hormonas, neurotransmisores, neuromoduladores y feromonas.

Los neurotransmisores son sustancias químicas producidas, almacenadas y liberadas por las neuronas. La función general que tienen es la comunicación neuronal, pero existen diferentes neurotransmisores con funciones específicas. Para su estudio se clasificaron en dos grupos: transmisores pequeños de acción rápida y los neuropépticos.

Cada neurotransmisor tiene características por lo cual se le atribuyen diferentes funciones, por ejemplo a nivel del control muscular voluntario la acetilcolina es un neurotransmisor excitatorio y el neurotransmisor dopamina es inhibitorio a este mismo nivel, de esta forma se logra un control bioquímico de la función muscular.

Para la producción de los neurotransmisores es necesaria la utilización de precursores químicos ya sean producidos por el propio organismo o coadyuvados por el consumo exógeno de dichos precursores.

Los neurotransmisores son almacenados en vesículas sinápticas en el botón presináptico, y por el efecto de un impulso nervioso que genera una despolarización en la membrana celular se liberan al espacio sináptico para interactuar con el receptor sináptico del botón postsináptico.

Los receptores sinápticos son de dos tipos los receptores sinápticos ionotrópicos que de forma directa permiten el paso de iones para la generación de potenciales postsinápticos, y el otro tipo son los receptores metabotrópicos son indirectos por que se debe generar segundos mensajeros para el paso de iones existiendo el consumo de energía. Una vez unido el neurotransmisor a su receptor, existen dos caminos para que el neurotransmisor deje de actuar y es mediante la destrucción o la recaptura por el botón presináptico del neurotransmisor, una vez concluida esta acción podemos afirmar la culminación de la sinapsis.

En los eventos relatados, puede existir la intervención de diferentes sustancias que explicarían cambios fisiológicos o conductuales en el organismo, como es el consumo de drogas que actuarían como antagonistas o agonistas, modificando o reforzando la función de los neurotransmisores.

III.III.IV. ACTIVIDADES UNIDAD 3: A DESARROLLAR POR EL ESTUDIANTE (GUÍA DE LO QUE DEBO HACER)

Actividad 3.1

Resuelva las preguntas de repaso en cada uno de los temas.

El documento debe ser escrito en hojas tamaño carta, margen normal, letra Times New Roman número 12 interlineado 1,0 con identificación personal al inicio del documento que incluya: apellidos, nombres, número de actividad y fecha (no requiere carátula).

Actividad 3.2

Investigar las funciones de los neurotransmisores citados en el tema, sobre todo dar énfasis en las funciones relacionadas con los procesos de aprendizaje.

Debe de utilizar las lecturas respecto al tema que se encuentran en actividades de la unidad 3

Con los resultados obtenidos **elaborar una tabla** donde se resuma de manera ejecutiva lo investigado.

El documento debe ser escrito, en hojas tamaño carta, margen normal, letra Times New Roman número 12 interlineado 1,0 con identificación personal al inicio del documento que incluya: apellidos, nombres, número de actividad y fecha (no requiere carátula).

Actividad 3.3

Analice las lecturas “Sistema dopaminérgico” y “Bases neurobiológicas del abuso y dependencia de sustancias”, (*disponible en la carpeta de lecturas complementarias de la Unidad 3*) para cumplir esta actividad primero debe de leer los artículos mencionados, luego deberá diseñar un mapa mental o un mapa conceptual por cada lectura donde se identifique los mecanismos de reforzamiento, recompensa y aprendizaje desde el punto de vista neurobiológico.

Los documentos deben ser escritos en tres planas como mínimo y cuatro planas como máximo, cada documento, en hojas tamaño carta, margen normal, letra Times New Roman número 12 interlineado 1,0 con identificación personal al inicio del documento que incluya: apellidos, nombres, número de actividad y fecha (no requiere carátula).

Actividad 3.4

Analice las lecturas “Plasticidad cerebral” y “Rehabilitación neuropsicológica”, (disponible en la carpeta de actividades de la Unidad 3) para cumplir esta actividad primero debe de realizar un resumen de cada lectura, luego deberá diseñar un esquema que permita identificar todos los procesos o fenómenos plásticos que analizó de las lecturas, al final de cada esquema elaborado deberá en un cuadro en pocas palabras expresar la importancia del artículo para aplicarlo en la pedagogía.

Los documentos a presentar por lectura, deben constar de un resumen, esquema y la importancia del artículo para la aplicación de los conceptos aprendidos por el análisis de las lecturas.

Los documentos deben ser escritos en tres planas como mínimo y cuatro planas como máximo, cada documento, en hojas tamaño carta, margen normal, letra Times New Roman número 12 interlineado 1,0 con identificación personal al inicio del documento que incluya: apellidos, nombres, número de actividad y fecha (no requiere carátula).

III.III.V. EVALUACIÓN UNIDAD 3 (COMO DEMOSTRARÉ LO QUE HE APRENDIDO)

La evaluación se la realiza en función a los objetivos de la unidad:

- Comprender la neurofisiología celular como el principio de la fisiología neuronal pasa comprender la generación del impulso nervioso.
- Identificar los mecanismos neuroquímicos de los neurotransmisores como los actores químicos esenciales para comprender la conducta humana a partir de la generación de circuitos neuronales generados por la excitación o inhibición de los impulsos nerviosos.
- Aplicar los mecanismos neuroquímicos de la conducción nerviosa como proceso fundamental para el análisis de la neurofisiología de la plasticidad cerebral.

ACTIVIDAD	PUNTAJE
Actividad 3.1: Preguntas de repaso	25 %
Actividad 3.2: Investigación	25 %
Actividad 3.3: Análisis de lecturas y diseño de mapa conceptual	25 %
Actividad 3.3: Análisis de lecturas	25%
Total	100%

III.IV. UNIDAD 4

ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA BÁSICA DEL SISTEMA NERVIOSO

III.IV.I. OBJETIVOS DE LA UNIDAD 4

El cursante de esta unidad será capaz de:

- Comprender la anatomía y fisiología básica del sistema nervioso como conceptualizaciones para comprender al ser humano como la unidad psicobiológica.
- Identificar las diferentes estructuras como componentes del sistema nervioso para comprender sus funciones.
- Aplicar los conocimientos neuroanatómicos y neurofisiológicos como abordaje de los sistemas sensoriales y motores para comprender la relación biológica y conductual del organismo.

III.IV.II. CONTENIDO DE LA UNIDAD 4: ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA BÁSICA DEL SISTEMA NERVIOSO

1. Tema 1: Consideraciones anatómicas básicas del sistema nervioso
2. Tema 2: Sistema sensitivo
3. Tema 3: Sistema motor

A.- TEMA 1: CONSIDERACIONES ANATÓMICAS BÁSICAS

CONTENIDO DEL TEMA

- 1.1. Introducción
- 1.2. Organización general del sistema nervioso
- 1.3. Referencias anatómicas.
- 1.4. El sistema nervioso central
- 1.5. El sistema nervioso periférico
- 1.6. Los nervios craneales
- 1.7. Las meninges
- 1.8. El sistema ventricular

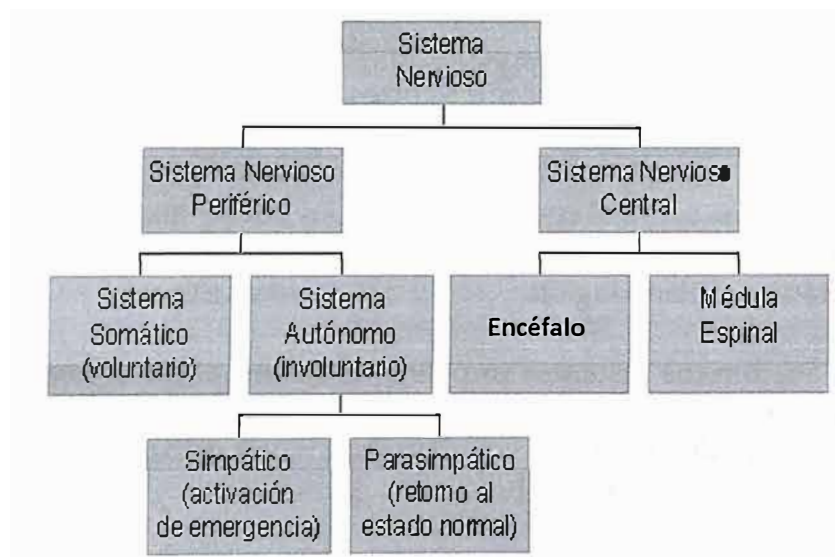
1.1. INTRODUCCIÓN

El comprender el sistema nervioso anatómica y fisiológicamente es complicado si no se estructura las concepciones básicas y se refuerza la capacidad de la tridimensionalidad de nuestro esquema mental. Debemos potencializar las capacidades del hemisferio derecho e interrelacionarlo al hemisferio izquierdo. Por lo tanto se desafiará estas capacidades en este tema. Aparentemente es complicado el estudio y la comprensión a cabalidad del sistema nervioso. Pero una vez comprendido el esquema básico de su división, componentes, estructuración se ven más claras sus funciones. Se comenzará presentando su organización y la terminología que se emplea para describirla, analizando posteriormente como se estructura el sistema nervioso.

1.2. ORGANIZACIÓN GENERAL DEL SISTEMA NERVIOSO

El sistema nervioso tiene dos partes: el sistema nervioso central (SNC) y el sistema nervioso periférico (SNP). En primer lugar se hará una revisión general de la terminología empleada para el estudio del sistema nervioso; luego se identificarán algunos de los componentes importantes del SNC y del SNP (**ver esquema 2**) posteriormente se estudiarán las membranas que rodean el encéfalo y la médula espinal, así como los ventrículos cerebrales y el líquido que contienen.

Esquema 2: Clasificación del sistema nervioso



Esquema 2: Clasificación anatómica del sistema nervioso: Tomado de Fawcett B. (2004). *Histología*. Madrid, España: Mc Graw-Hill – Interamericana.

1.3. REFERENCIAS ANATÓMICAS

Saber orientarse en el estudio del sistema nervioso y en particularidad del cerebro es como saber orientarse en la ciudad, donde se emplean puntos de referencia para dicha capacidad.

Si consideramos el sistema nervioso, vemos que se puede dividir en dos mitades iguales el lado derecho y el lado izquierdo del cerebro y la médula espinal, esta característica se la conoce como simetría bilateral.

La mayoría de las estructuras del sistema nervioso son pares una derecha y la otra izquierda. La línea imaginaria que discurre a lo largo del centro del sistema nervioso se denomina **línea media** y nos proporciona otra forma de describir las referencias anatómicas. Las estructuras más próximas a la línea media son mediales (internas), mientras que las estructuras alejadas a la línea media son **laterales** (externas). En otras palabras, la nariz es medial respecto a los ojos, los ojos son mediales con respecto a las orejas, esto significa que siempre encontramos un punto de referencia en la orientación y descripción de una estructura anatómica del sistema nervioso. Además se dice que dos estructuras que están en el mismo lado son **ipsolaterales u homolaterales**. Por ejemplo la oreja derecha es ipsolateral al ojo derecho. Si las estructuras están en lados opuestos de la línea media se dice que son **contralaterales**: ejemplo el ojo derecho es contralateral a la oreja izquierda.

