

Neuropsicología y aprendizaje

DRA. LILIANA GONZÁLEZ BENÍTEZ

Introducción

Desde los avances científicos contemporáneos, especialmente la imagenología moderna, queda claro que el aprendizaje humano se genera en la corteza cerebral, como producto del trabajo conjunto e integrado de sus diferentes áreas, a partir de atributos intraconstituidos (arquitectura cortical) y su funcionamiento a través de operaciones básicas a las cuales se aplican estructuras simbólicas que representan el contenido de nuestra experiencia; Estas estructuras simbólicas se denominan REPRESENTACIONES MENTALES, construidas con el fin de codificar, procesar y almacenar nuestra experiencia. Por lo tanto, el aprendizaje es el proceso por el cual adquirimos conocimiento y el almacenamiento y evocación del mismo, esta constituido por el proceso de memoria.

De como se desarrolla y se produce el proceso de aprendizaje, se sabe que cada célula contiene en su ADN el programa de organización y función de proteínas que configuran sus rasgos morfológicos y funcionales específicos y que constituyen su MEMORIA GENÉTICA.

La memoria genética de las células nerviosas NEURONAS se caracteriza por la capacidad de registrar información y comunicarla. El registro de información por parte de las neuronas es posible, si están dadas ciertas condiciones, pero indispensablemente la información recién llegada a ellas, debe dar lugar a modificaciones metabólicas; a medida que la neurona recibe repetidamente un tipo de información cualitativamente uniforme, va modificando sus características de funcionamiento de modo que posibilitan la capacidad para transmitir eficaz y eficientemente una calidad determinada de información. Este es el rasgo NEUROBIOLOGICO distintivo del aprendizaje.

Estas modificaciones experimentadas por las neuronas, se recogen en el concepto de plasticidad sináptica o NEUROPLASTICIDAD, fenómeno que explica, por ejemplo, la capacidad de aprendizaje y producción intelectual de un niño o joven, en comparación con la capacidad de un adulto mayor.

El concepto de neuroplasticidad, específicamente se refiere a las modificaciones que se pueden dar a corto – y más importante para el aprendizaje- a largo plazo en los mecanismos de comunicación interneuronal o SINAPSIS.

Neuroplasticidad

Las investigaciones sobre plasticidad sináptica, sugieren la existencia de tres fases incluidas en la génesis y desarrollo de las neuronas, sus conexiones y en su mantenimiento subsiguiente que la hacen posible:

La primera fase esta dirigida a la formación sináptica que se produce en los estadios tempranos del desarrollo embriológico, que esta bajo el control de procesos ontogenéticos.

La segunda fase, se refiere al fino ajuste de las sinapsis nuevas, que se dan durante periodos críticos del desarrollo, en los que las neuronas necesitan un patrón de actividad apropiado, producido habitualmente por la interacción con el entorno.

Un tercer estadio, induce la regulación de la efectividad sináptica transitando de modificaciones morfológicas y funcionales de corto a largo plazo, como producto de experiencias espontáneas o pedagógicas individuales.

Primera fase

El programa o memoria genética inicia muy tempranamente la conformación del sistema nervioso; aproximadamente a la cuarta semana de gestación ya tenemos una estructura básica llamada TUBO NEURAL, de la cual se van a derivar y posteriormente diferenciar todos los elementos y componentes del sistema nervioso, en un proceso de segmentación de dicho tubo (ver tabla Vesículas embrionarias encefálicas).

En la sexta semana, las células que van a dar origen a las neuronas, NEUROBLASTOS, se reproducen en mas de 4.000 por segundo (mil millones por día), durante tres meses, en la porción cefálica del tubo neural o encéfalo. Tal cantidad de neuroblastos, parecen «asegurar» inicialmente, que no falten neuronas en esta zona, ni la oportunidad de conexión entre ellas. Mas tarde, sobrevendrá un periodo de ajuste, en la cual se produce una muerte

VESÍCULAS EMBRIONARIAS ENCEFÁLICAS

PROSENCÉFALO:	TELENCÉFALO: Corteza Cerebral	DIENCEFALO: Epitálamo Hipotálamo Tálamo Subtálamo
MESENCÉFALO:	Núcleos Básales Colículos cuadrigéminos Núcleos pónticos	
PROSENCÉFALO:	Bulbo raquídeo	

neuronal programada – APOPTOSIS SELECTIVA- cuando el número final de neuronas y sus conexiones, son suficientes para los campos de actuación específicos.

