

## Desarrollo de competencias desde la perspectiva cerebral

Dra. Laura Frade Rubio<sup>1</sup>

### Introducción

A partir de los descubrimientos de Darwin, particularmente los publicados en el origen de las especies en 1859 y de los de Gregor Mendel en 1866, se ha planteado el dilema de si la vida de una persona está determinada por su naturaleza biológica, por su genética, o bien por la sociedad y la cultura en la que se desenvuelve. Los seguidores de la naturaleza como los biólogos, médicos y genetistas retoman la postura naturalista mientras que los que estudian la sociedad como los sociólogos, antropólogos e historiadores se alinean a la postura sociocultural.

En la educación estas posiciones adquieren también sus referentes, así los seguidores de Piaget afirman que un sujeto se desarrolla a nivel cognitivo pasando por una serie de etapas invariables mediante las cuáles se logra el aprendizaje, lo que supone además una postura de que éstas son universales, es decir todos los sujetos pasan por los mismos procesos, que para que el aprendizaje se lleve a cabo deberá darse un proceso de maduración previo. De alguna manera esta postura se afianza también en una postura que determina el desarrollo cognitivo natural de los sujetos, tanto que el mismo Piaget inicia la definición de sus estadios cognitivos por los reflejos. Por el otro lado, Vygotsky define una postura contraria al afirmar que el aprendizaje precede al desarrollo, es decir que es la intervención social la que logra que los sujetos se vayan desarrollando y no al revés. Posteriormente Riegel en 1976 señalaba que el aprendizaje es desarrollo, al establecer que uno conlleva al otro y viceversa, es decir el sujeto aprende y se desarrolla y se desarrolla porque aprende, esto es un proceso interactivo que se genera a partir de un proceso que es dialéctico en sí mismo es decir que se genera a partir de la contradicción entre naturaleza y ambiente.

Este dilema retoma importancia cuando se observa que una persona que nace con Síndrome de Down tendrá una limitante genética de por vida, sin embargo, si esta persona se educa y crece en un ambiente que posibilita su desarrollo puede llegar a ser un gran pintor con vida independiente y además casarse y tener una vida plena (Frade, 2011a).

Esta discusión impacta también las diversas posturas que emergen sobre las competencias como constructo que emerge en el campo de la psicología y de la pedagogía cuando se adoptan como metas a lograr en el sector educativo, porque la pregunta es: ¿la competencia se desarrolla, se forma socioculturalmente o bien emerge de la interacción del proceso de aprendizaje y de desarrollo al mismo tiempo?

---

<sup>1</sup> Artículo publicado en: Frade Laura, Fraile G. Juan Antonio, López Rodríguez Milady, La formación de competencias a través de la metacognición, México, D. F. , Editorial Grafra, 2012.

En este documento estaremos tratando de responder a esta pregunta al analizar qué es lo que sucede en el cerebro de una persona, cómo se desarrolla, cómo se modifica por el ambiente y cómo las personas despliegan su ser competente por la acción que realizan en el entorno lo que incluye varios procesos a la vez: biológicos, cognitivos, afectivos, motrices, sociales y culturales. Esto implica la visualización desde una visión de pensamiento complejo que como lo dice Edgar Morin, no descarta ninguna dimensión sino que las articula en una mirada compleja que posibilita una acción pedagógica distinta en la que se observa el todo y las partes al mismo tiempo.

### **Conceptos de aprendizaje y desarrollo**

Tradicionalmente se ha hecho la distinción entre aprendizaje y desarrollo, el primero se refiere al cambio cognitivo, o de pensamiento que se genera en el sujeto porque existen procesos previos que lo permiten, desde una visión Piagetista por la asimilación (cuando un evento se interioriza lo que deriva en un comportamiento) y acomodación (cuando un evento ya asimilado se modifica), o bien como lo decía Vygotsky por la internalización que es el proceso que implica la transformación de fenómenos sociales en fenómenos psicológicos, a través del uso de herramientas y signos mediante operaciones que inicialmente representan una actividad externa que comienza a suceder interiormente, lo que se convierte en un proceso interpersonal que queda transformado en otro de carácter intrapersonal, es decir que se hace propio. Tomando en cuenta la teoría dialéctica de Riegel, el aprendizaje se logra por la interacción entre contrarios: el aprendizaje de naturaleza social versus el desarrollo natural, en una dinámica antagónica que permite la modificación de ambos y por lo tanto es proceso y meta a la vez.

No obstante, estas tres teorías que explican la relación entre aprendizaje y desarrollo dan cuenta de cambios exclusivamente cognitivos, es decir de pensamiento y en la capacidad de conocer, pero no incluyen la observación de los otros procesos que también interfieren tanto en el aprendizaje como en el desarrollo, como lo podrían ser la regulación de las emociones, el control del movimiento en la acción, así como la respuesta adaptativa que brinda el sujeto a los diversos contextos y situaciones en donde se relaciona socialmente y sale adelante en el grupo cultural al que pertenece y el aprendizaje que no se realiza de manera consciente como lo podría ser el estrés postraumático cuando se vive un evento tan negativo que daña profundamente al sujeto, deja de dormir, tiene pesadillas y revive constantemente lo que vivió en el pasado.