Para observar la estructura interna del cerebro suele ser necesario cortarlo. En el lenguaje de los anatomistas una rebanada se denomina **sección**. Cortarlo de esta manera es **seccionarlo**. Aunque uno se podría imaginar infinitas formas de seccionar el cerebro, la estrategia habitual es hacer los cortes paralelos a uno de los tres planos anatómicos de sección (**figura 35**).

El plano de sección que surge al cortar el cerebro en dos mitades iguales, derecha e izquierda, se denomina **plano medio sagital (figura 36)**. Las secciones paralelas al plano sagital están en el plano sagital.

Los dos planos anatómicos restantes son perpendiculares al plano sagital del uno al otro. El **plano horizontal o trasnversal** es paralelo al suelo (**figura 36**). Una sección a través de este plano podría pasar a través de ambos ojos y de las orejas. Por tanto, las secciones horizontales dividen el cerebro en una parte superior y otra inferior.

El **plano coronal** es perpendicular al suelo y al plano sagital (**figura 36**). Una sección en este plano pasaría a través de ambos ojos y orejas, pero no a través de ellos a la vez. Así pues, el plano coronal divide el cerebro en una parte anterior (ventral) y una parte posterior (dorsal).

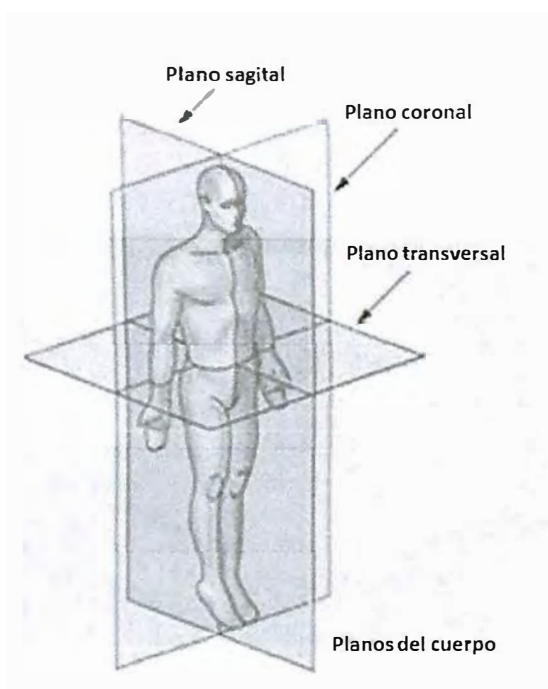


Figura 35: Planos anatómicos: Tomado de Gosling J.A., Harris P.F., Humpherson J.R. (1994). *Texto y atlas en color anatomía humana*. Madrid: Morby/Doyma Libros.

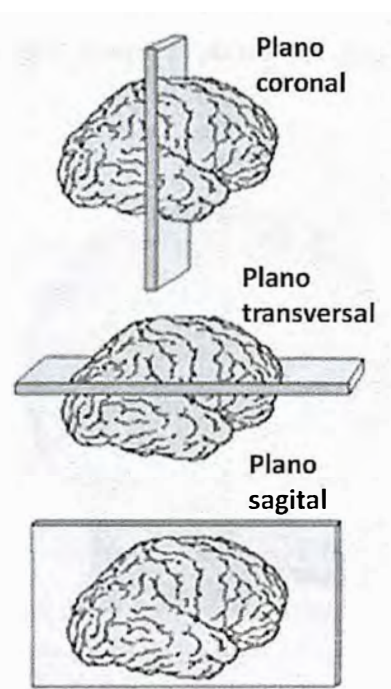


Figura 36: Planos anatómicos: Tomado de Gosling J.A., Harris P.F., Humpherson J.R. (1994). *Texto y atlas en color anatomía humana*. Madrid: Morby/Doyma Libros.

1.4. EL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL

El sistema nervioso central (SNC) está compuesto por dos partes: el **encéfalo** y la **médula espinal**. El encéfalo se encuentra en el interior del cráneo, en él a manera global desde una vista lateral se pueden identificar tres partes: el cerebro, cerebelo y tronco del encéfalo (figura 37). La médula espinal se encuentra a lo largo de la columna vertebral. El sistema nervioso está compuesto de dos sustancias denominadas sustancia gris (cuerpos neuronales, dendritas, axones no mielinizados y neuroglia) y sustancia blanca (axones mielinizados y neuroglia) su disposición varía en el encéfalo y en la médula espinal.

1.4.1. El cerebro.

La parte más rostral (ventral) y la mayor del encéfalo es el cerebro. Esta estructura se encuentra dividida de una forma clara en dos hemisferios denominados hemisferios cerebrales separados por una profunda fisura sagital (longitudinal). En general el hemisferio cerebral derecho recibe las sensaciones y controla los movimientos del lado izquierdo del cuerpo y viceversa con el hemisferio izquierdo. Cada hemisferio se encuentra dividido en cuatro lóbulos denominados: **frontal, parietal, temporal,**

occipital; y un lóbulo que se encuentra en el interior del hemisferio cerebral denominado **lóbulo de la ínsula** (figura 38).



Figura 37: Vista lateral del encéfalo: Tomado de Snell, R.E. (2009). *Neuroanatomía clínica*. Buenos Aires, Argentina: Médica Panamericana.

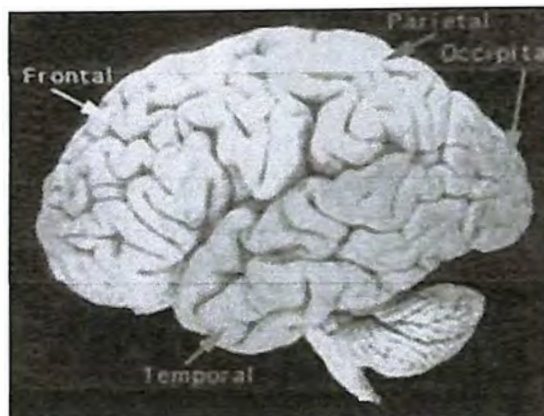


Figura 38: Lóbulos cerebrales: Tomado de Gosling J.A., Harris P.F., Humpherson J.R. (1994). *Texto y atlas en color anatomía humana*. Madrid: Morby/Doyma Libros.

La sustancia gris se encuentra en la superficie del cerebro, siendo denominada como corteza cerebral (córtex) la sustancia blanca se encuentra por dentro y forman las vías nerviosas por donde fluyen los impulsos nerviosos.

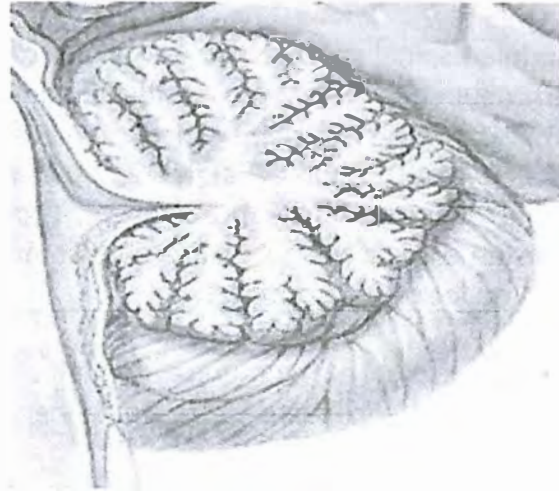
El cerebro integra las actividades concientes, procesa y almacena la información (aprendizaje y memoria) y proporciona circuitos para los procesos del pensamiento abstracto.

1.4.2. El cerebelo

Detrás del cerebro está el cerebelo (cerebro pequeño). Aunque el cerebelo queda empujado por el gran tamaño del cerebro, realmente contiene tantas neuronas como ambos hemisferios cerebrales juntos (**figura 39**).

El cerebelo es un centro de control del movimiento que tiene extensas conexiones con el cerebro y la médula espinal. En contraste con los hemisferios cerebrales, el lado izquierdo del cerebelo está relacionado con los movimientos del lado izquierdo del cuerpo y el lado derecho del cerebelo está relacionado con los movimientos del lado derecho del cuerpo.

Figura 39: Cerebelo: Disponible en:
<http://sua.psicol.unam.mx/basesbiologicas/PSI/CONTENIDOS.html>



1.4.3. El tronco del encéfalo.

Lo que resta del encéfalo se conoce como tronco del encéfalo, que se observa mejor en la vista mediosagital del encéfalo (figura40).

El tronco del encéfalo forma el tallo del que emergen los hemisferios cerebrales y el cerebelo; es un complicado conjunto de fibras y células que en parte sirven para transmitir información del cerebro a la médula espinal y al cerebelo, y viceversa. Sin embargo, el tronco del encéfalo es también el lugar en el que se regulan funciones vitales como la respiración la consciencia y el control de la temperatura corporal.

Realmente, si bien se considera que el tronco del encéfalo es la parte más primitiva del encéfalo de los mamíferos, también es la más importante para la vida. Se puede sobrevivir a una lesión del cerebro y del cerebelo, pero la lesión del tronco del encéfalo significa habitualmente una muerte rápida.

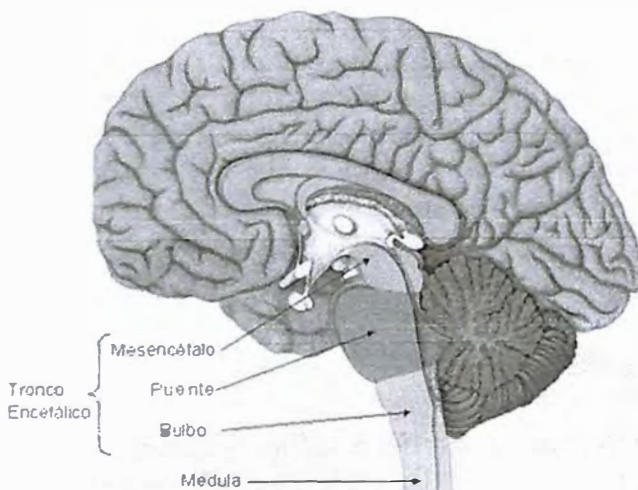


Figura 40: Tronco encefálico: Disponible en:
<http://sua.psicol.unam.mx/basesbiologicas/PSI/CONTENIDOS.html>

1.4.4. La médula espinal.

La médula espinal se encuentra en el interior de la columna vertebral, unida por su extremo superior al tronco del encéfalo. La médula espinal es la principal vía de información desde la piel, las articulaciones y los músculos del cuerpo hasta el cerebro y viceversa. Una sección de la médula espinal produce anestesia (falta de sensibilidad) en la piel y parálisis de los músculos de las porciones del cuerpo caudales al corte. La parálisis en este caso no significa que los músculos no puedan funcionar sino que el cerebro no los puede controlar.

La médula espinal se comunica con el cuerpo mediante los nervios espinales o raquídeos, que son parte del sistema nervioso periférico (**figura 41**). Los nervios espinales salen de la médula espinal a través de orificios entre las vértebras de la columna vertebral. Cada nervio espinal se une a la médula espinal por medio de dos ramas, la raíz dorsal y la raíz ventral. La raíz dorsal lleva información hacia la médula espinal (sensitivo), la raíz ventral lleva información desde la médula espinal (motor).

