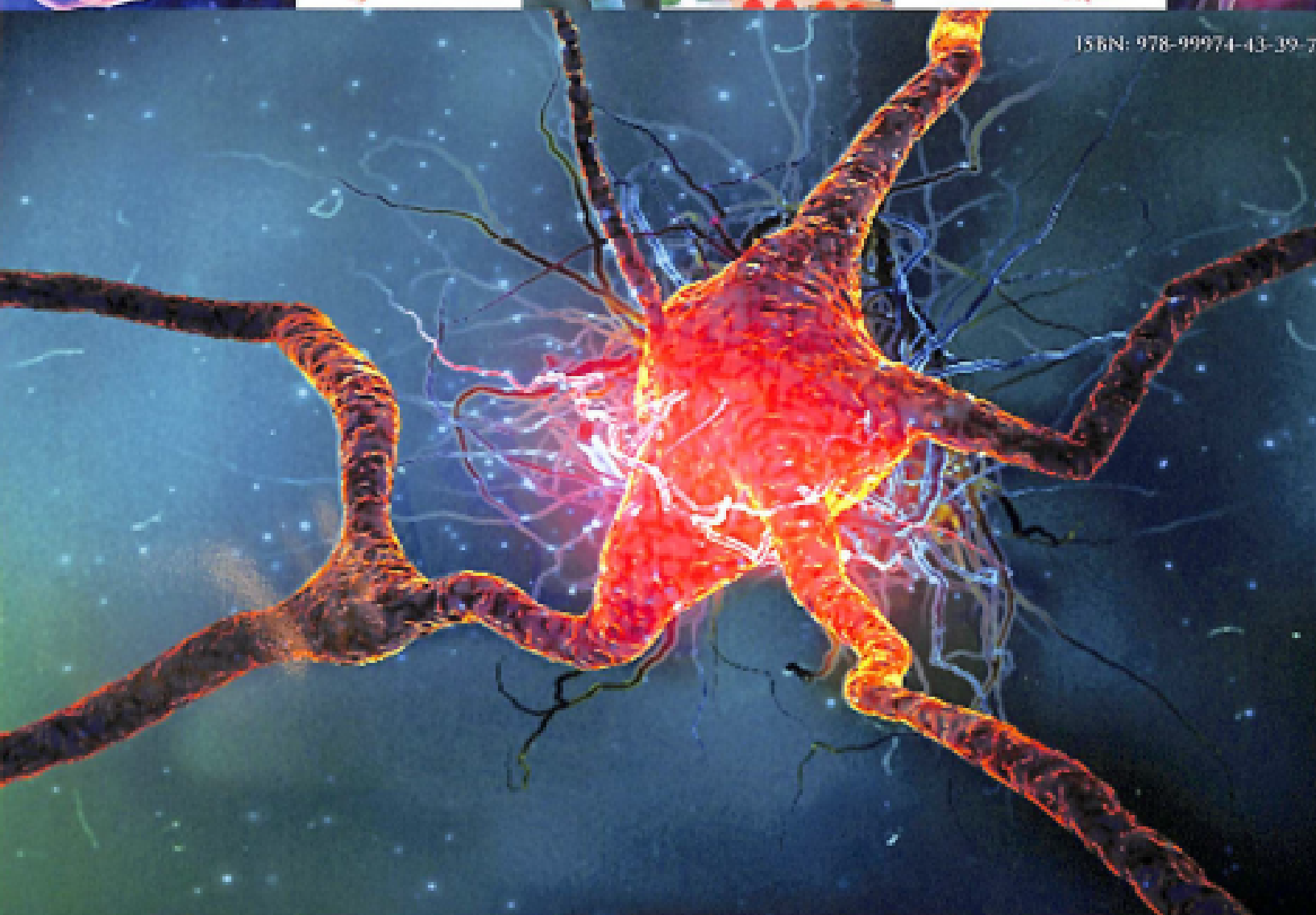




ISBN: 978-99974-43-39-7



APROXIMACIONES A LA PSICOFISIOLOGÍA DE LA EDUCACIÓN

Tania Arancibia Baspineiro
Luis Miguel Duchén Rodríguez

La  **Salle**
Universidad

APROXIMACIONES A LA PSICOFISIOLOGÍA DE LA EDUCACIÓN

1ª Edición ✓

Dra. Tania Arancibia Baspinciro

Año 2014

Editorial: Universidad La Salle

Bologna, Calle Jorge Carrasco, esquina Las

Palmas, No. 150

(591) - 2 - 2723588

Depósito Legal: 4-1-1415-14

ISBN: 978-99974-13-39-7

Impresión: Universidad La Salle

La Paz- Bolivia

PRÓLOGO

Los avances en neurociencias y el creciente conocimiento sobre el cerebro humano, muestran varios aspectos del cerebro en funcionamiento, como la conformación de circuitos sinápticos en el neo cortex que dan lugar al aprendizaje o la ley del ejercicio y la repetición que refuerzan los circuitos cerebrales dando lugar a la conformación de conocimientos previos. Conocimientos como estos, son actualmente la base de un nuevo paradigma educativo, centrado en el educador, quien por su importancia en el proceso pedagógico, adquiere el nuevo rol de modificador cerebral.

La educación actual, tiene la misión de implementar nuevos modos de enseñar y educar que se nutren de las investigaciones en el campo de las neurociencias, del conocimiento del cerebro y de las inmensas posibilidades que éste en un ambiente adecuado, dando lugar a un nuevo paradigma educativo que atiende a la diversidad en el aula, individualizando procesos educativos.

La individualización de los procesos educativos, como respuesta a la diversidad en el aula, puede y debe ser una realidad porque ya existen aportes e investigaciones suficientes para revertir ciertos fenómenos como la inatención, la falta de motivación o la constante fatiga que sufren los estudiantes en las aulas.

La educación en Bolivia, debe ingresar a “la era de las neurociencias” y brindar respuestas oportunas y adecuadas a miles de niños y jóvenes que desarrollarán sus capacidades y habilidades en función a la atención que le brinden los profesionales en educación, desde su nuevo rol de modificadores cerebrales.

El educador comprometido en adoptar este nuevo rol adquiere la responsabilidad de conocer los fundamentos físico orgánicos del sistema nervioso, que alberga al cerebro, órgano central del aprendizaje y órgano más importante del ser humano, en su esencia de ser social.

La autora, Dra. Tania Arancibia Baspineiro, a pesar de su juventud cuenta con gran experiencia y dedicación en la enseñanza superior en esta área. Es una profesional inquieta y una investigadora silenciosa que gradualmente va mostrando sus frutos. La pasión con la que ella enseña y diversifica las formas de presentar sus contenidos, se plasma en este libro que afirma las competencias que, como profesional y como ser humano, tiene.

Tania, es mi amiga y compañera de ideales, juntas soñamos proponer la línea de Neuropedagogía en nuestro país, como un aporte a la educación boliviana. El día a día de Tania como Médico, docente universitario y el mío como educadora, nos muestra a niños con dificultades de aprendizaje, niños con discapacidades y niños sin ningún problema orgánico que presentan dificultades en el aula. Juntas creemos; que conocer la fisiología y aplicarla a la educación, mejorará la práctica educativa, haciéndola más humana Y sensible.

Aseguro al lector que en este libro encontrará de forma didáctica, amena y documentada los principios de la psicofisiología de la educación y que al integrarlos con las Neurociencias y las Ciencias de la Educación, podría originar una verdadera revolución educativa, que afectaría a todas las áreas de la educación.

Dra. María Nelsa Paniagua Gonzales.

PRESENTACIÓN

El libro Aproximaciones a la Psicofisiología de la Educación pretende tomar lo necesario de la Psicología, la Fisiología y otras ramas afines en procura de facilitar al futuro educador los elementos básicos que le permitan acceder a una serie de conocimientos, actitudes y habilidades útiles para su desarrollo profesional.

El presente libro está conformado por trece capítulos, los cuales se engranan consecutivamente del primero al último.

En este texto, en los capítulos 1 y 2, se tratará inicialmente el origen de la vida; los elementos que constituyen al cuerpo humano desde la célula, pasando por los tejidos, órganos, aparatos y sistemas de forma muy sintética.

Posteriormente, en los capítulos 3 y 4 y 5 se hará énfasis en la estructura y función de la célula como unidad fundamental de la vida, para luego estudiar a la neurona como unidad funcional del sistema nervioso, a la sinapsis como pilar de la comunicación interneuronal en un intento por consolidar un cimiento suficientemente sólido para adentrarnos al estudio del sistema nervioso.

Se hará énfasis especial en el cerebro y la corteza cerebral, en procura de relacionarlos con funciones trascendentales de la cadena cognitiva en los capítulos 6, 7 y 8. Se verá la importancia del resto de estructuras del sistema nervioso en relación a procesos implicados en la educación en los capítulos 9, 10 y 11. Las hormonas serán estudiadas brevemente para reconocer su actual trascendencia en el aprendizaje en el capítulo 12. Además se tocará el delicado tema de la adicción a las drogas a manera de epílogo reflexivo en el último capítulo.

Con todo, el presente texto es un instrumento que aporta al logro de la construcción del perfil profesional del futuro educador. Más que un texto de referencia es una ayuda que aproximará al lector al mundo de la Psicofisiología de la Educación.

INDICE

	Página
1. Introducción a la Psicofisiología de la Educación	9
1.1 Aspectos generales del Hombre	9
1.2 El aprendizaje y la cognición	10
1.3 Rol de la Psicofisiología de la Educación en la formación docente	11
2. Del origen de la vida a la constitución de un sistema integral:	13
El cuerpo humano	
2.1 El origen de la vida	13
2.2 El agua	14
2.3 Las proteínas	14
2.4 Los lípidos	15
2.5 Los carbohidratos	15
2.6 Los ácidos nucleicos	15
2.7 Sustancia inorgánicas	15
2.8 De la célula a los sistemas corporales	17
3. La célula como unidad fundamental de la vida	19
3.1 La célula	19
3.2 Consideraciones generales	19
3.3 Constitución física y química de la célula	20
3.4 Capacidades celulares	20
3.5 Partes de la célula	21
3.6 Los ácidos nucleicos y su papel en la herencia	28
4. La neurona y las células gliales	31
4.1 Introducción	31
4.2 La neurona	32
4.3 Clasificación de las neuronas	35
4.4 Células gliales	36
4.5 La mielina como facilitador de la comunicación neuronal	37
4.6 Fisiología de la neurona	37
5. Sinapsis y su importancia en la comunicación neuronal	41
5.1 Introducción	41
5.2 Sinapsis y su constitución	41
5.3 Tipos de sinapsis	42
5.4 Circuitos neuronales	44
5.5 Redes neuronales	45
5.6 Neurotransmisores	46
6. Sistema nervioso	49
6.1 Introducción	49
6.2 Sistema nervioso central	50
6.3 Sistema nervioso periférico	53

7. Cerebro	57
7.1 Introducción	57
7.2 Características de los hemisferios cerebrales	58
7.3 Lóbulos de los hemisferios cerebrales	59
7.4 Vista medial de los hemisferios cerebrales	64
7.5 Estructura interna de los hemisferios cerebrales	65
7.6 Plasticidad cerebral	67
8. Lateralidad cerebral	71
8.1 Introducción	71
8.2 Dominancia cerebral	72
8.3 Mecanismos biológicos de la dominancia	72
8.4 Funciones y particularidades hemisféricas	73
8.5 ¿El retraso de la maduración cerebral causa dislexia?	75
9. Emociones, necesidades - motivación, atención, hipotálamo y Sistema Límbico	77
9.1 Emociones	77
9.2 Necesidades y motivación	79
9.3 Atención	80
9.4 Hipotálamo	81
9.5 Sistema límbico	82
10. Psicofisiología de la Memoria	85
10.1 Introducción	85
10.2 Fases psicofisiológicas de la memoria	86
10.3 Sistemas de memorias	89
11. Aprendizaje: Modificaciones en el sistema nervioso central	95
11.1 Introducción	95
11.2 Aprendizaje	96
11.3 Las neuronas en espejo y aprendizaje	98
11.4 Mecanismos celulares de aprendizaje: habituación y sensibilización	99
11.5 Los cambios en el mapa somatosensorial de la corteza cerebral	100
12. Hormonas y aprendizaje	103
12.1 Introducción	103
12.2 Hormonas	104
12.3 Hipotálamo como regulador hormonal	105
12.3 Hormonas relacionadas con el aprendizaje	105
13. Psicofisiología de la adicción y drogas que afectan la conducta	109
13.1 Introducción	109
13.2 Abuso de drogas y adicción	110
13.3 Drogas que afectan la conducta	111
14. Bibliografía	117
15. Webgrafía	118

1 Introducción a la Psicofisiología de la Educación

Tania Arancibia Baspineiro
Luis Miguel Duchén Rodríguez

Objetivos:

Que el estudiante logre:

- Conocer los aspectos generales de la Psicofisiología de la Educación a un nivel de familiarización.
- Valorar la importancia de la Psicofisiología de la Educación
- Identificar los elementos que constituyen al hombre como un todo integral, complejo e inacabado.

1.1 Introducción

La Psicofisiología de la Educación pretende orientar y brindar herramientas básicas que permitan abordar y comprender las funciones del sistema nervioso, quien nos permite entender y lograr todo lo que imaginaríamos hacer, saber e incluso experimentar.

El ser humano posee una fuente inagotable de saberes, donde se procesan innumerables funciones como por ejemplo los pensamientos, el lenguaje, actitudes, emociones, la forma de responder a nuestro entorno, y hasta cómo y por qué aprendemos, esta fuente de infinidad de capacidades se encuentra en el encéfalo que forma parte del sistema nervioso central que a su vez es parte de un sistema de mayor complejidad que es el organismo: el "hombre".

Desde el enfoque de la Psicofisiología se podrá comprender el funcionamiento del cuerpo humano, especialmente el sistema nervioso central y a partir de este conocimiento entender las funciones cognitivas.

El Hombre, es un ser integral porque las facetas biológica, psicológica y social que lo constituyen se integran de forma sólida e indivisible. Su estructura biológica, referida a su cuerpo, su estructura psicológica, referida a la mente y la estructura social, referida a su medio ambiente y su relación con éste, son parte de un todo.

El Hombre es complejo, y esa complejidad a determinado que a través de la historia, los intentos de explicar cada una de sus estructuras por medio de infinidad de ciencias han sido insuficientes. Aún no se conocen minuciosamente los mecanismos por los que muchas enfermedades afectan partes del cuerpo, no existe consenso total en varios temas relacionados a la mente y su funcionamiento y, finalmente, los fenómenos sociales son tan variados que no se pueden presuponer los pasos que seguirá la humanidad en el devenir del tiempo.

Es inacabado, porque en su intento por encontrar respuestas a sus múltiples interrogantes, se da cuenta que requiere nuevos saberes y ello le permite evolucionar y desarrollarse de acuerdo a los lineamientos que considera pertinentes, por ello, recurre a la educación en busca constante de respuestas.

En tal sentido el hombre, no es un ser parcelado que tiene cada una de sus facetas funcionando de forma independiente, pues, por el contrario, requiere de sí mismo y de sus semejantes para lograr sus metas, anhelos y sueños, éstos son posibles a partir de la educación, que en la actualidad -como lo ha sido siempre- es pilar fundamental de la vida y requiere de personas que sean capaces de guiar este proceso integral que nunca termina y siempre abre nuevos caminos.

1.2 El aprendizaje y la cognición

Los temas relacionados al aprendizaje y la cognición son centrales para quienes pretenden ser educadores, su trascendencia va más allá de la simple teoría y llega a determinar las diferencias entre las personas -llamadas normalmente personalidad-, que están fuertemente influenciados por la experiencia, así por ejemplo, los adolescentes suelen adoptar los roles sexuales exhibidos por los adultos. El hecho de que una persona sea violenta, pacífica, ansiosa o segura de sí misma, gregaria o solitaria, reflexiva o impulsiva, mentirosa o cándida, va a depender de las experiencias y la interpretación que se haga de las mismas. Es decir, todo depende del aprendizaje y de la cognición.

La última frontera de este mundo -y quizá la más grande-se encuentra en el interior de las personas. El sistema nervioso humano permite 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.

La palabra “conducta” engloba tanto las actividades humanas, tal como pueden evaluarse a través de la simple observación del comportamiento exterior del individuo, como una serie de nociones más abstractas (p. ej., la memoria y la inteligencia), que habitualmente se designan con el término “funciones cognitivas”, y otras todavía más subjetivas que son las sensaciones y las emociones.

Los cambios de conducta que se obtienen a través del aprendizaje son el objetivo de la educación. No puede concebirse un sistema educativo, cualesquiera que sea, que no logre un cambio de conducta, desde el conductismo al constructivismo, se ha buscado cambios de conducta en tal o cual sentido, en diferentes proporciones y con diferentes finalidades, por ello, el entendimiento de los mecanismos relacionados con el aprendizaje se constituye en el pilar fundamental de la Psicofisiología de la Educación.

Existen diferentes formas en que los estados y procesos corporales producen y 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, cuya importancia no es motivo de estudio en el presente texto ya que otras disciplinas se encargan de este aspecto.

1.3 Rol de la Psicofisiología de la Educación en la formación docente

Como se mencionó antes, relación entre lo psíquico y biológico tiene importancia trascendental en el aprendizaje, de ahí la necesidad de entender los fenómenos corporales – fundamentalmente en el sistema nervioso- y su relación con la psicología para encaminarnos hacia la educación. La Psicofisiología de la Educación permitirá continuar este camino con fundamentos técnico-científicos que explican de manera integral la relación entre la cadena cognitiva y el sistema nervioso.

Para abordar la Psicofisiología de la Educación es necesario adquirir una serie de saberes básicos relacionados con la biología celular, la neurofisiología, la neuroanatomía, la psicología cognitiva, la psicología de la educación y otras ciencias.

Preguntas de Reflexión

- ¿Qué otras dimensiones, fuera de la psicológica, biológica y social consideras que tiene el Hombre?
- Teniendo en cuenta la trascendencia del aprendizaje en la conducta ¿Está de acuerdo en la necesidad de conocer la relación de lo psíquico y lo biológico para entender cómo es que las personas aprenden?
- ¿Es importante la Psicofisiología de la Educación para comprender al ser humano como un ser integral? ¿Por qué?

Lecturas Recomendadas

- 1.- Carlson, N.R. (1996). *Fundamentos de Psicología fisiológica*. México, México D.F.: Prentice-Hall Hispano-Americana S.A.
- 2.- Kandel, E.R., Schwartz, J.H., Jessell, T.M. (1998). *Neurociencia y conducta*. Madrid, España: Prentice-Hall Internacional.
- 3.- Puente A., (1998). *Cognición y aprendizaje fundamentos psicológicos*, España.: Ediciones Pirámide.
- 4.- Woolfolk A., (1999). *Psicología educativa*, México.: Editorial Prentice Hall, Séptima edición.

2 Del origen de la vida a la constitución de un sistema integral: el cuerpo humano

Tania Arancibia Baspineiro
Luis Miguel Duchén Rodríguez

Objetivos:

Que el estudiante logre:

- Comprender la constitución biológica del cuerpo humano desde la química básica hasta los sistemas corporales
- Valorar la importancia de la interdependencia de los componentes del cuerpo humano
- Identificar los diferentes niveles de organización del cuerpo humano

2.1 El origen de la vida

Para entender la constitución del cuerpo humano, hay que conocer, de forma básica, cuál es el origen de la vida, a través de ello entenderemos el carácter sistémico del cuerpo humano como un todo dependiente de sus partes.

Entender el origen de la vida trae consigo una serie de incógnitas. Para muchos, el entendimiento de la vida se ha basado en la materia, en el entendido de que jamás permanece en reposo, sino se halla en constante movimiento, se desarrolla y, a través de este desarrollo, pasa de una forma de movimiento a otras nuevas, cada vez más perfectas y complejas.

La vida, concretamente, representaría una forma especial, muy complicada, de movimiento de la materia, que habría surgido como propiedad nueva en una determinada etapa del desarrollo general de la materia. Como ésta, existen varias teorías sobre el origen de la vida, sin embargo, tomaremos en cuenta la teoría promulgada por Alexander Oparín en 1924, que parece ser aceptada hoy en día por su estrecha relación con los fenómenos químicos a través de los cuales se explica la constitución de los seres vivos.

La vida tiene un origen químico, es decir, se inició a través de la mezcla de diferentes sustancias elementales que, combinadas con otras, dieron origen a moléculas cada vez más complejas, capaces de generar estructuras que en conjunción con otras formen y permitan a sucesivamente conglomerados cada vez más grandes y funcionales, capaces de tener su propia y de formar nuevos seres.

Inicialmente, la existencia de elementos tan simples como el hidrógeno (H), el oxígeno (O) el nitrógeno (N) y el carbono (C) dieron origen a moléculas elementales como el agua, los aminoácidos, los lípidos, los azúcares y los ácidos nucleicos que fueron complementados con las sustancias inorgánicas.

Estos elementos se constituyen en la base química de todas las formas de vida.

2.2 El agua

Sin agua no es posible la vida, una persona presentaría un grave deterioro en su metabolismo si no consume agua por más de tres días, debido a que es el “solvente universal”, es decir, casi todas las reacciones químicas se producen en el agua, también permite la homeostasis orgánica, por ello, su presencia en los seres vivos es indispensable. Todas las formas de vida, según Darwin, provienen de precursores que se generaron en el agua, tal afirmación no hace más que fortalecer el principio por el que el agua se considera como “la molécula de la vida”, no es casual que entre 55% a 65% del peso corporal de una persona corresponde a la cantidad de agua que tiene dentro de su organismo.

2.3 Las Proteínas

Las proteínas están formadas por la unión de aminoácidos, su importancia estriba en que son moléculas que forman estructuras en las células: receptores, canales de transporte, catalizadores y otros que son fundamentales para el funcionamiento de todos los sistemas corporales tales como las hormonas y los neurotransmisores.

Las proteínas tienen importancia en el aprendizaje, ya que, para todos los procesos mentales se requiere de un sistema nervioso que funcione de forma adecuada, para ello éste requiere que sus elementos estén constituidos y estructurados por proteínas en sus diferentes formas. Tal hecho, es demostrable, a partir del deficiente desempeño que tienen niños que no han recibido un aporte suficiente de proteínas en su dieta para cubrir sus necesidades básicas.

Es por ello importante que dentro de la dieta de los estudiantes, especialmente en la de los niños, existan alimentos ricos en proteínas tales como la leche y sus derivados, todos los tipos de carnes, el huevo, la quinua, el amaranto, la cañahua, la soja, etc. Debido al alto costo de los alimentos ricos en proteínas, la población boliviana tiene grandes problemas de

aprendizaje relacionados con la desnutrición, sin embargo, el futuro educador, debe asumir su rol de líder y procurar que las familias de sus estudiantes privilegien el consumo de proteínas en su dieta.

2.4 Los lípidos

Lo lípidos, conocidos popularmente como grasas y aceites, son moléculas que constituyen todas las membranas celulares, además sirven, entre otras cosas, como fuentes energéticas de reserva. Una de sus funciones importantes, relacionadas con el sistema nervioso, es que constituyen la mielina, que es la envoltura que rodea a los axones de las neuronas y que aumenta la velocidad de conducción de información, por ello se consideran importantes componentes de la dieta de las personas, se encuentra lípidos en todos los aceites y mantecas, por ejemplo la soja, la palta, las almendras y el maní.

2.5 Los carbohidratos

Los carbohidratos, llamados también azúcares, son moléculas que entre otras funciones, proporcionan energía rápida, es decir, que su consumo facilita procesos que requieren energía urgente por ejemplo las funciones cognitivas, actividades motoras entre otras, su representante más conocido es la glucosa. La glucosa tiene trascendencia en el aprendizaje fundamentalmente porque es el elemento que nutre al cerebro, que se encarga básicamente de aprender. El cerebro sólo obtiene energía a partir de la glucosa y el oxígeno, por ello, si una persona no ha consumido glucosa (azúcar) o componentes que la contengan tendrá dificultades en todos sus procesos mentales, debido a que el cerebro no tendrá “combustible” para cumplir sus funciones.

2.6 Ácidos nucleicos

Los ácidos nucleicos son el ácido desoxirribonucleico (DNA) y el ácido ribonucleico (RNA), ambos son los responsables de la herencia, de la transmisión de los caracteres hereditarios de un ser a otro.

Su importancia en el aprendizaje está relacionada, por ejemplo, con el componente hereditario de la inteligencia o por la transmisión de predisposiciones a adquirir enfermedades con repercusión en el aprendizaje, tales como el hipotiroidismo, déficits sensitivos (sordera, ceguera), entre los más importantes.

2.7 Sustancias inorgánicas

Las sustancias inorgánicas son fundamentalmente minerales, tales como: calcio, sodio, potasio, cloro, magnesio, fósforo, hierro. Cada una de estas sustancias tiene diferentes funciones en los seres vivos.

El papel del **Calcio** es valioso en el sistema nervioso por su aporte en la comunicación interneuronal, ya que regula el transporte de neurotransmisores a nivel sináptico, de no existir calcio en cantidades suficientes, la comunicación interneuronal dejaría de ser efectiva.

La presencia del **Sodio** en nuestro organismo es importante en concentraciones adecuadas. El sodio y el agua están íntimamente relacionados, los trastornos o alteraciones en la concentración en el organismo de uno repercute en el otro, si se pierde sodio también se pierde agua y viceversa, el sodio es importante para regular la adecuada concentración de agua dentro y fuera de las células, como por ejemplo en las neuronas, la adecuada concentración de agua permite mejorar las reacciones químicas para la producción de neurotransmisores en la sinapsis.

El **Potasio** se encuentra en mayor concentración en el líquido intracelular, participa en varios procesos fisiológicos, siendo imprescindibles para las funciones enzimáticas celulares (degradación de sustancias a moléculas más simples), conducción del impulso nervioso, función del músculo esquelético y la contractilidad de las células cardíacas, la disminución de potasio intracelular podría producir: debilidad muscular, disminución del movimiento intestinal, alteración en la función cardíaca.

El **Cloro** juntamente al Sodio se encuentra en mayor concentración en el líquido extracelular, la función del cloro se encuentra relacionada con la función del sodio manteniendo la adecuada concentración de agua tanto dentro como fuera de la célula, el ingreso del cloro en mayor cantidad dentro de neurona genera la inhibición de impulsos nerviosos.

El **Magnesio** se encuentra en mayor cantidad dentro de la célula, es importante porque estimula el crecimiento y la inmunidad celular, tiene un efecto antiinflamatorio, regulador térmico esencial para la función neuronal.

El **Fósforo** está entre los componentes más abundantes en todos los tejidos del organismo, casi todas las reacciones químicas dependen del fósforo, especialmente el aporte de energía celular, aumenta la capacidad de transporte de oxígeno por la hemoglobina (proteína del glóbulo rojo).

El **Hierro** es importante componente de la hemoglobina para la captación de oxígeno, la menor concentración de hierro produce anemia generando: desganado, somnolencia, debilidad y estos síntomas propician menor predisposición para el aprendizaje.

Así, cada uno de los elementos mencionados, tienen importancia en la constitución de las células que son las unidades funcionales de la vida.

Es destacable que ninguno de los elementos mencionados actúa de forma aislada y que todos y cada uno son interdependientes y complementarios.

2.8 De la célula a los sistemas corporales

La célula es la unidad fundamental de la vida, a partir de ella se constituyen todos los elementos que forman al cuerpo humano.

Cada una de las células del cuerpo humano, tiene dentro de su estructura, como se verá en el siguiente capítulo, diferentes proporciones de las moléculas antes mencionadas. El conglomerado de células que tienen una función similar constituyen los tejidos. La unión de tejidos con funciones más o menos relacionadas da origen a los órganos. El conjunto de órganos que contribuyen a una serie de funciones convergentes forman los aparatos o sistemas. El conjunto de sistemas forma al cuerpo humano. Así por ejemplo: las neuronas y las células gliales forman el tejido nervioso; conglomerados de tejido nervioso de características comunes constituyen al cerebro; el mismo, junto con el tálamo, el tallo cerebral, el cerebelo, la médula espinal y los nervios periféricos constituyen el sistema nervioso, que, junto a los sistemas cardiovascular, respiratorio, urinario, músculo-esquelético, endocrino, digestivo, tegumentario y reproductor forman al cuerpo humano.

De esta forma, puede afirmarse que el cuerpo humano es un prototipo de sistema, en que las partes forman un todo y son interdependientes una de la otra, siendo que una parte no hace al todo, pero que todas las partes conforman un ser indivisible que parte de lo más simple para llegar a lo más complejo.

Como ya se ha mencionado, el hombre es un ser que tiene facetas diferentes, el cuerpo humano es el representante de la faceta biológica que debe complementarse con lo psicológico y lo social para llegar al hombre integral.