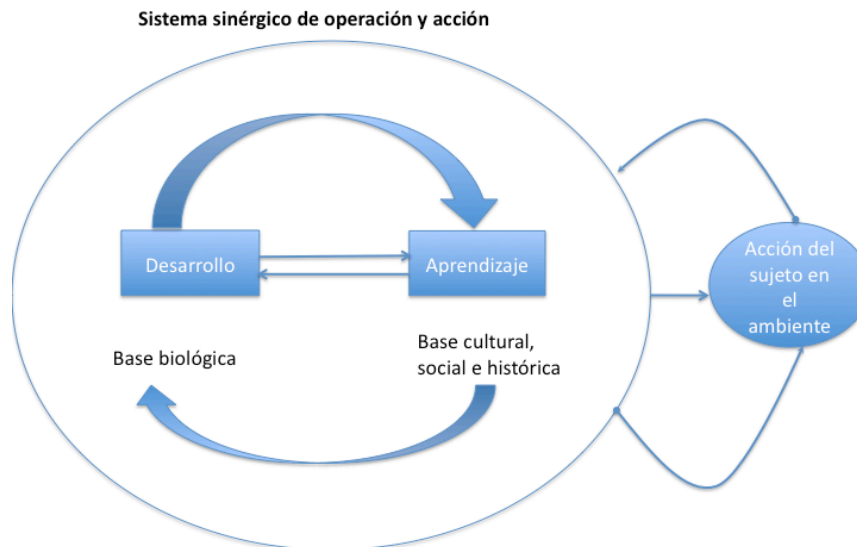
Por el otro lado el desarrollo se entiende como el proceso mediante el cual un organismo evoluciona desde su origen hasta alcanzar la vida senil, lo que incluye diversos estadios que van desde la fecundación, nutrición, crecimiento, reproducción hasta el envejecimiento, y se basa en la dinámica biológica que se identifica el estudio de los seres vivos, su origen y evolución, concentrándose en los aspectos que tienen que ver con el intercambio de los mismos en el ambiente para lograr su subsistencia, adaptación y evolución a partir de las leyes generales que explican la vida orgánica y los principios explicativos que se derivan de la misma. Si bien es cierto el desarrollo cognitivo

adquiere una dimensión menos biológica, la realidad es que cuenta con las mismas bases, existen operaciones mentales y procesos que generan períodos que llevan al sujeto a desarrollarse y con ello a aprender, estableciendo por tanto el concepto de maduración en el que se establece que cuando el sujeto no madura, es decir no se desarrolla biológicamente como los otros, no aprende.

Esta visión tampoco incluye la perspectiva de la acción social en el aprendizaje y de cómo el desarrollo de una persona se ve modificado cuando entra en contacto con los otros y éstos realizan mediaciones o intervenciones que le permiten hacer y ejecutar acciones que tal vez no le podría hacer, es decir que se omite el ambiente y con ello el impacto que tiene este sobre el desarrollo del sujeto, tanto el ambiente biológico como el social y el cultural.

Por lo tanto la disyunción entre desarrollo y aprendizaje emana de la visualización de cada concepto desde la perspectiva que los crea y recrea, así sí el desarrollo emerge desde la biología, es desde esta visión que se le define, estudia y procesa, mientras que sí el aprendizaje emerge de la psicología, de la epistemología o bien desde la educación, es desde ahí que se le conceptualiza, define y por lo tanto se excluye las aportaciones de las otras ciencias, lo que impide entonces identificar al aprendizaje y al desarrollo como un concepto único que cuenta con dos polos que no necesariamente son excluyentes, ni dicotómicos o bien dialécticos como lo decía Riegel, sino más bien como dos elementos que se complementan para crear y recrear lo que el sujeto requiere para adaptarse, salir adelante y transformarse cuando lo necesita. Un sistema en el que ambos elementos son relacionales, existe uno porque existe el otro y viceversa, y ambos pueden modificarse para mejorar al otro, pero además en dónde ambos crean algo nuevo, la capacidad de ser competente para salir adelante en el ambiente que enfrentan resolviendo los problemas y retos. Desde esta perspectiva sistémica, el aprendizaje-desarrollo, y el desarrollo-aprendizaje, crea un *sistema sinérgico de operación y acción*, en el que sus elementos coexisten de manera articulada, uno existe porque existe el otro, pero además como toda sinergia, la acción combinada de ambos produce algo mucho más complejo que es el desempeño de la persona en el ambiente, y en donde el cerebro del sujeto que aprende el lugar en el que se dan las dos funciones explica ambos procesos así como sus articulación y complementariedad.

Figura No. 1: sistema sinérgico de operación y acción: desarrollo y aprendizaje.



Desde la perspectiva de este sistema sinérgico de operación y de acción, el desarrollo no puede ser conceptualizado solamente como el proceso mediante el cual un organismo evoluciona desde su origen hasta alcanzar la vida senil sin considerar la acción del ambiente, la cultura y la sociedad sobre el mismo, ni el aprendizaje como un cambio cognitivo solamente. Así el desarrollo debería ser entendido como el proceso mediante el cual un organismo evoluciona para adaptarse al ambiente mediante una interacción continua con el mismo desde su origen hasta su desaparición, mientras que el aprendizaje tampoco puede ser por tanto un cambio cognitivo que se logra por la acción del sujeto o por la mediación, sino más bien como un cambio en el desempeño del sujeto que produce por la modificación de todas sus dimensiones: cognitiva, afectiva, motriz, social, cultural y aún histórica (Frade, 2011 f,g).

Sí se analiza lo que el cerebro hace, desde un inicio, así como su proceso de maduración y desarrollo se observa que ambos procesos están ligados en el mismo, y que cuando uno no se da se daña el otro. Es decir, un niño o niña con una gran capacidad, misma que ha heredado de su padres y madres no se desarrollará igual si crece en un ambiente que inhibe su aprendizaje en dónde hay violencia, golpes, y un ambiente carente de estímulos, pero por el otro lado, una niña o niño que padezca una discapacidad intelectual se desarrollará hasta alcanzar metas que tal vez no se creían posibles como aprender a leer y a escribir, así como elaborar grandes creaciones de arte cuando vive en un ambiente que lo posibilita y encuentra adultos que realizan las mediaciones o intervenciones necesarias para lograrlo (Frade 2011 h). ¿Qué explica entonces este fenómeno? La relación entre el cerebro como órgano, sus procesos y funciones y el ambiente natural, social y cultural que impacta en el mismo.