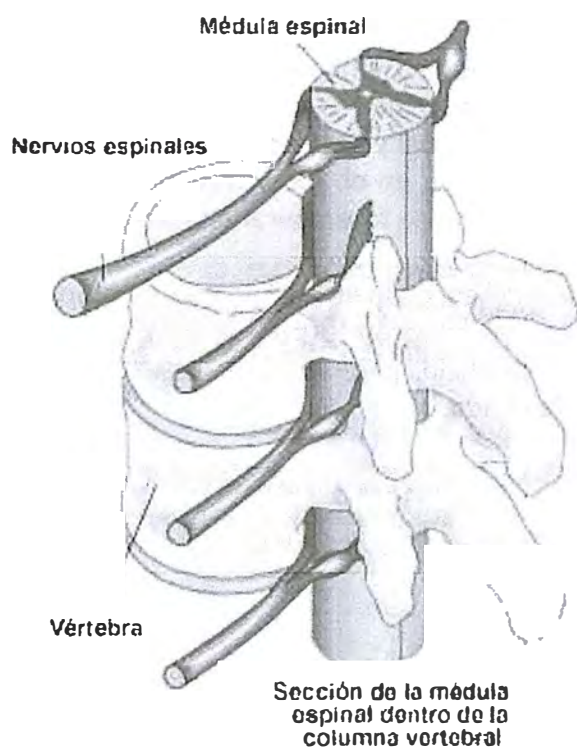


Figura 41: Médula espinal: Tomado de Snell, R.E. (2009). Neuroanatomía clínica. Buenos Aires, Argentina: Médica Panamericana.

1.5. EL SISTEMA NERVIOSO PERIFÉRICO

Todas las demás partes del sistema nervioso aparte del encéfalo y la médula espinal componen el sistema nervioso periférico (SNP). El sistema nervioso periférico tiene dos partes: el SNP somático y el SNP visceral.

1.5.1. El sistema nervioso periférico somático

Todos los nervios espinales que inervan la piel, las articulaciones y los músculos que están bajo control voluntario forman parte del SNP somático. Los axones motores somáticos, que dirigen la contracción muscular, se originan en las motoneuronas de la porción ventral de la médula espinal. Los cuerpos celulares de las motoneuronas se encuentran en el SNC, pero sus axones están principalmente en el SNP.

Los axones sensitivos somáticos, que inervan y recogen la información de la piel, los músculos y las articulaciones, penetran en la médula espinal a través de las raíces dorsales. Los cuerpos celulares de estas neuronas se encuentran en el exterior de la médula espinal en agrupaciones denominadas ganglios de la raíz dorsal. Hay un ganglio de raíz dorsal para cada nervio espinal.

1.5.2. El sistema nervioso periférico visceral

El SNP visceral, también conocido como involuntario, vegetativo o sistema nervioso autónomo (SNA), consta de neuronas que inervan los órganos internos, los vasos sanguíneos y las glándulas. Los axones sensitivos viscerales llevan al SNC información sobre la función visceral, como la presión y el contenido de oxígeno de la sangre en las arterias. Las fibras motoras viscerales dirigen la contracción y la relajación de los músculos que forman las paredes del intestino y de los vasos sanguíneos denominados músculos lisos, la frecuencia de la contracción del músculo cardíaco y la función secretora de diversas glándulas (figura 42). Por ejemplo, el SNP visceral controla la presión arterial regulando la frecuencia cardíaca y el diámetro de los vasos sanguíneos. Entonces debemos recordar que cuando uno habla de una reacción emocional que está fuera del control voluntario, como ruborizarse, ésta suele estar mediada por el SNP visceral (el SNA).

El SNP visceral se encuentra a la vez dividida en dos sistemas. El sistema nervioso simpático (SN simpático) el cual acelera las funciones mediante el gasto de energía por ejemplo el aumento de la frecuencia cardíaca preparando de esta manera al organismo para la lucha, defensa u huida; y el sistema nervioso parasimpático (SN parasimpático) el que restablece las funciones para mantener el equilibrio interno, considerado como el ahorrador de energía.

Axones aferentes y eferentes. Lo descrito anteriormente nos permite utilizar dos términos que se utiliza para describir los axones del sistema nervioso. Los términos latinos aferentes (llevar a) y eferente (llevar desde) indican si los axones están transportando información hacia o desde un punto determinado. Considerando los axones del SNP en relación con un punto de referencia en el SNC. Los axones sensitivos que llevan información hacia el SNC son aferentes. Los axones que emergen desde el SNC para inervar los músculos y glándulas son eferentes.

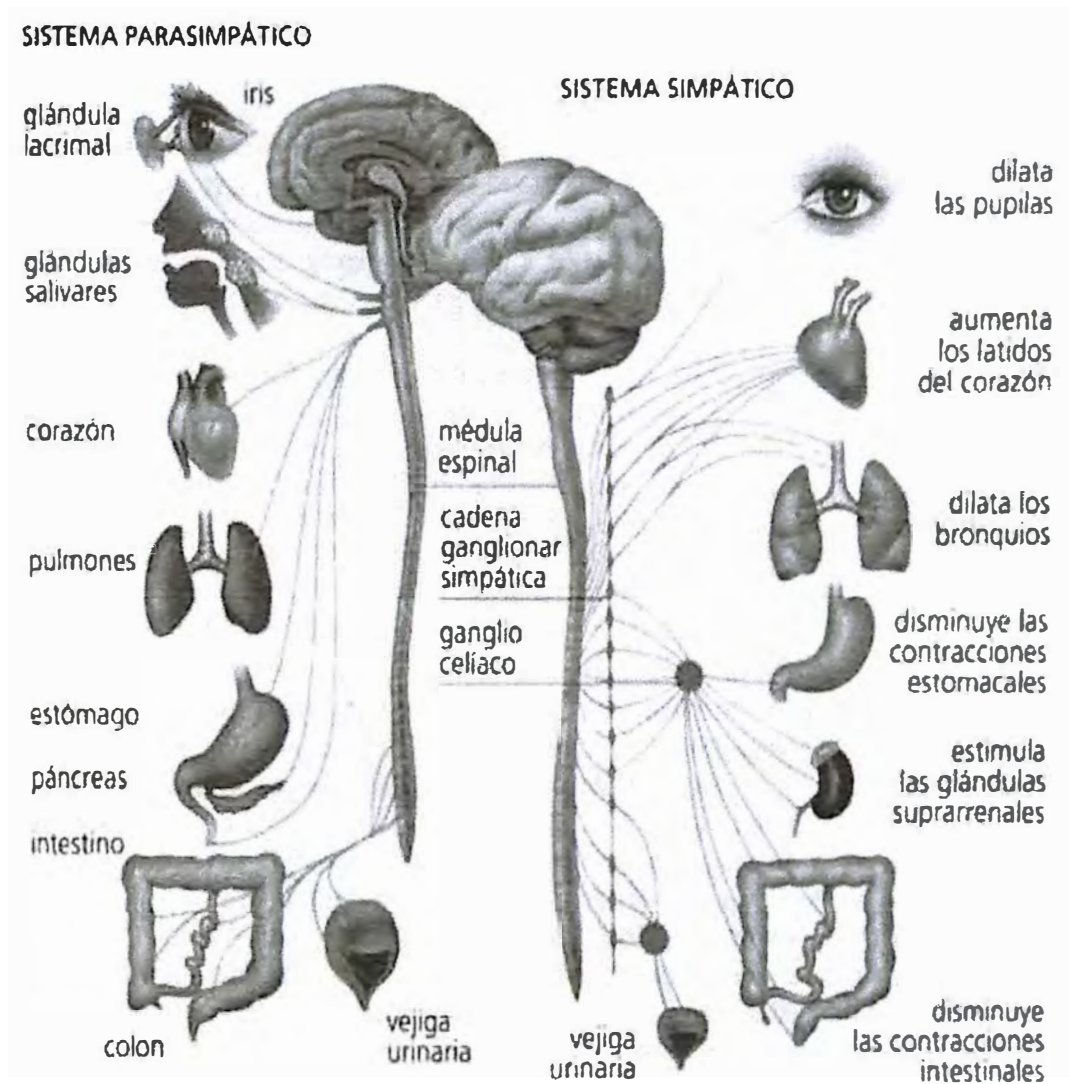


Figura 42: Sistema nervioso autónomo: Tomado de Costanzo L.S. (2008). *Fisiología*. México D.F., México: McGraw-Hill Interamericana.

1.6. LOS NERVIOS CRANEALES

Además de los nervios que emergen de la médulas espinal e inervan el cuerpo, existen 12 pares de nervios craneales (pares craneales) que se originan en el tronco cerebral e inervan principalmente la cabeza (**figura 43**).

Cada nervio craneal tiene un nombre y un número asociado, fueron originalmente numerados por Galeno, hace unos 1.800 años, de anterior a posterior. Algunos de los nervios craneales formar parte del SNC, otros son parte del SNP somático y otros son parte del SNA. Muchos nervios craneales contienen una mezcla de axones que se encargan de diferentes funciones.

1.6. LAS MENINGES

La parte del sistema nervioso central contenida en el cráneo y en la columna vertebral, no están en contacto directo con el hueso que lo rodea. Está protegido por tres membranas llamadas en conjunto meninges, término que proviene de la palabra griega que significa “cubrir”. Las tres membranas son la duramadre, la aracnoides y la piamadre (figura 44).

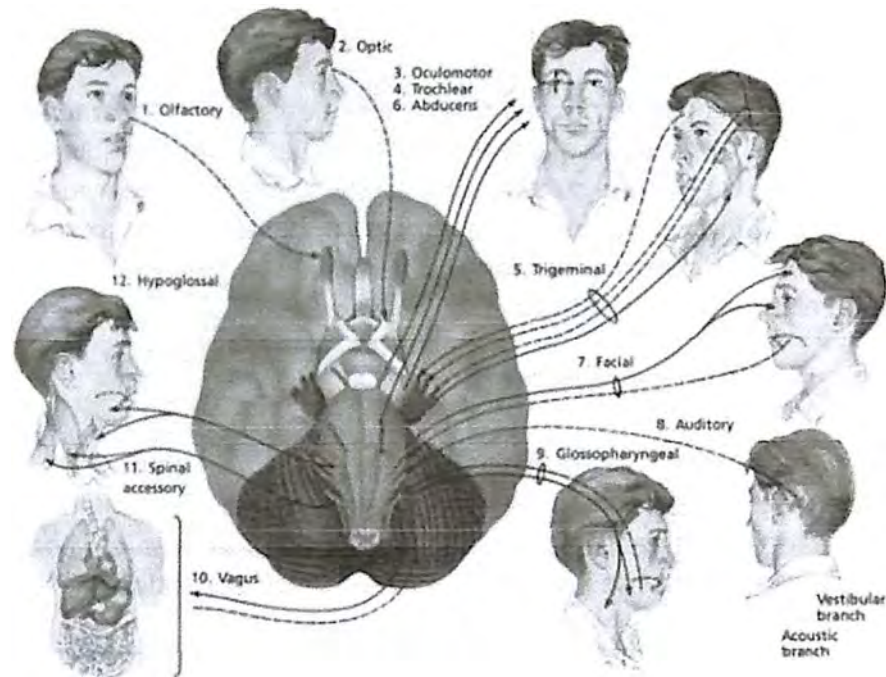


Figura 43: Pares craneales: Disponible en: <http://sua.psicol.unam.mx/basesbiologicas/PSI/CONTENIDOS.html>