Preguntas de Reflexión

- ¿Consideras que el planteamiento de Oparín sobre el origen de la vida es el más acertado?
- ¿Existe relación entre la constitución química de las células y el aprendizaje?
- ¿Consideras que el cuerpo Humano es un modelo perfecto de un sistema que puede ser aplicado a las teorías del aprendizaje?
- ¿Consideras que el ser humano es un ser independiente o interdependiente?

Lecturas Recomendadas

- 1.- Darwin, C. (1994) *Origen de las especies*. Madrid, España, Ediciones Akal, Segunda Edición.
- 2.- Gartner L.H. (2002). *Histología texto y atlas*. (2da Edición). México D.F., México: Editorial McGraw-Hill Interamericana.
- 3.- Guyton A.H. (2002). *Tratado de Fisiología Médica*. (10ma Edición). México D. F., México.: Editorial McGraw-Hill Interamericana.
- 4.- Leninger A.N. (2000). *Principios de bioquímica*. (2da edición). España.: Ediciones Omega.
- 5.- Oparin, A. I. (1979). *Origen de la vida sobre la Tierra*. Madrid, España.: Editorial Tecno.
- 6.- Tórtora C. (1999). *Principios de anatomía y fisiología*. Madrid, España.: Masson.

3 La célula como unidad fundamental de la vida

Tania Arancibia Baspineiro
Luis Miguel Duchén Rodríguez

Objetivos:

Que el estudiante logre:

- Comprender la fisiología celular humana básica y las bases de la herencia.
- Valorar la importancia de la célula como unidad fundamental de la vida
- Identificar los componentes principales de la célula humana.

3.1 La célula

La célula es la estructura viviente básica más pequeña capaz de tener vida propia. Es la unidad anatómica, histológica, fisiológica y genética de la vida.

Es la unidad anatómica porque a partir de ella se definen las formas de los seres vivos, es decir, la célula es la unidad morfológica fundamental; la unidad histológica porque a partir de ella se forman los diferentes tejidos; la unidad fisiológica porque a partir de la célula se definen las funciones de los tejidos y los órganos que constituye; la unidad genética porque en ella se encuentran los determinantes de la herencia (DNA y RNA) que se transmite de generación en generación en los diferentes seres vivos.

3.2 Consideraciones generales

Aunque en el ser humano hay más de doscientos tipos diferentes de células, cada tipo con una función diferente, todas las células poseen ciertas características que las unifican, y por tanto se pueden describir en términos generales.

Las estructuras celulares son tan pequeñas que no pueden ser observadas a simple vista, para lograr identificarlas se utiliza el microscopio, instrumento óptico que a través de un sistema de lentes aumenta el tamaño de las imágenes en cientos o miles de veces.

La célula puede tener múltiples formas: cúbica, esférica, cilíndrica, estrellada, alargada, plana, de huso, etc., dependiendo de su función.

El color de las células generalmente es transparente pero depende también de su localización para asumir diferentes tonalidades.

El número de las células del cuerpo humano no es definido, tanto por que las personas tienen diferentes tamaños, actividades y debido a la constante degeneración y regeneración celular.

3.3 Constitución química y física de la célula

La célula está constituida a nivel molecular por agua, lípidos, proteínas, carbohidratos, ácidos nucleicos y por sustancias inorgánicas que combinado en múltiples formas, constituyen cada una de sus estructuras.

El estado físico de la célula es el de un coloide, es decir, un estado intermedio entre el sólido y el líquido, semejante a la gelatina.

3.4 Capacidades celulares

Las células tienen en común ciertas capacidades que están más o menos desarrolladas de acuerdo al tipo de célula, estas son:

a. Irritabilidad

Capacidad celular de generar una respuesta ante un estímulo. Esta capacidad está mejor desarrollada en las neuronas.

b. Conductibilidad

Capacidad celular de transmitir una señal dentro de su citoplasma o a otras células adyacentes. También se encuentra mejor desarrollada en las neuronas.

c. Contractilidad

Capacidad celular de disminuir su tamaño y volver al tamaño inicial. Capacidad desarrollada especialmente en las células musculares.

d. Absorción

Capacidad celular por la que la célula introduce una sustancia del medio externo al citoplasma. Para poder ejecutar esta capacidad la célula requiere de la endocitosis, que es el mecanismo a través del cual se realiza la absorción de sustancias líquidas como sólidas.

e. Secreción

Capacidad celular por la que se mandan al medio externo sustancias que son útiles. Estas sustancias pueden ser hormonas, proteínas, agua, etc.

f. Excreción

Capacidad celular por la que se mandan al medio externo sustancias de desecho. En general, el mecanismo por el que se realiza la secreción y la excreción se denomina exocitosis, independientemente del estado físico de la sustancia.

g. Crecimiento

Capacidad por la que la célula aumenta de tamaño. En realidad, lo que aumenta de tamaño, más que las células son los tejidos, desde este punto de vista, pueden existir dos tipos de crecimiento: por aumento en el número de células o por aumento en su volumen.

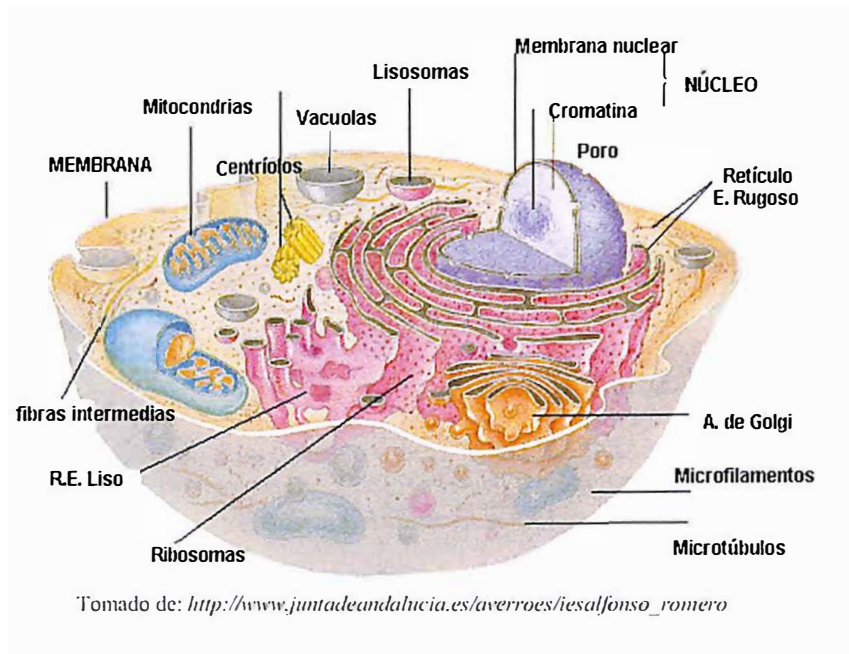
h. Respiración

Capacidad celular por la que se obtiene energía a partir del oxígeno y otro tipo de sustancias para mantener el metabolismo celular.

El metabolismo es el conjunto de reacciones químicas que buscan la nutrición de la célula y facilitan el cumplimiento de sus funciones.

3.5 Partes de la célula

Desde un punto de vista didáctico, la célula puede dividirse en dos partes principales: el citoplasma y el núcleo, sin embargo, éstas son interdependientes entre sí y cada una de ellas aporta al funcionamiento de la otra.



3.5.1 Citoplasma

El citoplasma envuelve al núcleo y se extiende desde la envoltura nuclear hasta el exterior de la célula. La mayor parte del citoplasma es agua, en la que están disueltas y suspendidas sustancias químicas orgánicas e inorgánicas. Este componente líquido de la célula se conoce como citosol.

El citosol contiene dentro de sí a tres grupos de elementos: los organitos, el citoesqueleto y las inclusiones.

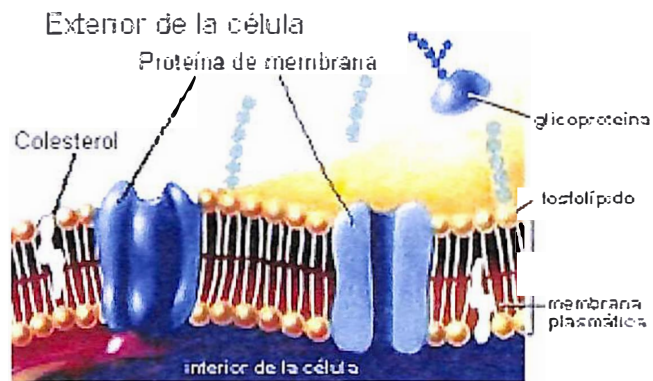
3.5.1.1 Organitos

Los organitos son estructuras metabólicamente activas que efectúan funciones definidas. A continuación mencionamos los más trascendentes con sus funciones más destacadas.

Membrana citoplasmática: Cada célula está limitada por una membrana citoplasmática constituida por dos capas de fosfolípidos y proteínas separadas por un espacio. La disposición química de las moléculas permite que se constituya en una barrera selectiva debido a que una parte de cada capa es hidrófila y la otra es hidrófoba, restringiendo de esta manera el paso del agua y de sustancias que se diluyen en ella así como de sustancias que no lo hacen, cumpliendo funciones importantes tales como:

- Conservar la integridad estructural de la célula
- Controlar el paso de sustancias hacia el interior y el exterior de la célula

- Regular las interacciones entre unas y otras células
- Reconocer por medio de los receptores, a los antígenos, las células extrañas y las células alteradas
- Actuar como barrera permeable entre el citoplasma y el ambiente externo
- Establecer sistemas de transporte para moléculas específicas como los neurotransmisores.
- Efectuar la transducción de las señales físicas, químicas o de ambos tipos en acontecimientos intracelulares.



Tomado de: <http://www.efn.uncor.edu/dep/biologia/intrbiol/cdel2.htm>

Para que las sustancias atraviesen la membrana es necesario que lo hagan a través de las proteínas, que se constituyen en transportadores selectivos y permiten la interacción específica de las células con elementos como las hormonas o los neurotransmisores.

La membrana citoplasmática está rodeada en su cara externa por una capa de glucoproteínas y glucolípidos denominada Glucoliz, sus funciones principales son: la adhesión celular y la identificación celular. Al encontrarse como la estructura más externa de la célula, es la que facilita la unión entre célula y célula, por otro lado, debido a su constitución química, es “la huella digital de la célula”, su configuración es única e irrepetible en cada persona, lo que facilita la identificación de agentes externos como bacterias y virus, facilitando la defensa del organismo.

Retículos endoplasmáticos: Los retículos endoplasmáticos son túbulos huecos constituidos por membranas que se distribuyen por toda la célula como las calles de una ciudad. Se los denomina retículos porque son “redes” localizadas en citoplasma, cumplen varias funciones, fundamentalmente en la producción de diferentes tipos de sustancias. Existen dos tipos de retículos endoplasmáticos: el rugoso o granular y el liso o agranular. La función del **retículo endoplasmático rugoso** es la producción de proteínas para la propia célula como para la secreción. El **retículo endoplasmático liso** tiene por función la producción de lípidos.

El aparato de Golgy: El aparato de Golgy, al igual que los retículos, está constituido por membranas que forman sáculos, cisternas y vesículas. Su forma se asemeja a la de varios platos hondos apilados uno sobre otro. Sus funciones principales son la producción de carbohidratos, el “empaquetamiento” de las sustancias que fueron secretadas por los retículos y la formación de lisosomas.

Cuando una sustancia es producida en un retículo pasa hacia la cara inmadura del aparato de Golgy, posteriormente y de forma sucesiva es transportada a cada uno de los sáculos que lo constituyen. Mientras esto sucede, se le extraen todos los “excedentes” -tales como agua o residuos- que son reciclados para su nuevo uso. De esta forma, las sustancias son expulsadas por la cara madura del aparato de Golgy en forma de vesículas de secreción. Todo este proceso, es denominado gemación, requiere de un importante flujo de membrana entre los retículos y el aparato de Golgy y es posible gracias a que todas las membranas celulares tienen la misma constitución química.

Cuando el proceso de gemación realiza el procesamiento de enzimas hidrolíticas da lugar a la formación de los lisosomas.

Los lisosomas: Son vesículas que contienen un conjunto muy amplio y variado de enzimas digestivas, es decir, que degradan diferentes tipos de sustancias. Sus principales funciones son la digestión celular, la defensa celular y la autólisis o autodestrucción.

Cuando una sustancia alimenticia es absorbida por la célula, debe ser degradada a sus elementos más simples -así por ejemplo, una proteína debe ser desintegrada hasta obtener aminoácidos-, esto es posible gracias a que el lisosoma, degrada mediante sus enzimas de forma efectiva casi todas las moléculas que ingresan a la célula.

El lisosoma tiene especial dificultad en la degradación de lípidos -constituyentes de membranas celulares-, de tal manera que los residuos que no puede metabolizar por completo forman un pigmento marrón denominado lipofucsina que está presente, fundamentalmente, en las células que tienen larga vida, tales como las neuronas o células del corazón constituyéndose en un pigmento endógeno.

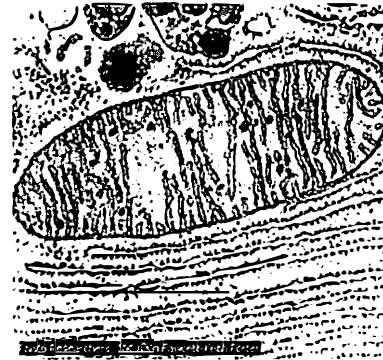
Cuando un virus u otro agente nocivo ingresa dentro de la célula, el lisosoma lo destruye al envolverlo y exponerlo a las enzimas hidrolíticas que posee.

Cuando la célula ha cumplido su función los lisosomas vacían su contenido hacia el citoplasma produciendo su destrucción. Este proceso normalmente es programado, es decir, la célula, de acuerdo a su tipo, tiene un tiempo de vida útil definido, que cuando es cumplido induce la apoptosis, que quiere decir, muerte celular programada.

La mitocondria: Está constituida por dos membranas: una externa lisa y otra interna dispuesta en crestas a manera de anaqueles, entre ambas existe un espacio denominado

cisterna mitocondrial y por dentro de la membrana interna se encuentra otro espacio, la matriz mitocondrial en la que se realizan casi todas sus funciones

Es considerada como el “pulmón de la célula”, porque su función principal es la de brindarle energía. Para tal efecto, tiene múltiples mecanismos basados en reacciones químicas, como la producción de energía a partir la glucosa, la fosforilación oxidativa, el transporte de electrones y el almacenamiento de calcio.



La fosforilación oxidativa es un proceso por el que, a través de la intervención del oxígeno en una serie de reacciones químicas, se obtiene ATP (adenosin trifosfato), una molécula de alto poder energético que facilita diferentes funciones celulares tales como el transporte de sustancias de una célula a otra como sucede en la comunicación interneuronal. A éste y a otros procesos contribuyen el transporte de los electrones y el almacenamiento de Calcio, que como habíamos mencionado antes, es fundamental en múltiples funciones celulares.

Es importante destacar que si no existe oxígeno y/o glucosa se produce muy poca energía, lo que repercute especialmente a nivel cerebral de forma deletérea, ya que, en este órgano, la glucosa y el oxígeno son las únicas fuentes de energía que permiten su funcionamiento adecuado, en ausencia o déficit ocasionaría alteraciones funcionales cerebrales que repercutirían en el aprendizaje como: a corto plazo desorientación, confusión, déficit atencional, aletargamiento, enlentecimiento y disminución de respuestas a los estímulos; a largo plazo podría generar disfunción cerebral, afectando las funciones cerebrales cognitivas, motoras y somatosensoriales de menor a mayor grado dependiendo del tiempo al que se exponga el cerebro a la falta o disminución de oxígeno y/o glucosa.

Los ribosomas: Son organitos no membranosos constituidos fundamentalmente por proteínas y Acido Ribonucleico ribosómico (RNAr). Están formados por dos subunidades: una grande y otra pequeña. Su función es la de sintetizar proteínas, para ello, las subunidades ribosomales se unen y acoplan los aminoácidos que se encuentran ligados al RNA de transferencia (*ver más adelante*) formando largas cadenas, construyendo así infinidad de combinaciones requeridas para el metabolismo celular, una vez que realizan esta acción las subunidades se separan. Se forman en el nucleolo y se localizan en el retículo endoplasmático rugoso y adheridos a la membrana nuclear externa.

Los centriolos: Son dos organitos cilíndricos que tienen un orificio de entrada pero no tienen un orificio de salida, están dispuestos de manera perpendicular uno con otro y siempre están ubicados cerca al núcleo y al aparato de Golgi en el centro geométrico de la célula denominado centrosoma.

Cada uno de los centriolos está constituido por nueve tripletos de microtúbulos dispuestos alrededor de un eje central. Su función es la de formar el huso acromático durante la

división celular ordenando de esta forma la migración de los cromosomas durante las tres últimas fases de este proceso, por tal motivo son imprescindibles para la división celular.

3.5.1.2 El citoesqueleto

Está constituido por un sistema de túbulos y filamentos que mantienen la forma de la célula, su capacidad para moverse y las vías intracelulares de su interior.

Sus principales constituyentes son los microtúbulos, que junto a los microfilamentos y filamentos intermedios, forman una especie de “armazón” que da forma y sostén a la estructura celular, ordenan el movimiento de los elementos intracelulares y son los generadores de movimiento en la célula a través de sus prolongaciones (microvellosidades, cilios y flagelos) o a través de la interacción entre sus fibras como ocurre en el músculo durante la contracción como respuesta a un estímulo.

3.5.2.3 Inclusiones

Consisten en productos metabólicos de desecho, formas de almacenamiento de diferentes nutrientes, pigmentos o cristales inertes.

Son elementos transitorios que pueden estar presentes o no, sin embargo, algunos cobran relevancia en circunstancias específicas, por ejemplo, la hemoglobina, que se encuentra en los glóbulos rojos, es un pigmento que transporta oxígeno desde los pulmones hasta cada una de las células y dióxido de carbono en sentido contrario.

3.5.3 Núcleo

El núcleo es el cerebro de la célula, el centro de comando de todas sus funciones y el portador de la información genética.

Generalmente existe un solo núcleo por célula, como ocurre en las neuronas, pero pueden existir dos, veinte o más de acuerdo al tipo de célula. Su forma varía de esférica, a alargada, lobulada o poligonal, sin embargo, siempre tiene dentro de su estructura tres partes fundamentales: la membrana nuclear, la cromatina y el nucleolo.

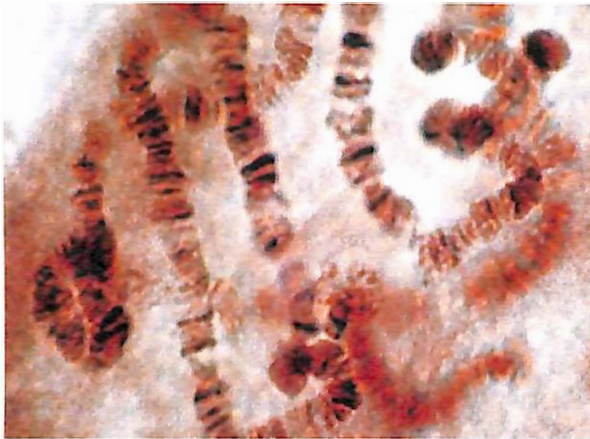
3.5.3.1 La membrana nuclear

La membrana o envoltura nuclear separa al núcleo del citoplasma restringiendo selectivamente el paso de sustancias entre ambos compartimentos, está constituida por dos membranas: una externa y otra interna, existiendo un espacio entre ambas denominado cisterna perinuclear. La membrana externa se continúa con el retículo endoplasmático rugoso y está cubierta por miles de ribosomas que le dan un aspecto granular, mientras que la interna limita la matriz nuclear que contiene la cromatina y al nucleolo.

En toda la envoltura nuclear existen espacios denominados poros nucleares por los que son transportadas macromoléculas. Unen ambas membranas en segmentos determinados permitiendo que, por ejemplo, las subunidades de ribosomas formadas en el nucleolo salgan hacia el citoplasma sin atravesar la cisterna perinuclear -que queda interrumpida por la presencia de los poros- y puedan cumplir su función en el citoplasma. Debido a la presencia de los poros nucleares, el núcleo toma el aspecto de la cáscara de naranja, que tiene múltiples orificios pequeños distribuidos homogéneamente en toda su superficie.

3.5.3.2 La cromatina

La cromatina está localizada en la matriz nuclear y está constituida por Ácido Desoxirribonucleico (DNA) y proteínas.



El DNA está superenrollado alrededor de proteínas llamadas histonas formando una especie de collar de cuentas o rosario, de esta forma, disminuye el espacio que debería ocupar de forma extraordinaria y puede conservar cantidades enormes de información que es transmitida de generación en generación tanto de una célula a otra como de un ser a otro.

El DNA es el portador de las características genéticas y el que tiene la información necesaria para dirigir el

funcionamiento celular mediante señales que son transmitidas a los diferentes organitos a través del RNA y otras sustancias.

La cromatina se clasifica en dos tipos: la eucromatina o cromatina “dispersa” y la heterocromatina o “condensada”.

La eucromatina es la cromatina que se encuentra dispersa, es decir que no está extremadamente enrollada, ello permite que, de ser necesario, fragmentos del DNA sean leídos de forma ágil y rápida de acuerdo a las necesidades celulares. En cambio, la heterocromatina se mantiene condensada dificultando la “lectura” de la información que se encuentra en la porción de DNA correspondiente, sin embargo, de ser necesario, la heterocromatina se convierte en eucromatina antes de la división celular para facilitar la duplicación completa del DNA. A esta heterocromatina se la denomina facultativa. En contraste, como sucede en el caso de las **células nerviosas**, la heterocromatina puede mantenerse condensada de forma permanente y no tender a convertirse en eucromatina, por tal motivo, no es posible la división celular. Esta heterocromatina es denominada constitutiva.

3.5.3.3 El nucleolo

El nucleolo es un corpúsculo sin membrana generalmente único en cada núcleo, está constituido por proteínas y RNA ribosómico. Su función es la de producir subunidades de ribosomas grandes y pequeñas, que luego de atravesar la envoltura nuclear, constituyen ribosomas al unirse en el citoplasma.

3.6 Los ácidos nucleicos y su papel en la herencia.

El DNA es el portador de la información genética y por tanto de la transmisión de los caracteres hereditarios. Dentro de su compleja constitución química, fundamentalmente debido a la disposición ordenada de los nucleótidos, tiene dentro de sí toda la información necesaria para el funcionamiento de las células, los tejidos, los órganos, los sistemas, los seres e incluso de especies o poblaciones debido a su constante reestructuración encaminada a adaptarse y “dominar” el medio.

El DNA, al encontrarse en el núcleo requiere de un “mensajero” que pueda transportar y traducir la información pertinente hacia el citoplasma, este rol es cumplido por el RNA, que, en sus variadas formas (RNA heteronuclear, RNA mensajero, RNA ribosómico, RNA de transferencia) contribuye al logro de tal objetivo.

Podríamos decir que el DNA es un libro con las páginas cerradas cuando se encuentra enrollado y que requiere que alguien separe sus páginas para ser leído, esa “separación” de las hojas, implica que la doble hélice del DNA sea separada gracias a la acción de ciertas enzimas llamadas helicasas. Una vez abiertas las páginas pertinentes, el texto debe ser leído para poder ejecutar las órdenes en él descritas, pero, como está escrito en un “código genético” especial, requiere de alguien que lleve lo escrito en ese “código o idioma” hacia el citoplasma, ese transportador es el RNA mensajero. Una vez que el mensaje ha llegado al citoplasma debe ser “traducido” para los interesados, pero como se requiere de una habilidad especial, quién “traduce” el contenido es el RNA de transferencia que, de forma ordenada, coloca las palabras una tras de otra en una nueva hoja, estas “palabras” son los aminoácidos, que al ser colocados de acuerdo al orden establecido previamente por el DNA en el “texto original”, son “leídos” por los ribosomas, es decir, son acoplados en perfecta armonía para formar nuevas proteínas con funciones específicas. De esta forma, la información llega desde el DNA hasta el citoplasma.

El proceso es mucho más complejo y apasionante, pero, como no es objetivo del presente capítulo profundizar en estos aspectos, lo expuesto es suficiente para entender que los ácidos nucleicos son los responsables de la herencia y por tanto, cualquier alteración en este proceso podrá determinar trastornos de diferente repercusión en el hombre, así por ejemplo, muchas enfermedades tienen origen o predisposición a través de la información del DNA: ciertos tipos de epilepsias, trastornos visuales, auditivos, motores, la tendencia a las dislexias, el hipotiroidismo y otras con repercusión en el aprendizaje.

Preguntas de Reflexión

- ¿Por qué la célula es la unidad fundamental de la vida?
- ¿Considera que la irritabilidad y la conductividad son capacidades importantes para el funcionamiento de las neuronas?
- ¿Considera que el funcionamiento celular corresponde al de un sistema integrado con unidades independientes o interdependientes?
- ¿Considera importante identificar los elementos básicos de la célula en un modelo real para consolidar sus saberes?

Lecturas Recomendadas

- 1.- Gartner L.H.(2002). *Histología texto y atlas*. (2da Edición). México D.F., México: Editorial McGraw-Hill Interamericana.
- 2.- Guyton A.H. (2002). *Tratado de Fisiología Médica*. (10ma Edición).México D. F., México.: Editorial McGraw-Hill Interamericana.
- 3.- Riveros J., Duchén M. (2001). *Autoevaluación en histología: microscopía, técnica histológica y célula*. La Paz, Bolivia.: JC Impresiones.
- 4.- Tórtora C. (1999). *Principios de anatomía y fisiología*. Madrid, España.: Masson.

4 La neurona y células gliales

Tania Arancibia Baspineiro
Luis Miguel Duchén Rodríguez

Objetivos

Que el estudiante logre:

- Comprender la estructura y funcionamiento de la neurona y de las células gliales a un nivel de producción.
- Valorar la importancia de la neurona como unidad funcional del sistema nervioso.
- Identificar los componentes principales de la neurona
- Identificar las características generales de las células gliales y su clasificación en el sistema nervioso central y periférico.
- Aplicar los conocimientos previos de una célula prototipo en el estudio de la neurona.

4.1 Introducción:

El sistema nervioso se encuentra conformado por dos tipos de células nerviosas, que debido a la especialización que sufren todas las células del organismo durante la etapa del desarrollo, dichas células se especializaron en: *Neuronas y células gliales*.

La neurona es la célula nerviosa considerada la unidad anatómica y fundamental del sistema nervioso, es la responsable de la mayoría de las funciones especializadas relacionadas al sistema nervioso: sensaciones, percepciones, emociones, motivación,

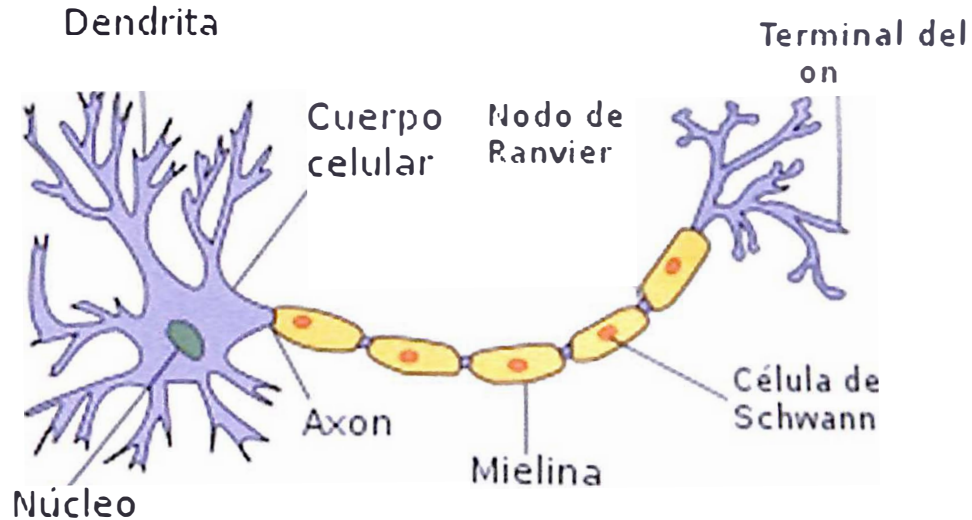
atención, pensamiento, inteligencia aprendizaje, control de la actividad muscular y regulación de secreciones glandulares. Por el contrario las células gliales cumplen el papel de sostener, nutrir y proporcionar mielina a los axones de las neuronas, durante el desarrollo del sistema nervioso. Las células gliales también actúan como guía para la migración neuronal, esto significa que las células gliales, especialmente los astrolitos, forman redes por donde crecen y desarrollan las neuronas, hasta que estas sean maduras y formen las estructuras definitivas del sistema nervioso, por ejemplo el cerebro.

4.2 Neuronas

Son células, con la capacidad de ser excitables, especializadas para la recepción de estímulos y la conducción del impulso nervioso. Su tamaño y forma varían considerablemente dependiendo del tejido u órgano nervioso en el que se encuentren.