### **El cerebro cómo órgano rector del aprendizaje y del desarrollo**

El cerebro es un órgano que está formado por varios lóbulos o secciones: el frontal, occipital, temporal, parietal y el límbico:

Cada uno de estos lóbulos cuenta con funciones específicas, aunque hoy se sabe que éstas pueden modificarse cuando una se daña, es decir que no es un órgano que funciona como el resto del cuerpo en donde sólo los pulmones sirven para respirar, y si se dañan no hay posibilidad de sustituirlos más que por otro pulmón. Con el cerebro no es así, cada una de sus partes puede aprender a hacer las funciones de la otra sí y sólo sí no están dañadas también, y se genera un proceso de aprendizaje que lo permita.

Estos lóbulos están formados por la corteza cerebral que es como una tela constituida por neuronas y células glia que lo recubre, y que se encuentra arrugada porque en realidad si se extendiera sería más grande. Hay dos tipos de cortezas: la gris y la blanca. La gris se encuentra recubriendo el cerebro y la blanca está por dentro.

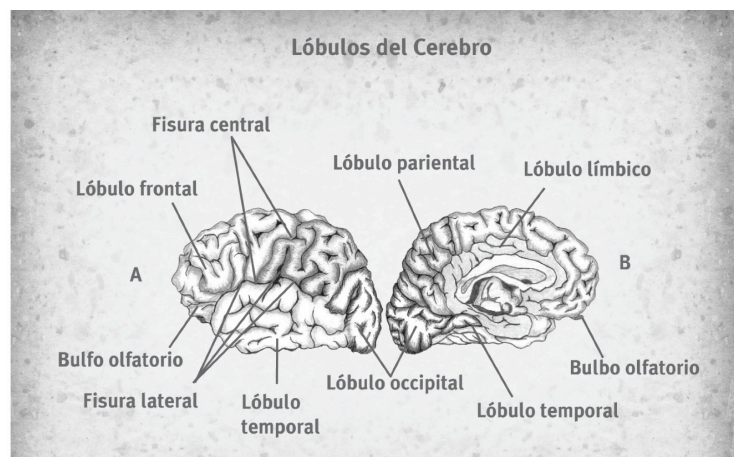


Figura No. 2: lóbulos de cerebro

Tomado de: Laura Frade, Desarrollo de competencias en educación especial y la integración educativa, Mediación de Calidad S. A. de C.V., México, D. F., 2011.

A muy grandes rasgos podemos decir que el lóbulo occipital se encarga de procesar la información visual que se recopila por los ojos, lo que implica identificar qué es algo, dónde está, cómo es y qué características tiene, que el lóbulo parietal se encarga de recibir la información que tiene que ver con el movimiento en el espacio así como las diversas sensaciones que se reciben en la piel y en las extremidades, que los temporales se encargan de procesar la información auditiva, lo que incluye identificar qué se oye, dónde se oye, cómo se oye, y qué es, y que es en el frontal en donde se razona, se piensa, planifica, y procesa la acción, así como el movimiento. Finalmente el lóbulo límbico es el lugar en el que se procesan las emociones, es de hecho el cerebro animal de los seres humanos, en éstos se identifica el sentimiento, se siente, y se reacciona por el mismo, pero al comunicarse con el frontal se lleva a cabo una regulación de lo que se siente de manera que no nos dejamos llevar por las emociones en todo momento sino que somos capaces de controlarlos y de regular nuestro actuar emotivo en los diversos lugares en los que estamos porque el lóbulo límbico entra en contacto con el lóbulo frontal y se lleva a cabo un proceso de administración de las emociones en el contexto en el que estamos desempeñándonos. No es un asunto de que el frontal elimine la acción del límbico, por que la emoción siempre está ahí, más bien se administra.

Todas estas funciones se llevan a cabo porque el cerebro es capaz de realizar otros procesos que son: la sensación, la percepción, la atención, la memoria, el razonamiento y la regulación de la ejecución o del desempeño que el sujeto realiza y que consisten en (Frade c,d,g,i):

- *Sensación*: que es la capacidad para captar y recibir los estímulos, se lleva a cabo mediante los 5 sentidos (olfato, vista, oído, gusto, tacto) y uno que se ha llegado a llamar el sexto sentido el del equilibrio, en cuánto a que capta la sensación que emite el lugar en dónde estamos parados para determinar la postura recta.
- *Percepción*: que es la capacidad de hacer consciente la sensación, de comprender de qué tipo de estímulo se trata, básicamente es una función de diferenciación, de discriminación, con la que el sujeto es capaz de identificar que existen diferencias entre los estímulos que capta: el color verde no es igual al color azul, o bien una persona puede estar enojada o triste.
- *Atención*: que es la capacidad de concentrarse en un solo estímulo por largo tiempo, independientemente de otros estímulos y de hacer algo con él mismo.
- *Memoria*: que es la capacidad para recordar y guarda la información de los eventos, experiencias, hechos y el conocimiento que resulta de la interacción del sujeto con el medio y que utiliza varias vías para hacerlo, es decir existe la memoria visual, audtiva, táctil, motriz, gustativa, olfativa, que se incluye en la memoria implícita es decir la que guarda la información sin hacer uso del lenguaje, y la explícita, la que guarda la información haciendo uso del mismo.
- *Lenguaje*: que es la capacidad para comunicarnos mediante el uso de representaciones diversas que incluyen el lenguaje oral, escrito, gráfico, por señas, etcétera.
- *Razanamiento*: que es la capacidad de procesar toda la información que se recibe a través de los sentidos, codificándola en imágenes y palabras, de manera en que se obitenen datos que se conjugan, articulan y sistematizan en conocimientos, representaciones, significados y elaboraciones que permiten que el sujeto piense y conozca.
- *Movimiento*: que es la capacidad para articular las diversas partes del cuerpo en acciones que tienen un fin que es dirigido y planeado por el sujeto, como articular palabras, tomar algo con las manos, caminar, correr, escribir y bailar, actividades que se realizan con un propósito definido por el sujeto.
- *Ejecución*: que es la capacidad para llevar a cabo una acción con respecto al estímulo y que comienza desde que el sujeto lo elige, el sujeto se se concentra en él, planea, ejecuta y evalúa la acción sobre el mismo, así como regula sus emociones y movimientos para llegar a la meta que se realiza por las llamadas funciones ejecutivas, que son las habilidades mentales que controlan el desempeño de un sujeto, lo que hace en el ambiente que tiene un propósito y que se dividen en dos grandes tipos:

1. Las funciones ejecutivas netamente cognitivas o frías que incluyen (Meltzer, 2007, Frade, 2008 d):

- Elección del estímulo, iniciativa, voluntad y toma de decisiones
- Planeación de la tarea, ejecución de la misma, inhibición y autoregulación
- Metacognición: evaluación constante del pensamiento, el conocimiento que se obtiene, las emociones que se sienten, de las acciones motrices que se realizan para determinar que falta por saber, pensar o hacer, y del propio cuerpo y su estado de salud.
- Anticipación: definir qué sigue en el plan de acción o en el desempeño.
- Flexibilidad para interrumpir lo que se hace pero al mismo tiempo regresar a la tarea, así como transferir los conocimientos cuando se necesita y recibir la retroalimentación de otros en el desempeño que se realiza.
- Procesar la información relevante para llevar a cabo la tarea de manera que la respuesta sea eficiente, rápida y oportuna,

## 2. Las funciones ejecutivas afectivas o calientes que incluyen:

- Iniciativa: actuar por deseo propio.
- Voluntad: tener la fuerza para realizar la acción a pesar de que existan obstáculos.
- la empatía, como capacidad para sentir con el otro y comprenderlo.
- la teoría de la mente (comprender el esquema del otro, lo que expresa en su cara, gestos, etc., si lo que dice es verdad o no, y que además puede pensar diferente que uno mismo)
- la regulación emocional, que incluye el control del impulso, la ira, la pasión, el deseo, etcétera.
- la decisión afectiva.

Estas funciones ejecutivas se realizan, por ejemplo cuando una persona reacciona frente a un vaso:

- Ve un vaso (elige el estímulo)
- Identifica que tiene sed (define el objetivo)
- Advierte que quiero agua (tiene iniciativa y voluntad para ir a él)
- Va hacia el vaso (toma la decisión)
- Se detiene si alguien le dice que no lo haga (autocontrol).
- Si nadie le dice nada y no hay razón para detenerse, piensa: "Tengo que ir por la sala y la cocina, se dónde dirigirme" (planeación).
- Si alguien interrumpe en su camino, se enoja, porque tiene mucha sed (falta de regulación de la emoción, no comprensión del esquema del otro).
- Pasa por la sala y llega la cocina (continúa con su plan de acción).
- Toma el vaso, le sirve agua y ve que se cae el agua, lo acomoda para que caiga bien (control de la ejecución).
- Toma agua (ejecución)
- Piensa: ¡Qué rico! (evaluación de la acción)

- Sigue pensando: Tengo que lavarlo (anticipación a la siguiente tarea) e inicia el ciclo siguiente con la acción que es lavar el plato.

Estas funciones se traducen en un desempeño concreto, en tener la iniciativa, voluntad, decisión, planeación y ejecución para terminar una acción concreta. Son las funciones más importantes en una competencia. Se identifica su importancia en la actualidad, porque las personas más exitosas son las que cuentan con alto funcionamiento ejecutivo. Las que tienen más iniciativa, voluntad, fuerza para seguir adelante y llegar a la meta; las que innovan los sistemas, los mejoran, los crean, se autocontrolan y autoregulan su propia acción, son las más emprendedoras y las que a lo largo de la historia de la humanidad han buscado resolver los problemas que se han enfrentado. La invención del hacha, la rueda, la penicilina, etcétera, son resultado de ellas, porque se identifica un problema que se resuelve por la acción con propósito del sujeto.

Es conveniente mencionar que existe una diferencia entre el autocontrol y la autoregulación, el primero se refiere a la capacidad que tiene una persona pueda controlar su comportamiento emocional e impulsivo en un contexto determinado, como no gritarle a un niño que se está portando mal y ya nos sacó de quicio. El segundo a la habilidad que tiene el sujeto para regular su tarea, lo que está haciendo en el momento, como recortar algo sin salirse de la raya, siguiendo el contorno (Frade, 2007 d).

Cuando las funciones ejecutivas se ven afectadas entonces las personas generalmente padecen algún trastorno mental, como depresión: no tienen iniciativa ni ganas de hacer nada, no se levantan, son indecisas, no terminan lo que hacen. Por tanto un daño en las funciones ejecutivas daña el desempeño, lo que la persona hace, pero también su capacidad de aprender, porque puede elegir un estímulo y no concentrarse en el mismo para terminar lo que está haciendo.

Todas estas funciones, que van desde la sensación hasta la ejecución de una acción, utilizan diversas partes del cerebro pero en general se caracterizan porque requieren de la acción coordinada de todo el órgano para llevarse a cabo, por ejemplo, un sujeto puede percibir un objeto con los ojos, pero para saber qué es, dónde está y para qué sirve, utiliza la memoria visual que se encuentra en el occipital, y para identificar qué quiere hacer con él entonces utiliza los frontales de manera que planea la acción sobre el mismo, pero es gracias a éstos últimos que realiza lo que quiere con el objeto de conocimiento o estímulo que percibe.