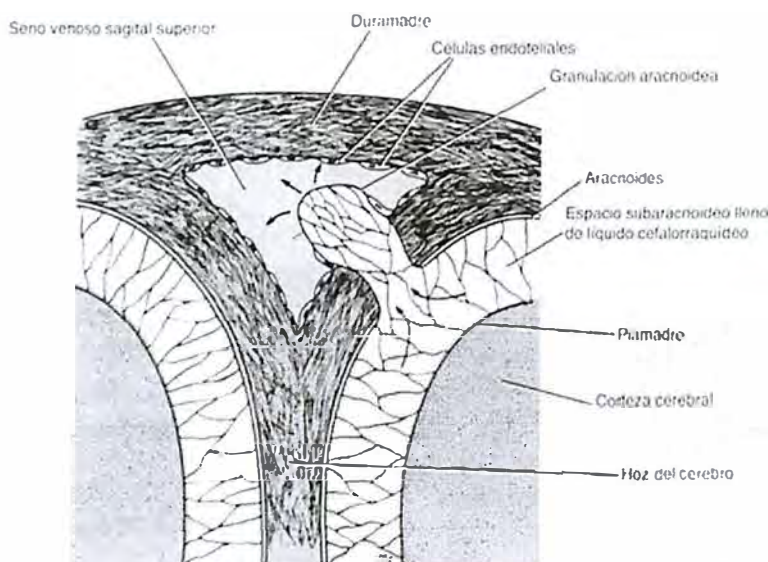


Figura 44: Meninges cerebrales: Tomado de Snell, R.E. (2009). Neuroanatomía clínica. Buenos Aires, Argentina: Médica Panamericana.

La cubierta más exterior es la duramadre, que como su nombre indica tiene una consistencia dura. La duramadre forma una bolsa fuerte, inelástica, que rodea el cerebro y la médula espinal. Justo debajo de la duramadre está la aracnoides. Como su nombre indica, esta capa meníngea tiene la apariencia y consistencia que recuerda las de una tela de araña. Habitualmente no hay espacio entre la duramadre y la aracnoides, pero si los vasos sanguíneos que pasan a través de la duramadre se rompen, la sangre se puede almacenar aquí y formar un hematoma subdural (acúmulo de sangre entre la duramadre y la aracnoides). La acumulación de líquido en este espacio subdural puede alterar la función cerebral al comprimir partes del SNC. Esta complicación se trata realizando una cirugía para drenar la sangre.

La piamadre es una membrana fina que se adhiere estrechamente a la superficie del encéfalo. A lo largo de la piamadre discurren los vasos sanguíneos que finalmente se sumergen en el encéfalo subyacente. La piamadre está separada de la aracnoides por un espacio lleno de líquido. Este espacio subaracnoideo contiene un líquido salino claro denominado líquido cefalorraquídeo (LCR). Así pues en cierto sentido el encéfalo flota en el interior de la cabeza en esta fina capa de LCR.

1.7. EL SISTEMA VENTRICULAR

Las cavernas o espacios que se encuentran en la región medial de los hemisferios cerebrales y el tronco del encéfalo están llenos de líquido, estos espacios son denominados ventrículos, el líquido denominado líquido cefalorraquídeo (LCR), los ventrículos en donde se encuentra y su recorrido por todo el sistema nervioso central se denomina el sistema ventricular (**figura 45**).

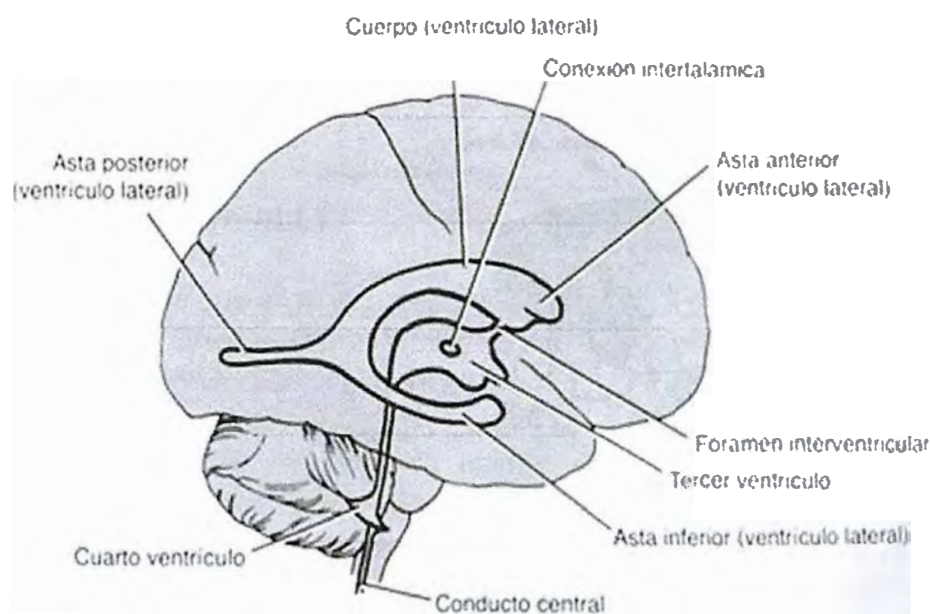


Figura 45: Sistema ventricular: Tomado de Snell, R.E. (2009). Neuroanatomía clínica. Buenos Aires, Argentina: Médica Panamericana.

El líquido que contiene este sistema es el LCR, el mismo que se encuentra en el espacio subaracnoideo. El LCR lo produce un tejido especial denominado plexo coroideo que se encuentra recubriendo las paredes internas de los ventrículos de los hemisferios cerebrales

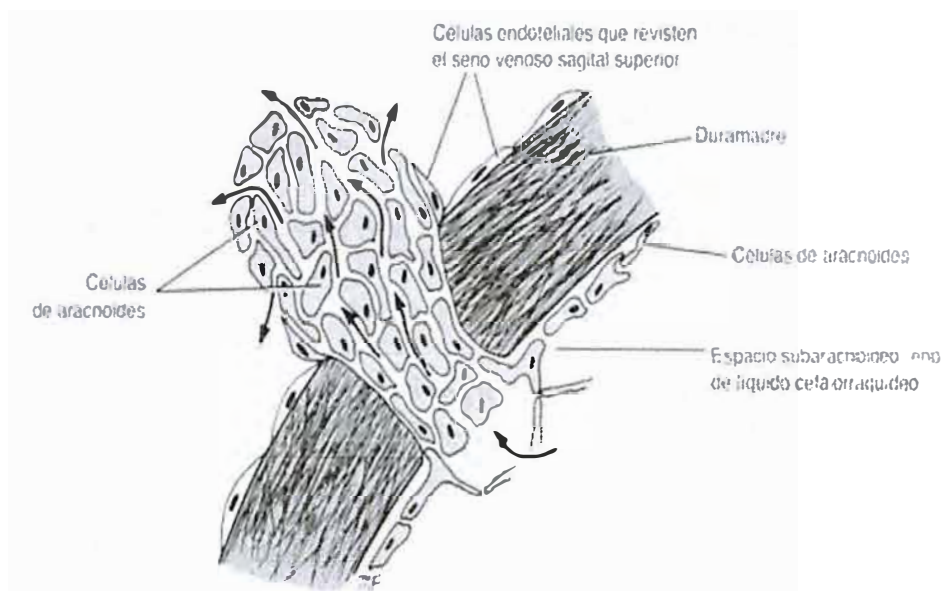


Figura 46: Vellosidades Aracnoideas: Tomado de Snell, R.E. (2009). Neuroanatomía clínica. Buenos Aires, Argentina: Médica Panamericana.

El LCR fluye por los ventrículos cerebrales, sale del sistema ventricular y entra en el espacio subaracnoideo a través de pequeñas aberturas localizadas junto al lugar donde el cerebelo se une al tronco del encéfalo. En el espacio subaracnoideo el LCR es absorbido por los vasos sanguíneos en unas estructuras especializadas denominadas vellosidades aracnoideas (figura 46). Si se altera el flujo normal del LCR, se puede lesionar el cerebro, en caso que se obstruya este sistema ventricular y se acumule el LCR, genera una alteración denominada hidrocefalia.

Debe revisar la lectura 4.1: *Bases biológicas de la conducta*; disponible en lecturas complementarias.

Revisar el capítulo 4 Estructura y funciones del sistema nervioso:

- Carlson N.R. (1996). *Fundamentos de Psicología fisiológica*. México D.F., México, Prentice-Hall Hispano-Americana S.A. (Páginas 86 - 106) Disponible en fotocopias.



1.8. PREGUNTAS DE REPASO TEMA 1

- 1.- *¿Cómo se encuentra organizado el sistema nervioso?*
- 2.- *Cite dos ejemplos con estructuras del organismo con la referencia de orientación lateral y medial.*
- 3.- *Cite dos ejemplos con estructuras del organismo con la referencia de orientación homolateral y contralateral.*
- 4.- *¿Cuáles son los planos de cortes que nos permiten estudiar el encéfalo o el cerebro?*
- 5.- *Describa cómo estos planos dividen al cerebro.*
- 6.- *¿Cuáles son las estructuras principales que componen el encéfalo?*
- 7.- *¿Cuáles son las funciones principales de las estructuras que componen el encéfalo?*
- 8.- *¿Cuáles son las diferencias funcionales entre el SNP somático y el SNP visceral o autónomo?*
- 9.- *¿Cuáles son las meninges y cuál es su función?*
- 10.- *¿Dónde es producido el líquido cefalorraquídeo y cuál es su función?*

2. TEMA 2: SISTEMA SENSITIVO

CONTENIDO DEL TEMA

- 2.1. Sensibilidad
- 2.2. Sensibilidad somática
- 2.3. Receptores sensoriales
- 2.4. Vías sensitivas del sistema nervioso central

DESARROLLO DEL CONTENIDO

2.1. SENSIBILIDAD

La sensibilidad constituye una de las grandes funciones del sistema nervioso, por medio de la cual el organismo adquiere conocimiento de las modificaciones del medio que lo rodea, de su propia actividad y de sus efectos, permitiéndole a la vez protegerse de factores nocivos.

2.2. SENSIBILIDAD SOMÁTICA

Los sentidos somáticos son los mecanismos nerviosos que recogen información sensorial del cuerpo y se diferencian de los sentidos especiales, que son: vista, oído, olfato, gusto y equilibrio.