Partes de una neurona.-Las neuronas están constituidas generalmente por cuatro partes principales:

- Cuerpo Celular
- Dendritas
- Axón
- Terminaciones axónicas



Tomado de: <http://www.imovacd.eu/zona-cerebro/la-neurona>

4.2.1.- Cuerpo celular

Es considerado el centro de comando celular porque es donde se procesan todas las reacciones químicas que permitirán la generación del impulso nervioso, el soma o cuerpo celular contiene un núcleo rodeado por citoplasma en el que existen organelos. El soma al igual que toda la neurona en general se encuentra limitado por la membrana plasmática. Las estructuras del cuerpo celular son:

La **membrana plasmática** que rodea a toda la célula manteniendo y separando a la vez el medio interno y externo de dicha célula. Es importante comprender que es el sitio de iniciación y conducción del impulso nervioso. Constituida por una bicapa de fosfolípidos, adherida al exterior de la membrana plasmática se encuentra el glicocaliz. La membrana plasmática tiene la característica de ser semipermeable permitiendo la difusión de 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 y este evento químico, genera energía para generar un impulso nervioso.

El **núcleo** generalmente es central, redondeado pálido contiene gránulos de cromatina, contiene el nucleolo que está relacionado con la síntesis de ácido ribonucleico RNA.

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

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

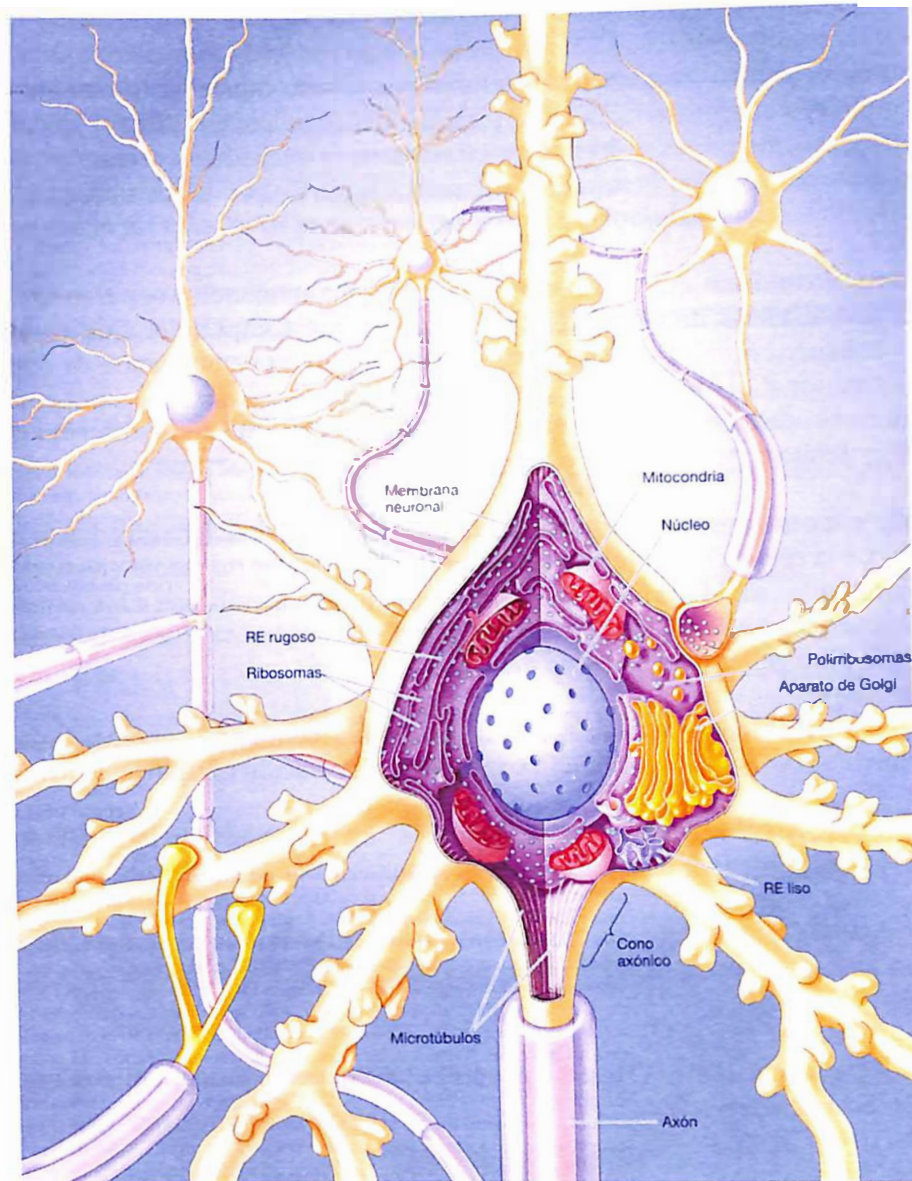
Las **mitocondrias** se encuentran dispersas en el cuerpo, dendritas, axón; son importantes para la producción de energía.

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

Los **lisosomas** son vesículas que cumplen diferentes acciones como la digestión celular, defensa celular, y autólisis 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** como el pigmento lipofuscina (de color pardo amarillento), es el producto terminal de los lisosomas.



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

4.2.2 Dendritas

Son prolongaciones cortas de la neurona, su grosor disminuye gradualmente hacia los extremos terminando de forma ramificada. Adoptan una disposición en forma de ramas de árbol que salen del cuerpo de la neurona, generalmente no están mielinizadas.

4.2.3 Axón

También denominado cilindroeje, 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 contienen retículo endoplásmico rugoso por lo que en este segmento no se producen proteínas.

4.2.4. Terminaciones axónicas

El axón presenta ramificaciones y en los extremos de las terminaciones axónicas se encuentran vesículas sinápticas donde se almacenan sustancias químicas conocidas como neurotransmisores.

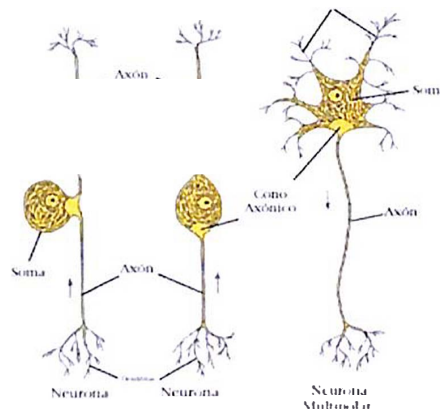
4.3 Clasificación de las neuronas

Las neuronas se clasifican de varias formas, para ello se consideran características estructurales y funcionales:

4.3.1 Clasificación estructural

Se basa en el número de proyecciones que salen del cuerpo de la célula, en esta clasificación se encuentran:

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



Tomado de: http://www.med.ufro.cl/Recursos/neuroanatomia/archivos/3_neurohistologia_archivos/Page417.htm

Las **Neuronas bipolares** solo 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.

4.3.2 Clasificación funcional:

La clasificación de las neuronas según su función, se basa en la dirección en que se transmiten los impulsos nerviosos, estas pueden ser:

Las **Neuronas aferentes** que 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** que conducen los impulsos nerviosos motores desde el encéfalo y la médula espinal a los efectores que pueden ser los músculos y glándulas.

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

4.4 Células gliales

Las células gliales son más pequeñas que las neuronas, a diferencia de éstas pueden dividirse y multiplicarse.

4.4.1 Tipos de células gliales:

En el sistema nervioso central existen cuatro tipos de células gliales: astrocitos, oligodendrocitos, microglia y células ependimarias.

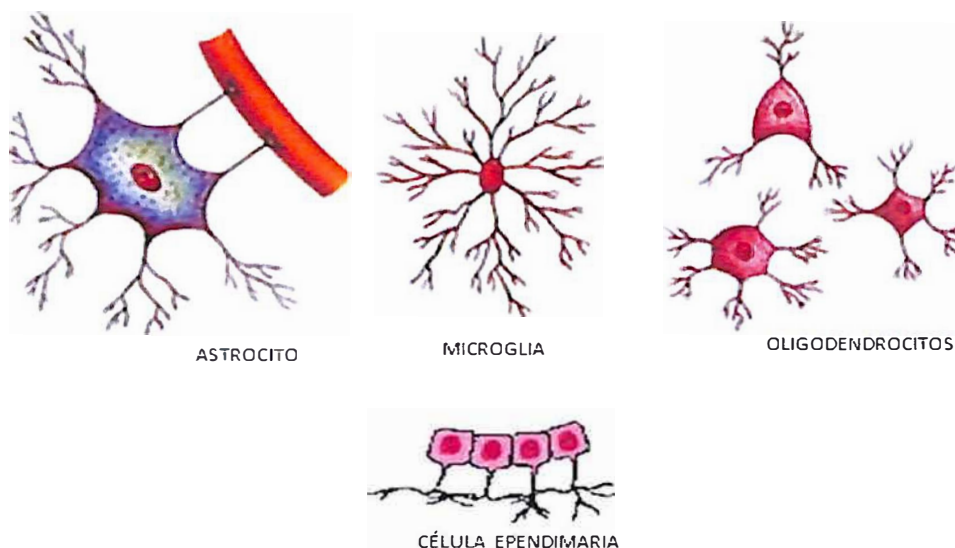
Los **astrocitos** son células gliales de forma estrellada con muchas prolongaciones. Participan en el metabolismo de los neurotransmisores, constituyen un puente entre las neuronas y los vasos sanguíneos.

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

Las **microglías** son células pequeñas y con capacidad fagocitaria. Protegen al sistema nervioso central, frente a las enfermedades, ingiriendo los microbios que lo invaden y depurando los restos de las células muertas.

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

En el **sistema nervioso periférico** existen dos tipos de células gliales o células de sostén: las **células de Schwann** que producen vainas de mielina alrededor del axón de las neuronas y las **células satélite** que sostienen a las neuronas de los ganglios (grupos de cuerpos neuronales que se encuentran en el trayecto de los nervios).



Tomado de: http://neuroabundancia.blogspot.com/2012_11_01_archive.html

4.5 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 las células gliales que recibe el nombre de vaina de mielina, ésta aísla eléctricamente al axón de la neurona y aumenta la velocidad de conducción del impulso nervioso.

La cantidad de mielina aumenta desde el nacimiento hasta la madurez y su presencia favorece la rapidez de la conducción de los impulsos nerviosos. Como durante la lactancia la mielinización está 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. Algunas enfermedades como la esclerosis múltiple y otras enfermedades degenerativas pueden destruir las vainas de mielina.

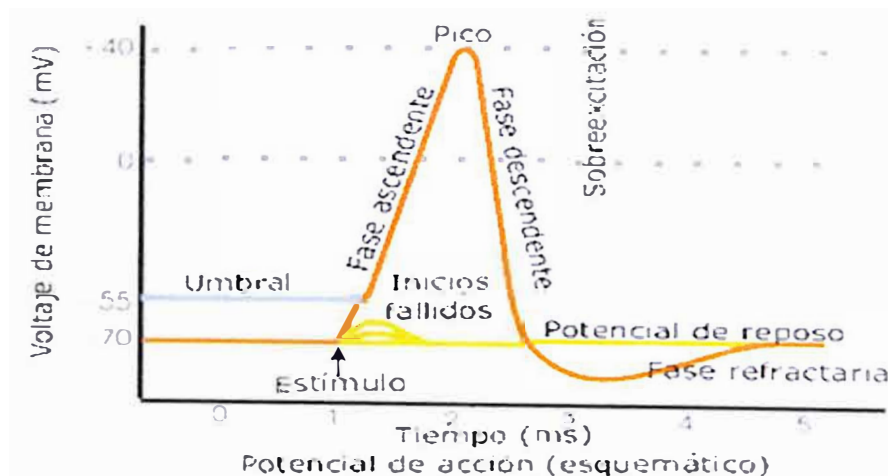
4.6 Fisiología de la Neurona

Las neuronas funcionan principalmente gracias a la intervención de dos iones que son elementos básicos, como son el sodio y el potasio, generando la llamada bomba de sodio (Na^+) y potasio (K^+).

Cuando la neurona se encuentra en estado de reposo, los iones de potasio se encuentran en mayor concentración dentro de la neurona, y los iones de sodio se encuentran en mayor concentración fuera de ella; esto genera unas cargas eléctricas, que se determinan con la ayuda de un aparato llamado micro voltímetro. 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, generando una homeostasis tanto dentro como fuera de la neurona.

A causa de un estímulo, 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 ha desplazado 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 y ha este proceso se lo denomina repolarización. De esta manera la neurona se encuentra lista para recibir un nuevo estímulo. Este proceso bioquímico grafica los potenciales de membrana que en síntesis son cambios químicos en la neurona iniciados por un estímulo.



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

Preguntas de Reflexión

- ¿Cuáles considera que son las funciones principales de la neurona?
- ¿Cuál será la importancia de estudiar las células gliales o denominadas también neuroglías?
- ¿Cómo funcionan las neuronas a nivel del sistema Nervioso Central?

Lecturas Recomendadas

- 1.- Gartner L.H.(2002). *Histología texto y atlas*. (2da Edición). México D.F., México: Editorial McGraw-Hill Interamericana.
- 2.- Guyton A.H. (2002). *Tratado de Fisiología Médica*. (10ma Edición).México D. F., México.: Editorial McGraw-Hill Interamericana.
- 3.- Tórtora C. (1999). *Principios de anatomía y fisiología*. Madrid, España.: Masson.

5 Sinapsis y su importancia en la comunicación neuronal

Dra. Tania Arancibia Baspineiro

Objetivos

Que el estudiante logre:

- Integrar y valorar el conocimiento de la sinapsis, en los procesos cognitivos.
- Establecer la importancia del papel que desempeña la sinapsis en la comunicación neuronal.
- Identificar los tipos de sinapsis, en el sistema nervioso.
- Valorar la importancia de los diferentes neurotransmisores que intervienen en los procesos cognitivos.

5.1 Introducción:

El sistema nervioso consiste en un gran número de neuronas vinculadas entre sí para formar vías de conducción funcionales, donde dos neuronas, entran en estrecha proximidad y ocurre una comunicación interneuronal.

5.2 Sinapsis y su constitución

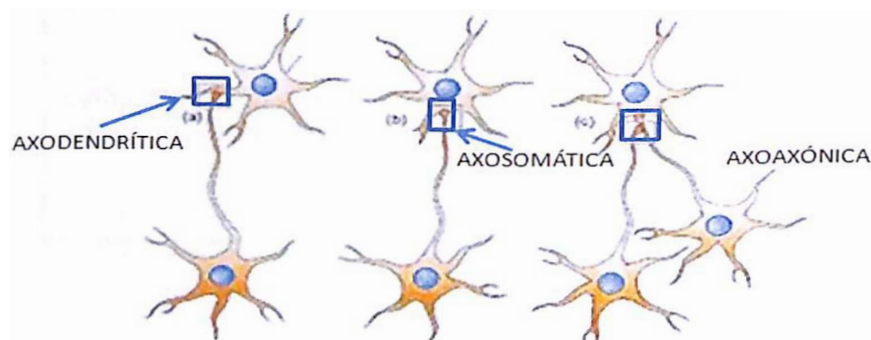
Sinapsis es la comunicación entre una neurona y otra, por medio de la cual se transmiten impulsos nerviosos, a través del espacio existente entre ambas neuronas, denominado

espacio sináptico. En una sinapsis la neurona que envía la señal es la neurona presináptica y la que recibe el mensaje (impulso nervioso) es la neurona postsináptica.

La mayoría de las neuronas pueden hacer conexiones sinápticas con otras 1.000 neuronas o más y pueden recibir hasta 10.000 conexiones desde otras neuronas, la comunicación en una sinapsis, en condiciones fisiológicas, ocurre sólo en una dirección, generando impulsos neuronales unidireccionales. También se produce sinapsis (comunicación), entre neuronas y fibras musculares obteniendo como resultado la contracción muscular, también una sinapsis puede darse entre neuronas y células glandulares teniendo como resultado secreción glandular.

Las neuronas tienen diferentes formas de hacer sinapsis, las cuales tienen diferentes propiedades, estas son las siguientes:

- Sinapsis Axodendrítica: Es el tipo de sinapsis más frecuente, esta comunicación se establece entre el axón de una neurona y la dendrita de la segunda neurona.
- Sinapsis Axosomática: La comunicación se establece entre el cuerpo o soma de una neurona con el axón de la otra neurona.
- Sinapsis Axoaxónica: Es otro tipo de sinapsis, el axón hace contacto, con el axón de otra neurona.



Tomado de:

<http://www.javeriana.edu.co/Facultades/Ciencias/neurobioquimica/libros/neurobioquimica>.

5.3 Tipos de sinapsis

Existen dos tipos de sinapsis: las sinapsis eléctricas y las sinapsis químicas, que se diferencian en sus aspectos estructurales y funcionales.

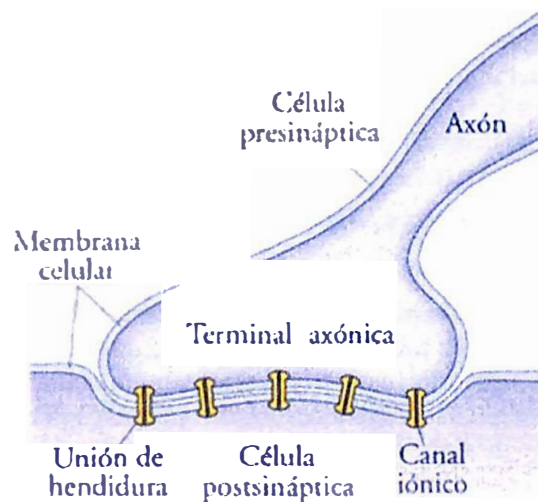
- a) **Sinapsis eléctrica:** En una sinapsis eléctrica la corriente iónica se propaga directamente de una célula a la otra a través de las **uniones de hendidura**. Cada unión de hendidura contiene alrededor de cien estructuras proteicas tubulares

llamadas **conexones**, que forman túneles que conectan el citosol de ambas células proporcionando una vía para el flujo de la corriente eléctrica, generalmente este tipo de sinapsis se encuentra en el músculo cardíaco. Las sinapsis eléctricas poseen la ventaja de ser bidireccionales.

La sinapsis eléctricas tienen dos ventajas evidentes: 1) permiten una comunicación que es más rápida que la sinapsis química, ya que los impulsos se conducen a través de uniones de hendiduras. 2) Pueden sincronizar la actividad de un grupo de neuronas o fibras musculares.

En el sistema nervioso central aún no se tiene en concreto la misión de la sinapsis eléctrica. Por lo que en este capítulo nos basaremos en la importancia de la sinapsis química a nivel del sistema nervioso.

UNIÓN SINÁPTICA ELÉCTRICA

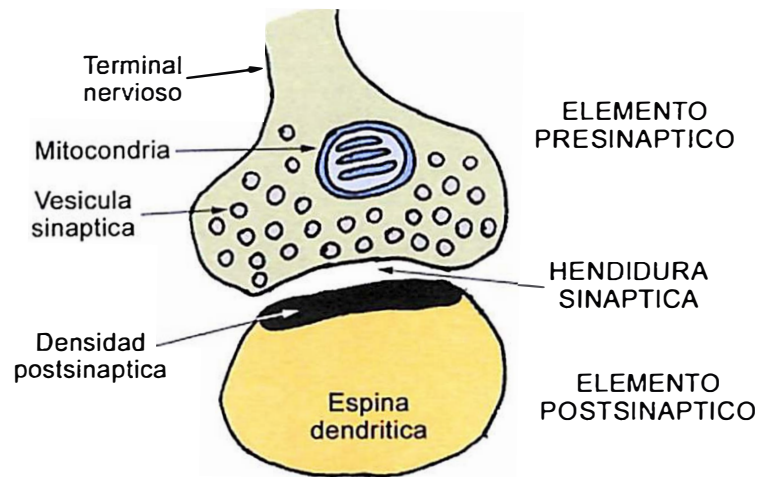


Tomado de: <http://biologias2aoa.blogspot.com/2009/11/sinapsis.html>

- b) **Sinapsis química:** A pesar de que la neurona presináptica y las postsinápticas de una **sinapsis química** están muy próximas, sus membranas no se tocan, sino que están separadas por la **hendidura sináptica**. Los impulsos que son resultado de un estímulo no pueden saltar la hendidura sináptica, por lo que la señal debe de atravesar este espacio.

La neurona presináptica libera un neurotransmisor que se difunde a través de la hendidura sináptica y que actúa sobre los receptores de la membrana plasmática de la neurona postsináptica para producir un potencial sináptico que es la respuesta al

estímulo. En síntesis, la señal eléctrica presináptica (que es el impulso nervioso) se convierte en una señal química (neurotransmisor liberado). La neurona postsináptica recibe la señal química y a la vez la transforma en una nueva señal eléctrica. El tiempo utilizado para esta transmisión de la señal en la sinapsis química dura 0,5 milisegundos, algo más lenta en relación a la sinapsis eléctrica.



Tomado de: <http://www.ciencia.cl/CienciaAlDia/volumen5/numero2/articulos/articulo5.html>

En la sinapsis química la información va en un solo sentido por lo que es unidireccional, esto se debe a que la vesícula terminal de una neurona presináptica puede liberar los neurotransmisores y solo la membrana postsináptica tiene las proteínas receptoras adecuadas para reconocer y captar los neurotransmisores.

5.4 Circuitos Neuronales

Las distintas formas de hacer sinapsis forman circuitos neuronales ampliamente distribuidos por todo el sistema nervioso. La finalidad de los circuitos neuronales es la transmisión de los impulsos nerviosos para cumplir diferentes funciones como el control y la regulación funcional del organismo.

La neurona es considerada la unidad anatómica del sistema nervioso, y la sinapsis es considerada la unidad fisiológica, esto nos hace comprender que para el funcionamiento del sistema nervioso debe de existir la comunicación neuronal formando circuitos neuronales. A continuación se citan los diferentes tipos de circuitos neuronales:

5.4.1 Circuitos divergentes o amplificadores: Una fibra nerviosa formada por neuronas, es capaz de estimular a varias fibras a lo largo de su trayecto, por ejemplo, en los músculos esqueléticos, el estímulo se dirige a un músculo pero debe hacer que absolutamente todas las fibras que conforman ese músculo se contraigan.

5.4.2 Circuitos convergentes: Este circuito se forma cuando varios estímulos llegan a una neurona, esto quiere decir que impulsos de origen muy distinto causan la misma reacción, por ejemplo, las reacciones fóbicas (miedos).

5.4.3 Circuitos oscilantes o reverberante.- Este circuito se forma cuando un estímulo aferente estimula la primera neurona, ésta a la vez estimula a la segunda neurona y ésta a una tercera, y este estímulo por medio de las dendritas de estas neuronas, retornan a la primera neurona, por ejemplo, el ritmo respiratorio, que dura toda la vida depende de este circuito oscilatorio, sucede de igual manera cuando hay dolores latentes (continuos).

5.4.4 Circuitos Paralelos.- Se inicia cuando un solo impulso nervioso o estímulo aferente que llega a una neurona, ésta a la vez estimula a varias neuronas que pueden mandar fibras separadas que llega finalmente a una neurona final, la misma que compacta la señal o la información, por ejemplo, los circuitos paralelos se forman en los procesos de abstracción, cuando se realizan operaciones matemáticas y en las funciones rítmicas o descargas muy prolongadas.

5.5 Redes Neuronales

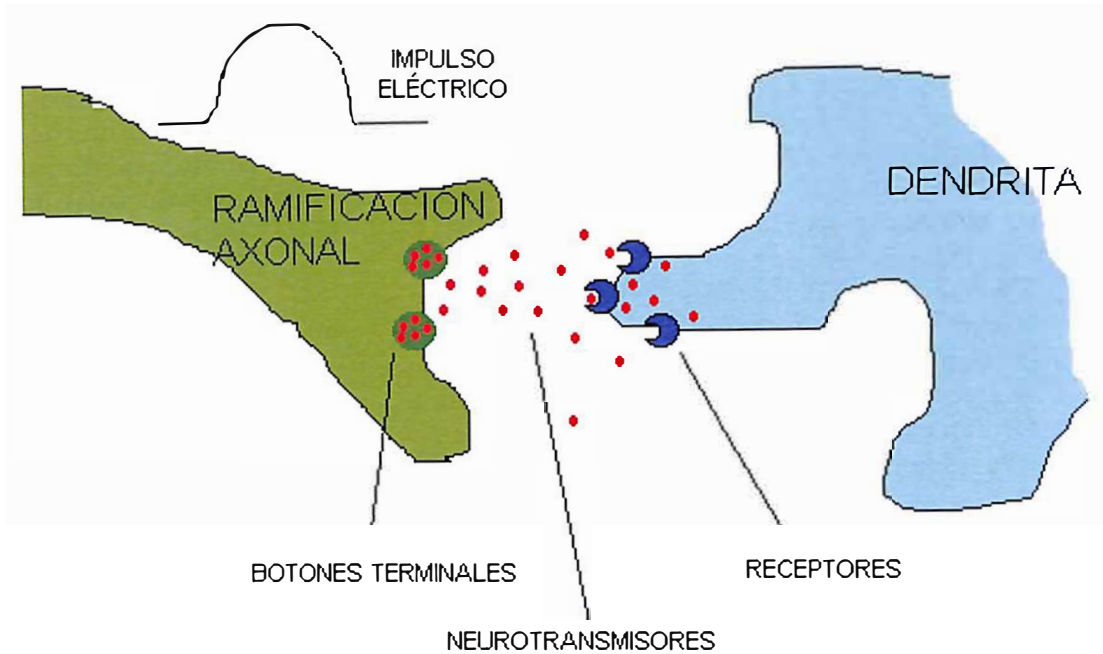
El estudio estructural y funcional de la neurona es importante para comprender las capacidades del cerebro, el cual está compuesto aproximadamente 10^{11} neuronas densamente interconectadas, organizadas en grupos de diversos tamaños. Las neuronas de un mismo grupo (circuito) pueden interactuar entre sí y también pueden interactuar los grupos entre sí y frecuentemente se dan estas interacciones de manera simultánea.

Las **redes neuronales** son un conjunto de unidades elementales interconectadas que permiten ciertas capacidades del cerebro como las sensoriales, las de aprendizaje o las relacionadas con la memoria. Las redes neuronales también generan patrones rítmicos que fueron detectados en el cerebro.

Los circuitos y las redes neuronales se encuentran conformados por comunicaciones neuronales (sinapsis) que pueden ser del tipo excitatorio (permite continuar el impulso nervioso), o inhibitorio (atenúa o inhibe el impulso nervioso), esto dependerá del tipo de neurotransmisor el cual puede ser excitatorio o inhibitorio.

5.6 Neurotransmisores

En el sistema nervioso central y en el sistema nervioso periférico existen neurotransmisores que interactúan en el proceso de la sinapsis, la sinapsis no solo cumple la función de transmitir estímulos, si no que en diferentes circunstancias las inhiben, por lo que existen neurotransmisores excitadores e inhibidores.



Tomado de: http://magomar.webs.upv.es/rna/tutorial/RNA_marcos.html

En las sinapsis las vesículas presinápticas cumplen la función de liberar sustancias llamadas neurotransmisoras, que posteriormente son liberadas en la hendidura sináptica, que finalmente interactúan con las proteínas de la membrana postsináptica. Durante mucho tiempo se había pensado que las neuronas liberaban sólo un tipo de neurotransmisor en las vesículas de la neurona presináptica, sin embargo, en la actualidad se sabe que muchas neuronas disponen de dos o incluso tres neurotransmisores.

Los neurotransmisores son sustancias químicas liberadas por las neuronas las cuales ejercen un efecto fisiológico en las vías o rutas nerviosas, también las neuronas pueden liberar otro tipo de sustancias químicas como los neuromoduladores que no ejercen un efecto fisiológico en las vías neuronales si no que amplifican o atenúan la expresión de la actividad neural.

Neurotransmisores en el SNC	
Moléculas pequeñas	Péptidos
Aminoácidos	Péptidos opioídes
γ -aminobutirato (GABA)	β -endorfina
Glicina	Dinorfina
Glutamato	Metionina
Aspartato	Péptidos neurohipofisiarios
Taurina	Vasopresina
Aminas biógenas	Oxitocina
Acetilcolina	Taquicíninas
Dopamina	Sustancia P
Noradrenalina	Casinina
Adrenalina	Neurocinina
Serotonina	Otros
Histamina	Secretina
Nucleótidos	Péptido Intestinal Vasoactivo
Adenosina	Glucagón
ATP	Neuropéptido Y
Otros	Somatostatina
Óxido nítrico	Colescistoquinina
Monóxido de carbono	Angiotensina

Tomado de: <http://www.ciencia.cl/CienciaAlDia/volumen5/numero2/articulos/articulo5.html>

Los siguientes neurotransmisores se citan por su importancia en el proceso del aprendizaje:

Acetilcolina (ACh): Este neurotransmisor es liberado por muchas de las neuronas del sistema nervioso periférico y algunas del sistema nervioso central. Es un neurotransmisor excitador en la unión neuromuscular. También tiene un efecto inhibitor en otro tipo de sinapsis, por ejemplo en las fibras parasimpáticas que inervan al corazón, por lo que en este órgano la ACh disminuye la frecuencia cardiaca. Además de mantener la conciencia parecen intervenir en la transmisión de información visual. La acetilcolina también interviene en la percepción del dolor y la memoria.