### **El cerebro un órgano en movimiento continuo (Frade 2010 i)**

El cerebro es un órgano sumamente complejo. Contiene alrededor de 23 billones de células nerviosas llamadas "neuronas". Estas cumplen la función de recibir e integrar la información y de enviar señales a otros tipos de células excitables a través de contactos sinápticos e incluyen las siguientes partes:

- El cuerpo neuronal o SOMA.
- Una prolongación larga y poco



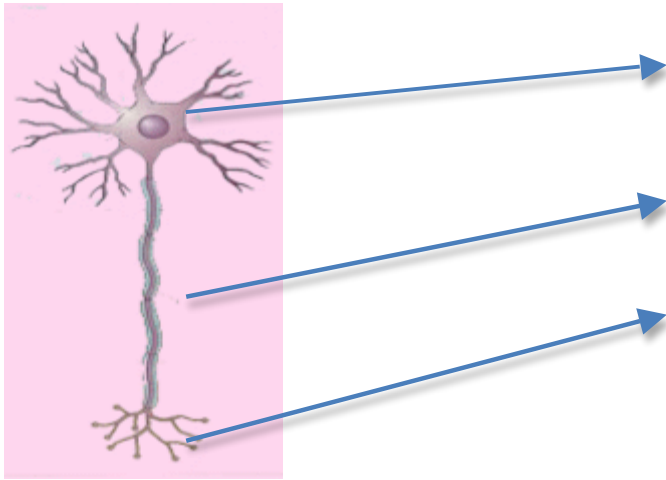


Figura No. 3: parte de una neurona, tomado de: [www.ibce.edu.uy](http://www.ibce.edu.uy)

Las neuronas se organizan en redes y sistemas. El intercambio de información que se realiza entre ellas es continuo y se lleva a cabo mediante billones de contactos funcionales muy especializados llamados **sinapsis**, es decir cuando una neurona toca a la otra o a otras, y cuyo índice de contacto es de 10 billones de veces por segundo. La mayor de parte de las sinapsis son de tipo químico, es decir, utilizan moléculas llamadas **neurotransmisores** para comunicarse entre sí. En la neurona es el axón el encargado de transmitir la información, mientras que las dendritas son las encargadas de recibirla.

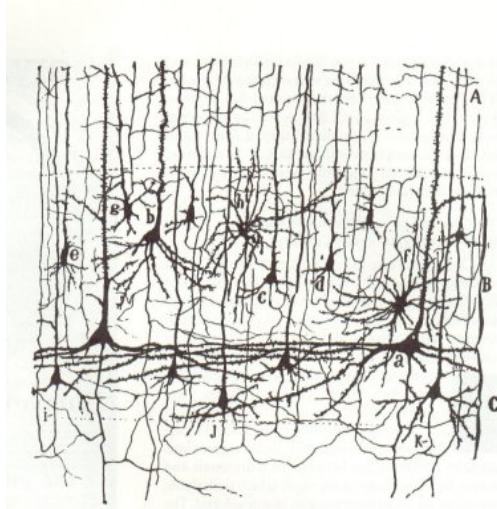
Hoy se sabe que en el cerebro humano actúan más de 100 neurotransmisores cuyas funciones varían. Unos ejemplos de las funciones que tienen estos neurotransmisores en nuestro cuerpo son los siguientes, la noradrenalina arregla la información en la memoria de largo plazo, la norepinefrina que activa el pulso cardíaco, la dopamina que es la base de la recompensa, genera placer cuando algo nos gusta, si baja la cantidad hay Parkinson, y si sube hay esquizofrenia, la serotonina que contrae los músculos y ayuda al control del impulso, la acetilcolina que es esencial para la salud de las neuronas de la corteza cerebral y ayuda en la memoria y las endorfinas, que son literalmente es nuestra morfina natural, sirve de tranquilizante y de analgésico, y se produce cuando se hacen ejercicios de relación, ejercicio vigoroso y se comen chiles y chocolates.

Todavía se desconoce el rol total de éstos y de otros neurotransmisores, pero la ciencia avanza rápidamente de manera que aumenta la información y el conocimiento sobre los mismos y cuando fallan se han comenzado a sustituir por medicamentos que mejoran el funcionamiento cerebral.

Como se ha mencionado, antes se pensaba que el cerebro como órgano formado por neuronas era inamovible, en el sentido de que una vez muertas éstas el daño era irreparable. Actualmente se ha descubierto el concepto de plasticidad neuronal que se refiere a la capacidad del sistema nervioso para remodelar los contactos entre neuronas y la eficiencia de las sinapsis, es decir que sí unas

mueren otras pueden realizar su actividad dependiendo de sí la corteza cerebral se encuentra intacta, es decir que no ha muerto en su totalidad.

Figura No. 4: corteza cerebral, Tomado de: Diamond Marian, Phd., Janet Hopson, Magic Trees of the Mind, 1998, Dutton, USA.



2004).

El cerebro humano también guarda otros trillones de células llamadas glia, que alimentan a las neuronas, y cuyas funciones hoy se saben que son múltiples. Para empezar establecen una comunicación en dos vías con las neuronas, desde el desarrollo embrionario hasta la vejez. Además, dado que se encuentran en el cerebro en una proporción de nueve a una, influyen en la formación de la sinapsis y determinan qué conexiones entre ellas son fuertes o débiles, lo que resulta fundamental en el proceso de aprendizaje y en la memoria de largo plazo. Las investigaciones más recientes señalan además que establecen su propia red con sus similares (Douglas,

Juntas estas células nerviosas producen más de trillones de sinapsis diariamente. El resultado de este proceso es la sensación, percepción, atención, memoria, pensamiento, lenguaje, el movimiento, las emociones, la acción y cualquier otro producto elaborado por las y los seres humanos.