El resto de los sentidos somáticos se pueden clasificar en tres:

- a) **Sentidos mecanorreceptores somáticos:** Sensaciones táctiles y de posición, que se estimulan por el desplazamiento mecánico de algún tejido corporal (**ver tabla 3**).
- b) **Sentidos termorreceptores:** Detectan frío y calor.
- c) **Sentido algésico:** Detectan el dolor

Tabla 3: Clasificación de los mecanorreceptores
Exteroceptivos

Tipo de Mecanorreceptor	Localización	Adaptación	Sensación codificada
Corpúsculo de Paccini	Subcutánea, intramuscular	Muy rápida	Vibraciones, golpes
Corpúsculo de Meissner	Piel no vellosa	Rápida	Discriminación de un punto, golpes, vibraciones
Folículos pilosos	Piel vellosa	Rápida	Velocidad, dirección del movimiento
Corpúsculos de Ruffini	Piel vellosa	Lenta	Estiramiento, rotación de la articulación
Receptores de Merkel	Piel no vellosa	Lenta	Hundimiento vertical de la piel
Discos táctiles	Piel vellosa	Lenta	Hundimiento vertical de la piel

Tabla 3: Clasificación de los mecanorreceptores: Tomado de Mazzei E.S., Rozman C. (1996). *Semiología y Fisiopatología*. Buenos Aires, Argentina: El Ateneo.

2.3. RECEPTORES SENSORIALES

Para detectar los estímulos, existen una serie de receptores sensoriales que son los encargados de captar estos estímulos, que posteriormente se interpretarán en el sistema nervioso central para dar lugar a la percepción.

Los receptores sensoriales pueden ser:

- **Receptores sensoriales primarios:** En este caso, son las propias terminaciones nerviosas las que actúan como sensores.
- **Receptores sensoriales secundarios:** Constituidos por células especializadas neurales o no neurales, que actúan como transductoras del estímulo a la neurona sensorial primaria a través de mecanismos sinápticos.

Entre las propiedades de los receptores sensoriales, cabe destacar dos principales: **la descarga repetitiva y la adaptabilidad o fatiga**. La primera hace mención al hecho de que cuanto mayor es la intensidad del estímulo, mayor es la frecuencia de descarga de los potenciales de acción (ya que no pueden aumentar en intensidad; recuérdese la ley del todo o nada). La segunda (adaptabilidad) implica que cuando se aplica un estímulo de forma constante, los receptores se adaptan de forma total o parcial, pasado cierto tiempo, de forma que responden con una frecuencia de descarga cada vez más lenta

2.4. VÍAS SENSITIVAS DEL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL

Los estímulos del cuerpo se detectan en los diversos receptores especializados (corpúsculos de Pacini, de Meissner, terminaciones de Ruffini, amielínicas, etc.) y llegan a la médula por las raíces dorsales de los nervios raquídeos (figura 47). Desde allí, pueden seguir fundamentalmente dos vías:

2.4.1. El sistema columna dorsal - lemnisco medial

Conducen impulsos llamados epicríticos o de discriminación fina y vibratoria. Suben por las columnas posteriores de la médula ipsilateral, haciendo su primera sinapsis en los núcleos bulbares de Goll y Burdach, y cruzando a nivel del bulbo al lado opuesto, formando el lemnisco medial y acabando en el tálamo (núcleo ventral posterolateral).

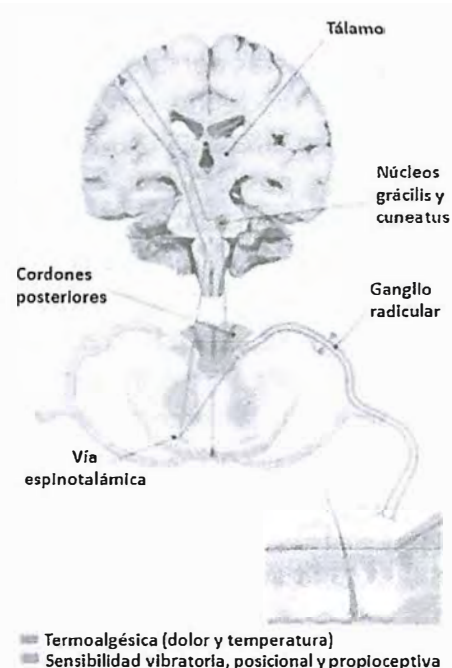
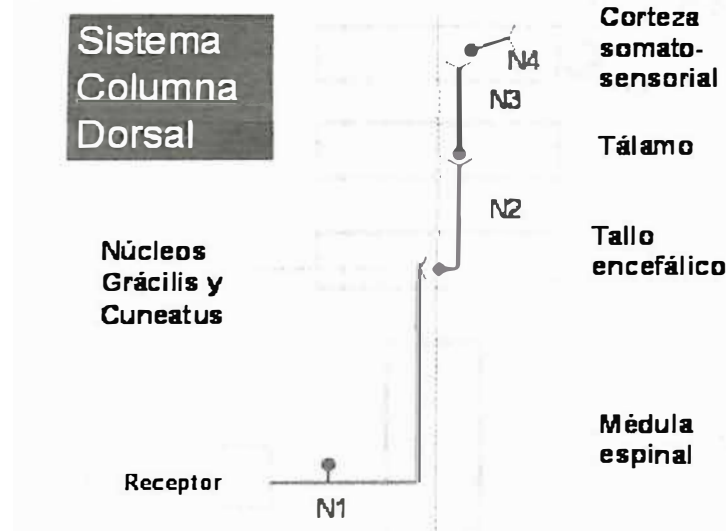


Figura 47: Vías motoras. Tomado de: Grupo CTO. Manual CTO de Medicina y Cirugía (2011) Madrid Editorial CTO.

Es una vía de conducción muy rápida y presenta un alto grado de orientación espacial con respecto al origen del estímulo (Ver esquema 3).

Esquema 3: Vía del sistema columna dorsal – lemnisco medial



Esquema 3: Modificado de: Costanzo L.S. (1990). *Fisiología*. México D.F., México: Mc Graw-Hill Interamericana.

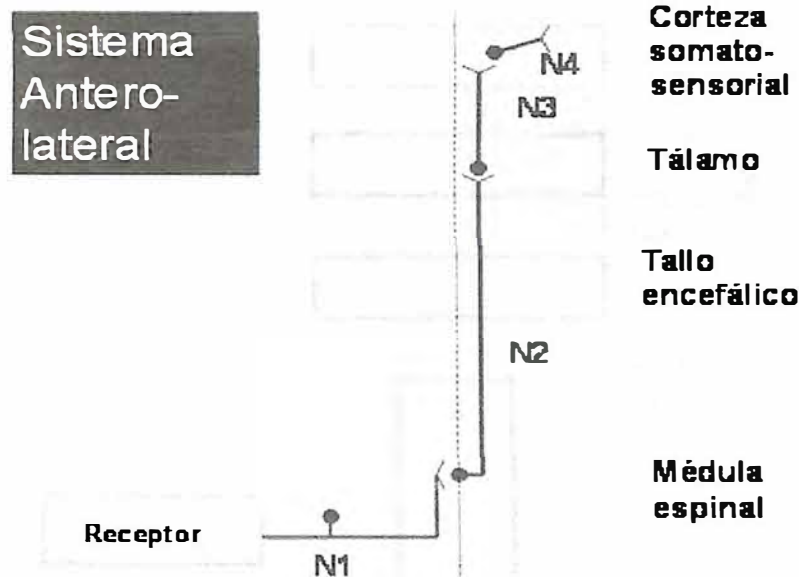
2.4.2. El sistema anterolateral.

La sensibilidad que conduce se denomina protopática, con capacidad de diversas modalidades: dolor, temperatura y sensaciones de tacto grosero. Tiene su primera sinapsis en las astas dorsales de la sustancia gris medular y, tras cruzar al lado opuesto de la médula, asciende por las columnas blancas anteriores y laterales (fascículo espinotalámico lateral), para terminar en todos los niveles del tronco, y también en el núcleo ventral posterolateral del tálamo. Es un sistema más lento, con menor grado de orientación espacial. Desde el tálamo, se distribuyen hacia la corteza sensorial (tercera neurona que proyecta al córtex parietal), donde existe una representación sensitiva del cuerpo, el llamado homúnculo sensitivo de Penfield. La sensibilidad de la cara es transmitida por el V par craneal (trigémino). La segunda neurona cruza la línea media en el tronco y se incorpora a la vía espinotalámica en posición medial, para encontrarse con la tercera neurona en el tálamo (núcleo ventral posteromedial) y proyectar hacia el córtex parietal (**ver esquema 4**). Debe revisar la lectura 4.2: Sistema nervioso; disponible en lecturas complementarias.

Revisar el capítulo 8 Tema Sensibilidad Somática de:

- Habib M. (1998). *Bases neurológicas de las conductas*. Barcelona, España: Masson S.A. (Páginas 93 - 106) Disponible en fotocopias.

Esquema 4: Vía del sistema anterolateral



Esquema 4: Modificado de: Costanzo L.S. (1990). *Fisiología*. México D.F., México: Mc Graw-Hill Interamericana.



Actividades

2.5. PREGUNTAS DE REPASO TEMA 2

- 1.- Defina sensibilidad.
- 2.- Defina percepción.
- 3.- ¿Cuál es la función de los sentidos somáticos?
- 4.- ¿Cómo se clasifican los sentidos somáticos?
- 5.- ¿Cuál es la función de los receptores sensoriales?
- 6.- ¿Cuáles son las propiedades de los receptores sensoriales?
- 7.- ¿Qué información lleva el sistema columna dorsal - lemnisco medial?
- 8.- ¿Cuál es la vía de conducción rápida y que presenta un alto grado de orientación espacial con respecto al origen del estímulo?
- 9.- ¿Cuál es la vía que lleva la sensibilidad del dolor?
- 10.- ¿Dónde se produce la percepción sensorial somática?

3. TEMA 3: SISTEMA MOTOR

CONTENIDO DEL TEMA

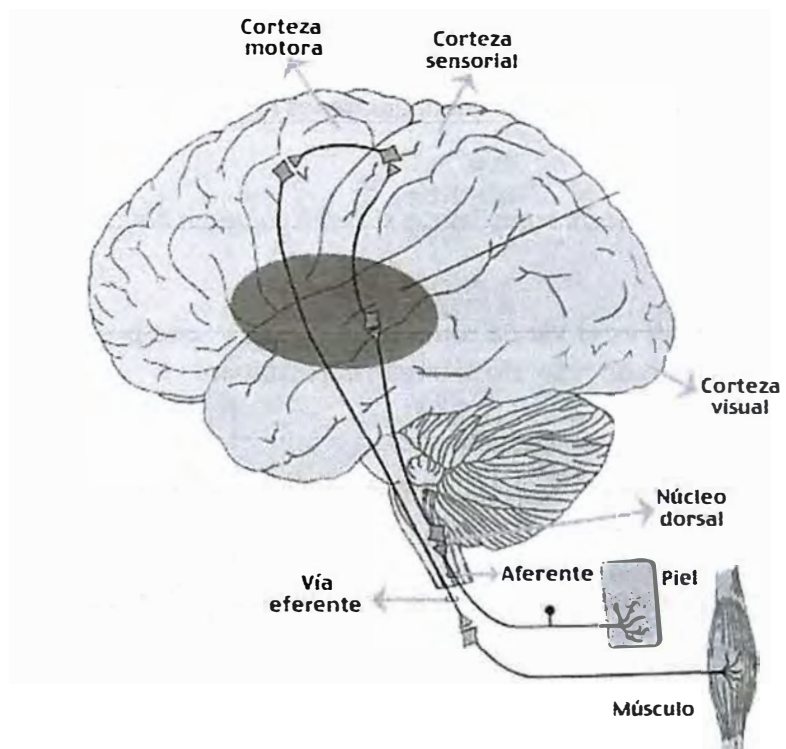
- 3.1. Fisiología de la función motora
- 3.2. Sistema piramidal
- 3.3. Fisiología de la placa motora
- 3.4. Sistema extrapiramidal
- 3.5. Cerebelo y ganglios basales
- 3.6. Reflejos

DESARROLLO DEL CONTENIDO

3.1. FISIOLÓGÍA DE LA FUNCIÓN MOTORA

La función motora está sometida a un control muy estrecho en el que intervienen distintas partes del sistema nervioso central. Entre ellas, es necesario mencionar la corteza motora, los ganglios básales, el cerebelo y la médula espinal (**figura 48**).