Glutamato: Tiene potentes efectos excitadores a nivel del sistema nervioso central, es decir que permiten la continuidad de los impulsos nerviosos.

Ácido gamma-aminobutírico (GABA): Es el neurotransmisor inhibitor más abundante, encontrándose en la tercera parte de todas las sinapsis a nivel del encéfalo.

Glicina: Es un neurotransmisor inhibitorio prevalente en la médula espinal.

Dopamina: Regula las funciones motoras y cardiovasculares, los ciclos sueño-vigilia, la atención, el aprendizaje, los mecanismos de refuerzo y recompensa, la motivación, las emociones y la integración con las expresiones de las conductas motivadoras.

6 Sistema Nervioso

Tania Arancibia Baspineiro
Luis Miguel Duchén Rodríguez

Objetivos:

Que el estudiante logre:

- Sistematizar la organización del sistema nervioso.
- Valorar la importancia de las funciones y particularidades de cada uno de los órganos del sistema nervioso.
- Identificar las diferencias funcionales de los sistemas nerviosos central y periférico.

6.1 Introducción

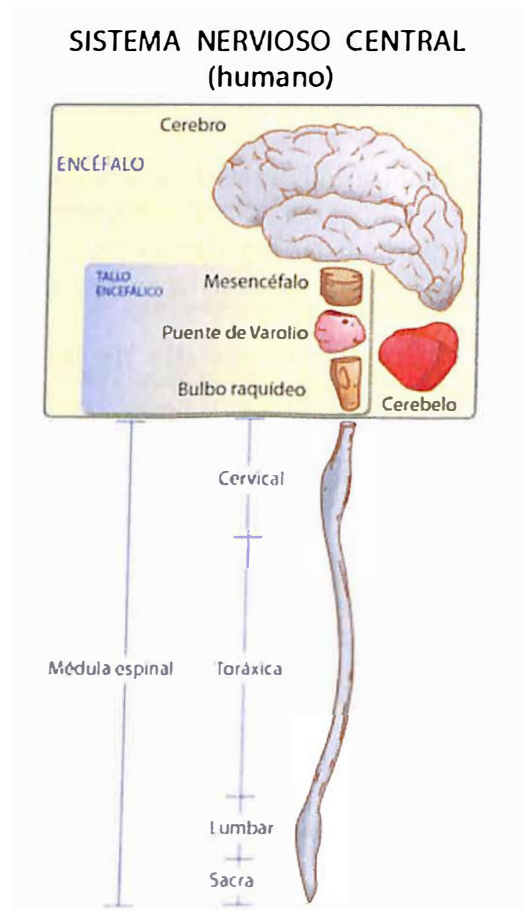
El sistema nervioso tiene dos componentes principales:

El **sistema nervioso central**, que comprende el encéfalo y la médula espinal, es el centro de comando donde se procesa la información donde además se conecta lo que sentimos, esto es lo que vemos, oímos, olemos, gustamos y sentimos, con lo que hacemos (por ejemplo, los movimientos como respuesta a los estímulos sensoriales).

El **sistema nervioso periférico** es el sistema que transmite los mensajes del centro de comando a la periferie de nuestro organismo y viceversa, esto quiere decir que transmite la información desde las células receptoras, que están especializadas para detectar tipos específicos de estimulación (ondas de luz, ondas sonoras, lesión, sustancias química, calor, presión) hasta el sistema nervioso central y de vuelta, hacia las distintas partes del cuerpo para responder a estos estímulos.

6.2 Sistema Nervioso Central

Anatómicamente, el sistema nervioso se agrupa en distintos órganos, los cuales conforman estaciones por donde pasan las vías neurales. Las unidades celulares del sistema nervioso son las neuronas que, comunicadas entre ellas conforman el tejido nervioso que a la vez conforma la sustancia gris (cuerpos neuronales, dendritas y axones no mielinizados) y la sustancia blanca (axones mielinizados), la unión de los tejidos conformaran órganos como por ejemplo el cerebro que junto a otros órganos como la médula espinal y otros órganos constituirán en el sistema nervioso central.



Tomadode: <http://www.slideshare.net/SaladeHistoria/sistema-nervioso-y-aprendizaje-i>

El sistema nervioso central está formado por el encéfalo y la médula espinal, se encuentra protegido por huesos del cráneo y de la columna vertebral. Está cubierto por meninges presentando en su interior cavidades denominadas ventrículos, donde se forma y circula el líquido cefalorraquídeo que lo nutre y protege.

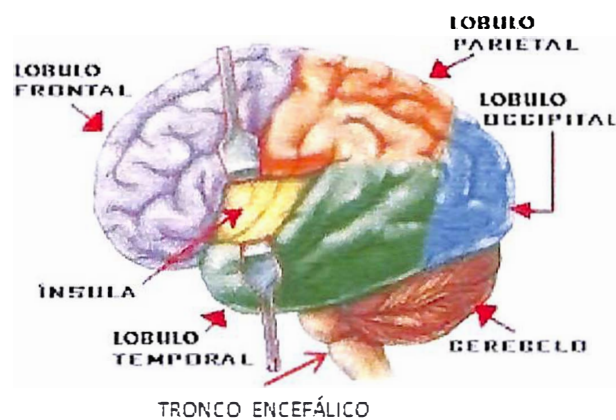
6.2.1 Encéfalo

Está formado por el cerebro, el tronco encefálico y el cerebelo.

6.2.1.1 Cerebro:

Es el componente más voluminoso del encéfalo, está dividido en dos hemisferios, derecho e izquierdo, separados por la fisura interhemisférica y comunicados por el cuerpo calloso. La superficie se denomina corteza cerebral formada por repliegues denominados circunvoluciones constituidas de sustancia gris. Subyacente a la misma se encuentra la sustancia blanca. En zonas profundas existen áreas de sustancia gris conformando núcleos como los núcleos de la base. El tálamo y el hipotálamo conforman el diencefalo. La amígdala y el hipocampo conforman parte del sistema límbico.

El cerebro procesa información de diferente naturaleza: sensorial (ver, escuchar, percepción táctil); motora (movimiento); funciones cognitivas (atención, memoria, aprendizaje); funciones ejecutivas (planificar, ejecutar); las emociones (alegría, tristeza, ira); los sentimientos (amor, odio); la motivación; la recompensa y reforzamientos tanto positivos como negativos.



Tomado de: <http://kamistad.net/pic-10/cuerpo-humano-dibujo-del-ojo-sus-partes.html>

6.2.1.2 Cerebelo:

Se encuentra ubicado en la parte inferior y posterior del cráneo, alojado en la fosa cerebral posterior por detrás del tronco encefálico. Sus funciones son importantes para el movimiento a pesar que el cerebelo no lo genera. Recibe señales motoras del cerebro.

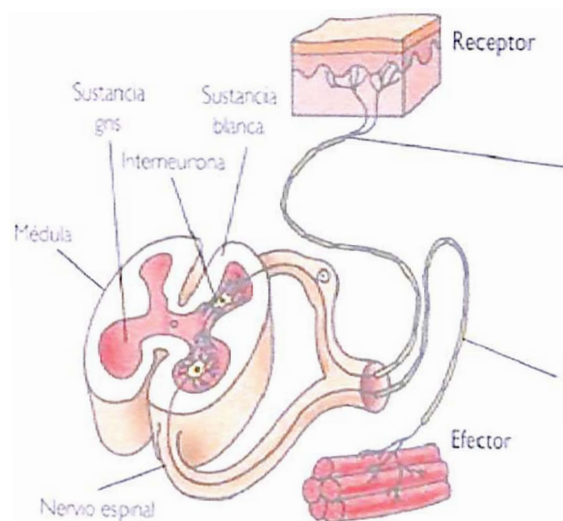
Las neuronas del cerebelo forman circuitos y redes neuronales que generan señales nerviosas para la coordinación, el equilibrio, postura, tono muscular y el aprendizaje motor.

6.2.1.3 Tronco encefálico:

El tronco encefálico está constituido por tres estructuras nerviosas: el mesencéfalo, el puente o protuberancia y el bulbo raquídeo. Dentro de sus funciones conduce impulsos nerviosos de la médula espinal y de los órganos sensoriales auditivos, olfatorios, visuales y gustativos al cerebro y viceversa. También contiene centros de reflejos de supervivencia como la tos, el hipo, estornudo y el reflejo nauseoso. El tronco encefálico se continúa en la parte inferior con la médula espinal.

6.2.2 Médula espinal

Es la continuación del encéfalo, se extiende a lo largo y por dentro de la columna vertebral, también se encuentra protegida por meninges. En ella la sustancia gris se encuentra en el interior y la blanca en el exterior. Su función es transmitir los impulsos nerviosos de forma ascendente y descendente, es decir: conduciendo impulsos sensitivos de la periferia (desde los receptores sensoriales) por los nervios sensitivos al tronco encefálico y al cerebro; y de forma descendente impulsos motores por los nervios motores desde el cerebro hasta los órganos efectores (músculos y las glándulas). También procesa los reflejos somáticos, estos son respuestas ante un estímulo, éste es captado por un receptor sensitivo, que produce una respuesta, por ejemplo la contractura de un músculo y esto condiciona el movimiento de una parte del cuerpo sin que exista un proceso de análisis de esa información a nivel cerebral.

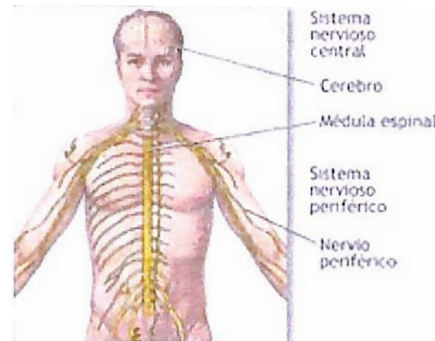


6.3 Sistema nervioso periférico

El sistema nervioso periférico se encuentra conformado por los nervios craneales y espinales, que emergen del sistema nervioso central y que recorren todo el cuerpo, conteniendo axones de vías neurales con distintas funciones por los ganglios periféricos (acumulo de cuerpos neuronales rodeados por células gliales), que se encuentran en el trayecto de los nervios.

6.3.1 Los nervios craneales:

Son 12 pares que envían información sensorial procedente del cuello y la cabeza hacia el sistema nervioso central. Reciben órdenes motoras y mandan información sensorial para el control de la musculatura esquelética del cuello y la cabeza, a partir de los impulsos sensoriales.



Tomado de: http://www.umm.edu/esp_imagepages

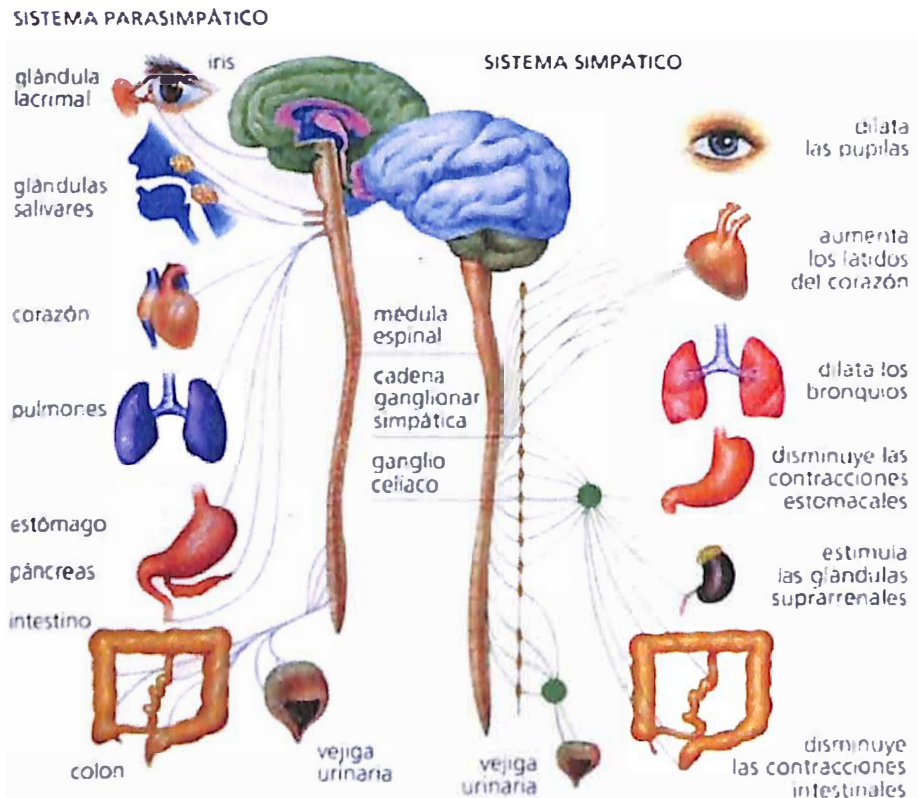
6.3.2 Los nervios espinales:

Son 31 pares y se encargan de enviar información sensorial superficial (tacto, dolor y temperatura) y sensorial profunda (posición, vibración, peso, de la musculatura y las articulaciones) del tronco y las extremidades hacia el sistema nervioso central y, desde el mismo, reciben órdenes motoras para el control de la musculatura esquelética que se conducen por la médula espinal.

El **sistema nervioso periférico** se divide en:

En sistema nervioso somático: También llamado sistema nervioso de la vida de relación, está formado por el conjunto de neuronas que regulan las funciones voluntarias o conscientes en el organismo (por ejemplo el movimiento muscular, tacto).

En sistema nervioso autónomo: También llamado sistema nervioso vegetativo o sistema nervioso visceral, está formado por el conjunto de neuronas que regulan las funciones involuntarias o inconscientes en el organismo (por ejemplo movimiento intestinal y la sensibilidad visceral). A su vez el sistema vegetativo se clasifica en simpático y para simpático sistemas que tienen funciones predominantemente antagónicas, por ejemplo, el sistema nervioso simpático aumenta la frecuencia de los latidos del corazón y de manera antagónica el sistema nervioso parasimpático la disminuye.



Tomado de: <http://disautonomia.com/sistema-nervioso-autonomo/>

- **Sistema nervioso simpático:** es un sistema que permite la caracterización comportamental de huida o escape: da prioridad a la aceleración y fuerza de contracción cardíaca; estimula la erección del pelo y la sudoración; favorece y facilita los mecanismos de activación del sistema nervioso somático para la contracción muscular voluntaria oportuna; provoca el aumento de la frecuencia respiratoria para favorecer la rápida oxigenación sanguínea a los músculos, corazón y sistema nervioso; provoca el aumento de diámetro de las pupilas (midriasis) para la mejor visualización del entorno y estimula las glándulas suprarrenales para la producción de adrenalina.
- **Sistema nervioso parasimpático:** es considerado un sistema de reposo, porque da prioridad a las funciones del aparato digestivo, para un adecuado metabolismo. La acción nerviosa que ejerce sobre los órganos autónomos es contraria a la del sistema nervioso simpático.

De esta manera la autorregulación que ejercen ambos sistemas mantienen al organismo en equilibrio.

Preguntas de Reflexión

- ¿Considera importante la especialización del sistema nervioso central y el periférico? ¿Por qué?
- ¿Cuáles son las características funcionales del sistema nervioso central y cuáles del sistema periférico?
- ¿Cuál será la importancia de comprender conceptualizaciones del sistema nervioso?
- ¿Qué importancia tiene conocer el sistema nervioso para entender los procesos cognitivos?

Lecturas Recomendadas

- 1.- Gartner L.H.(2002). *Histología texto y atlas*. (2da Edición). México D.F., México: Editorial McGraw-Hill Interamericana.
- 2.- Guyton A.H. (2002). *Tratado de Fisiología Médica*. (10ma Edición).México D. F., México.: Editorial McGraw-Hill Interamericana.
- 3.- Kandel, E.R., Schwart, J.H., Jessell, T.M. (1998). *Neurociencia y conducta*. Madrid, España: Prentice-Hall Internacional.
- 4.- Tórtora C. (1999). *Principios de anatomía y fisiología*.Madrid, España: Masson.

7 Cerebro

Tania Arancibia Baspineiro
Luis Miguel Duchén Rodríguez

Objetivos:

Que el estudiante logre:

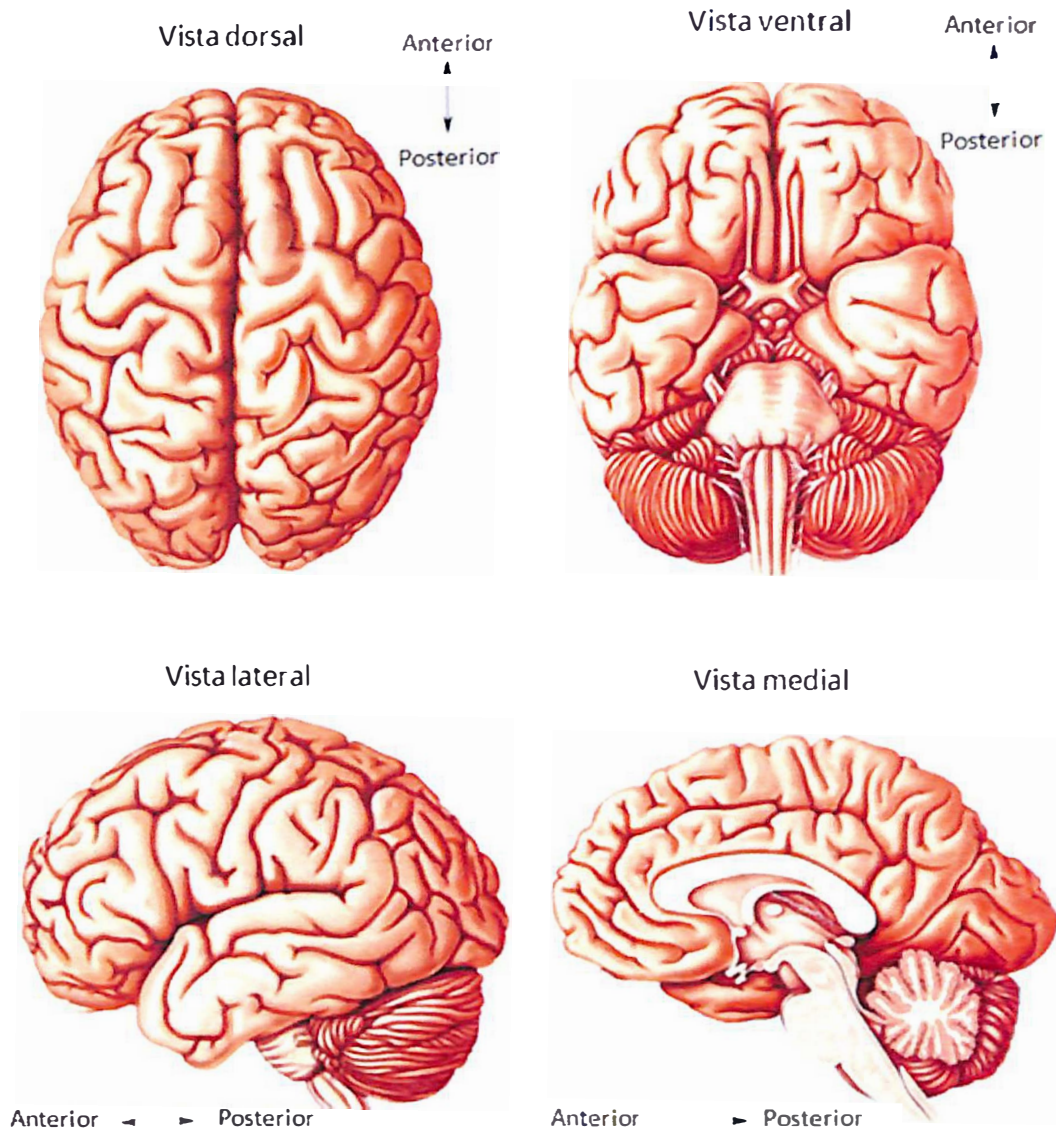
- Conocer la anatomía y fisiología del cerebro.
- Identificar los componentes anatómicos del cerebro.
- Identificar las áreas corticales funcionales del cerebro.
- Valorar la anatomofisiología cortical para el entendimiento de los procesos cognitivos.

7.1 Introducción

El cerebro es el componente de mayor volumen del encéfalo, el comprender su constitución anatómica permitirá un adecuado entendimiento de sus funciones que son la base de la comprensión de los procesos cognitivos y de las funciones motoras y sensoriales que conforman la base neurofisiológica del aprendizaje.

El cerebro es el asiento de la inteligencia, de las capacidades para leer, escribir, hablar, calcular y componer música, recordar el pasado, planear el futuro y crear obras que nunca antes han existido.

Su superficie se encuentra formada por una capa de sustancia gris de 2 a 4 mm de grosor que recibe el nombre de corteza cerebral en la que hay millones de neuronas. Por debajo de la corteza se encuentra la sustancia blanca.



Vistas dorsal, ventral, lateral y medial del encéfalo. Tomado de: Bear M.F., Connors B., Paradiso M. (2008). *Neurociencia la exploración del cerebro*. Barcelona: Wolters Kluwer Lippincott Williams & Wilkins

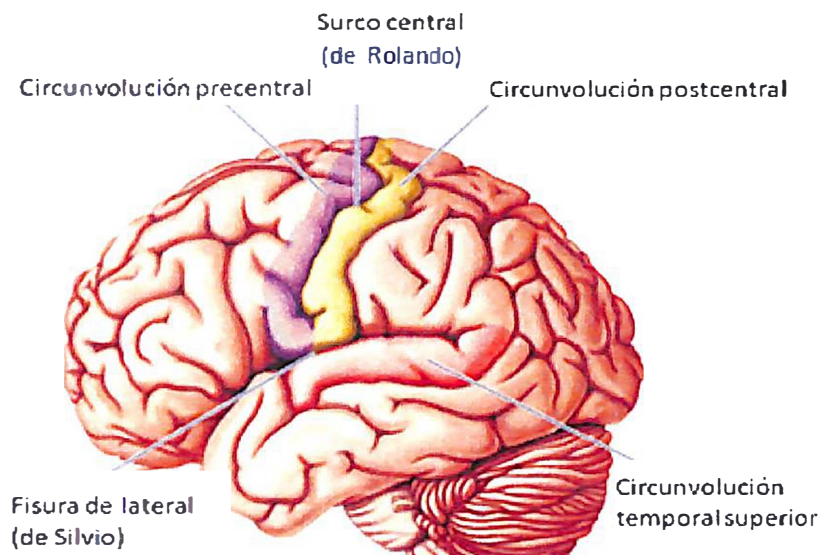
7.2 Características de los hemisferios cerebrales

Los hemisferios cerebrales derecho e izquierdo se encuentran separados por la fisura sagital denominada fisura longitudinal cerebral. En la profundidad de la fisura se encuentra el cuerpo calloso que conecta los hemisferios cerebrales. Un haz de las meninges denominado hoz cerebral separa ambos hemisferios en su porción superior, un segundo pliegue horizontal de la misma separa los hemisferios cerebrales del cerebelo y se denomina tienda del cerebelo.

La superficie de cada hemisferio está conformada de sustancia gris es denominada corteza o córtex cerebral, esta corteza forma pliegues o circunvoluciones que están separados entre sí por surcos o fisuras.

Cada hemisferio se encuentra dividido por surcos en lóbulos, cuatro de ellos son denominados por su vecindad con los huesos del cráneo: frontal, parietal, temporal y occipital.

El *surco central* (cisura de Rolando) separa el lóbulo frontal del lóbulo parietal. El *surco lateral* separa el lóbulo frontal del lóbulo temporal. El *surco parietooccipital* separa el lóbulo parietal del lóbulo occipital. La fisura transversa, separa el cerebro del cerebelo. Existe un quinto lóbulo denominado ínsula, no puede verse desde la superficie externa del cerebro porque se encuentra en el interior del surco lateral, bajo los lóbulos parietal, frontal y temporal.



Circunvoluciones, surcos y fisuras seleccionados en una vista lateral del cerebro. Tomado de: Bear M.F., Connors B., Paradiso M. (2008). *Neurociencia la exploración del cerebro*. Barcelona: Wolters Kluwer Lippincott Williams & Wilkins

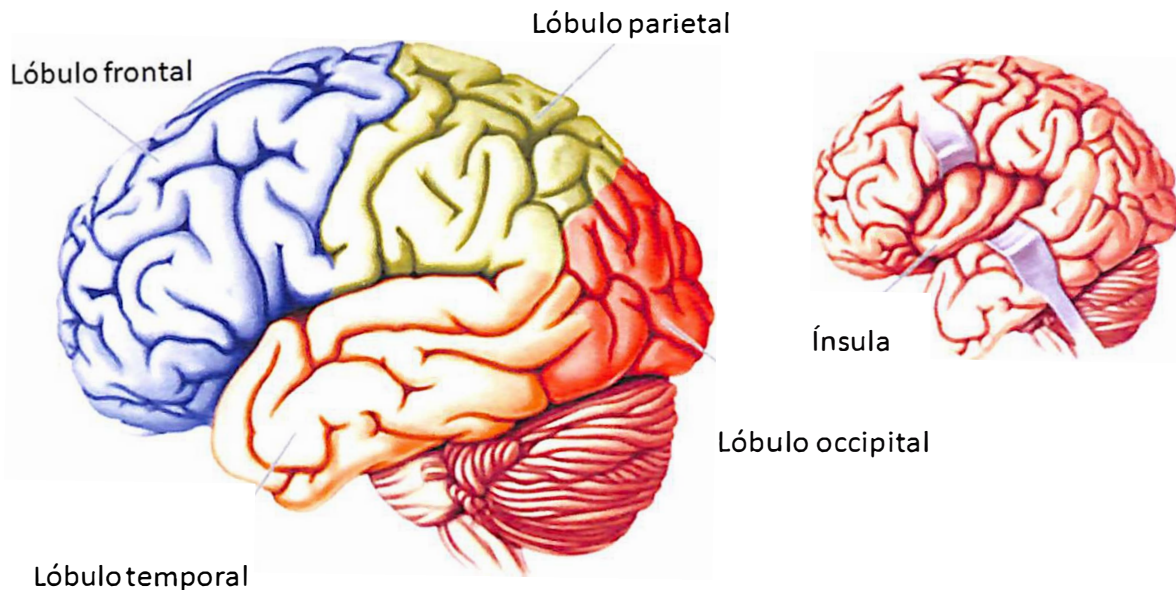
7.3 Lóbulos cerebrales

Los lóbulos del cerebro son: dos frontales, dos temporales, dos parietales, dos occipitales y dos lóbulos de la ínsula.

7.3.1. Lóbulo frontal

Ocupa el área anterior al surco central y superior al surco lateral, se encuentra dividido por tres surcos en cuatro circunvoluciones. En la corteza del lóbulo frontal se encuentra:

El área Motora primaria, ocupa la circunvolución pre central. Su estimulación produce movimientos aislados del lado opuesto del cuerpo y contracción de grupos musculares esa vinculados con la ejecución de un movimiento específico. Su función consiste en llevar a cabo los movimientos individuales de diferentes partes del cuerpo, para esta función el área motora primaria recibe numerosas fibras aferentes del área sensitiva, el tálamo, el cerebelo y los ganglios basales.