La constante actividad de las neuronas nos lleva a considerar que requieren de energía para trabajar y que esta proviene de los alimentos que consumimos. No obstante no todo lo que comemos es ideal para el desarrollo cerebral por lo que existen algunos productos que son mejores que otros.

Para empezar podemos afirmar que el principal alimento del cerebro es el agua, puesto que el 80% del mismo está constituido por ella, y que por lo tanto se debe de consumir diariamente y en grandes cantidades. Hoy se sabe que cuando los niños consumen este líquido vital durante las clases su aprendizaje mejora considerablemente, de ahí que hay que permitir que la tomen de manera continua.

Además, el cerebro se encuentra rodeado por el líquido cefalorraquídeo, cuyo contenido es básicamente agua, pero también es rico en glucosa, proteínas y hormonas las sustancias básicas para que el cerebro funcione más allá del oxígeno que provee la sangre que llega al mismo mediante las arterias. Este líquido se encuentra circulando alrededor del cerebro y se mueve por el latido cardíaco.

El cerebro también requiere de oxígeno para trabajar, sin este las células mueren, y éste es llevado a las neuronas por la sangre, pero para hacerlo los glóbulos rojos requieren contar con el suficiente hematocrito, mismo que se produce por el hierro, por lo tanto se deben ingerir alimentos con hierro, como la carne, los frijoles, las espinacas, lentejas, etc.

La sinapsis que se produce cuando las neuronas se excitan y se tocan requiere de mucha energía y esta se obtiene por la glucosa, por lo tanto nuestro cerebro requiere de ésta para trabajar. No debe provenir de la azúcar puramente ya que en grandes cantidades ésta termina por volverse tóxica, sino que se debe obtener de los cereales y frutas. Además de agua, el oxígeno y a glucosa, el cerebro requiere de otros nutrientes para salir adelante.

El cerebro también necesita vitaminas para su desarrollo, mantenimiento y metabolismo, principalmente de vitaminas A, C, D, E, B, ácido fólico y lecitina, cuando éstos compuestos no se consumen el aprendizaje baja, causa cansancio, pérdida de apetito, una baja en la concentración y en la memoria, hostilidad, depresión, irritabilidad, insomnio y flojera (Jensen 2006). Además el cerebro necesita los precursores de los neurotransmisores como el magnesio, sodio, potasio y zinc, mismos que se consumen en la fruta, los vegetales y el pescado.

Figura No. 5: migración neuronal, Tomado de Diamond, 1998.



#### Formación del cerebro humano

El cerebro se forma durante los dos primeros meses de embarazo. Inicialmente surge una primera esferita, a partir de la cuál crece la masa cerebral mediante la formación continua de neuronas que suben engarzándose una con la otra desde el tallo cerebral por detrás de la cabeza, hacia delante; formando la red en cuyo seno se llevarán a cabo los millones de movimientos sinápticos antes descritos.

Cuando las neuronas han llegado a su destino comienza su diferenciación, es decir que de acuerdo al lugar que ocupan, adquieren las características morfológicas (de forma) y fisiológicas (de función) de una neurona. Si bien es cierto que existe un patrón básico neuronal y que éste se encuentra predeterminado genéticamente, la completa diferenciación depende de las interacciones entre neuronas y de la formación de vías de conexión, es decir de la interacción que el sujeto tenga con el medio ambiente, si tiene una interacción estimulante las conexiones serán de mejor calidad, pero además serán muchas más (Diamond, 1998).

Mediante este proceso, a los 7 meses de gestación el cerebro ha terminado de formarse, el número de neuronas final se ha puesto en su lugar y las demarcaciones y partes del cerebro se encuentran en su lugar. A partir de esta fecha dichas células se empiezan a depurar desapareciendo aquellas

que no funcionan bien, o que no se relacionan bien unas con otras; fortaleciéndose aquellas que si lo hacen. Este proceso de depuración dura toda la vida pero tiene picos más fuertes en algunas edades y en otras. A los dos años de edad el cerebro está totalmente formado y se puede decir cuenta con un órgano cerebral del tamaño de un adulto, pero no piensa como tal, no tiene la experiencia, de ahí que dicha edad sea conocida como lo "*terribles dos*", mientras que por un lado han descubierto que son personas independientes de la madre y del padre, son también individuos que cuentan con voluntad para decir ¡NO!, además de tener iniciativa y voluntad para hacer cosas y se molestan cuando se les detiene haciendo grandes berrinches, ya que no han desarrollado la capacidad de autocontrolarse (Diamond, 1998).

Más aún, dicho proceso de selección neuronal que se lleva a cabo durante el desarrollo e interacción con el medio ambiente explica, por lo menos parcialmente, por qué los hermanos gemelos idénticos, poseen ciertas características diferenciales de la personalidad, lo que viven en el ambiente nunca es igual, lo que además afecta la forma de pensamiento, el procesamiento lógico y hasta la imaginación.

El cerebro humano lleva un tiempo de construcción de muchos años y luego continúa remodelándose en cada momento. Cuando memorizamos, aprendemos o nos enfrentamos a una situación de estrés estamos poniendo en marcha procesos de reconstrucción (respuestas plásticas) que nos permiten hacer representaciones mentales más apropiadas del medio y seleccionar las conductas más adecuadas.