Figura 48: Vías motoras y sensoriales. Disponible en: <http://sua.psicol.unam.mx/basesbiologicas/PSI/CONTENIDOS.html>



Para comprender la función motora la dividiremos en dos sistemas: el sistema piramidal y el sistema extra piramidal.

3.2. SISTEMA PIRAMIDAL

El sistema piramidal rige los movimientos voluntarios, existen dos diferentes grupos de neuronas motoras, las motoneuronas o neuronas motoras superiores que se encuentran en la corteza cerebral y las motoneuronas o neuronas motoras inferiores que se encuentran en las astas anteriores de la sustancia gris de la médula espinal.

El sistema piramidal es denominado así por son fibras motoras que descienden de la corteza motora dirigiéndose al tronco del encéfalo donde cruzan al lado contralateral, este evento de cruzamiento sucede a nivel de las pirámides bulbares cuya estructura anatómica se encuentra en el bulbo raquídeo que es una parte del tronco del encéfalo.

Las neuronas de la corteza motora primaria (área 4 de Brodmann), del área motora suplementaria (en la cara medial del hemisferio), de la corteza premotora (rostral a la corteza motora primaria) - estas áreas se encuentran en el lóbulo frontal- (figura 49) y de la corteza somatosensitiva poscentral -esta área se encuentra en el lóbulo parietal-, emiten axones para el sistema piramidal. Este sistema está formado por dos tractos principales: el haz corticoespinal y el haz corticonuclear o fascículo geniculado. Ambos están compuestos por dos neuronas motoras: la primera motoneurona, que se origina en la corteza y cuyas fibras descienden por la cápsula interna hasta el asta anterior de la médula o hasta los núcleos motores de los pares craneales, respectivamente, y la motoneurona inferior, que se extiende hasta la fibra muscular.

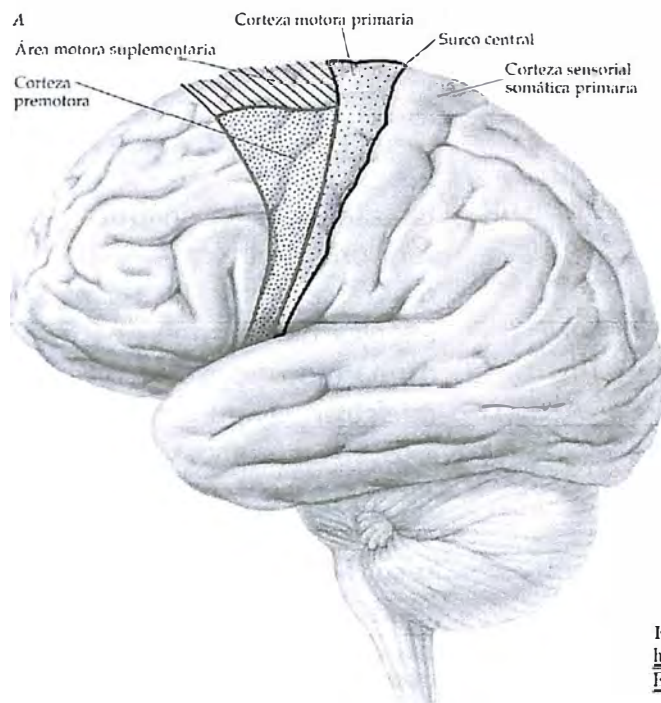


Figura 49: Áreas motoras corticales. Disponible en: <http://sua.psicol.unam.mx/basesbiologicas/PSI/CONTENIDOS.html>

3.2.1. Fascículo geniculado

Se encarga del control voluntario de la musculatura inervada por los pares craneales.

3.2.2. Haz corticoespinal

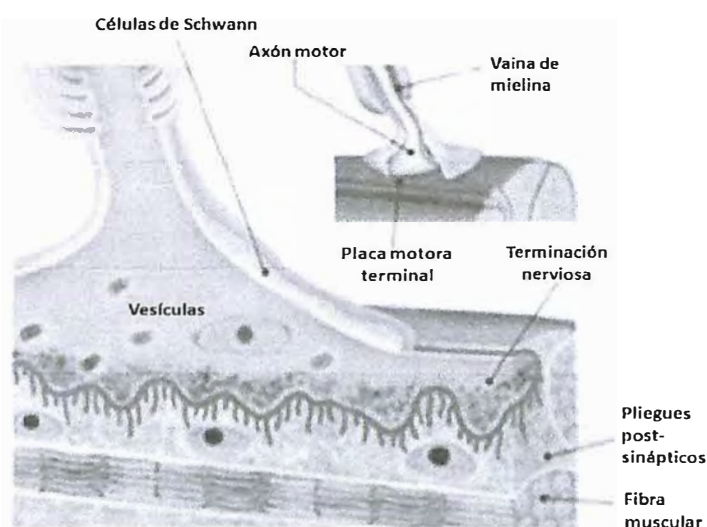
Discurre por el brazo posterior de la cápsula interna, y a su vez pueden diferenciarse dos tractos a partir del bulbo raquídeo:

- a) **Tracto corticoespinal lateral:** Es cruzado y discurre por la región dorsal del cordón lateral de la médula. Sus axones terminan principalmente en las neuronas motoras del asta anterior de la cara dorsolateral (que proyectarán, a su vez, a la musculatura distal).
- b) **Tracto corticoespinal anterior o ventral:** Ipsilateral, discurre por la región medial del cordón anterior. Sus axones terminan en las de la cara ventromedial (musculatura axial).

La lesión de las neuronas motoras de la corteza cerebral o del haz piramidal, genera en una parálisis espástica con hiperactividad de los reflejos tendinosos (aumento de los reflejos). La espasticidad depende de la pérdida de la inhibición de las proyecciones bulboespinales (acompañantes del haz corticoespinal), ya que en animales de experimentación se ha comprobado que la sección exclusiva del haz piramidal no conduce a espasticidad. Cuando ésta se encuentra establecida, se puede abolir por la sección de las raíces dorsales a interrumpir el arco miotático (reflejo muscular). La lesión de las neuronas motoras del asta anterior cursa con una parálisis flaccida e hipoactividad (disminución) de los reflejos tendinosos.

3.3. FISIOLÓGÍA DE LA PLACA MOTORA

Figura 50: Placa motora. Tomado de: Grupo CTO. Manual CTO de Medicina y Cirugía (2011) Madrid Editorial CTO.



La comunicación sináptica para la función motora debe realizarse entre la terminación axónica de una neurona motora o una motoneurona con la fibra muscular (**figura 50**) donde existen diferentes mecanismos químicos para que se efectuara la sinapsis neuromuscular y el resultado sea la contracción de la fibra muscular generando el movimiento.

La acetilcolina es el neurotransmisor empleado en la placa motora (unión neuromuscular), se sintetiza en el citosol de la segunda motoneurona y se almacena en vesículas en el terminal presináptico (figura 50). En reposo, se liberan espontáneamente pequeñas cantidades, dando lugar a potenciales de placa en miniatura. Cuando un potencial de acción recorre el axón y alcanza la terminación presináptica, la despolariza, abriéndose canales de calcio regulados por voltaje y entrando grandes cantidades de dicho ion a la terminación. El calcio atrae vesículas de acetilcolina y provoca su exocitosis. La acetilcolina se une a sus receptores, situados en la membrana muscular subyacente a la terminación axonal y cuya estructura es la de canales iónicos. Tras la apertura de los canales, se produce la entrada masiva de sodio a favor de gradiente (en el interior de la membrana muscular). De este modo, hay un cambio local en el potencial, denominado potencial de placa motora, que se transmite a la fibra muscular generando un potencial de acción muscular y la contracción muscular. La acetilcolina desaparece con rapidez de la hendidura sináptica por la presencia de la enzima acetilcolinesterasa, y por difusión fuera de dicha hendidura. Se considera que la sinapsis ha finalizado cuando se recapta el neurotransmisor liberado.

3.4. SISTEMA EXTRAPIRAMIDAL

El sistema extrapiramidal rige los movimientos automáticos, es denominado extrapiramidal por que las fibras motoras pasan de forma lateral y fuera de las pirámides bulbares y se dirigen hacia los ganglios basales y el cerebelo (figura 51).

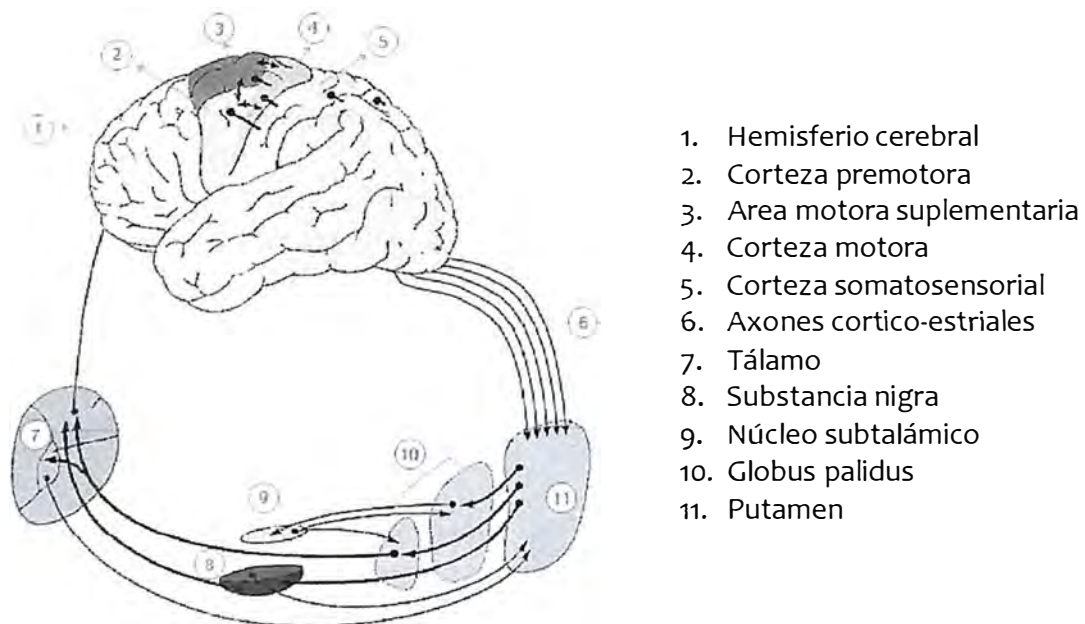


Figura 51: Estructuras nerviosas de la vía extrapiramidal. Disponible en: <http://sua.psicol.unam.mx/basesbiologicas/PSI/CONTENIDOS.html>

3.5. CEREBELO Y GANGLIOS BASALES

Ambos forman parte de la vía motora indirecta o sistema extrapiramidal, no conciente, encargados de los movimientos automáticos, reciben estímulos corticales y modulan la función del tracto piramidal a través del tálamo. Son sistemas complejos y multisinápticos.