Lóbulos frontal, temporal, parietal, occipital y de la ínsula en una vista lateral. Tomado de: Bear M.F., Connors B., Paradiso M. (2008). *Neurociencia la exploración del cerebro*. Barcelona: Wolters Kluwer Lippincott Williams & Wilkins

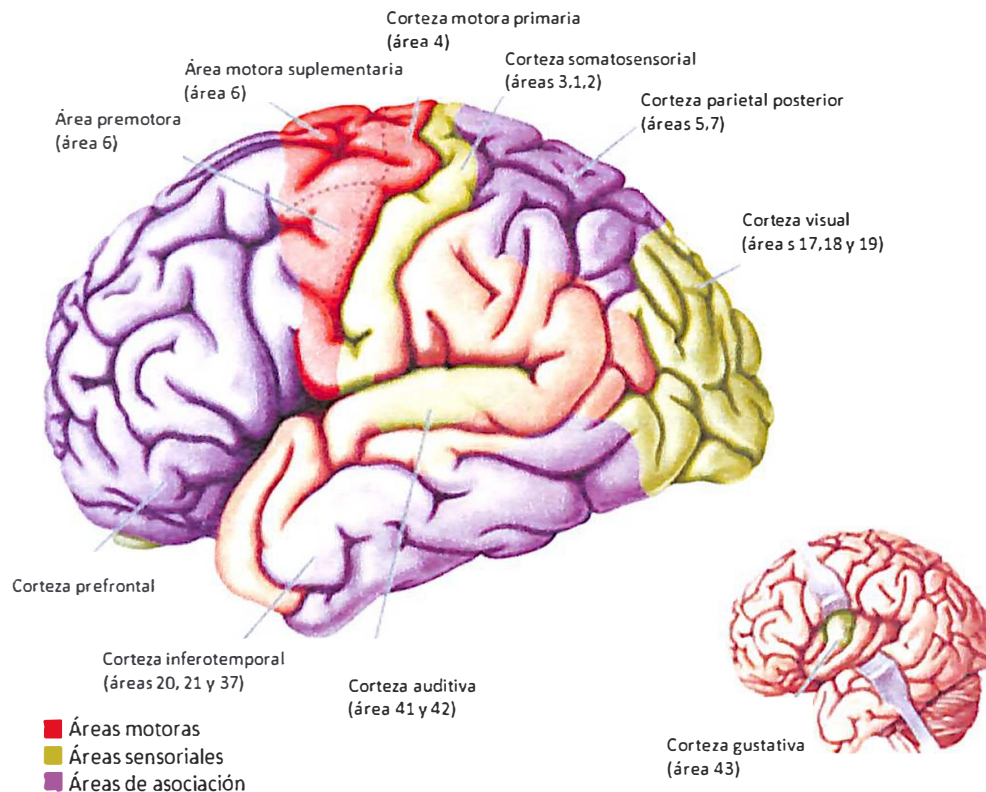
El área premotora o área motora secundaria, ocupa la parte anterior de la circunvolución pre central, recibe numerosas aferencias de la corteza sensitiva, el tálamo y los ganglios basales. Su función es almacenar programas de actividad motora reunidos como resultado de la experiencia pasada, participa en el control de los movimientos posturales gruesos como pararse o levantar una extremidad, organiza los ajustes necesarios de la postura para llevar a cabo un movimiento a través de sus conexiones con los ganglios basales.

El área motora suplementaria, está situada en la circunvolución frontal media, produce movimientos de secuencias de músculos o de grupos de ellos. Se trata de movimientos de orientación de la cabeza o del cuerpo. Participa en la organización y planificación de movimientos.

El campo ocular frontal, se extiende por delante la circunvolución pre central, se considera que su función consiste en controlar los movimientos de seguimiento voluntario del ojo y es independiente de los estímulos visuales.

El área motora del lenguaje de Broca, está ubicada en la circunvolución frontal inferior. Produce la formación de palabras por sus conexiones con las áreas motoras primarias adyacentes, y así los músculos de la laringe, la boca, la lengua, el paladar blando y los músculos respiratorios son estimulados apropiadamente, para la articulación de las palabras.

La corteza prefrontal, incluye la mayor parte de las circunvoluciones frontales superior, media e inferior, las circunvoluciones orbitarias y la mitad anterior de la circunvolución cingulada. A través de vías aferentes y eferentes se conecta con otras áreas de la corteza cerebral, como también con el tálamo, el hipotálamo, los ganglios basales, el cerebelo y el sistema límbico. La parte anterior del cuerpo caloso comunica la corteza prefrontal del hemisferio izquierdo con la corteza prefrontal del hemisferio derecho. La función de la corteza prefrontal está vinculada con la constitución de la personalidad, como resultado de las aferencias provenientes de muchos sitios corticales y subcorticales, por ésta razón la corteza prefrontal desempeña un papel en la regulación de los sentimientos, también influye en la determinación de la iniciativa y el juicio de un individuo.



Principales áreas sensoriales, motoras y de asociación de la corteza cerebral. Tomado de: Bear M.F., Connors B., Paradiso M. (2008). *Neurociencia la exploración del cerebro*. Barcelona: Wolters Kluwer Lippincott Williams & Wilkins

7.3.2 Lóbulo parietal

Ocupa el área ubicada por detrás del surco central y por encima del surco lateral, se extiende hasta el surco parietooccipital, se encuentra dividida por dos surcos en tres circunvoluciones. En la corteza del lóbulo parietal se encuentran:

El área somestésica primaria, se encuentra en la circunvolución poscentral. Esta área recibe los impulsos nerviosos de los receptores sensoriales somáticos del tacto, la propiocepción, del dolor y de la temperatura. Cada punto de ésta área recibe sensaciones de una determinada zona del cuerpo y en ella se conforma una representación espacial del cuerpo. La principal función de esta área consiste en localizar exactamente los puntos del cuerpo donde se originan las sensaciones.

El área somestésica secundaria, se encuentra superior al surco lateral, recibe impulsos sensitivos provenientes del área primaria y del tronco encefálico, responden particularmente a estímulos cutáneos transitorios, como cepillados o golpeteos de la piel.

El área somestésica de asociación, se encuentra en la circunvolución parietal superior. Su función es recibir e integrar diferentes modalidades sensitivas, por ejemplo, permite reconocer objetos colocados en la mano sin ayuda de la vista, recibe información relativa del tamaño y la forma de un objeto y lo relaciona con experiencia sensitivas pasadas, para que la información pueda ser interpretada y se reproduzca el reconocimiento del objeto.

7.3.3 Lóbulo temporal

Ocupa el área inferior al surco lateral. En la corteza del lóbulo temporal se encuentran:

El área auditiva primaria, incluye la circunvolución de Heschl y está ubicado en la parte inferior del surco lateral, está vinculada con la recepción de sonidos de baja y de alta frecuencia, además interpreta las características básicas de los sonidos, como el tono y el ritmo.

El área auditiva secundaria, está ubicada por detrás del área auditiva primaria la cual le envía impulsos nerviosos, su función es la interpretación de los sonidos.

El área sensitiva del lenguaje o área de Wernicke, ubicada en la circunvolución temporal superior. Está conectada con el área de Broca por un haz de fibras nerviosas denominado fascículo arcuato (denominado también fascículo arqueado), los fascículos son fibras nerviosas formados por los axones neuronales y se encuentran en la parte interna de la corteza cerebral, el fascículo arqueado tiene la función de conducir los impulsos nerviosos del área de Wernicke al área de Broca para la retroalimentación de la articulación de las palabras, esto significa que gracias a la comunicación cortical que existe entre dichas áreas podemos comprendernos y comprender los demás mediante el lenguaje hablado. Por lo

tanto el área de Wernicke permite la comprensión del lenguaje escrito, hablado y además que una persona pueda leer una frase, comprenderla y expresarla en voz alta.

7.3.4 Lóbulo occipital

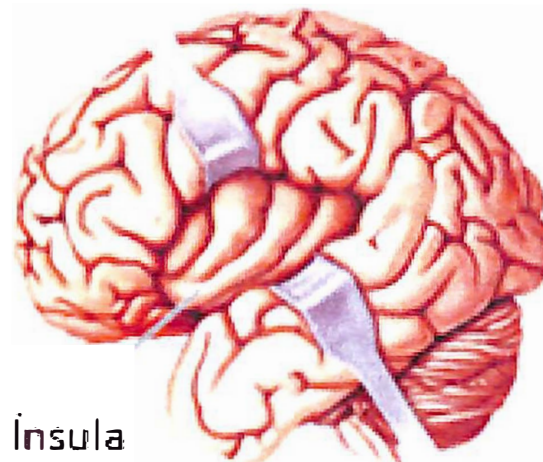
Ocupa un área pequeña situada por detrás del surco parietooccipital. En la corteza del lóbulo occipital se encuentran:

El área visual primaria, recibe impulsos nerviosos de la retina del ojo, proyectan la información sobre la forma, el color y el movimiento en el área visual primaria.

El área visual secundaria, rodea el área visual primaria, recibe fibras aferentes del área visual primaria. Su función es relacionar la información recibida del área visual primaria con experiencias visuales pasadas, lo que permite que el individuo reconozca y aprecie lo que está viendo.

7.3.5 Lóbulo de la ínsula

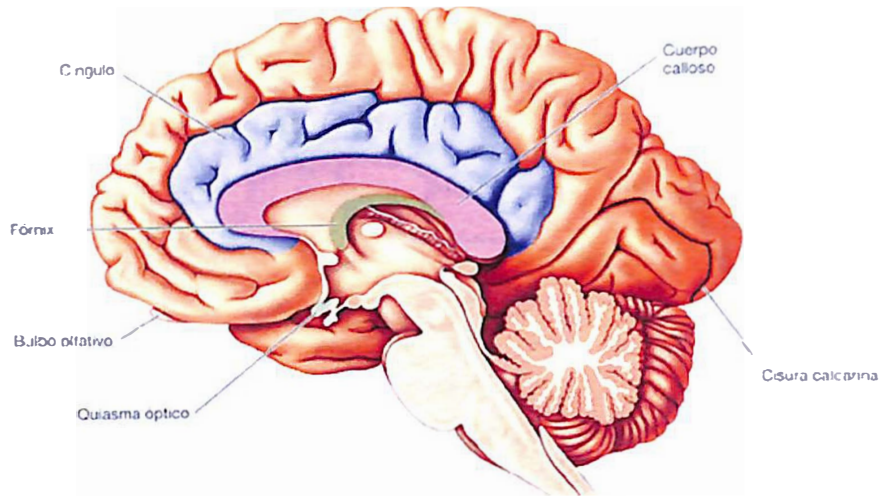
Se encuentra en la parte interna de la cisura lateral, puede ser visto sólo cuando se separa ampliamente los labios de la mencionada cisura. Las funciones del lóbulo de la ínsula están relacionadas con las funciones del sistema límbico, como las emociones y los sentimientos, la corteza insular procesa la información convergente para producir un contexto emocionalmente relevante para la experiencia sensorial. También está relacionada al olfato, al gusto, al sistema nervioso autónomo y a las áreas motoras. La ínsula juega un importante papel en la experiencia del dolor y de otras emociones básicas como el odio, el miedo, el disgusto, felicidad y tristeza.



Lóbulo de la ínsula en una vista lateral del cerebro. Tomado de: Bear M.F., Connors B., Paradiso M. (2008). *Neurociencia la exploración del cerebro*. Barcelona: Wolters Kluwer Lippincott Williams & Wilkins

7.4 Vista medial de los hemisferios cerebrales

La vista medial de los hemisferios cerebrales, consiste en observar la parte medial del cerebro, cuando se realiza una sección sagital (corte a nivel del cuerpo caloso) dividiendo al cerebro en dos hemisferios, donde se puede observar:



Vista medial del encéfalo que permite identificar al cuerpo caloso y al cíngulo. Tomado de: Bear M.F., Connors B., Paradiso M. (2008). *Neurociencia la exploración del cerebro*. Barcelona: Wolters Kluwer Lippincott Williams & Wilkins

El **cuerpo caloso**, que se encuentra formado por fibras nerviosas (conjunto de axones), dichas fibras nerviosas cruzan de un hemisferio al otro. Su función es integrar anatómica y funcionalmente a los hemisferios cerebrales. Cada hemisferio tiene funciones especiales pero ambos trabajan en asociación en lo que se refiere a funciones perceptivas, cognitivas y motoras superiores, así como también en la emoción y en la memoria.

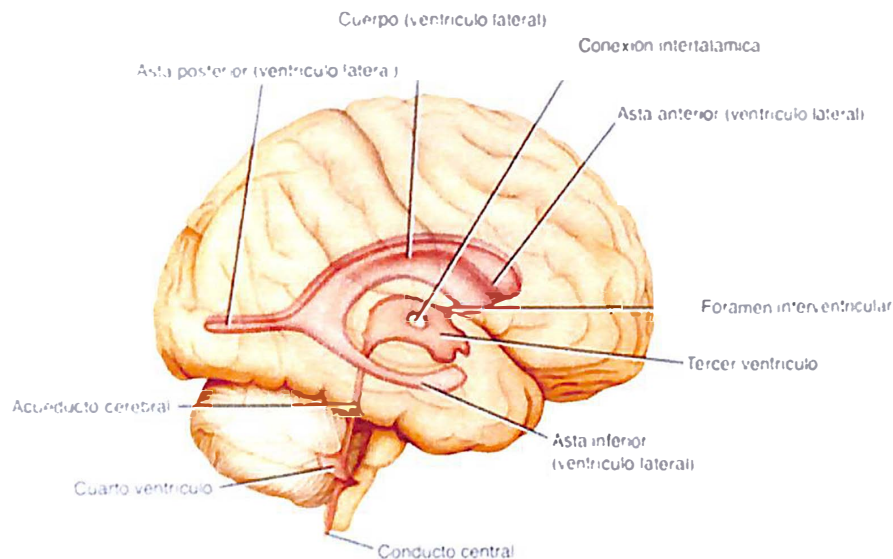
La **circunvolución del cíngulo**, se encuentra por encima del cuerpo caloso, la circunvolución o la corteza del cíngulo, se encuentra dividida principalmente en dos áreas la corteza del cíngulo anterior que forma parte del sistema límbico relacionado con las respuestas emocionales, y la corteza del cíngulo posterior relacionado con la memoria, porque forma parte de los circuitos neuronales que conectan la corteza del cíngulo posterior con el hipocampo.

También puede observarse la continuación medial de las **circunvoluciones precentral** donde se encuentran las áreas motoras, y de las **circunvoluciones poscentral** donde se encuentran las áreas sensoriales.

procesamientos de los estímulos visuales, encargándose de la información acerca de objetos estáticos y en movimiento además del reconocimiento de patrones. Está organizada de tal manera que la parte superior de la cisura calcarina procesa la información de la parte inferior del campo visual, y la parte inferior de la cisura calcarina procesa información de la mitad superior del campo visual, por lo que se considera una región importante para el aprendizaje de la lectura y la escritura.

7.5 Estructura interna de los hemisferios cerebrales

Los hemisferios cerebrales están constituidos por dos tipos de sustancias: 1) la sustancia gris denominada corteza cerebral formada por los cuerpos neuronales, las células gliales y axones no mielinizados, es donde se procesa la información; 2) la sustancia blanca formada por axones mielinizados que a su vez forman las fibras nerviosas que conducen los impulsos nerviosos que pueden ser aferentes o eferentes, que se dirigen de un área a otra pero del mismo hemisferio, como el fascículo arqueado que conecta el área de Broca (lóbulo frontal) con el área de Wernicke (lóbulo temporal); o impulsos nerviosos que viajan de un hemisferio a otro como en el cuerpo calloso. En el interior de los hemisferios cerebrales se encuentran los **ventrículos**, los **ganglios basales** y el **sistema límbico**.



Vistas lateral y anterior de esquemas que muestran la distribución tridimensional del sistema ventricular. Tomado de Snell, R.E.(2009). *Neuroanatomía clínica*. Buenos Aires, Argentina: Médica Panamericana

7.5.1 Ventrículos

Son cavidades revestidas por células endoteliales y células de los vasos sanguíneos que forman un tejido denominado plexo coroideo, el cual se encuentra encargado de producir el

líquido cefalorraquídeo. Los ventrículos laterales se localizan dentro de cada uno de los hemisferios cerebrales, se comunican con el tercer ventrículo que se encuentra a nivel del diencéfalo y este a su vez se comunica con el cuarto ventrículo que se encuentra entre el tronco encefálico y el cerebelo. El cuarto ventrículo se comunica con el conducto central de la médula espinal y con la superficie de todo el sistema nervioso central, de tal manera que el líquido cefalorraquídeo cubre y protege el encéfalo porque amortigua los movimientos bruscos del cuerpo que podrían causarle lesiones. El líquido cefalorraquídeo también ejerce la función de nutrición proporcionando sustancias importantes entre las que se encuentran el agua, sodio, potasio, cloro, proteínas y azúcares.

El líquido cefalorraquídeo se produce y se reabsorbe constantemente, manteniéndose una cantidad circulante de aproximadamente de 100 a 150 ml. En algunas enfermedades como infecciones, hemorragias y malformaciones congénitas, pueden producir obstrucción de la circulación normal del líquido cefalorraquídeo evitando su reabsorción, generando el acumulo del líquido en los ventrículos, lo que condicionaría la hidrocefalia (acumulo anormal de líquido cefalorraquídeo dentro del cerebro). La hidrocefalia puede condicionar trastornos del aprendizaje, disminución del rendimiento escolar, alteraciones del comportamiento, alteraciones de la memoria y en casos severos trastornos del estado de alerta que pueden llegar al estado de coma y finalmente a la muerte.

7.5.2 Ganglios basales

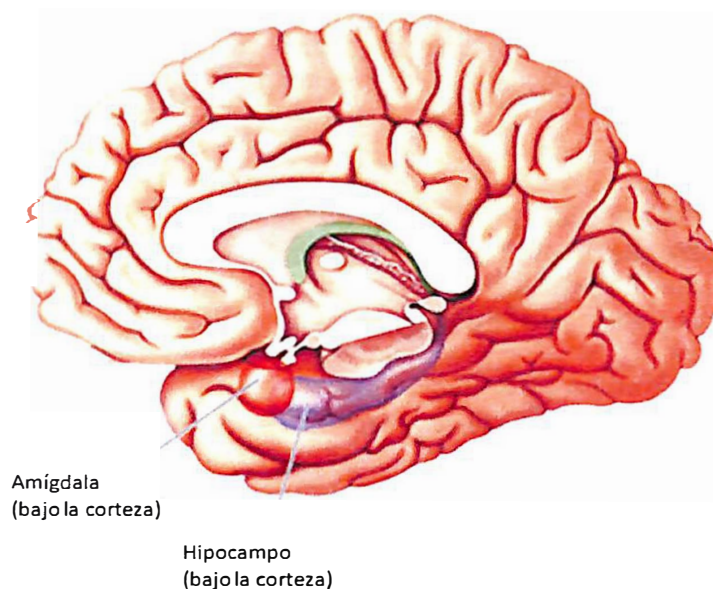
Son un conglomerado de cuerpos neuronales (sustancia gris) que se encuentran en la porción más profunda del cerebro por fuera de los ventrículos laterales, tienen múltiples conexiones con el tálamo, corteza cerebral, tronco cerebral, cerebelo y sistema límbico. Los ganglios de la base son reguladores de las vías que se conectan a través de ellos, por ejemplo actúan en la programación, planificación y secuenciación de los movimientos.

7.5.3 Sistema límbico

El sistema límbico es un conjunto de estructuras cerebrales interconectadas que forman un circuito, localizado en el límite interno del cerebro. Comprende estructuras nerviosas importantes como el hipotálamo, hipocampo, amígdala cerebral, el tálamo, bulbos olfatorios y la corteza cingulada.

El sistema límbico interviene en aspectos emocionales de la conducta relacionados con la supervivencia. El hipocampo interviene en la memoria. Debido a esta relación, los acontecimientos que producen una fuerte respuesta emocional son guardados en la memoria con mucha mayor facilidad que los que no la producen. Muchas alteraciones de la memoria son consecuencias de lesiones en zonas del sistema límbico como el **hipocampo**. Las personas que sufren este tipo de lesiones olvidan los acontecimientos recientes y no pueden confiar nada a la memoria. No se conoce con claridad la forma específica en que el sistema límbico funciona en los aspectos relacionados con la memoria.

Aunque la conducta es una función de la totalidad del sistema nervioso, el sistema límbico controla la mayor parte de sus aspectos involuntarios. Los experimentos han demostrado que el sistema límbico se asocia con el placer y el dolor. Cuando se estimulan determinadas zonas del sistema límbico en los animales, sus reacciones indican que experimentan un placer extremo. Estimular determinados núcleos amigdalinos y núcleos del hipotálamo dan lugar a patrones de conducta como la ira o el enojo. La estimulación de otras áreas del sistema límbico dará lugar a patrones de conductas opuestas, como por ejemplo se tornan dóciles, mansos y afectuosos. Como la función fundamental del sistema límbico está relacionada con emociones tales como el dolor, el placer, la ira, la rabia, el miedo, la pena, los sentimientos sexuales, la docilidad y el afecto, a veces se le da el nombre de encéfalo emocional.



Se ha inclinado ligeramente el encéfalo para mostrar la posición de la amígdala y del hipocampo, ambas estructuras se muestran artificialmente ya que no se pueden observar directamente desde la superficie, ambas están bajo la corteza cerebral. Tomado de: Bear M.F., Connors B., Paradiso M. (2008). *Neurociencia la exploración del cerebro*. Barcelona: Wolters Kluwer Lippincott Williams & Wilkins

7.6 Plasticidad cerebral

La plasticidad cerebral es la capacidad del sistema nervioso para cambiar su estructura y su funcionamiento a lo largo de la vida, como respuesta a la diversidad del entorno.

Habitualmente se refiere a los cambios a diferentes niveles en el sistema nervioso, desde eventos moleculares (neurotransmisores, neuronas), cambios en la expresión génica (los genes), comportamiento, hasta incluso la recuperación de funciones.

La plasticidad anátomo-funcional, 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.

La capacidad de la plasticidad cerebral varía según la edad, el entrenamiento cerebral (gimnasia cerebral), el grado de estimulación, el hemisferio dañado, el área de la lesión, el tamaño de la lesión, el tiempo en el que se instauró la lesión o el daño, la prontitud de la rehabilitación, e incluso la predisposición tanto de la familia como la del mismo individuo para recuperar o mejorar las funciones cerebrales.

Los cambios en el cerebro, su funcionamiento y el comportamiento se modifican de forma paralela. Las alteraciones cerebrales en los niveles genéticos o sinápticos son provocados tanto por la experiencia como por una gran variedad de factores ambientales como la radiación, el calentamiento global, la destrucción de la capa de ozono y la excesiva contaminación.

Los nuevos conocimientos adquiridos se dan gracias a los mecanismos de la plasticidad, el nuevo aprendizaje se produce de muchas formas, por muchas razones y en cualquier momento, a lo largo de nuestra vida. Un ejemplo son los niños que tienen mayor predisposición y capacidad plástica cerebral adquieren nuevos conocimientos en grandes cantidades, produciéndose cambios cerebrales significativos en esos momentos de aprendizaje intensivo.

Mediante la plasticidad cerebral un nuevo aprendizaje puede surgir aún en presencia de un daño neurológico, como en el caso de un traumatismo cráneo-encefálico. Cuando las funciones cerebrales son dañadas la plasticidad cerebral mediante mecanismos anatómicos como la dendrogénesis (formación de nuevas dendritas), la axogénesis (formación de nuevos axones), la mielogénesis (producción de mielina), y mecanismos funcionales como la generación de nuevas sinapsis y la producción de neurotransmisores permiten aprender otra vez.

Por tal situación un nuevo aprendizaje tiene que ser un comportamiento pertinente y necesario. Por los estudios de neurociencias respecto al aprendizaje y el cerebro dicho aprendizaje debe de resultar gratificante. Por ejemplo, aprender utilizando juegos interactivos es especialmente útil para potenciar la plasticidad cerebral. Se ha demostrado que esta forma de aprendizaje incrementa la actividad de la corteza prefrontal.

Preguntas de Reflexión

- ¿Considera importante conocer la anatomía y fisiología cerebral? ¿Por qué?
- ¿La delimitación anatómica en lóbulos y áreas cerebrales también delimitarán marcadamente las funciones cerebrales?
- ¿Cuáles son las diferencias funcionales entre las áreas corticales primarias en relación con las áreas corticales secundarias?
- ¿Cuál es el papel que cumple la plasticidad cerebral en el cotidiano vivir?

Lecturas Recomendadas

- 1.- Connors B., Paradiso M. (2008) *Neurociencia la exploración del cerebro*. Barcelona, España: Wolters Kluwer Lippincott Williams & Wilkins.
- 2.- Gartner L.H.(2002). *Histología texto y atlas*. (2da Edición). México D.F., México: Editorial McGraw-Hill Interamericana.
- 3.- Guyton A.H. (2002). *Tratado de Fisiología Médica*. (10ma Edición).México D. F., México.: Editorial McGraw-Hill Interamericana.
- 4.- Kandel, E.R., Schwartz, J.H., Jessell, T.M. (1998). *Neurociencia y conducta*. Madrid, España: Prentice-Hall Internacional.
- 5.- Tórtora C. (1999). *Principios de anatomía y fisiología*.Madrid, España.: Masson.

8 Lateralidad Cerebral

Dra. Tania Arancibia Baspineiro

Objetivos:

Que el estudiante logre:

- Describir la dominancia cerebral, integrando sus mecanismos biológicos.
- Valorar la importancia de las funciones y particularidades hemisféricas.
- Identificar la dominancia hemisférica en niños menores de 6 años aplicando sus conocimientos.

8.1 Introducción

Los estudios que se realizaron el siglo pasado en los que se estudiaron los procesos cognitivos han dado como resultados que incluso las funciones más complejas del encéfalo están localizadas o lateralizadas desde el punto de vista funcional.

Esta lateralización tiene gran importancia en las funciones hemisféricas cerebrales. No obstante, no es claro si la función es una propiedad localizada o de la totalidad del sistema nervioso, lo que genera aun controversia.

Ninguna parte del sistema nervioso trabaja por separado, es por esta situación, que cualquier función cerebral como el pensamiento, percepción y el lenguaje no puede ser comprendido localizándose en una región del encéfalo, sin considerar las relaciones de estas con otras regiones.

El hecho de que una lesión no afecte una tarea determinada no significa que esa área afectada del encéfalo no esté implicada en la realización de esa tarea. El encéfalo tiene la capacidad de reorganizarse de modo que otras áreas asuman la función comprometida.

8.2 Dominancia Cerebral

Los dos hemisferios tienen capacidades cognitivas diferentes. Estudios realizados en personas demuestran que cada hemisferio puede funcionar independientemente cuandoe ambos están separados. A pesar de que el hemisferio derecho es mudo y no pued comunicarse o expresarse verbalmente puede hacer muchas cosas que hace el hemisferio verbal.

Los procesos básicos tales como análisis sensorial, memoria, aprendizaje y cálculo pueden ser realizados por uno u otro hemisferio.

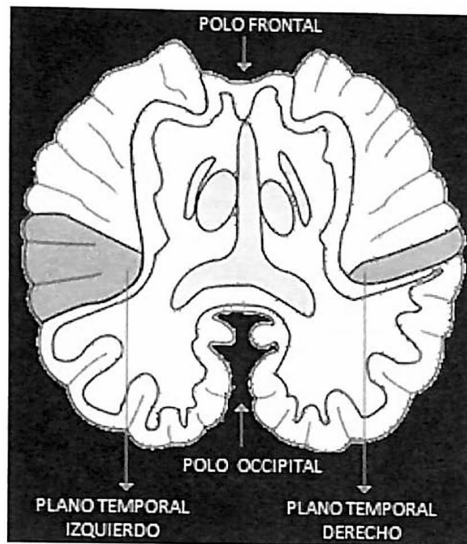
Sin embargo la capacidad del hemisferio derecho desconectado del izquierdo es limitada cuando la tarea implica razonamiento abstracto o análisis. Es probable por tanto que el cuerpo calloso y otras comisuras integren las funciones de ambos hemisferios.

De acuerdo al análisis de Broca establecemos que hablamos con nuestro hemisferio izquierdo. No obstante el hemisferio derecho tiene capacidad para una comprensión elemental del lenguaje. Por ejemplo, algunas palabras proyectadas al hemisferio derecho pueden ser leídas y comprendidas. Si se proyectan brevemente las letras P-E-Z en el campo visual izquierdo, (que proyecta al hemisferio derecho), la persona elige con su mano izquierda la figura del pez. Sin embargo el hemisferio derecho no es una copia fiel del hemisferio izquierdo, de hecho, en ciertas tareas perceptivas el hemisferio derecho tiene mejor desempeño que el hemisferio izquierdo.

8.3 Mecanismos biológicos de la dominancia

Varios estudios sugieren que la dominancia cerebral izquierda existe desde que el lenguaje se manifiesta por primera vez. No obstante, contrariamente a lo que sucede en adultos, los niños que tienen daño en el hemisferio izquierdo por lo general recuperan la capacidad de hablar en años posteriores, porque el hemisferio derecho puede realizar las funciones del lenguaje si el lenguaje no es operativo.

Si cada hemisferio puede desarrollar la capacidad del lenguaje ¿por qué el hemisferio izquierdo alcanza a ser el dominante en la mayoría de las personas?. La explicación podría encontrarse en los estudios anatómicos y fisiólogos que se realizaron en autopsia de cerebros en épocas pasadas y en estudios funcionales actuales realizados con resonancia magnética funcional. A partir de estos estudios se encontraron asimetrías anatómicas hemisféricas. En estudios anatómicos se evidenció asimetría entre los hemisferios izquierdo y derecho, de manera que el área del lenguaje es de mayor dimensión en el hemisferio izquierdo, lo que sería un factor condicionante para dicho desarrollo, es decir, que al existir mayor área del lenguaje en el hemisferio izquierdo, ello predispone la existencia de mayor conexión sináptica y por ende circuitos y redes neuronales de mayor complejidad, permitiendo mejor desarrollo funcional en dicha área del hemisferio izquierdo.



Tomado de: http://www7.uc.cl/sw_educ/neurociencias/html/211.html

Una vez que una región hemisférica comienza a especializarse en una función concreta, como el lenguaje, estas funciones se consolidan en ese hemisferio.