Es así como al nacer, se han muerto ya, al rededor de la mitad de las neuronas producidas inicialmente; En el adulto joven unas 10.000 neuronas mueren cada día y tradicionalmente es conocido que el proceso de envejecimiento se caracteriza por pérdida de tejido cerebral.

Paralelamente a este evento, los neuroblastos empiezan a desplazarse hacia su localización definitiva: MIGRACION NEURONAL.

Es en la corteza cerebral, donde este proceso adquiere su mayor complejidad; primero, por que la migración neuronal debe hacerse de la profundidad a la superficie o periferia cortical, lo que permite darle la forma al cerebro. Segundo, la complejidad aumenta cuando la neurona debe encontrar con tal exactitud su destino específico; existen dos teorías, no necesariamente excluyentes, para explicar este fenómeno: las prolongaciones neuronales-AXONES- en crecimiento, son mecánicamente guiados por fibras gliales orientadas radialmente, dirigiendo las neuronas a su destino. De otra parte, la QUIMIOAFINIDAD, plantea que cada neurona viene «programada» para establecer contacto con marcadores bioquímicos específicos, como EL FACTOR DE CRECIMIENTO NEURAL.

De esta primera fase y su relación con el aprendizaje, podemos concluir que dará forma al encéfalo y a la estructura arquitectónica de la corteza cerebral, clave en los procesos de aprendizaje. La corteza cerebral característicamente quedara conformada por seis capas con disposición horizontal, cada una, con funciones específicas (aferecias, eferencias, asociación intrahemisférica y asociación interhemisférica); De esta forma se estructuran áreas corticales que

posibilitan varias capacidades humanas básicas para el aprendizaje complejo, como la recepción, procesamiento inicial y almacenamiento de estímulos visuales, auditivos y somestésicos; además de la posibilidad de interactuar con el entorno a través del movimiento, ya que esta fase no ha terminado aun al momento del nacimiento y se prolonga, de forma muy activa, durante el primer año de vida postnatal.

La ectopia de capas en algunas áreas corticales, se relaciona con trastornos de aprendizaje como la dislexia.

Segunda fase

Relacionada con el delicado ajuste de las nuevas conexiones interneuronales y donde ya no solo intervienen la memoria genética, sino la interacción plena con el entorno, referido, no solamente al ambiente externo del ser humano, sino al interior del organismo (el entorno para el cerebro), y de donde procede información nueva que es transmitida e integrada de acuerdo al programa genético neuronal.

La constante evolutiva del desarrollo neural, es la elaboración asociativa; ya que la corteza cerebral realiza funciones de alta complejidad que comprenden la recepción, la retención, la evocación de información, así, como su análisis y síntesis. Tal actividad necesita obligadamente la elaboración de formas de comunicación entre neuronas, evento conocido como SINAPTOGENESIS.

Se han demostrado contactos sinápticos muy tempranos en la vida fetal, que se van estableciendo paulatinamente durante el proceso de migración neuronal; en la neurona se forman prolongaciones desde su cuerpo o soma, llamados DENDRITAS Y AXONES, encargados de formar sinapsis especialmente de tipo químico, caracterizadas por la utiliza-



ción de moléculas capaces de transmitir impulsos nerviosos, a través de fenómenos electroquímicos, conocidas como NEUROTRANSMISORES.

Los sitios de comunicación entre neuronas son una estructura biológica formada por un elemento PRESINAPTICO, que contiene las moléculas del neurotransmisor y un elemento POSTSINAPTICO, que contiene receptores específicos para el mismo. Al hacer contacto un axon con otra neurona, inmediatamente se emiten señales bioquímicas que son posibles de evidenciar morfológica y fisiológicamente tempranamente, como cambios de posición, movimientos de succión, parpadeo y aun, patrones electroencefalográficos de ciclos de sueño-vigilia fetales.