Básicamente, el cerebelo ayuda a secuenciar las actividades motoras y a efectuar las adaptaciones correctoras de estas actividades según se realizan. Además, interviene en la regulación de la postura y del equilibrio.

Los ganglios basales, sin embargo, contribuyen a planificar y regular los patrones complejos de movimiento muscular, mediante el control de la intensidad relativa de movimientos, de la dirección y de la secuencia de movimientos necesarios.

Debe revisar la lectura 4.2: *Sistema nervioso*; disponible en lecturas complementarias.

No podemos dejar de estudiar los reflejos que son los movimientos arcaicos, los primeros que se desarrollan durante la formación del sistema motor in útero, este acápite nos permitirá hacer una síntesis de todo lo aprendido en la primera unidad de este módulo, también nos permitirá comprender la integralidad funcional del sistema sensitivo y motor.

3.6. REFLEJOS

Los reflejos son la respuesta motora preprogramada e involuntaria mediada por una motoneurona como resultado a un estímulo sensor determinado.

Las características de los reflejos, es que son activados como consecuencia de un estímulo y terminan como respuesta de un efector mediada por una neurona motora o motoneurona (**figura 52**). Los reflejos tiene la finalidad de la protección del organismo mediante la integración del sistema sensitivo y motor.

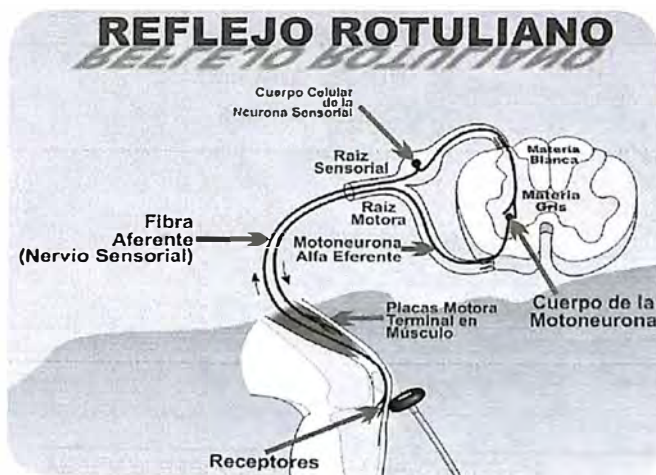


Figura 52: Reflejo rotuliano. Disponible en: <http://sua.psicol.unam.mx/basesbiologicas/PSI/CONTENIDOS.html>

La representación más simple del reflejo es el arco reflejo (figura 53):

3.6.1. Arco reflejo

El arco reflejo está constituido de las siguientes estructuras:

- a) Receptor sensorial: capta el estímulo.
- b) Neurona aferente (sensitiva): lleva la señal
- c) Sinapsis: con una neurona eferente (motora), directa o a través de una interneurona (neurona de asociación).
- d) Neurona eferente: respuesta de un órgano efector (músculo o glándula)

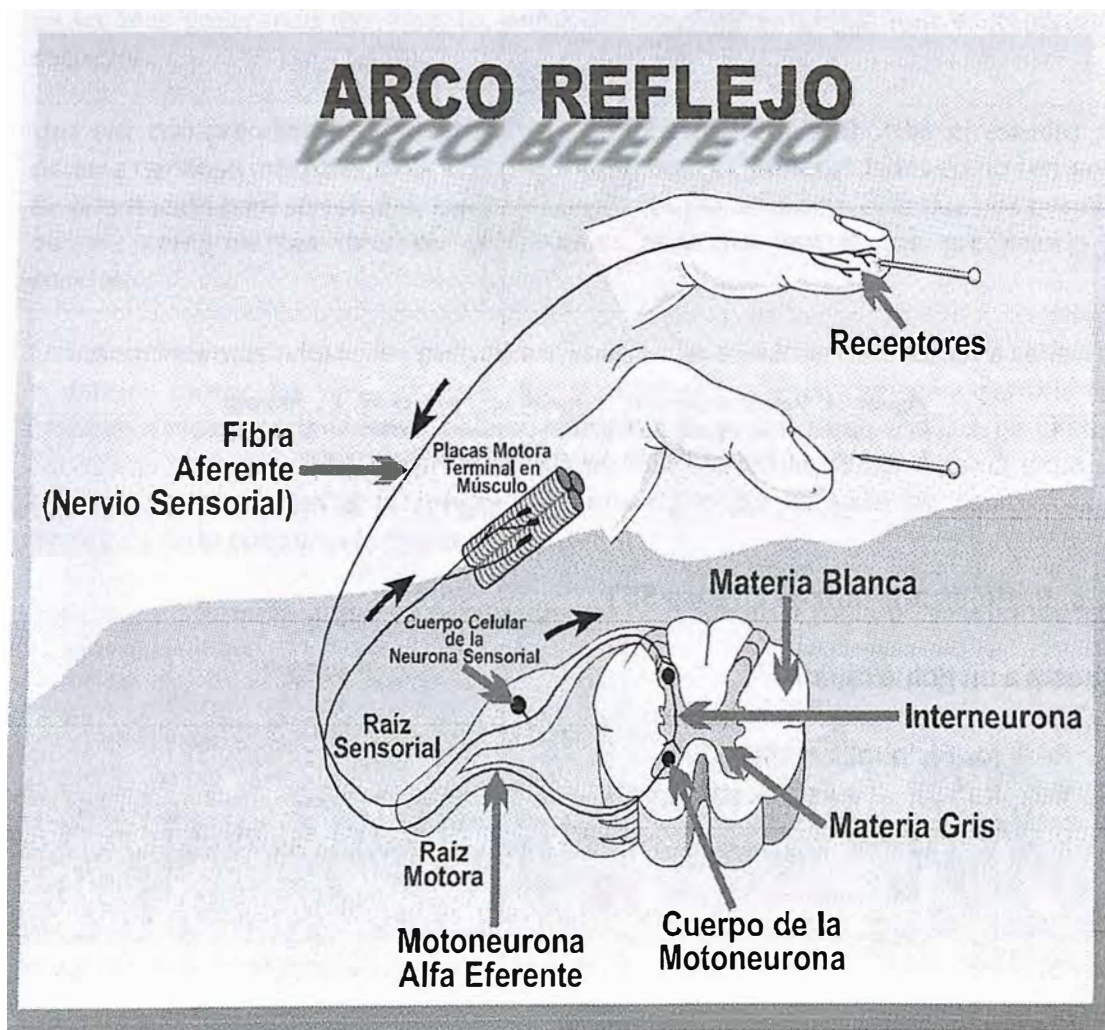


Figura 53: Arco reflejo. Disponible en:
<http://sua.psicol.unam.mx/basesbiologicas/PSI/CONTENIDOS.html>

3.6.2. Clasificación de los reflejos

Los reflejos se pueden clasificar en:

3.6.2.1. Reflejos superficiales (figura 54)

- **Mucosa:** Reflejo corneal, nasal, faríngeo.
Cutáneo: Reflejos abdominales, cremasteriano, plantar.

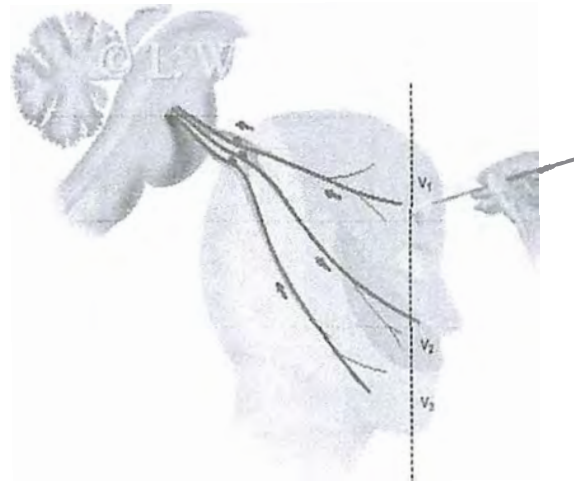


Figura 54: Reflejo superficial. Tomado de: Pauwles W. L., Akesson R.J., Stewart P.A., Spacey S.D. (2003). *Nervios craneales en la salud y la enfermedad*. Madrid, España: Editorial Médica Panamericana.

3.6.2.2. Reflejos miotáticos (figura 55)

Respuesta a un golpe rápido.

- Reflejo Bicipital, estiloradial, tricipital, estilocubital, patelar, aquileo.



Figura 55: Reflejo miotático aquileo: Fuente propia.

3.6.2.3. Reflejos Viscerales:

Reflejo a la luz (miosis)

Reflejo cilioespinal (midriasis)

Reflejo masivo (vaciamiento súbito de la vejiga y del intestino por lesión completa de la médula espinal, niños sometidos a tensión emocional)

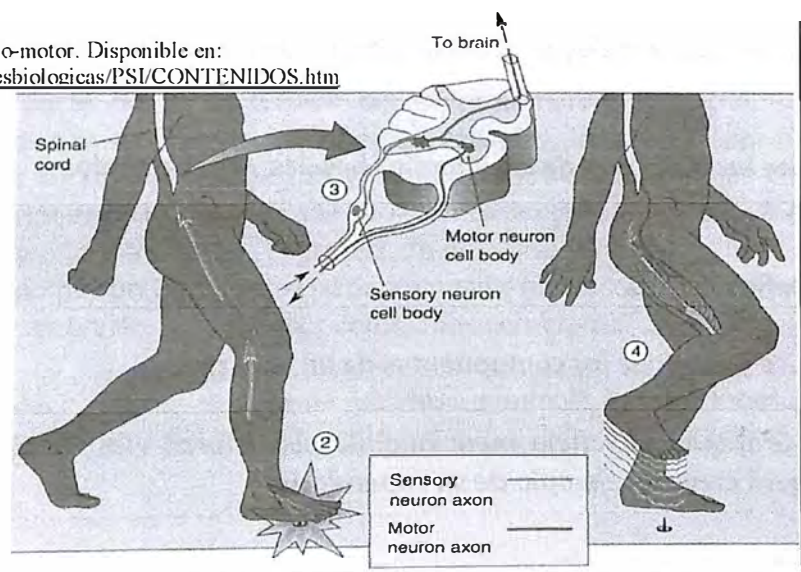
La integración sensorio-motora puede ser comprendida a través del estudio del sistema nervioso central microscópico donde se analiza la morfología y fisiología del componente celular como son las neuronas y las células gliales; la función de la sinapsis considerada como la unidad funcional del sistema nervioso. La sinapsis no sólo se efectúa entre neuronas, también se lleva a cabo entre neuronas y fibras musculares generando movimiento, entre neuronas y células glandulares generando secreción.