Las funciones que requieren amplias conexiones entre varias regiones de la corteza cerebral pueden llegar a lateralizarse, debido a una evolución eficaz. Es así que la concentración de funciones complejas como el lenguaje puede ser más ventajosa en un hemisferio que en el otro.

8.4 Funciones y particularidades hemisféricas

Los dos hemisferios están diferencialmente especializados, cada hemisferio por separado tiene sus puntos débiles y fuertes.

Ciertas tareas se realizan mejor mediante análisis descomponiendo el problema en elementos lógicos, este tipo de tarea es de la codificación verbal, otras tareas pueden ser mejor realizadas no por análisis secuencial, sino por un proceso simultáneo, por ejemplo el reconocimiento de rostros, porque sería mucho más complicado ir reconociendo los componentes de este rostro uno por uno de manera secuencial.

Suele afirmarse que nuestro encéfalo consta de un hemisferio izquierdo que sobresale en capacidad racional, verbal, lógico secuencial, que controla la actividad motora del hemicuerpo contralateral, y un hemisferio derecho que maneja la orientación, el espacio, sentido de la tridimensionalidad, análisis holístico, reconocimiento de rostros, sentido del

arte, de la música, y por supuesto del control motor del lado izquierdo del cuerpo. Sin embargo, el cerebro tiene múltiples conexiones entre ambos hemisferios. La interacción entre ambos es tal que no podemos disociar claramente sus funciones específicas.



Tomado de: <http://ajilbab.com/hemisferio/hemisferio-izquierdo-vs-hemisferio-derecho.htm>

En la actualidad se sabe, que la función o tarea concreta que realiza un hemisferio, puede deteriorarse si se desconecta del otro hemisferio.

La relación entre manualidad (preferencia manual) y lateralidad hemisférica del lenguaje fue uno de los primeros problemas explorados y estudiados en personas, dando los siguientes resultados: como era de esperar el estudio concluye que casi todas las personas diestras, (un 90%) tienen localizada la capacidad del habla en el hemisferio izquierdo. Sorprendentemente ocurre lo mismo en la mayoría de las personas zurdas. No obstante una cantidad significativa (15%) de sujetos zurdos tiene el centro del habla en el hemisferio derecho. Además, en algunos sujetos zurdos el habla está controlada por ambos hemisferios (Habib Michel, 1998).

Las funciones relacionadas con el estado de ánimo también tienen un grado de localización con dominancia de la euforia en el hemisferio derecho y de la depresión en el hemisferio izquierdo (Habib Michel, 1998).

8.5 ¿El retraso de la maduración cerebral causa dislexia?

En la actualidad se ha establecido que la dislexia (dificultades en la lectura) puede presentarse a causa de un desorden de naturaleza cerebral. Una forma de considerar si los trastornos severos en la lectura están motivados por déficit en el funcionamiento cerebral es el estudio de una de las características básicas del sistema nervioso, esto es, su carácter asimétrico. A partir de estudios funcionales en el cerebro se acepta la idea de que los lectores normales presentan un patrón de especialización hemisférica caracterizado por la lateralización del lenguaje al hemisferio izquierdo, mientras que el control de las funciones espaciales sería responsabilidad del hemisferio derecho.



Sin embargo varios investigadores establecen la existencia de distintas formas de dislexia. Por esta situación, es probable que los distintos subtipos disléxicos muestren patrones de asimetría cerebral también diferentes. A partir de estas investigaciones se pone de manifiesto que la relación entre asimetría cerebral y dislexia no está claramente establecida. Sin embargo podrá explicarse la dislexia como una consecuencia de una débil especialización del lenguaje en el hemisferio izquierdo, o generada por un retraso de la maduración de las áreas que elaboran los estímulos verbales más que por la convergencia de las funciones lingüísticas y espaciales al hemisferio izquierdo.

Es evidente la necesidad de investigaciones que argumenten el papel de la especialización hemisférica en el rendimiento de un lector "normal" y que las alteraciones en el desarrollo asimétrico cerebral deriven en trastornos de la lectura.

Preguntas de Reflexión

- ¿Considera que el funcionamiento hemisférico cerebral es independiente para cada hemisferio?
- ¿Cuál es la explicación de la especialización de los hemisferios cerebrales?
- ¿Tienen los hemisferios cerebrales capacidades cognitivas diferentes? ¿Por qué?
- ¿La lateralización hemisférica de las funciones cerebrales debería proporcionar mayor eficacia en la realización de una tarea? ¿Por qué?

Lecturas Recomendadas

- 1.- Carlson, N.R. (1996). *Fundamentos de Psicología fisiológica*. México, México D.F.: Prentice-Hall Hispano-Americana S.A.
- 2.- Habib M. (1998). *Bases neurológicas de las conductas*. Barcelona, España: Masson S.A.
- 3.- Kandel, E.R., Schwartz, J.H., Jessell, T.M. (1998). *Neurociencia y conducta*. Madrid, España: Prentice-Hall Internacional.
- 4.- Woolfolk A., (1999). *Psicología educativa*, México.: Editorial Prentice Hall, Séptima edición.

9 Emociones, necesidades, motivación, atención, hipotálamo y sistema límbico.

Dra. Tania Arancibia Baspineiro

Objetivos

Que el estudiante logre:

- Comprender la integración psicofisiológica de las emociones, necesidades, motivación y atención en el cerebro.
- Identificar los patrones de respuestas psicofisiológicas de las emociones.
- Identificar el sistema encargado de la regulación de las emociones.
- Reconocer al hipotálamo como el centro regulador de las emociones y su interacción con el sistema límbico.
- Identificar al hipotálamo como un nexo entre el sistema nervioso central y el sistema nervioso periférico.
- Valorar las emociones como parte del aprendizaje.

9.1 Emociones

La palabra emoción se refiere a conductas, respuestas fisiológicas y sensaciones. Emoción es una palabra que puede significar varias cosas, pero generalmente se refiere a expresiones negativas o positivas que son producidas por situaciones específicas. Si somos tratados de manera injusta nos sentimos molestos y en respuesta expresaremos emociones negativas, por el contrario, si reconocen nuestro trabajo y el esfuerzo que depositamos en

él, o nos encontramos a lado del ser amado generalmente la respuesta será una emoción positiva. Las emociones consisten en patrones de respuestas fisiológicas y conductas específicas de la especie.

9.1.2 Emociones como patrones de respuesta

Una respuesta emocional consta de tres tipos de componentes: conductual, autónomo y hormonal.

Frente al peligro tratamos de enfrentar la situación o de huir, las respuestas autónomas facilitan las conductas y proporcionan disponibilidad rápida de energía para lograr un movimiento vigoroso, por lo tanto, la función simpática aumenta y la del parasimpático disminuye, en consecuencia, la frecuencia cardíaca aumenta y se privilegia la circulación sanguínea hacia los músculos, las repuestas hormonales refuerzan a las respuestas autónomas. Las hormonas segregadas por la glándula suprarrenal como la adrenalina y la noradrenalina incrementan más aún el flujo sanguíneo hacia los músculos y hacen que los nutrientes almacenados en ellos se conviertan en glucosa y esta a su vez en energía necesaria para la activación muscular (Carlson Neil, 1996). De esta manera habremos respondido a la situación de peligro.

9.1.3 Control nervioso de los patrones de respuesta emocional

Las conductas, las respuestas autónomas y las secreciones hormonales asociadas con estas reacciones emocionales son controladas por medio de sistemas nerviosos separados. La respuesta integrada parece ser controlada por la amígdala o sistema amigdalino, que desempeña un papel importante en las reacciones fisiológicas y conductuales.

El sistema amigdalino se encuentra localizado en la parte interna de los hemisferios cerebrales. La información se conecta mediante vías nerviosas a la corteza asociativa, al tálamo, al hipotálamo, mesencéfalo, protuberancia y bulbo raquídeo, que son responsables de la respuesta emocional.

Las respuestas emocionales pueden ser modificadas con la experiencia una vez aprendidas, a ello se denomina **repuesta emocional condicionada**. Esto “ocurre cuando un estímulo neutral es seguido de manera regular, por otro que provoca de manera automática una respuesta” (Carlson Neil, 1996), por ejemplo cuando suena el timbre de la escuela para el receso.

Si un animal aprende a dar una respuesta específica que le evite el contacto con el estímulo causante de aversión, la mayoría de las respuestas emocionales no específicas desaparecerán paulatinamente, a esto llamamos **respuesta de afrontamiento**.

La amígdala por sí sola no decide la respuesta emocional, actúa a manera de un botón de encendido. Existen otras estructuras involucradas en las respuestas emocionales:

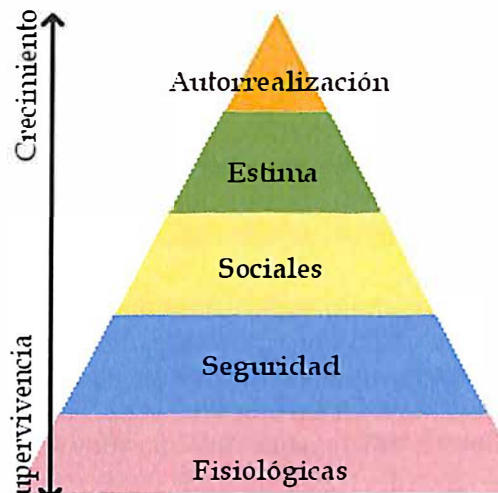
- **Tálamo:** En esta estructura, la mayoría de las reacciones emocionales son respuestas a *estímulos simples*, sobre todo a conductas defensivas o agresivas. Como ejemplo podemos citar la respuesta de un individuo ante el estímulo auditivo al sonido de la alarma del despertador (Carlson Neil, 1996).
- **Corteza de asociación sensorial:** En estas estructuras la mayoría de las reacciones emocionales son respuestas a estímulos complejos, ejemplo: el acercamiento de una persona con quien se tuvieron encuentros desagradables. Para que ocurra una respuesta es necesario reconocer a la persona y en esto participa la corteza de asociación sensorial, donde se encuentran involucrados los sentidos (Carlson Neil, 1996).
- **Corteza orbitofrontal:** Se ubica en la base del lóbulo frontal, recibe conexiones del tálamo, corteza temporal, sistema amigdalino, corteza olfatoria. Por su gran relación con muchas estructuras del sistema nervioso esta región está preparada para responder a estímulos de situaciones sociales, que requieren un mayor análisis. El hecho de que la corteza orbitofrontal desempeñe un importante papel en la conducta emocional se demuestra por los efectos del daño en dicha región, que generan cambios en las respuestas emocionales tales como desadaptación social. (Carlson Neil, 1996).

9.2 Necesidades y motivación

Una necesidad podría definirse como una exigencia biológica o psicológica. Un estado de privación que motiva a una persona a emprender la acción para llegar a una meta. Las necesidades rara vez se satisfacen de manera completa y perfecta, por lo que siempre es posible mejorar. Así, la gente se motiva por las tensiones que crean las necesidades para avanzar hacia metas que pueden satisfacerlas.

Maslow postula que los seres humanos tenemos una **jerarquía de necesidades**, que va desde un nivel inferior referido a las necesidades básicas, como la supervivencia y la seguridad hasta un nivel superior de desarrollo intelectual y la autorrealización (Maslow Habraham, 1943, citado en R. Ewalo, Jr., William, 1982)

Cuando estas necesidades quedan satisfechas, no disminuye la motivación del individuo, sino que pasa lo contrario, la motivación aumenta para buscar una mayor satisfacción. Entre más éxito tengan los esfuerzos por saber y entender, más se esforzará la persona por el conocimiento y comprensión y esto generará motivación creando en el cerebro conexiones nerviosas en el sistema límbico y el hipocampo creando los circuitos recompensa, vías nerviosas reforzadoras y la mayor producción de dopamina.



Tomado de: <http://www.universidadperu.com/seguridad-teoria-de-las-necesidades-humanas-de-maslow-blog.php>

Esta teoría recibió muchas críticas, a pesar de ello nos muestra de manera integral a la persona, cuyas necesidades físicas, emocionales e intelectuales están relacionadas. Si el aula es un lugar atemorizante e impredecible en el que los estudiantes rara vez conocen los objetivos, estarán más preocupados por la seguridad que por el aprendizaje.

9.3 Atención

La vida sería imposible si se percibiera cada variación de color, movimiento, sonido, olor, o temperatura. Cuando se presta atención a ciertos estímulos e ignora a otros, seleccionamos lo que queremos procesar. La atención es un recurso muy limitado, sólo podemos prestar atención a una sola tarea muy exigente y luego a otra. Un ejemplo muy característico es cuando una persona aprende a conducir, no puede hacerlo y escuchar la radio al mismo tiempo.

Uno de los primeros pasos para el aprendizaje es prestar atención, puesto que no es posible procesar algo que no se reconoce o no se percibe.

9.3.1 Psicofisiología de la atención

La atención no es un proceso unitario, porque abarca diversos mecanismos, por tal situación es considerada una capacidad multidimensional. Los sistemas cerebrales implicados en este proceso atencional se relacionan con la integración de diversas estructuras: el lóbulo parietal, el tálamo, la corteza motora, lóbulo prefrontal, los ganglios de la base y sustancias químicas que activan el nivel de alerta como la norepinefrina y la dopamina. Existen tres dimensiones de la atención:

- **Atención selectiva:** Es la capacidad para seleccionar, de entre varias posibles, la información relevante o el esquema de acción apropiado que se procesará.
- **Atención dividida:** Es la capacidad de realizar la selección de más de una información a la vez o de más de un proceso o esquema de acción simultáneamente. Estudia el proceso de compartir la capacidad entre tareas o fases de una tarea.
- **Atención sostenida:** Es la capacidad de mantener el estado de mecanismos atencionales y la selectividad atencional durante un período prolongado en la realización de una tarea.

9.3.2 Vías nerviosas de la atención

Diferentes partes del cerebro se activan cuando atendemos. Se trata de un sistema funcional o de redes anatómicas de atención.

La red posterior está implicada en la orientación visual y la atención focalizada, e incluye el córtex parietal posterior, el mesencéfalo, el núcleo del tálamo y lóbulos temporales inferiores implicados en el reconocimiento de objetos y sus características.

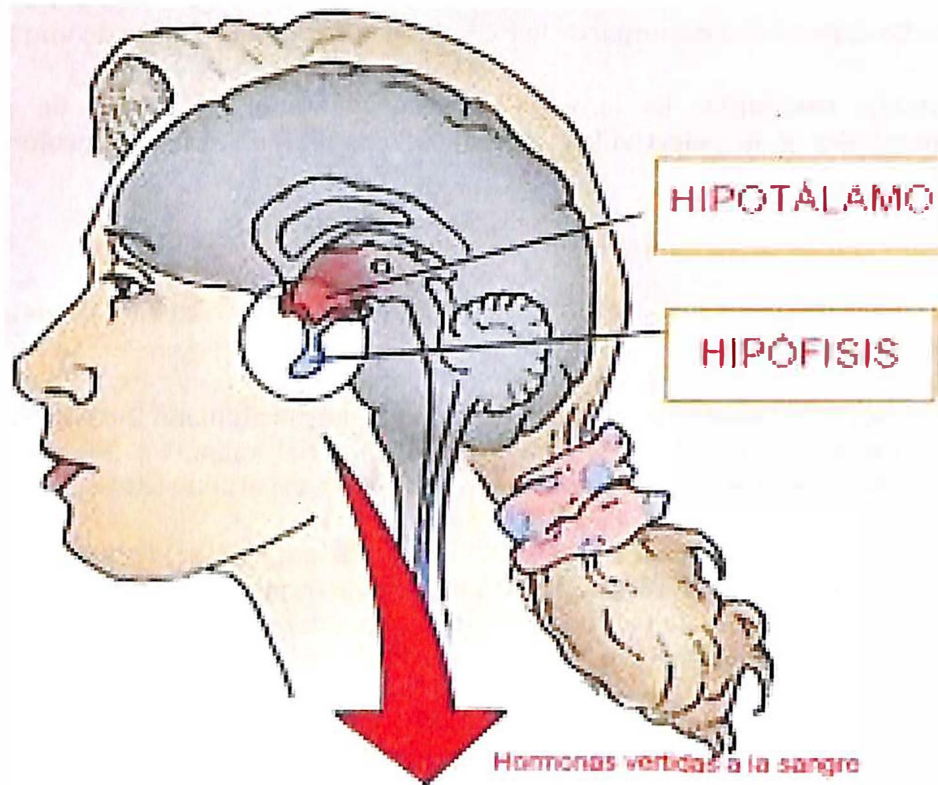
La red anterior está implicada en la selectividad atencional y en el control de la acción, en la iniciación y la inhibición de respuesta. Se encuentran implicados ampliamente los lóbulos frontales como reguladores de la atención, especialmente en situaciones infrecuentes en las que es necesaria la planificación, regulación deliberada y flexibilidad ante demandas cambiantes.

Existe una **tercera red** relacionada con los aspectos intensivos de la atención: vigilancia, alerta y atención sostenida; se trata de estructuras subcorticales, como el sistema reticular ascendente. El córtex cerebral influye en la activación a través de las vías descendentes al sistema reticular. Cuando el hemisferio derecho predomina sobre el izquierdo permite cambios de atención, probablemente por la implicación de vías noradrenérgicas que secretan la noradrenalina. Cuando el hemisferio izquierdo predomina sobre el derecho, logra mantener la atención (atención sostenida) probablemente por su implicancia con las vías dopaminérgicas en donde se secreta la dopamina.

9.4 Hipotálamo

Se encuentra en la base del cerebro, en la parte inferior del tálamo, forma parte del diencefalo. Es una estructura pequeña pero importante, en su conformación estructural se encuentran grupos neuronales que conforman redes neuronales encargadas de diferentes funciones entre ellas están: control de las funciones vegetativas; control de la ira y la rabia; control del sueño; control de las funciones sexuales; de la temperatura; del volumen de agua corporal mediante el mecanismo de la sed; control de la ingesta de alimentos

mediante los mecanismos de la saciedad y el hambre. El hipotálamo puede controlar el sistema nervioso y el sistema endocrino, organiza las conductas relacionadas con la supervivencia de la especie. La emoción y la conducta son funciones también atribuibles al hipotálamo.

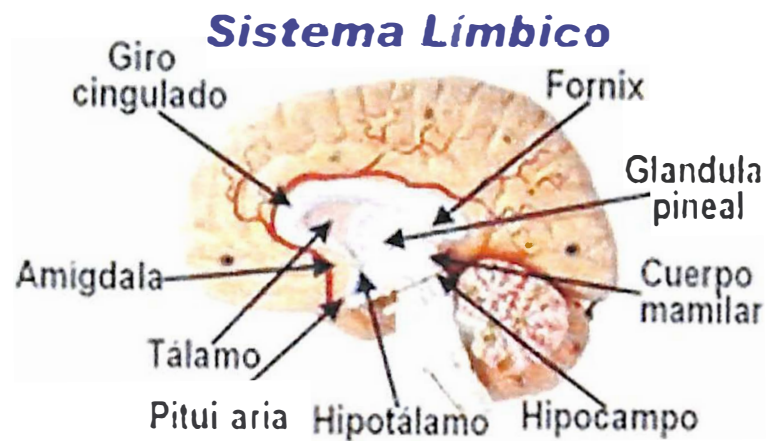


Tomado de: http://recursostic.educacion.es/ciencias/biosfera/web/alumno/3ESO/Sistendo/hipotalamo_hipofisis.htm

9.5 Sistema límbico

La emoción implica al sistema nervioso por completo, sin embargo, existen dos partes que son especialmente importantes: el sistema límbico y el sistema nervioso autónomo.

El sistema límbico: está compuesto por un conjunto de estructuras cuya función está relacionada con las respuestas emocionales, el aprendizaje y la memoria. La personalidad, las emociones y los recuerdos dependen en gran medida del sistema límbico. Los componentes de este sistema son: amígdala, tálamo, hipotálamo, hipófisis, hipocampo, el área septal (compuesta por el fórnix, cuerpo calloso y fibras de asociación), la corteza orbitofrontal y la circunvolución del cíngulo. A continuación se describirán tres de las estructuras principales del sistema límbico.



Tomado de: <http://www.fotosimagenes.org/sistema-limbico>

- **Hipotálamo:** Está relacionado principalmente con la homeostasis (equilibrio de las funciones autónomas del organismo). El hipotálamo envía instrucciones al resto del cuerpo de dos formas: la primera es hacia el **sistema nervioso autónomo**, para el control de la presión sanguínea, la frecuencia cardíaca, la frecuencia respiratoria, la digestión, la temperatura; la otra forma es la que el hipotálamo controla las funciones mediante la **glándula pituitaria o también denominada hipófisis**, el hipotálamo y la glándula de la hipófisis se encuentran conectadas neurológica y químicamente, esto quiere decir mediante señales nerviosas (impulsos nerviosos) y mediante la secreción hormonal. La hipófisis es una glándula neuroendocrina porque es controlada por hipotálamo para regular funciones endócrinas. Un ejemplo de ello es la producción y liberación de la hormona de crecimiento que es importante para el desarrollo y crecimiento.
- **El Hipocampo:** Parece ser muy importante para la memoria a corto plazo, además de el almacenaje de la información en la memoria a largo plazo. Si el hipocampo es dañado, una persona no puede construir nuevas memorias, y vive en un lugar extraño donde todo lo que experimenta simplemente se desvanece, mientras que las memorias más antiguas antes del daño permanecen intactas.
- **Amígdalas:** Se sitúan a ambos lados del tálamo en el extremo inferior del hipocampo. Cuando son estimuladas eléctricamente, los animales responden con agresión. Si la amígdala es extirpada, los animales se vuelven muy dóciles y no vuelven a responder a eventos que antes les habrían causado rabia, también son indiferentes a estímulos que podrían, de otra manera, haberles causado miedo.

El sistema nervioso autónomo: También se encuentra involucrado en las emociones. El **sistema nervioso simpático** tiene por función preparar al cuerpo para actividades vigorosas asociadas con la huida o la defensa. Su activación implica: dilatación de las pupilas, estimula las

glándulas sudoríparas, dilata los vasos sanguíneos en los músculos, aumenta la frecuencia cardíaca, aumenta la frecuencia respiratoria, permite la liberación de adrenalina e inhibe las secreciones digestivas. Por otra parte el **sistema nervioso parasimpático** tiene por función actuar como antagonista al sistema nervioso simpático, su activación implica: constricción de las pupilas, activación de las glándulas salivales, estimulación de las secreciones digestivas preparando al organismo para la digestión, disminución de la frecuencia cardíaca y respiratoria. Ambos sistemas, el simpático y el parasimpático, permiten la homeostasis de las funciones del sistema nervioso autónomo y participan en la fisiología del comportamiento y en las respuestas a los estados emocionales.

Preguntas de Reflexión

- ¿Qué papel juegan las emociones en el aprendizaje?
- ¿Está de acuerdo con la propuesta de Maslow sobre la jerarquía de las necesidades? ¿Por qué?
- ¿Qué características determinan en la atención las vías dopaminérgicas y las vías noradrenérgicas?
- ¿Porque el sistema límbico se encuentra involucrado en el control de las emociones y de la memoria?

Lecturas Recomendadas

- 1.- Carlson, N.R. (1996). *Fundamentos de Psicología fisiológica*. México, México D.F.: Prentice-Hall Hispano-Americana S.A.
- 2.- Costanzo L.S. (2008). *Fisiología*. México D.F., México: McGraw-Hill Interamericana
- 3.- Ewalo, R., William, Jr. (1982). *El medio ambiente y el hombre*. México, DF.: Limusa.
- 4.- Habib M. (1998). *Bases neurológicas de las conductas*. Barcelona, España: Masson S.A.
- 5.- Snell R.E. (2009). *Neuroanatomía clínica*. Buenos Aires; Argentina: Médica Panamericana.

1 0 Psicofisiología de la Memoria

Tania Arancibia Baspineiro
Luis Miguel Duchén Rodríguez

Objetivos

Que el estudiante logre:

- Comprender la importancia que tiene la memoria en el aprendizaje a un nivel de producción.
- Valorar la importancia de los tipos de memorias.
- Identificar las estructuras nerviosas que intervienen en el proceso de la memoria.
- Identificar los componentes principales que participan para el almacenamiento de la memoria.
- Relacionar la plasticidad con los mecanismos de la memoria.

10.1 Introducción:

La memoria es la facultad mental que permite retener y recordar, mediante procesos asociativos inconscientes, sensaciones experimentadas previamente, así como ideas, conceptos y cualquier información aprendida de forma consciente. Es considerada también como un reservorio de todas las experiencias y conocimientos pasados, que puede recordarse a voluntad.

Algunos conceptos relacionados se definen a continuación:

- **Memorización:** Propiedad de almacenar datos en la memoria generalmente utilizando un ordenador o patrón.

- **Almacenamiento:** La información codificada que anteriormente fue clasificada, se almacena para que pueda permanecer en la memoria; es retenida para que posteriormente pueda ser evocada.
- **Rememoración:** Es evocar la información almacenada de la memoria a largo plazo.

10.2 Bases psicofisiológicas de la memoria

Las primeras observaciones sobre la localización anatómica de la memoria se basaron en el tratamiento quirúrgico de ciertos pacientes con epilepsia de difícil control. En estos pacientes se realizaron resecciones quirúrgicas en el lóbulo temporal que lograron control de las crisis epilépticas. Luego de la cirugía estos pacientes sufrieron trastornos de memoria de diferente magnitud, dependiendo del volumen temporal resecado y del lado operado (izquierdo o derecho).

Esto se explica debido a que la estructura del hipocampo se encuentra conformada por neuronas de potencialización a largo plazo relacionadas con la memoria, dicha estructura se encuentra anatómica y fisiológicamente relacionada con la porción medial del lóbulo temporal.

Dichas observaciones también fueron fundamentadas por el empleo de estudios de neuroimagen, como la resonancia magnética funcional y por investigaciones en animales.

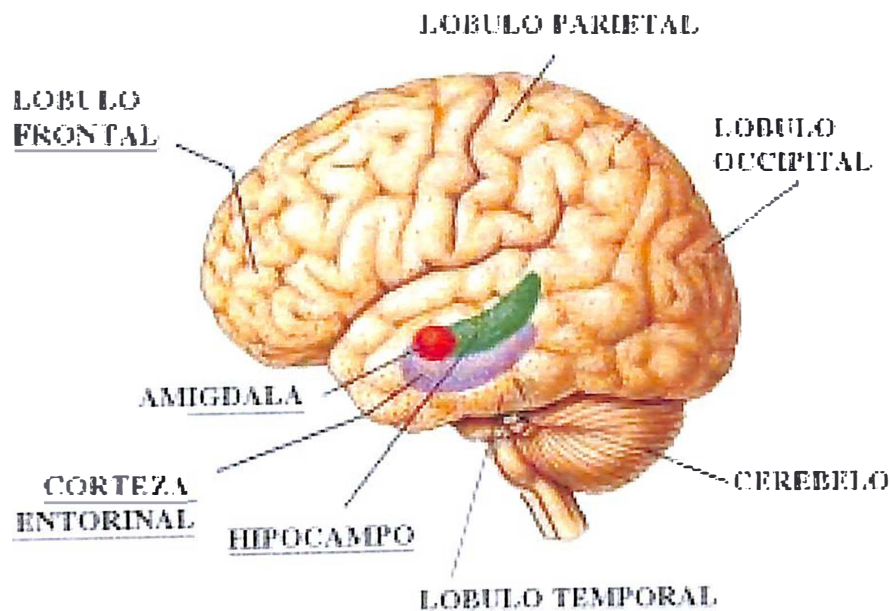
Donald Hebb en 1944 propuso la importancia de las redes neuronales en nuestra memoria. La sinapsis entre dos neuronas produce cambios estructurales y funcionales conformando la base de la memoria, estableciéndose de esta manera la importancia de las redes neuronales del conocimiento, siendo más fácil comprender información sobre algún tema del que ya hemos constituido una red neuronal que de un tema completamente nuevo (Hebb, D., 1944, citado en Carlson, N., 1996).

10.2.1 Estructuras neuroanatómicas relacionadas con la memoria

- **Amígdala:** Se encarga de la valoración emocional de los estímulos, recordamos mejor cuando activamos las emociones, la amígdala se relaciona con el proceso de la manera inconsciente.
- **Hipocampo:** Estructura integradora multimodal, cuenta con neuronas integradoras y con la capacidad de generar potenciaciones a largo plazo, se encuentra implicada en la codificación para el almacenamiento de la información en la memoria a largo plazo. Es importante comprender que en esta estructura no se almacena la información. En el hipocampo se integra la información y se generan impulsos nerviosos que se dirigen a diferentes áreas de la corteza cerebral promoviendo

la conformación de redes neuronales denominadas huellas mnémicas, en toda la corteza cerebral.