La SINAPTOGENESIS se considera como un periodo critico en el desarrollo y posterior funcionamiento cerebral y por ende en la capacidad intelectual del ser humano, ya que las neuronas que no logren establecer conexiones apropiadas (eficaces y eficientes), desaparecen, fenómeno evidenciado desde el punto de vista neurobiológico, en la escasez y pobreza de conexiones neurales encontradas en personas con retardo mental.

La SINAPTOGENESIS es entonces, el mecanismo por el cual se estabilizan las conexiones y se establecen las redes de comunicación neural, que cada vez quedan incluidas en circuitos de mayor complejidad a medida que se recibe y procesa nueva información. Es así, como la condición asociativa de la corteza cerebral se refleja en 100.000 millones de neuronas (solo en la corteza cerebral), con capacidad de hacer 50.000 contactos cada una.

Posteriormente, cada red neural se encargara de procesar una información muy específica proveniente el entorno (sonido, imagen, vibración, tacto, movimiento de objetos), que se convertirá en contenidos de la memoria y de la cognición en general. Las redes neurales, están programadas con dos componentes principales, cada uno dedicado a funciones básicas: la de sentir y la de actuar.

En la corteza posterior (sensorial) y la corteza anterior (motora), se almacenan memorias - esencialmente asociativas - ya que la información que contiene viene ya definida por las relaciones neurales, de tal forma, que la actividad de un circuito o red facilita la actividad de otro.

La disposición de estos circuitos, sé hace de manera vertical con relacion a la horizontalidad de las seis capas corticales, conformados básicamente por una neurona aferente (entrada de información),

una neurona de interconexión entre esta y la capa o capas correspondientes y una neurona eferente (salida de información). Hoy se sabe, que aproximadamente 10.000 circuitos conforman un MODULO CORTICAL y se supone la existencia de 2.000.000 módulos; estos, se encargarían de elaboraciones muy complejas de forma relativamente independiente y que al asociar e integrar sus productos crearían un ambiente cognitivo.

Los módulos corticales suelen operar de manera independiente de nuestro yo consciente y verbal; a lo que si tenemos acceso, es al producto de su trabajo, pero no a la elaboración misma de la información en ellos.

A lo largo de nuestra evolución, áreas de la corteza cerebral se han especializado en funciones mentales; esta especialización ha sido transmitida de generación en generación, condición que contradice la teoría de «la tabula rasa» y que argumenta la comprensible rapidez con la que un niño pequeño aprende, por ejemplo, el lenguaje y nos aleja definitivamente de las formas de aprendizaje de otras especies.

La relacion de la segunda fase de desarrollo y el aprendizaje es la capacidad de modificación neuronal, dada desde las redes operativas que dan cuenta de un cerebro equipado con los substratos sensorio-motores básicos para enfrentarnos y solucionar exitosamente los retos de aprendizajes simples o complejos, que desde el punto de vista evolutivo, son la creación de sistemas de representación, en una especie de «mosaico» cognitivo que proviene de nuestros ancestros.

Tercera fase

Referida a ella, como la fase de regulación y potenciación de la efectividad sináptica representada en la transición anatómica y fisiológica de las redes de memoria FILETICA o antigua, a una memoria individual; en la neocorteza, no se alcanza la maduración plena o desarrollo máximo de este potencial hasta la juventud, pero se conserva probablemente, toda la vida.

Es aquí, donde la experiencia pedagógica desempeña un papel definitivo en este proceso. La memoria filética representada en las áreas primarias de la corteza cerebral (sensitivas y motoras), envían la nueva información a las áreas asociativas: áreas posteriores donde se configura la memoria perceptual; áreas anteriores, donde se configura la memoria motora.

La memoria perceptual contiene los conocimientos de hechos, objetos o conceptos, a través de un proceso de trascendencia de lo sensorialmente concreto a lo conceptualmente general, donde la base esta dada por la experiencia sensorial y su nivel mas alto, por el concepto: ABSTRACCIÓN que permite independizarnos de ella. Este transito es más comprensible desde las alteraciones de estas redes neurales, cuya lesión se asocia a las agnosias.