Una vez comprendida los aspectos mencionados podremos abordar el estudio del sistema nervioso macroscópico, los conceptos básicos y generalidades como términos de orientación para su estudio, los tres principales planos de sección que nos permite ver los componentes internos del sistema nervioso central con preferencia el encéfalo.

Los conocimientos adquiridos permitirán analizar las funciones del sistema sensitivo, el sistema motor, las vías nerviosas que transmiten impulsos nerviosos sensitivos y motores desde su origen hasta el lugar donde se expresan (figura 56), dependiendo del estímulo generado. A partir de éste abordaje esquemático del sistema nervioso llegaremos a comprender la integralidad sensorio-motor considerado como la base fisiológica de la conducta humana.

Debe revisar la lectura 4.3: *Generalidades del sistema nervioso*; disponible en lecturas complementarias.

Figura 56: Integración sensorio-motor. Disponible en:
<http://sua.psicol.unam.mx/basesbiologicas/PSI/CONTENIDOS.htm>



Revisar el capítulo 7 Tema Organización de la motricidad de:

- Habib M. (1998). *Bases neurológicas de las conductas*. Barcelona, España: Masson S.A. (Páginas 73 - 91) Disponible en fotocopias.



3.7. PREGUNTAS DE REPASO TEMA 3

- 1.- *¿Cuáles son las estructuras del sistema nervioso central involucrados en el sistema motor?*
- 2.- *En el sistema nervioso central ¿Dónde se encuentra la motoneurona superior y dónde la motoneurona inferior?*
- 3.- *¿Cuál es el lóbulo en el que se encuentran localizadas las áreas motoras?*
- 4.- *¿Cuál es el lóbulo en el que se encuentran localizadas las áreas somatosensoriales?*
- 5.- *Cite los trastornos motores por lesión de las neuronas motoras de la corteza cerebral o del haz piramidal*
- 6.- *Cite las diferencias entre el sistema piramidal y el sistema extrapiramidal.*
- 7.- *Cite las funciones de los ganglios basales y del cerebelo.*
- 8.- *Defina reflejo.*
- 9.- *Cite y explique los componentes de un arco reflejo.*
- 10.- *Grafique un reflejo mencionando estructuras vías, tipo de estímulo y respuesta (deberá crear un ejemplo de su experiencia)*

III.IV.III. RESUMEN TEÓRICO UNIDAD 4

El sistema nervioso se encuentra organizado en dos sistemas a la vez el sistema nervioso central y el sistema nervioso periférico, cada uno con componentes propios.

Para su comprensión deben tomarse en cuenta conceptos generales de su organización, como las referencias anatómicas que se emplean para su estudio morfológico, como el plano de sección que separan al organismo en dos mitades iguales derecha e izquierda a partir de esta división tenemos puntos de referencias como mediales, laterales e ipsilaterales por ejemplo.

El estudio morfológico básico del encéfalo se realiza mediante el corte por tres planos principales que seccionan el encéfalo permitiendo ver estructuras internas. Estos planos son el sagital que divide al encéfalo en dos partes derecha e izquierda, el frontal o coronal lo divide en una parte anterior y otra posterior, el plano horizontal divide el encéfalo en una parte superior y otra inferior.

El sistema nervioso central (SNC), se divide en dos partes el encéfalo y la médula espinal. El encéfalo está subdividido en cerebro tronco cerebral y cerebelo, responsables del control de las funciones del organismo.

La médula espinal es la prolongación del encéfalo que conlleva fibras nerviosas a través de las cuales comunica al sistema nervioso central, por medio de los nervios raquídeos y craneales que conforman el sistema nervio periférico, el cual se encuentra encargado de comunicar el medio externo del interno a través de vías aferentes (sensitivas) y eferentes (motoras).

El sistema nervioso periférico se divide en sistema somático formado por los nervios raquídeos y craneales y el sistema nervioso autónomo que a la vez se subdivide en sistema simpático y parasimpático. La interacción de ambos permite el control y la homeostasis de las funciones autónomas.

Las meninges forman parte de la protección del sistema nervioso central. Se encuentra conformada por tres tejidos separados por espacios, los cuales son: de superficial a profundo: la duramadre, aracnoides y piamadre. Entre la aracnoides y la piamadre se encuentran un espacio denominado subaracnoideo donde transcurre el líquido cefalorraquídeo que forma parte de la protección del sistema nervioso central. Dicho líquido es producido por un tejido especial denominado plexo coroideo que se encuentran en espacios cerebrales denominados ventrículos cerebrales.

Desde un punto de vista funcional el sistema nervioso controla las funciones y conductas del organismo a través de la interacción entre dos sistemas el sensitivo y el motor.

El sistema sensitivo formado por neuronas sensitivas aferentes que forman vías sensitivas conducen impulsos nerviosos sensitivos, a partir de la capacidad de sus receptores sensoriales encargados de captar estímulos sensoriales transformándolos en impulsos nerviosos, los cuales recorren a lo largo del sistema nervioso periférico para conectarse con el sistema nervioso central donde a diferentes niveles se produce una sinapsis con las motoneuronas para la respuesta a los estímulos.

El sistema motor es el encargado del control motor a partir de la información del sistema sensitivo, cumple esta función mediante la conformación de diferentes vías motoras que recorren a lo largo del sistema nervioso central y del periférico, estas vías se dividen en dos grandes grupos, las piramidales que controlan los movimientos voluntarios y las extrapiramidales que controlan los movimientos automáticos.

Los reflejos son la respuesta motora preprogramada e involuntaria mediada por una motoneurona como resultado a un estímulo sensor determinado. El estudio de los reflejos refuerza el análisis de la interrelación entre el sistema sensitivo y motor.

Los reflejos forman vías denominadas arcos reflejos. Su función es el de la preservación de la vida y se pueden clasificar en reflejos superficiales, miotáticos y viscerales.

III.IV.IV. ACTIVIDADES UNIDAD 4: A DESARROLLAR POR EL ESTUDIANTE (GUÍA DE LO QUE DEBO HACER)

Actividad 4.1.-

Resuelva las preguntas de repaso en cada uno de los temas.

El documento debe ser escrito en hojas tamaño carta, margen normal, letra Times New Roman número 12 interlineado 1,0 con identificación personal al inicio del documento que incluya: apellidos, nombres, número de actividad y fecha (no requiere carátula).

Actividad 4.2.-

Complete los esquemas disponibles en la actividad 4.2. Debe llenar los espacios destinados a denominar partes de las estructuras graficadas en cada esquema.

El documento debe ser escrito en hojas tamaño carta, margen normal, letra Times New Roman número 12 interlineado 1,0 con identificación personal al inicio del documento que incluya: apellidos, nombres, número de actividad y fecha (no requiere

Actividad 4.3.-

Diseñe esquemas gráficos de las dos vías motoras principales (piramidal y extrapiramidal), tomando como ejemplo los esquemas realizados de las vías sensitivas del sistema nervioso central.

Debe revisar las lecturas complementarias para cumplir la tarea.

El documento debe ser escrito en hojas tamaño carta, margen normal, letra Times New Roman número 12 interlineado 1,0 con identificación personal al inicio del documento que incluya: apellidos, nombres, número de actividad y fecha (no requiere carátula)

Actividad 4.4.-

Elabore un cuadro sinóptico de las alteraciones motoras, los datos del material para la elaboración lo encontrará en la carpeta de lecturas complementarias (*disponible en fotocopias*).

El documento debe ser escrito en hojas tamaño carta, margen normal, letra Times New Roman número 12 interlineado 1,0 con identificación personal al inicio del documento que incluya: apellidos, nombres, número de actividad y fecha (no requiere carátula).

III.IV.III. EVALUACIÓN UNIDAD 4 (COMO DEMOSTRARÉ LO QUE HE APRENDIDO)

- Comprender la anatomía y fisiología básica del sistema nervioso como conceptualizaciones para comprender al ser humano como la unidad psicobiológica.
- Identificar las diferentes estructuras como componentes del sistema nervioso para comprender sus funciones.
- Aplicar los conocimientos neuroanatómicos y neurofisiológicos como abordaje de los sistemas sensoriales y motores para comprender la relación biológica y conductual del organismo.

ACTIVIDAD	PUNTAJE
Actividad 4.1: Preguntas de repaso	20 %
Actividad 4.2: Completar Esquemas	20 %
Actividad 4.3: Diseño de esquemas gráficos	30 %
Actividad 4.4: Elaboración de cuadro sinóptico	20 %
Total	100%

IV. BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Carlson, N.R. (1996). *Fundamentos de Psicología fisiológica*. México, México D.F.: Prentice-Hall Hispano-Americana S.A.
- 2.- Kandel, E.R., Schwart, J.H., Jessell, T.M. (1998). *Neurociencia y conducta*. Madrid, España: Prentice-Hall Internacional.
- 3.- Habib M. (1998). *Bases neurológicas de las conductas*. Barcelona, España: Masson S.A.
- 4.- Tirapu, J.U., Rios, M.L. Maestú, F.U. (2008). *Manual de neuropsicología*. (1ra. Ed.). Barcelona, España: Viguera Editores S.L.
- 5.- Costanzo L.S. (2008). *Fisiología*. México D.F., México: McGraw-Hill Interamericana
- 6.- Snell R.E. (2009). *Neuroanatomía clínica*. Buenos Aires; Argentina: Médica Panamericana.
- 7.- Ross M.H., Pawlina W. (2008). *Histología texto y atlas color con biología celular y molecular*. Buenos Aires, Argentina: Panamericana.
- 8.- Fawcett B. (2004) *Histología*. Madrid, España: Mc Graw-Hill – Interamericana
- 9.- Gosling J.A., Harris P.F., Humpherson J.R. (1994). *Texto y atlas en color anatomía humana*. Madrid: Morby/Doyma Libros.
- 10.- Connors B., Paradiso M. (2008) *Neurociencia la exploración del cerebro*. Barcelona, España: Wolters Kluwer Lippincott Williams & Wilkins.
- 11.- Grupo CTO. *Manual CTO de Medicina y Cirugía* (2011) Madrid Editorial CTO.
- 12.- Luria A.R. (1984). *El cerebro en acción*. Barcelona, España: Ediciones Martínez Roca S.A.
- 13.- Aguilar F.R. (2003). *Plasticidad cerebral*. Rev. Med. IMSS; 41 (1): 55-64
- 14.- Mazzei E.S., Rozman C. (1996). *Semiología y Fisiopatología*. Buenos Aires, Argentina: El Ateneo.
15. Meyers, R, (2008) *Neurobiology: from molecular Disease*, Ed. Printed Hall, 2000
- 16.. Pauwles W. L., Akesson R.J., Stewart P.A., Spacey S.D. (2003). *Nervios craneales en la salud y la enfermedad*. Madrid, España; Editorial Médica Panamericana.
- 17.- Ganong, W.F. (2002). *Fisiología Médica*. México: Manual Moderno.
- 18.- Guyton, A. C. (1989). *Anatomía y Fisiología de Sistema Nervioso Neurociencia Básica*. Buenos Aires: Panamericana.

WEBGRAFIA

<http://sua.psicol.unam.mx/basesbiologicas/PSI/CONTENIDOS.html>