- **Ganglios basales y cerebelo:** Relacionados con el aprendizaje del movimiento y las funciones motoras procedimentales.
- **Corteza entorrinal:** Se encuentra localizada en el extremo posterior y en la cara medial del lóbulo temporal, se activa en el proceso de reconocimiento de los estímulos, al igual que el hipocampo se encuentra relacionada con la memoria procesada de manera consciente. Sus conexiones neuronales con el hipocampo y el neo córtex le permiten intervenir y ser parte del procesamiento de la memoria y la orientación. La conexión neuronal entre la corteza entorrinal y el hipocampo juega un rol primordial en las memorias autobiográficas, la declarativa, la episódica y la espacial.
- **Lóbulo prefrontal:** Es un centro de integración de la información. Recibe conexiones de toda la corteza cerebral y del sistema límbico, se encuentra implicado en la organización a partir de estrategia de recuperación de la información, planificación y en la memoria de trabajo.



10.2.2 Neuroplasticidad y la memoria

Las dendritas aumentan su longitud y la cantidad de espinas dendríticas provocando un cambio funcional para aumentar o disminuir la sinapsis, proceso que se puede suscitar cuando aprendemos, siendo estas situaciones los ejemplos más claros de la neuroplasticidad, donde se pueden identificar dos procesos plásticos en la memoria:

- **Potenciación a largo plazo:** Aumenta la eficacia de las sinapsis, esto consiste en el incremento de las respuestas postsinápticas, que explica el proceso de la memoria a largo plazo.
- **Depresión a largo plazo:** Es la inhibición o debilitación en la eficacia de las sinapsis, que explica el proceso del olvido, que es un fenómeno también importante en la memoria.

10.2.3 Neurotransmisores implicados en la memoria

En el proceso de la memoria se encuentran implicados los sistemas neuronales de los neurotransmisores glutamérgicos, colinérgicos, dopaminérgicos, adrenérgicos y noradrenérgicos esencialmente. Las áreas del cuerpo que producen o se ven afectadas por la norepinefrina son descritas como **noradrenérgicas**, y de manera correspondiente se utiliza la terminación “érgicos” para condiciones similares de otros neurotransmisores.

- **Glutamato:** es el principal neurotransmisor excitatorio del cerebro, está relacionado con el proceso de la neuroplasticidad, por que el aumento o la disminución del glutamato, puede conducir a la activación o la depresión de la potenciación de las neuronas a largo plazo involucradas en el proceso de la memoria.
- **Acetilcolina:** se encuentra implicada en los procesos mnémicos, su disminución se relaciona con el desarrollo de una enfermedad neurodegenerativa llamada Enfermedad de Alzheimer en la que existe deterioro progresivo en la memoria de corto plazo o memoria reciente y en estadios avanzados en la memoria a largo plazo.
- **Las catecolaminas:** dentro de este grupo se encuentran la adrenalina y la noradrenalina implicados en los procesos neuronales de la atención y en la activación del sistema nervioso central.
- **La dopamina:** interviene en los procesos de atención, su deficiencia se presenta en demencias subcorticales como en la enfermedad de Parkinson.

10.3 Sistemas de Memoria

Existen muchas teorías que tratan de explicar la memoria, las comunes son la del procesamiento de la información, incluidas las más recientes aproximaciones de las redes neurales o conexiones neuronales.

Las teorías del procesamiento de la información de la memoria humana toman la computadora como modelo. Al igual que la computadora, la mente humana recibe información, realiza operaciones para cambiar su forma y contenido, la almacena, y finalmente la recupera.

Teniendo en cuenta estas observaciones, desglosaremos los sistemas de memoria.

10.3.1 Memoria sensorial

Los estímulos que se encuentran a nuestro alrededor como las ondas de luz, ondas sonoras o sustancias químicas impactan constantemente a los receptores sensoriales, siendo éstos estímulos convertidos en impulsos nerviosos por los órganos sensoriales y luego procesados por el cerebro permitiéndonos ver, escuchar, gustar, oler o sentir.

La memoria sensorial mantiene muy brevemente estas sensaciones. La memoria sensorial, tiene una gran capacidad, puede contener mucha información de ser posible manejada un tiempo, pero la mantiene por periodos cortos, su duración es de apenas unos breves segundos. Por ejemplo si tomamos un objeto y lo movemos hacia adelante y luego hacia atrás, frente a nuestros ojos, mientras miramos hacia el frente, la imagen sombreada queda como rastro del objeto, después que el estímulo ha desaparecido, la entrada sensorial permanece por un instante, es así que durante más o menos un segundo una gran cantidad de datos de la experiencia sensorial permanece intacta. En esos momentos tenemos la oportunidad de seleccionar y organizar la información para un procesamiento posterior, en esta etapa son importantes la percepción y la atención.

Tipos de memoria sensorial:

- **Memoria sensorial icónica:** Procede de los órganos de la visión.
- **Memoria sensorial ecoica:** Proviene de los órganos del oído.

10.3.2 Memoria de corto plazo

Este sistema de memoria mantiene cantidades limitadas de información por periodos relativamente cortos. También se la denomina **memoria de trabajo**, es considerada como “el banco de labores” del sistema de memoria, porque constituye un lugar de trabajo de la información, es un sistema para mantener de manera temporal la información. La información se mantiene intacta durante 20 a 120 segundos aproximadamente, tiempo en

que se emplean estrategias de almacenamiento o de forma inmediata la información es trasladada a la memoria de largo plazo (Gil, R., 2010).

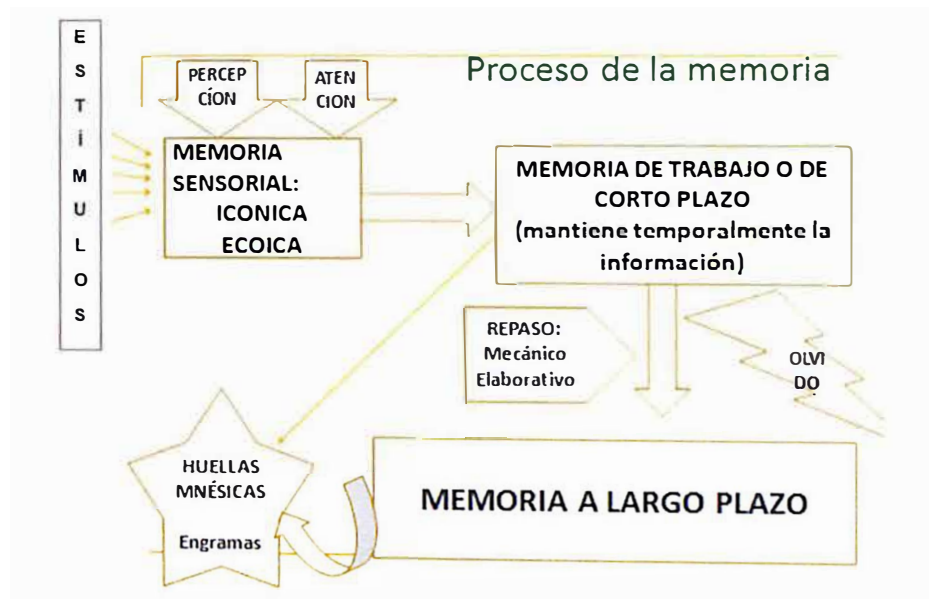
10.3.3 Memoria a largo plazo

Es el sistema de información para la retención de grandes cantidades de información para largos periodos. De la memoria a corto plazo pasa a la memoria de largo plazo, a través del repaso. Existen dos tipos de repaso:

- **Repaso mecánico:** que consiste en repetir el material que se quiere recordar. Esta información suele quedar en la memoria a corto plazo.
- **Repaso elaborativo:** Consiste en pensar el significado de la nueva experiencia y relacionarla con la información que ya existe en la memoria.

Por lo tanto la información puede ser elaborada en dos niveles:

- **Procesamiento superficial:** Repetición de la palabra o hacer un juicio sensorial.
- **Procesamiento profundo:** Atender al significado de las palabras. Cuanto más profundo es el procesamiento, mayor probabilidad de que ingrese a la memoria a largo plazo.



Se debe de tomar en cuenta que en este sistema influyen las emociones, la motivación la atención, registros sensoriales previos, etc. Si tomamos en cuenta esta teoría, existirían tres sistemas de memoria. La información es recogida por los sentidos y entra en la memoria sensorial. En menos de unos segundos es olvidada o transferida a la memoria a corto plazo. La información permanece en la memoria a corto plazo durante aproximadamente 20 a 120 segundos, a menos que se mantenga en ella mediante el repaso (mecánico) y posteriormente sea olvidada. La información que no se olvida (repaso elaborativo) entra en la memoria a largo plazo, donde es organizada, almacenada y se forman las huellas mnémicas. La información es recuperada de la memoria a largo plazo y transferida de nuevo a la memoria a corto plazo, donde es recordada.

Se identifica dentro de la memoria a largo plazo cinco tipos de memorias: la semántica, la episódica, la procedimental, la verbal y visual, y la memoria declarativa o de actuación.

- **Memoria semántica.-** Guarda significados, los recuerdos se almacenan como proposiciones, imágenes y esquemas. Existe una red de proposiciones que vincula elementos de información. Es posible que la mayoría de la información se almacene y represente en redes de información. Cuando se quiere recordar un elemento de información convertimos su significado en frases, enunciados o imágenes mentales familiares, gracias a esta red de información el recuerdo de un elemento puede disparar o activar el recuerdo de otro.
- **Memoria episódica.-** Contiene información vinculada con lugares y momentos concretos, acontecimientos personales. La memoria episódica sigue el orden de las cosas.

Existe diferencia entre la memoria semántica y episódica. La memoria semántica contiene los elementos básicos del conocimiento, como el recuerdo de lugares, situaciones y acontecimientos personales, que pueden ser relatados de principio a fin. La memoria semántica es como un diccionario que contiene los significados de todas las palabras e imágenes que conoce. La memoria episódica es como o una película que une de cierta manera estos conceptos.

- **Memoria procedimental.-** Es un sistema que almacena el recuerdo de cómo hacer las cosas. Puede llevar cierto tiempo aprender un procedimiento, como ejemplo factorizar una ecuación, pero una vez aprendido, tiende a recordarse por largo tiempo, los recuerdos del procedimiento se representan como reglas de condición-acción, llamadas también producciones. En cuanto más se practique el procedimiento siguiendo un orden, más automática es la acción.
- **La memoria verbal y visual.-** Es más sencillo aprender la información codificada visual y verbalmente, lo que puede explicar que una idea en palabras y su representación en una figura, como se hace en los libros, es de mucho beneficio para

el lector. Investigaciones descubrieron que la información proveniente del olfato tiene mayores posibilidades de ser almacenada y recordada con mayor velocidad, porque activaría de forma directa el sistema límbico activando las emociones, un factor o condicionante esencial para facilitar este sistema.

- **Memoria declarativa y de actuación.-** Es la recolección consciente de la información, como objetos específicos o eventos que pueden comunicarse en forma verbal, esta memoria se llama también memoria explícita. Las demostraciones de esta memoria pueden darse en relatos de un evento del que fueron testigos o describir un principio básico de matemáticas. No siempre la memoria declarativa se la expresa hablando, sino que también permite reflexionar sobre la propia experiencia.

10.3.4 Mecanismos de consolidación de la memoria en el Sistema Nervioso Central

Una pregunta que siempre nos haremos es ¿cómo nuestro cerebro podrá almacenar la información y permitirnos obtenerla cuando sea necesario? Un requisito importante es integrar los nuevos conocimientos a la información ya almacenada en la memoria a largo plazo, donde participarían la *elaboración, la organización y el contexto*.

La **elaboración** consiste en añadir significado a la nueva información, vinculándola con los conocimientos que ya se poseen. Es donde aplicamos nuestros esquemas y probamos nuestros conocimientos, la elaboración es una forma de repaso que mantiene activa la información en la memoria de trabajo de corto plazo lo suficiente para permitir que sea almacenada en la memoria a largo plazo.

La **organización** es el segundo elemento, es más sencillo aprender y recordar el material que está bien organizado, colocar un concepto en una estructura o un esquema propio ayudaría de igual manera que repetir una definición concreta, y cuando se necesite la información la estructura nos servirá como guía para encontrarla.

El **contexto** es el tercer elemento, junto con la información se aprenden aspectos del contexto físico y emocional, lugares, habitaciones o aulas, cómo nos sentíamos ese día que recibimos la información y/o quién estaba con nosotros. Se ha demostrado experimentalmente que el recuerdo de la información será más sencillo si el contexto de la recuperación es similar al original.

La memoria a menudo se localiza en diferentes áreas de la corteza cerebral. Es importante aclarar que no todas las regiones del encéfalo participan por igual en el proceso del almacenamiento y recuperación de las memorias. Por lo mencionado anteriormente concluimos que cada acontecimiento del entorno puede constituir una memoria potencial, para ello debe de almacenarse en base a las rutas de señalización molecular (neurotransmisores) en curso, rutas que poseen tiempos específicos de inicio y finalización, además dichos eventos pueden estar sujetos a manipulaciones que faciliten o inhiban el

proceso en curso, pero si sólo son capaces de actuar en el momento temporal concreto de dicho proceso.

Preguntas de Reflexión

- ¿Cómo se almacena de manera permanente la información para crear memorias semánticas, episódicas o procedimentales?
- ¿Cómo podemos aprovechar nuestra capacidad casi ilimitada de aprender y recordar?
- ¿Cuáles considera que sean los factores que dificultan un almacenamiento adecuado de la información que recibimos?

Lecturas Recomendadas

- 1.- Carlson, N.R. (1996). *Fundamentos de Psicología fisiológica*. México, México D.F.: Prentice-Hall Hispano-Americana S.A.
- 2.- Gil, R., (2010). *Manual de neuropsicología*. Barcelona, España: Elsevier Masson.
- 3.- Habib M. (1998). *Bases neurológicas de las conductas*. Barcelona, España: Masson S.A.
- 4.- Kandel, E.R., Schwartz, J.H., Jessell, T.M. (1998). *Neurociencia y conducta*. Madrid, España: Prentice-Hall Internacional.
- 5.- Puente A., (1998). *Cognición y aprendizaje fundamentos psicológicos*, España.: Ediciones Pirámide.
- 6.- Tirapu, J.U., Rios, M.L. Maestú, F.U. (2008). *Manual de neuropsicología*. (1ra. Ed.). Barcelona, España: Viguera Editores S.L.
- 7.- Woolfolk A., (1999). *Psicología educativa*, México.: Editorial Prentice Hall, Séptima edición.

11 Aprendizaje: modificaciones en el sistema nervioso central

Tania Arancibia Baspineiro
Luis Miguel Duchén Rodríguez

Objetivos

Que el estudiante logre:

- Comprender la psicofisiología del aprendizaje.
- Valorar la importancia de los tipos de aprendizaje.
- Reconocer a las neuronas en espejo y su papel en el aprendizaje.
- Identificar los mecanismos celulares de aprendizaje como la habituación y sensibilización.
- Comprender la individualidad de los mapas somato sensoriales en la corteza cerebral.

11.1 Introducción:

La psicofisiología del aprendizaje pretende describir cómo se relacionan las alteraciones del encéfalo con los cambios comportamentales del aprendizaje y determinar los mecanismos subyacentes asociados a los cambios sinápticos.

Considerando que el aprendizaje se refiere al proceso por el cual las experiencias modifican el sistema nervioso y por lo tanto la conducta, estos cambios son conocidos como recuerdos. Aunque resulta conveniente describir los recuerdos como notas archivadas en gabinetes, en realidad no es así como las experiencias se reflejan en el interior del cerebro.

Las experiencias no se “almacenan”, más bien modifican la forma de percibir, realizar, pensar, planear, y lo hacen al provocar cambios físicos en la estructura del sistema nervioso, alterando los circuitos nerviosos que participan en la percepción, el desempeño, el pensamiento y la planeación.

Cuando escuchamos la palabra “aprendizaje” casi todos pensamos en estudiar en la escuela, colegio o universidad. Pero no sólo aprendemos en la escuela u otras instituciones, sino que lo hacemos cada día de nuestra vida.

11.2 Aprendizaje

Es el proceso mediante el cual se obtienen nuevos conocimientos se desarrollan habilidades y se modifican actitudes a través del contacto con experiencias que al ser asimiladas producen cambios en el sistema nervioso (central) y por lo tanto en la conducta. Se producen cambios en la forma de percibir, realizar, pensar y planear, como anteriormente se había mencionado.

El aprendizaje presenta al menos cuatro formas básicas: aprendizaje perceptual, aprendizaje como estímulo-respuesta, aprendizaje motor y aprendizaje de relaciones.

11.2.1 Aprendizaje perceptual

Es la capacidad de aprender a reconocer estímulos vistos con anterioridad. La función primaria de este aprendizaje es la capacidad de identificar y jerarquizar objetos y situaciones.

Se debe aprender a reconocer algo (situaciones u objetos), para aprender cómo conducirse con respecto a varias situaciones, o la utilización de los objetos. De ello se obtendrá beneficio de las experiencias, y es precisamente ésta la base fundamental del aprendizaje, creando y modificando los circuitos neuronales.

Cada uno de los sistemas sensoriales es capaz de un aprendizaje perceptual. Es posible aprender a reconocer objetos dada su apariencia visual, los sonidos que producen, cómo se pueden sentir los mismos e incluso cómo huelen. Es posible reconocer a las personas por la forma de sus caras, los movimientos que hacen cuando caminan o el sonido de su voz. Cuando se escucha hablar a las personas, es posible reconocer las palabras y el estado emocional por la entonación.

El aprendizaje perceptual se lograría, en primera instancia, debido a cambios en la corteza de asociación sensorial. Es decir aprender a reconocer los estímulos visuales complejos implica cambios en la corteza de asociación visual, aprender a reconocer estímulos auditivos complejos, que son cambios en la corteza de asociación auditiva y de igual manera con el sentido del tacto y del olfato.

Los estímulos simples o sencillos, como los cambios en el brillo de un objeto producido por la luz, no requiere de la corteza nueva (conocida como neo córtex). El aprendizaje a partir de estímulos simples y sencillos se logra gracias a la participación de los componentes subcorticales de los sistemas sensoriales.

11.2.2 Aprendizaje estímulo-respuesta

Es la capacidad de aprender a desempeñar una conducta específica cuando está presente un estímulo en particular.

Se establecen conexiones entre los circuitos que participan en la percepción y los que se hallan implicados en el movimiento. Por ejemplo, la conducta podría ser una respuesta automática como un reflejo defensivo, o bien podría ser una secuencia complicada de movimientos aprendidos con anterioridad. El aprendizaje estímulo-respuesta incluye dos categorías principales de aprendizaje: el condicionamiento clásico y el condicionamiento instrumental.

El **condicionamiento clásico** es un aprendizaje en el que un estímulo poco importante adquiere las propiedades de uno de importancia, existe una asociación entre dos estímulos. Un estímulo que anteriormente tenía poco efecto sobre la conducta, se vuelve capaz de provocar una conducta refleja y específica de la especie.

El **condicionamiento instrumental** o llamado también **operante** es aquel en el que logran conductas aprendidas, existe una asociación entre una respuesta y un estímulo. Cuando una conducta tiene **respuestas favorables (estímulos reforzadores)**, éstas tienden a ocurrir con frecuencia; por el contrario cuando tienen **consecuencias desfavorables (estímulos de castigo)**, tienden a ocurrir con menor frecuencia.

11.2.3 Aprendizaje motor

El aprendizaje motor esencialmente se instaura cuando está presente una guía sensorial proveniente del entorno. Por tanto, en realidad sería una forma del aprendizaje estímulo-respuesta. Los movimientos más hábiles suponen interacción con los objetos, como en el baile en el que hay contacto del pie con el suelo al realizar un movimiento. Difiere de los otros tipos de aprendizaje porque al aprender nuevas formas de conductas y mientras más novedosas sean, mayor tendrá que ser la modificación de los circuitos nerviosos en los sistemas motores.

11.2.4 Aprendizaje de las relaciones

Significa aprender las relaciones individuales. Una forma bastante compleja de aprendizaje perceptual implica las conexiones entre distintas áreas de la corteza de asociación, al escuchar un ladrido en la oscuridad es posible imaginar a un perro. Los circuitos nerviosos en la corteza de asociación auditiva que reconocen el ladrido en cierto modo están

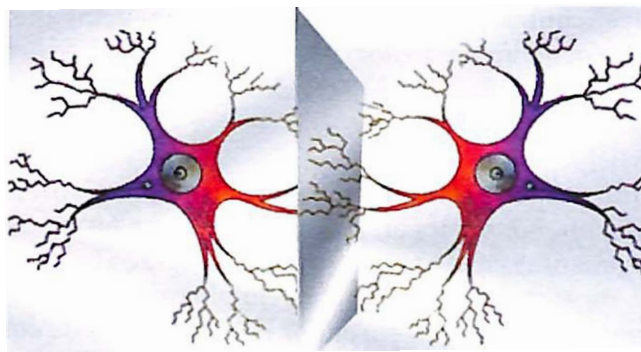
conectados con los circuitos apropiados de la corteza de asociación visual y la corteza de asociación somato sensorial, y estas interconexiones se logran como resultado del aprendizaje.

El ***aprendizaje espacial***, también implica aprender acerca de las relaciones entre muchos estímulos. Por ejemplo familiarizarse con una habitación. Primero es necesario aprender a reconocer cada uno de los objetos, pero entonces, también es preciso aprender en qué sitio se encuentra cada uno de los objetos con respecto de los demás. Como resultado, cuando las personas se encuentran en un lugar particular en la habitación, las percepciones que tengan de tales objetos y su ubicación en relación con ellas mismas le informarán dónde se encuentra.

Existen tipos de Aprendizaje de relación aún más complejas, como los que se mencionan a continuación:

El ***aprendizaje episódico***, consiste en recordar secuencias de eventos, en los que se requiere seguir los estímulos individuales y su cronología.

El ***aprendizaje por observación***, consiste en observar e imitar a los demás, requiere recordar lo que otras personas hacen, la situación en la que realiza la conducta y la relación que existe entre los movimientos de la otra persona y sus propios movimientos. Respecto a este tipo de aprendizaje se encontraría la explicación en las **neuronas en espejo**, los científicos encontraron este tipo de neuronas en diferentes áreas de la corteza cerebral especialmente poblando las áreas motoras situadas en el lóbulo frontal.



Tomado de: <http://www.doestoc.com/docs/115618589/jacubovich-teo-10-memoria>

11.3 Las neuronas en espejo y aprendizaje

Las neuronas en espejo fueron descubiertas por casualidad por Giacomo Rizzolatti, que trabajaba con Leonardo Fogassi y Vittorio Gallese en la universidad de Parma en Italia. En uno de sus estudios los científicos mencionados se hallaban colocando electrodos en la corteza frontal inferior de un mono para estudiar las neuronas especializadas en el control

del movimiento de la mano. Cuando Fogassi, tomó un plátano, se observó que algunas de las neuronas del mono reaccionaron, sin que éste se hubiera movido. Las reacciones de las neuronas ocurrían cada vez que se repetía el movimiento, mientras el mono lo observaba.

Se hallaron mediante estudios neuronas en espejo en regiones cerebrales como la corteza parietal inferior y la corteza frontal inferior.

Las neuronas en espejo son un tipo de neuronas que se activan cuando el individuo ejecuta una acción y cuando es observada esa misma acción al ser ejecutada por otro individuo. Estas neuronas imitan reflejando la acción del otro, así el observador realiza la acción del observado (en espejo).



Tomado de: <http://psicoblog.com/neuronas-espejo-empatia-y-aprendizaje/>

11.4 Mecanismos celulares de aprendizaje: habituación y sensibilización

La mayoría de los progresos en los estudios celulares de las formas del aprendizaje se realizaron por modificaciones elementales de la conducta como: habituación y sensibilización.

11.4.1 Habituación:

La habituación en el sistema nervioso central, implica la depresión de la transmisión sináptica. Es la forma más elemental del aprendizaje, no es asociativa, se aprende de las propiedades de un estímulo novedoso inofensivo, cuando este es repetido. Se responde ante un estímulo novedoso con una serie de orientaciones reflejas. Si el estímulo no es recompensador o nocivo, se suprime la respuesta, cuando el estímulo se repite en encuentros sucesivos. La supresión aprendida de la respuesta es la habituación.

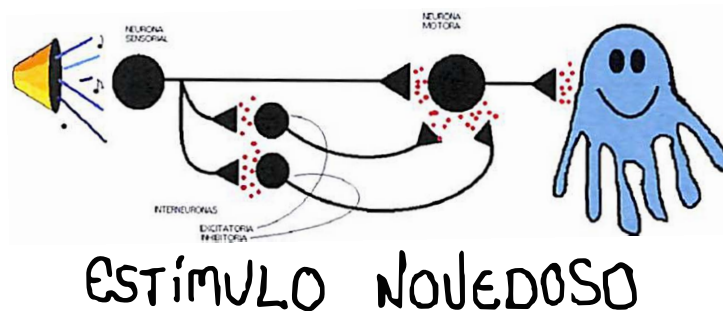


Tomado de: <http://psicoblog.com/neuronas-espejo-empatia-y-aprendizaje/>

11.4.2 Sensibilización:

La sensibilización implica el aumento de la transmisión sináptica. Por ejemplo después de que se descubre que un estímulo es nocivo, se aprende a responder de una manera típicamente más intensa, frente a una variedad de otros estímulos.

Particularmente en este caso se hace más viva la preparación de los reflejos defensivos de retirada y de huida. Este cambio, llamado sensibilización, es una forma de aprendizaje no asociativo, más complejo que la habituación. Como la habituación, la sensibilización tiene una forma a corto plazo, que dura minutos, y otra a largo plazo, que dura días y semanas.



Tomado de: http://html.rincondelvago.com/psicologia-fisiologica_1.html

11.5 Los cambios en el mapa somato sensorial de la corteza cerebral

Los cambios en el mapa somato sensorial de la corteza cerebral son producto del aprendizaje, el comprender lo planteado puede contribuir a entender la expresión biológica de la individualidad del ser humano.

La corteza somato sensorial primaria, consta de cuatro áreas en el giro postcentral (las áreas de Brodman 1, 2, 3a, 3b localizadas en el lóbulo parietal izquierdo y derecho) que representan los mapas separados de la superficie corporal, estos mapas corticales son sistemáticamente diferentes entre los individuos, y de alguna manera refleja su utilización.

Por eso, en los individuos adultos los mapas somato sensoriales son dinámicos, las conexiones funcionales se pueden expandir y retraer. Los mapas corticales de un adulto están sometidos a una constante modificación en virtud del uso o de la actividad de las vías sensoriales periféricas y de su integración con el sistema motor.

Desde el momento en que se aprende paulatinamente en diferentes contextos, existe exposición a diferentes combinaciones de estímulos, y probablemente se ejercen las habilidades motoras y sensitivas de diferentes maneras.

La arquitectura en cada encéfalo está modificada de una manera concreta. Estas modificaciones distintivas de la arquitectura encefálica, a través de una composición genética diferente para cada individuo constituye la base biológica de la individualidad, además de su propia experiencia de vida.

Preguntas de Reflexión

- ¿Podría dar ejemplos específicos de cada una de las categorías de aprendizaje anteriormente descritas?
- ¿Cuáles considera que sean las estructuras del encéfalo que se encuentren relacionadas con el aprendizaje?
- ¿Cuál será el mecanismo por el cual el aprendizaje produce cambios en la forma en que se percibe, actúa, piensa y siente?
- ¿Cómo aplicaría lo aprendido a su vida cotidiana?

Lecturas Recomendadas

- 1.- Carlson, N.R. (1996). *Fundamentos de Psicología fisiológica*. México, México D.F.: Prentice-Hall Hispano-Americana S.A.
- 2.- Habib M. (1998). *Bases neurológicas de las conductas*. Barcelona, España: Masson S.A.
- 3.- Kandel, E.R., Schwartz, J.H., Jessell, T.M. (1998). *Neurociencia y conducta*. Madrid, España: Prentice-Hall Internacional.
- 4.- Puente A., (1998). *Cognición y aprendizaje fundamentos psicológicos*, España.: Ediciones Pirámide.
- 5.- Tirapu, J.U., Ríos, M.L. Maestú, F.U. (2008). *Manual de neuropsicología*. (1ra. Ed.). Barcelona, España: Viguera Editores S.L.
- 6.- Woolfolk A., (1999). *Psicología educativa*, México.: Editorial Prentice Hall, Séptima edición.

12 Hormonas y aprendizaje

Dra. Tania Arancibia Baspineiro

Objetivos

Que el estudiante logre:

- Comprender la importancia las hormonas en el aprendizaje.
- Enunciar las funciones del hipotálamo como regulador hormonal.
- Valorar a las hormonas como integradoras entre el sistema nervioso y el cuerpo humano en la consolidación del aprendizaje.

12.1 Introducción

El sistema endocrino regula las funciones del cuerpo por medio de sustancias químicas denominadas **hormonas** las cuales son llevadas por la sangre a todas partes del cuerpo y funcionan de forma simultánea junto con el sistema nervioso.