De igual forma, se trasciende de la memoria motora filética, a un control, monitoreo y evaluación de la conducta FUNCION EJECUTIVA DE LOS LOBULOS FRONTALES, con la memoria procedimental.

Las experiencias individuales múltiples, profundas y pertinentes, hacen posible una distribución de información en la corteza cerebral, extensa y apropiada para complejizar las redes neurales y que permanezcan toda la vida sujetas a expansión y recombinación de nuevas y antiguas experiencias, aunque también vulnerables al envejecimiento.

Para aprender, las experiencias se deben incorporar a través de nuevas y mejores conexiones a una red neural preestablecida, donde lo nuevo evoca lo antiguo y por asociación y consolidación de información, se convierten en parte de la misma red.

Esta capacidad es máxima en los primeros años de vida, gracias a la mayor plasticidad neuronal, de allí, la importancia de un entorno enriquecido que provea al niño de la suficiente cantidad y calidad de estímulos.

Las modificaciones de las características de la transmisión y la efectividad sináptica, obedecen a un programa de organización –memoria genética– que posibilita la conducción y registro de información por parte de las redes neurales, conducente al perfeccionamiento de sus propiedades en la estructuración de una nueva memoria neural; produciendo una transición evolutiva tanto a nivel individual como de la especie humana.

Este proceso se basa en un principio neuroquímico denominado POTENCIACION A LARGO PLAZO o facilitación de una vía (circuito o red), no excitada, a través de la excitación de sus neuronas constituyentes (FACILITACION HOMOSINAPTICA) o de la excitación de neuronas de otras redes interconectadas (FACILITACION HETEROSINAPTICA). El modelo clásico, para explicar la potenciación a largo plazo, donde las fibras A liberan un neurotransmisor excitador, este se fija en los receptores de la neurona B, provocando una respuesta

que se registra. Estos receptores se conocen como AMPA, receptor que vehicula la respuesta y NMDA, receptor que funciona como «detector de coincidencia»; cada vez que este ultimo receptor detecta una información ya registrada, desencadena una cascada de reacciones bioquímicas intracelulares, que producen potenciación a largo plazo en la red.

Es así, como redes que inicialmente solo procesaban información muy específica, (CONCRETAS), se transforman en redes complejas (JERARQUICAS); estas ultimas íntimamente relacionadas con la estructura modular cortical y a la vez con el aumento del tamaño encefálico en el proceso ontogenético humano.

La potenciación a largo plazo, se traduce entonces en cambios en la actividad sináptica, evidenciados en rapidez y eficiencia en el procesamiento de información; cambios en la conectividad de las redes, a través de nuevas conexiones dendríticas y en algunas ocasiones, la eliminación de conexiones ya existentes.

Cada vez que se logran estos cambios, se generan y/o modifican las REPRESENTACIONES INTERNAS (información codificada en las neuronas) a cargo de proteínas intracelulares que cambian el metabolismo neuronal y de proteínas extracelulares que remodelan las conexiones dendríticas. Es así, como las representaciones internas, se perfeccionan asegurando su persistencia en el tiempo o se degradan, cuando la información inicialmente codificada en ellas no se vuelve a utilizar.

Se puede concluir, que nuestro órgano de aprendizaje es el cerebro como procesador dinámico, que busca constantemente la asociación de información a través del significado de la misma. Por ello, se pueden potenciar las operaciones mentales con enfoques, modelos y teorías pedagógicas que aborden el aprendizaje humano con la actitud y la aptitud interdisciplinaria que fundamenten, avalen y justifiquen las neurociencias en la formación de docentes y otros profesionales actores de procesos de enseñanza-aprendizaje, a través de la capacitación y perfeccionamiento permanente, acorde con el avance científico de las ultimas décadas, que tiene mucho que ofrecer en la construcción de propuestas pedagógicas apropiadas para que se lleve a cabo el aprendizaje mas importante en el ser humano, APRENDER A APRENDER y a la vez se obtenga el conocimiento mas importante para el ser humano que es EL CONOCIMIENTO DE SI MISMO.