El proceso de formación del cerebro comienza intrauterinamente por lo que existe la necesidad de que este órgano cuente con todas sus necesidades cubiertas: alimentación, espacio propio, ausencia de intoxicantes, etc., ya que cualquier sustancia externa o carencia puede dañar su formación de manera permanente. Más aún, el daño neurológico puede comenzar antes de la concepción misma, si la madre o el padre son alcohólicos, anoréxicos, drogadictos, o bien están desnutridos, puesto que cualquiera de estas sustancias o ausencias afectan la calidad de los espermatozoides y de los óvulos (Restak, 1995). A continuación se identifica la formación del cerebro antes del nacimiento:

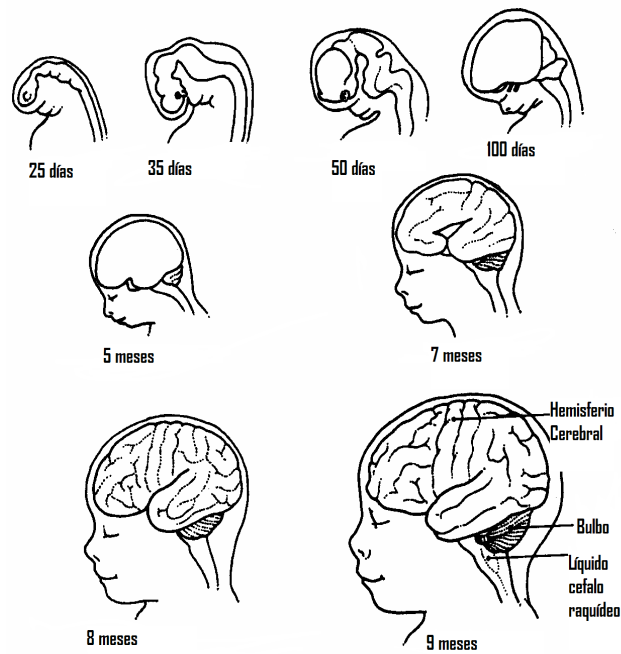


Figura No. 6: Desarrollo del cerebro durante la gestación, Tomado de Diamond, 1998.

En el caso de los niños y las niñas requieren de estimulación permanente para poder optimizar sus funciones cerebrales, tanto durante el proceso de formación de su cerebro, como durante los años posteriores. Actualmente las investigaciones demuestran que mientras el número de neuronas es importante en la inteligencia que posee un ser humano, también lo es el tamaño de sus neuronas, pero sobre todo la cantidad de ramificaciones que tienen las dendritas. Dicha cantidad puede ser aumentada bajo un proceso de estimulación adecuado a la edad, que permita engrosar la corteza cerebral, pero además por el trabajo continuo y el aprendizaje que se realice a lo largo de la vida.

El enriquecimiento del ambiente, y otra serie de ejercicios impulsan que se pase de un tejido cerebral poco complejo a uno de mayor complejidad en el que las dendritas tienen un mayor número de ramificaciones y conexiones entre sí (Diamond, 1998). El número de neuronas en los tres diagramas que se presentan a continuación es el mismo, lo que se constata en los cuerpos o “soma” de cada representación, pero el crecimiento del tejido aumenta de manera considerable en la medida en que los niños y las niñas se desarrollan en un ambiente propicio que se caracterice por apoyo emocional, una dieta nutritiva, se estimulen todos los sentidos, cuente con una atmósfera libre de presión y hostilidad, se permita la socialización, se promuevan múltiples actividades cuyo objetivo sea el de desarrollar los intereses mentales, físicos, estéticos, sociales y emocionales; y además se le de libertad para decidir sus actividades, visualizando sus resultados e impulsando que los mejore. Un ambiente agradable se establece cuando hay exploración y alegría en el aprendizaje. Lo más importante es que la pequeña o el pequeño puedan participar activamente en lugar de ser meros observadores (Diamond, 1998), al hacerlo engrosan su corteza cerebral por las conexiones, pasando

de un tejido simple en las que las dendritas tienen 2 o 3 ramificaciones a uno en el que pueden tener nueve o 12.

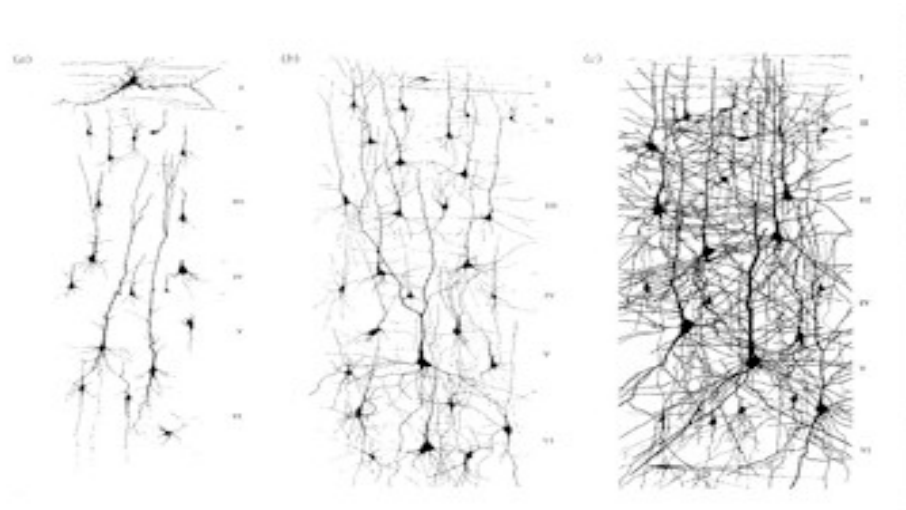


Figura No. 7: Engrosamiento de la corteza cerebral por estimulación, se observa: mismas neuronas en negro en cada tejido, pero en el último hay estimulación, no así en el primero, tomado de Diamond, 1998.

Este proceso de engrosamiento cerebral es mucho más rápido durante los primeros seis años de vida, pasando por un inicio vertiginoso de los 7 meses de embarazo a los 2 años de edad, un descenso en esta rapidez de los 2 a los 6 años, y un proceso de lentificación de los 6 años hasta la adolescencia, aunque en comparación con un adulto sigue siendo vertiginoso. No obstante, también se genera otro proceso concomitante y paralelo a partir de los 5 o 6 años hasta la adolescencia y la juventud que consiste en que aquellas conexiones neuronales que no se usan se depuran, se desechan, de manera que se da, nuevamente, una poda cerebral, haciendo el cerebro un órgano más eficiente.