Todos los organismos multicelulares llevan a efecto una coordinación química, o sea, coordinación mediante la liberación de sustancias, que a la vez son productos secundarios de otras actividades celulares.

El conjunto de aquellas células cuya única función parece ser la liberación de coordinadores químicos en el cuerpo, son las glándulas endocrinas, estas son: hipófisis, tiroides, paratiroides, suprarrenales y cuerpo pineal.

Las glándulas son las mismas en los varones y mujeres salvo las encargadas de la reproducción, el trabajo que ellas realizan comprometen la actividad bioquímica del

organismo y su correspondiente metabolismo interno. Algunas inclinaciones teóricas señalan que el cerebro humano es la glándula más importante, pero la menos comprendida.

12.2 Hormonas

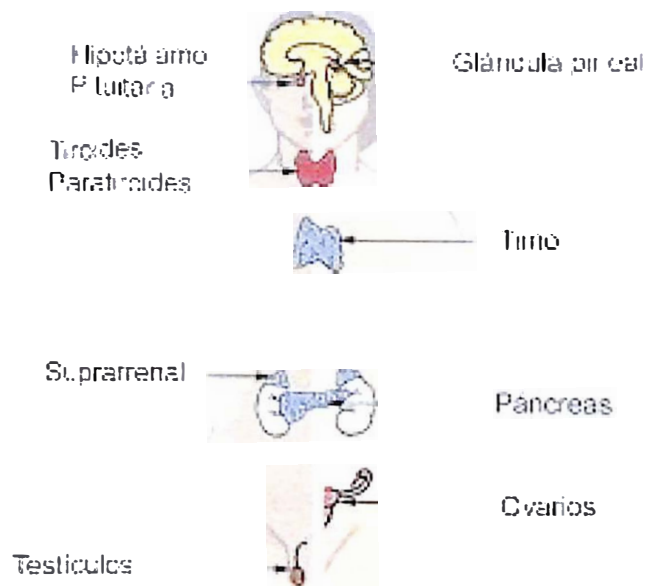
Sustancias químicas complejas con efecto regulador, producidas en determinadas células u órganos del cuerpo, son vertidas al torrente sanguíneo y desencadenan o regulan la actividad de otros órganos o grupos celulares.

Las hormonas producidas por las glándulas endocrinas, son transportadas hasta el órgano diana (lugar donde tiene que actuar) por el torrente sanguíneo.

La secreción hormonal está regulada por neurotransmisores y por un mecanismo de retroacción que consiste en la disminución de la secreción de hormona estimulante cuando la actividad del órgano diana es excesiva.

La forma de acción de una hormona depende de su naturaleza química. La mayoría de las hormonas desencadenan efectos múltiples sobre las células donde van a actuar.

La hipófisis, la glándula tiroides, las glándulas suprarrenales son glándulas que exteriorizan su actividad a través de comportamientos asociados a la experiencia y del aprendizaje.



12.3 Hipotálamo como regulador hormonal:

El hipotálamo es una estructura del sistema nervioso central constituida fundamentalmente por sustancia gris, que conecta el cerebro anterior y el tronco cerebral e interviene integrando funciones viscerales endocrinas como regulador hormonal y del comportamiento, a través de diferentes mecanismos, con la participación de diversas sustancias neurotransmisoras.

Fisiológicamente, es difícil que exista alguna actividad en el cuerpo que no esté influenciada por el hipotálamo, que controla e integra las funciones del sistema autónomo y del sistema endocrino y desempeña un papel vital e importante en la homeostasis corporal.

Entre las funciones principales a coordinar, a nivel hipotalámico, están la regulación de la temperatura, apetito, emoción, libido, sueño, memoria y determinadas funciones autonómicas (cardiovasculares, respiratorias y gastrointestinales).

12.3 Hormonas relacionadas con el aprendizaje

Existen tres tipos de tejidos en el embrión en desarrollo: del endodermo, ectodermo y mesodermo. El endodermo da origen a las células que irán a formar el sistema endocrino y el nervioso, por eso, al tener un mismo origen, siempre tendrán una influencia recíproca muy estrecha. En este sentido, los mensajeros químicos que se derivan del sistema nervioso son los neurotransmisores, mientras los del sistema endocrino son las hormonas. Ambos mensajeros tienen participación en el proceso en que las neuronas se conectan entre sí, llevando información de un lado a otro.

Se han relacionado la función de al menos tres hormonas en la memoria: cortisol, insulina y hormonas tiroideas.

12.3.1 Cortisol

El cortisol es una hormona producida por la glándula suprarrenal, su nivel de producción varía de acuerdo a un ritmo circadiano, es decir que el nivel de mayor concentración se da durante las primeras horas de la mañana, reduce paulatinamente durante la tarde, llegando a ser bajo durante la noche. Las funciones del cortisol son: regulación del metabolismo de diferentes sustancias (lípidos, proteínas y carbohidratos); se activa como respuesta al estrés favoreciendo la disponibilidad inmediata de energía; reduce de forma importante los procesos de respuesta inmune, es decir, la elevación del cortisol reduce la capacidad del organismo de defenderse ante agentes infecciosos o enfermedades; el aumento de la producción del cortisol reduce el daño al organismo producido por las reacciones alérgicas.

El estrés aumenta la actividad del sistema límbico, desde donde se transmiten señales al hipotálamo que facilita la liberación de la hormona adrenocorticotropina (ACTH) que

circula a través del torrente sanguíneo hasta la corteza suprarrenal donde estimula el aumento de la producción del cortisol. Aunque aún se desconoce el mecanismo se sabe que el aumento del cortisol interfiere en la función de las neuronas del hipocampo interfiriendo en las neuronas de potenciación a largo plazo condicionando alteraciones en el proceso de la memoria. La trascendencia clínica del estrés y el cortisol puede manifestarse desde trastornos gastrointestinales como las úlceras, la hipertensión, el insomnio, alteraciones del ritmo menstrual, obesidad, ansiedad, depresión, alteraciones del humor, y hasta alteraciones de la memoria y/o aprendizaje.

En un individuo saludable la secreción de cortisol es de 10 a 20 miligramos estando bajo el control del ritmo circadiano, sin embargo la liberación del cortisol puede ocurrir en respuesta a una desestabilización física (ejemplo cansancio extremo) o emocional (ejemplo ideas desagradables) y de este modo escapar del control circadiano.

El cortisol coopera con la adrenalina para crear recuerdos de acontecimientos emocionales, este mecanismo puede originarse como un medio para recordar qué se debe evitar en el futuro.

Los factores que pueden reducir el cortisol son: los ejercicios aeróbicos, la terapia musical, el masaje terapéutico, la risa y la experiencia humorística, una alimentación sana rica en ácido graso omega 3 y 6, suplemento de magnesio y vitamina C.

Los factores que pueden aumentar los niveles de cortisol son: la cafeína, la falta de sueño, el ejercicio físico intenso y prolongado, el estrés, la obesidad y la anorexia nerviosa.

12.3.2 Hormonas Tiroideas

Las hormonas tiroideas aumentarían el número de neuronas en el hipocampo, lo que ayudaría al flujo sináptico cerebral. Algunos estudios realizados en gemelos donde uno de los hermanos estaba afectado de hipotiroidismo congénito demostraron que a la edad de ocho años, aun teniendo un genotipo y fenotipo iguales y habiéndose desarrollado en el mismo ambiente, los menores tenían un desarrollo neuropsicológico desigual, estando más afectado quien había tenido hipotiroidismo.

12.3.3 Insulina

Recientes investigaciones han asociado a la insulina con la mejoría de la memoria en diabéticos cuando ellos acceden a más dosis de la hormona. Se aplicó un aerosol nasal de insulina a pacientes diabéticos con el objetivo de ver cómo influía ésta en la ingesta de alimentos. Para sorpresa de los investigadores, el aerosol tuvo un efecto positivo sobre la memoria en mujeres, aunque no produjo en ellas disminución del apetito. En los hombres, sin embargo, la insulina intranasal produjo disminución del apetito, pero no mejoró la memoria. Esto se debería a una diferencia de género, producto de la acción de estrógenos

sobre el cerebro femenino. En definitiva se sabe que existen influencias que ejercen las hormonas femeninas y masculinas en nuestro cerebro desde incluso antes de nacer.

Preguntas de Reflexión

- ¿Cómo está constituido el sistema Neuroendocrino?
- ¿Existirá una hormona específica que esté encargada solamente del aprendizaje?
- ¿Cuál es la función del hipotálamo en cuanto a la regulación hormonal?
- ¿Existirá una relación en cuanto a la función de la glándula pineal y el proceso de aprendizaje?
- Existirán diferencias en el aprendizaje en hombres y mujeres' ¿Por qué?

Lecturas Recomendadas

- 1.- Carlson, N.R. (1996). *Fundamentos de Psicología fisiológica*. México, México D.F.: Prentice-Hall Hispano-Americana S.A.
- 2.- Costanzo L.S. (2008). *Fisiología*. México D.F., México: McGraw-Hill Interamericana
- 3.- Ganong, W.F. (2002). *Fisiología Médica*. México D.F., México: Manual Moderno.
- 4.- Guyton, A. C. (1989). *Anatomía y Fisiología de Sistema Nervioso Neurociencia Básica*. Buenos Aires: Panamericana.
- 5.- Puente A., (1998). *Cognición y aprendizaje fundamentos psicológicos*, España.: Ediciones Pirámide.
- 6.- Snell R.E. (2009). *Neuroanatomía clínica*. Buenos Aires; Argentina: Médica Panamericana.

13 Psicofisiología de la adicción y drogas que afectan la conducta

Dra. Tania Arancibia Baspineiro
Dr. Luis Miguel Duchén Rodríguez

Objetivos:

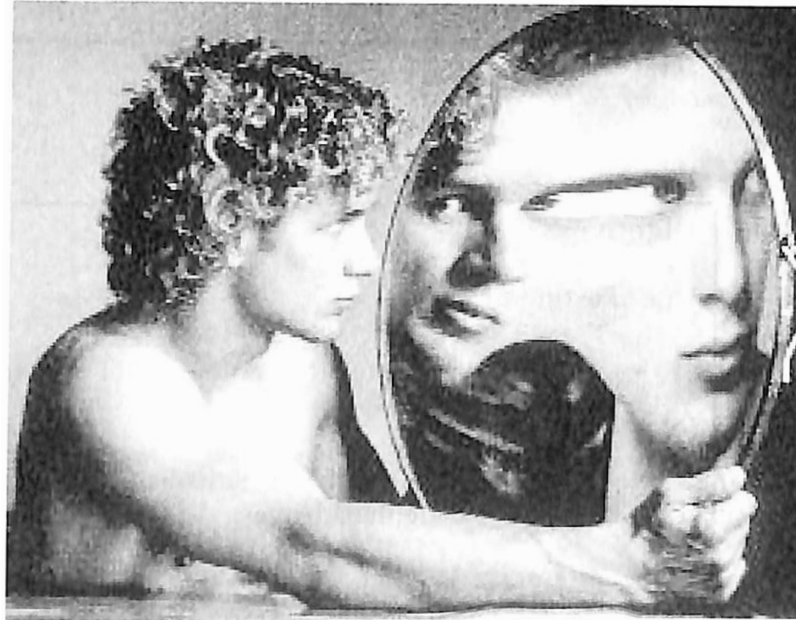
Que el estudiante logre:

- Comprender la psicofisiología del abuso y adicción a drogas.
- Describir el mecanismo neurofisiológico en el cerebro de algunas drogas.
- Enunciar los efectos de las drogas sobre el sistema nervioso, el aprendizaje y la conducta.
- Identificar los riesgos que causa el consumo de la droga.
- Valorar la importancia de evitar el consumo de drogas entre los estudiantes, su familia y entorno afectivo.

13.1 Introducción

La adicción a las drogas es uno de los problemas más serios que enfrenta actualmente nuestra sociedad. Los daños causados por estas sustancias van desde cambios inaparentes en la conducta hasta lesiones irreversibles en el sistema nervioso. El abuso del alcohol ha llegado a generar problemas severos en núcleos familiares, la nicotina es responsable de muchos tipos de cánceres, la cocaína puede ocasionar la muerte por sobre dosis. El uso de métodos inseguros de administración de dichas sustancias ha expuesto a los jóvenes al virus del VIH y en muchos casos los ha conducido hacia un descanso eterno e involuntario.

La mayoría de las sustancias adictivas producen excitación o depresión en quienes las consumen, logrando de esta manera “cambios en su conducta”.



El consumo de drogas también produce cambios en el cerebro, alterando los sistemas de los neurotransmisores, donde el sistema dopaminérgico se encontraría involucrado en la génesis y el mantenimiento de las conductas adictivas, también involucrado en los sistemas de recompensa cerebral. Incluso se evidenciaron en investigaciones que el abuso de drogas desviarían las conductas motivadores de sus objetivos ya prefijados (Ejemplo: Alimentación, autorrealización, pertenencia a una familia, protección, etc.) para orientarla hacia el consumo de drogas como una conducta imperiosa para la supervivencia.

13.2 Abuso de drogas y adicción

Hasta la actualidad se han descubierto los mecanismos fisiológicos y mecanismos conductuales sobre el abuso y la adicción a las drogas. Se llegaron a muchas conclusiones respecto al tema pero una que es de relevancia para el caso, es que las drogas adictivas, como la mayoría de las drogas, producen múltiples efectos, lo que dificulta determinar los mecanismos principales en la producción de la adicción.

A continuación se definirán algunos términos que se deben de conocer y diferenciar para comprender el tema de acuerdo a lo definido por Rosenzweig.

13.2.1 Droga: La Organización Mundial de la Salud define droga como “toda sustancia que, introducida en el organismo por cualquier vía de administración, produce una alteración de algún modo, del natural funcionamiento del sistema nervioso central del individuo y es, además, susceptible de crear dependencia, ya sea psicológica, física o ambas”.

13.2.2 Abuso de drogas: Es el empleo auto administrado de cualquier droga, de modo que este consumo se desvíe de los patrones médicos o sociales aprobados en una determinada sociedad o cultura.

13.2.3 Adicción a drogas: Es el estado de uso compulsivo de la droga caracterizado por una gran necesidad imperiosa de consumir la droga, asegurarse por su suministro, con tendencia a la recaída, lo cual cesa cuando se consume la droga.

13.2.3 Dependencia de drogas: Es la condición por la que un individuo requiere una droga para funcionar “normalmente”.

11.2.4 Dependencia Física: Estado adaptativo producido por el empleo repetido de una droga, manifestado por intensos trastornos fisiológicos como el síndrome de abstinencia, que se presenta cuando se interrumpe el consumo de droga.

13.2.5 Dependencia Psíquica: Condición caracterizada por una intensa intensidad o deseo

imperioso de consumir la droga, cuyos efectos son necesarios para tener una sensación de bienestar.

13.2.6 Tolerancia: Reducción de la respuesta a la administración de una droga después de su consumo repetitivo.

13.2.7 Síndrome de abstinencia: Son un conjunto de síntomas que se presentan cuando el individuo deja de consumir la droga, tras haber desarrollado dependencia. Algunos síntomas son: trastornos del sistema nervioso autónomo, sensación de calor y frío, temperatura corporal elevada, dolores óseos y musculares; también se presenta ansiedad, miedo, pánico, deseo imperioso de consumir la droga.

13.3 Drogas que afectan la conducta

Las drogas para su estudio pueden ser clasificadas de distintas formas dependiendo de sus características y sus efectos, por fines metodológicos, se describen las drogas que son

13.3.1 Alcohol

Es la droga más antigua y la que causa más problemas a la sociedad. Genera violencia, accidentes y muertes con mayor frecuencia que otras sustancias adictivas.

Es causante de múltiples enfermedades entre las que destacamos el síndrome de alcoholismo fetal, en el que los niños nacen con retardo mental severo debido a que sus madres consumieron alcohol durante su embarazo alterando el desarrollo normal de su sistema nervioso.

El alcohol es una droga que pertenece al grupo de las drogas depresoras, porque inhibe los estímulos nerviosos, ocasionando por ejemplo inhibición de las vías nerviosas que conectan los lóbulos frontales del resto de la corteza cerebral, esto ocasionará desinhibición social.

En dosis bajas el alcohol produce euforia y disminuye la ansiedad. Con dosis medianas produce falta de coordinación de los movimientos y sedación. Cuando las personas consumen dosis altas, hacen cosas que normalmente no harían, debido que el alcohol elimina el efecto inhibitorio que los controles sociales ejercen sobre la conducta de las personas.

El alcohol actúa en el cerebro uniéndose a los receptores GABA (ácido gamma amino butírico), logrando de esta manera un efecto reforzador positivo. También el alcohol desestabiliza las membranas celulares interfiriendo en sus funciones.

El alcohol es una droga peligrosa por su potencial adictivo, investigaciones demostraron que los factores genéticos pueden influir en la adicción al alcohol, esto significa que este factor genético ocasionaría un desequilibrio de los procesos bioquímicos en el cerebro haciendo al individuo susceptible a la adicción.

Cuando las personas dejan de consumir alcohol de forma repentina sufren el llamado síndrome de abstinencia alcohólica, caracterizado por temblor incontrolable, alucinaciones visuales y auditivas e incluso convulsiones. Así, quienes consumen alcohol de forma indiscriminada llegan a dañar el sistema nervioso de forma irreversible con la consiguiente pérdida de la funcionalidad de grandes grupos neuronales.

13.3.2 Nicotina

El consumo de tabaco es considerado como uno de los problemas más grandes de salud. Según la Organización Mundial de la salud, además de la nicotina, los cigarrillos tienen miles de productos, algunos de los cuales son altamente tóxicos, por ejemplo el alquitrán y el dióxido de carbono.

La nicotina pertenece al grupo de drogas estimulantes, al contrario del alcohol, genera aumento de las conexiones nerviosas.

La nicotina a nivel cerebral es estimulante, produce alerta, mejora las pruebas de ejecución motora y sensorial, facilita la memoria y disminuye la irritabilidad. A nivel celular produce excitación neuronal al estimular la apertura de los receptores nicotínicos, facilitando el flujo de sustancias químicas a nivel sináptico, sin embargo, el efecto prolongado reduce la función de dichos canales teniendo como resultado final una doble acción : activadora y desensibilizadora.

Si bien los efectos antes descritos parecen atribuir grandes cualidades a la nicotina, se debe enfatizar que produce aumento de la presión arterial y por ende aumenta la frecuencia de enfermedades cardíacas y de accidentes vasculares cerebrales. Combinada con otras sustancias contenidas en el tabaco produce cáncer de pulmón, boca, laringe y esófago.

Su poder adictivo es tan poderoso que las personas que la consumen, mantienen su conducta aún a sabiendas de sus efectos nocivos, esto puede explicarse por dos hechos: a nivel de los circuitos cerebrales de recompensa la nicotina aumenta los niveles de dopamina; por otro lado, la facilitación de la memoria o de la atención, la disminución de la irritabilidad o del estrés, la modulación del estado anímico y la capacidad de alterar el apetito y de suprimir el aumento de peso pueden actuar como reforzadores positivos al consumo de la nicotina.

13.3.3 Cocaína

La cocaína es un alcaloide extraído del arbusto *Eritroxilon coca*. La presentación más consumida es el clorhidrato de cocaína, además existen otras presentaciones, como la pasta básica de coca, la forma denominada free base y el crack, que se consumen por inhalación. También al igual que la nicotina pertenece al grupo de las drogas estimulantes. La cocaína al igual que las anfetaminas, son inhibidoras de la recaptura de la noradrenalina y la dopamina y por lo tanto funcionan como agonistas en la sinapsis que requieren estos neurotransmisores, esto significa que la cocaína y las anfetaminas permiten que la noradrenalina y la dopamina sigan actuando en la sinapsis produciendo efectos. Como ejemplo tenemos que la noradrenalina aumentaría la alerta y la hiperactividad, la dopamina elevaría la actividad de los circuitos cerebrales generando estímulos reforzadores, al igual que el agua para el sediento. Además la cocaína tiene un efecto inmediato en la recaptura de la dopamina permitiendo que siga actuando la dopamina en el espacio sináptico, produciendo una sensación profunda de euforia y placer por repetir la experiencia una y otra vez, esto convierte a la droga en una sustancia adictiva.

El efecto de la primera toma de cocaína se caracteriza por una sensación de bienestar, euforia, sociabilidad, aumento de la vigilancia, hiperactividad psicomotriz, falta de apetito y de sensación subjetiva de cansancio. La intoxicación se caracteriza por un estado de hipervigilancia, agitación psicomotriz, crisis de angustia, lenguaje incoherente, agresividad e ideas de daño y persecución. La interrupción del consumo puede provocar la aparición del

síndrome de abstinencia caracterizado por malestar general, fatiga, trastornos del sueño e inquietud motora.

La cocaína bloquea la recaptación de la noradrenalina como la dopamina a nivel sináptico prolongando su acción, llegando incluso a causar deterioros mentales que llevan a la psicosis. A nivel cerebral llega a producir un condicionamiento que puede ser considerado el más fuerte entre las drogas y su uso crónico aumenta la probabilidad de hemorragia cerebral.

13.3.4 Marihuana

La marihuana proviene de la *Cannabis sativa* tiene como principio psicoactivo al tetrahidrocanabinol, pertenece al grupo de las drogas alucinógenas, causando perturbaciones sensoriales.

Produce euforia y relajación, interfiere la concentración y la memoria, específicamente en la de corto plazo, (deteriora la capacidad de los individuos para seguir un tema particular siendo frecuente que pierdan el hilo de una conversación), altera la percepción visual, auditiva y táctil, distorsiona la percepción del paso del tiempo “haciendo que discurra más lentamente”, termina provocando somnolencia y sedación en quienes la consumen. Produce enrojecimiento conjuntival (ojos rojos) sequedad de boca, aumento del apetito e inhibición de la sudoración.

Actúa estimulando a los receptores específicos de la serotonina, los cuales están localizados a nivel cerebral y son específicos de esta sustancia. Esto explica porque actúa como antagonista de la serotonina. Existen teorías que explican que la marihuana desinhibe los circuitos nerviosos responsables del sueño y como resultado se presentarían las alucinaciones. Se asocia con mucha frecuencia a cambios en el estilo de vida y al consumo de alcohol pudiendo desencadenar crisis de psicosis por tal combinación.

13.3.5 Inhalantes

Debido a su costo, los inhalantes son las drogas adictivas de la pobreza, quienes consumen estos productos son niños o jóvenes sumidos en la miseria y que generalmente pertenecen a familias desestructuradas.

Los más usados en nuestro medio son el “tiner” y la “clefa”, ambos contienen disolventes orgánicos volátiles tóxicos. Se consumen metiendo la cabeza en un recipiente plástico que contenga la sustancia, aplicando un trapo empapado a la cara o pulverizándolos directamente en la boca o en la nariz.

El efecto que causan es similar al del alcohol, potencian la liberación del GABA al interactuar con los receptores GABA a nivel sináptico, produciendo una depresión inicial, seguida de euforia por desinhibición acompañada de mareos, visión borrosa, desvío de la mirada,

temblor ocular, marcha inestable, incoordinación motora, lenguaje dubitativo y temblor generalizado.

La intoxicación por inhalables puede originar conductas agresivas, a dosis altas puede aparecer confusión, apatía, lentitud a las respuestas, debilidad muscular generalizada, disminución de los reflejos, alucinaciones, distorsión perceptual, falta de atención y de coordinación, desorientación, somnolencia.

El uso crónico causa alteraciones de: la conducción nerviosa periférica; de las funciones del cerebro y del cerebelo. Este estado se asemeja a la enfermedad de Parkinson, condicionando mal rendimiento escolar.

Preguntas de Reflexión

- ¿Considera la adicción drogas como un peligro para la sociedad y la familia?, si es así, ¿Qué hace para evitarlas?
- ¿Considera que los educadores deberían prevenir el consumo de drogas entre sus estudiantes? Si es así, ¿Cuáles considera que serían las formas de hacerlo?
- ¿Considera que debería tratarse en este tema el consumo de otras drogas? Si es así ¿Cuáles considera más importantes?

Lecturas Recomendadas

1. Carlson N. (1996). *Fundamentos de psicología fisiológica*, México.: Prentice Hall Hispanoamericana.
2. Flores J., Armijo J., Mediavilla A. (2001). *Farmacología Humana*. España: Masson.
3. Kandel E., Jessell T., Schwartz J. (1998) *Neurociencia y conducta*. España: Prentice Hall.
4. OMS., (1975). *Consecuencias del tabaco para la salud*. Serie de Informes Técnicos 568. Ginebra: 107-108.
5. Rosenzweig M., Leiman A. (1995). *Psicología fisiológica*. México: McGraw-Hill.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aguilar F.R. (2003). *Plasticidad cerebral*. Rev. Med. IMSS; 41 (1): 55-64
2. Carlson, N.R. (1996). *Fundamentos de Psicología fisiológica*. México, México D.F.: Prentice-Hall Hispano-Americana S.A.
3. Connors B., Paradiso M. (2008) *Neurociencia la exploración del cerebro*. Barcelona, España: Wolters Kluwer Lippincott Williams & Wilkins.
4. Costanzo L.S. (2008). *Fisiología*. México D.F., México: McGraw-Hill Interamericana.
5. Fawcett B. (2004) *Histología*. Madrid, España: Mc Graw-Hill – Interamericana
6. Ganong, W.F. (2002). *Fisiología Médica*. México: Manual Moderno.
7. Guyton, A. C. (1989). *Anatomía y Fisiología de Sistema Nervioso Neurociencia Básica*. Buenos Aires: Panamericana.
8. Habib M. (1998). *Bases neurológicas de las conductas*. Barcelona, España: Masson S.A.
9. Kandel, E.R., Schwartz, J.H., Jessell, T.M. (1998). *Neurociencia y conducta*. Madrid, España: Prentice-Hall Internacional.
10. Luria A.R. (1984). *El cerebro en acción*. Barcelona, España: Ediciones Martínez Roca S.A.
11. Mazzei E.S., Rozman C. (1996). *Semiología y Fisiopatología*. Buenos Aires, Argentina: El Ateneo.
12. Puente A., (1998). *Cognición y aprendizaje fundamentos psicológicos*, España.: Ediciones Pirámide.
13. Ross M.H., Pawlina W. (2008). *Histología texto y atlas color con biología celular y molecular*. Buenos Aires, Argentina: Panamericana.
14. Snell R.E. (2009). *Neuroanatomía clínica*. Buenos Aires; Argentina: Médica Panamericana.
15. Tirapu, J.U., Rios, M.L. Maestú, F.U. (2008). *Manual de neuropsicología*. (1ra. Ed.). Barcelona, España: Viguera Editores S.L.
16. Woolfolk A., (1999). *Psicología educativa*, México.: Editorial Prentice Hall.

WEBGRAFIA

http://www.juntadeandalucia.es/averroes/jesalfonso_romero

<http://www.efn.uncor.edu/dep/hiologia/intrhiol/cdel2.htm>

<http://www.innovacd.eu/zona-cerebro/la-neurona>

http://www.med.ufro.cl/Recursos/neuroanatomia/archivos/3_neurohistologia

http://neuroabundancia.blogspot.com/2012_11_01_archive.html

<http://www.iaveriana.edu.co/Facultades/Ciencias/neurobioquimica/libros/neurobioquimica>

<http://hiologias2aaa.blogspot.com/2009/11/sinapsis.html>

<http://www.ciencia.cl/CienciaAlDia/volumen5/numero2/articulos/articulo5.html>

<http://www.slideshare.net/SaladeHistoria/sistema-nervioso-y-aprendizaje-i>

http://www.umm.edu/esp_imagepages

<http://disautonomia.com/sistema-nervioso-autonomo/>

<http://science-naturalphenomena.blogspot.com/2011/11/association-fibers-in-brain.htm>

http://www7.uc.cl/sw_educ/neurociencias/html/211.html

<http://ajilhab.com/hemisferio/hemisferio-izquierdo-vs-hemisferio-derecho.htm>

<http://www.universidadperu.com/seguridad-teoria-de-las-necesidades-humanas-de-maslow-blog.php>

http://recursostic.educacion.es/ciencias/biosfera/web/alumno/3ESO/Sistendo/hipotalamo_hipofisis.htm

<http://www.fotosimagenes.org/sistema-limbico>

<http://circuitoaleph.net/2011/11/02/el-hipocampo-del-cerebro-juega-un-rol-fundamental-en-la-memoria-revela-nuevo->

<http://atgaliciente.blogspot.com/2012/01/tema-ii.html>

<http://www.docstoc.com/docs/115618589/jacubovich-teo-10-memoria>

<http://psicoblog.com/neuronas-espejo-empatia-y-aprendizaje/>

http://html.rincondelvago.com/psicologia-fisiologica_1.html

http://las-hormonas.blogspot.com/2012_09_01_archive.html

http://www.who.int/substance_abuse/terminology/lexicon_alcohol_drugs_spanish.pdf