Esta capacidad para lograr mayores y más complejas conexiones permanece a lo largo de la vida de manera que aún en la vejez se puede estimular que continúe, asunto que además impide la demencia o el Alzheimer. Existe un caso muy famoso en el que un neurólogo estudió a una gran población de monjas de claustro a lo largo de muchos años, porque esta población cumplía con ciertos criterios para ser estudiada: comían y hacían lo mismo. Así durante muchos años las estudió, tomando en cuenta lo que hicieron desde antes de ingresar, las cartas para solicitarlo, así como sus hábitos, alimentación, tipo de actividad en el convento, producciones, actitudes y actividades. El resultado de la investigación fue que aquellas que habían hecho cierto ejercicio mental a lo largo de su vida como por ejemplo hacer crucigramas, jugar ajedrez, leer, escribir, dar clases y encargarse de actividades con esfuerzo cognitivo no tenían Alzheimer, mientras que las que no las habían hecho tenían más posibilidades de adquirirlo. Además cada una de ellas donó su cerebro a su muerte para ser estudiado y lo que se encontró fue que aún teniendo células dañadas por el Alzheimer, el tipo de actividad que habían realizado impedía que fuera evidente, es decir que no se notaba que lo padecían, aquellas que tuvieron una actividad intelectual como jugar ajedrez, pintar, escribir, leer, poseían un cerebro en mejores condiciones que las que no lo hacían.

Lo que las ciencias cognitivas revelan actualmente es que la capacidad no está sólo dada por el número de neuronas que se poseen sino por la interconexión que se da entre las mismas así como por la calidad de ésta última, y que lo que se modifica con la edad es la muerte de varios millones de neuronas así como la velocidad de la conexión entre las mismas, siendo que mientras más grande en edad se es, más lento trabajan éstas, y mientras más jóvenes más rápido. En este contexto, a mayor ejercicio cognitivo mayor conectividad, y con esto mayor engrosamiento de la corteza, lo implica un aumento en el peso de este órgano. En pocas palabras: la única manera de que el cerebro no se deteriore es por su uso continuo, como lo veremos en la siguiente gráfica.

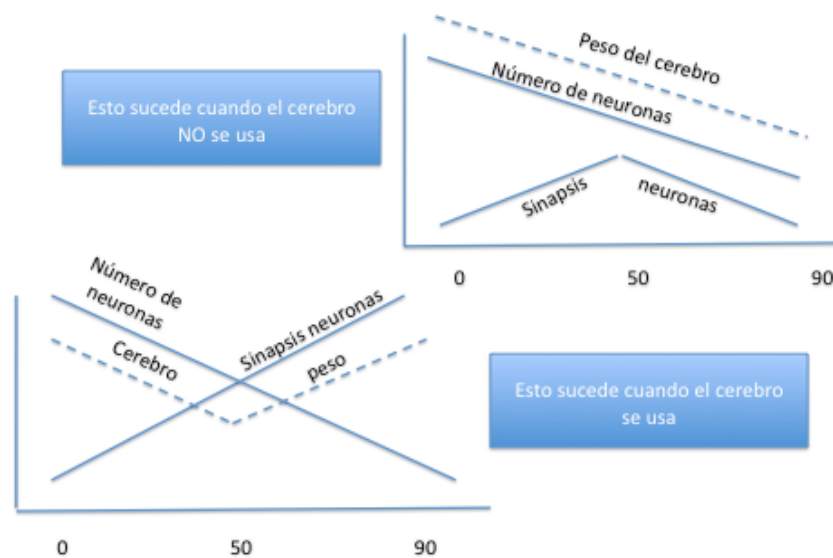


Figura No. 8: Desarrollo del cerebro a lo largo de la vida, Tomado de Pierce Howard, *The Owner's Manual for the Brain*, 3rd. Edition, Bard Press, 2006.

Esto implica que la cognición como capacidad para procesar la información que proviene del mundo externo e interno depende de dos factores, lo que suceda en dicho medio y lo que sucede en el cerebro del sujeto, de ahí la relación entre cerebro y ambiente, entre desarrollo y aprendizaje.

Uno de los elementos más importantes en esta relación es la corteza cerebral, ya que dependiendo de la cantidad de neuronas vivas que se tenga, la estructura que tengan, su funcionamiento y la cantidad de conexiones que se logren será la calidad en la cognición. Esto quiere decir que el cerebro no permanece estático a lo largo de la vida, y que es un órgano en continuo movimiento mismo que se da por el desarrollo natural que incluye su formación, crecimiento y función, así como su deterioro, por lo que podemos afirmar que el cerebro de una persona sí bien se forma durante la gestación, se consolida durante la infancia y la niñez, pero termina de formarse hasta la juventud. Estudios recientes señalan que se termina de formar a los 30 años y que existen múltiples procesos en su formación que abren ventanas de oportunidad para incidir en ellos.

Según Shaw y sus colaboradores (Shaw, et al, 2008), el engrosamiento de la corteza cerebral que se da por el aumento en las conexiones de las dendritas alcanza su mayor crecimiento alrededor de los 9 años de edad en las niñas y 11 años en los niños, a partir de esa edad existe un declinar progresivo, es decir una depuración de aquellas conexiones que no se usan, el cual no es homogéneo en todas las áreas de la corteza cerebral. En esta reducción se eliminan algunas sinápsis innecesarias, generando un proceso de refinamiento de la actividad, se reducen las células gliales, y por consiguiente se mejoran las funciones cerebrales es decir se hace más eficiente. A continuación se presenta una gráfica que ilustra los cambios cerebrales en las diferentes edades de acuerdo a tres variables importantes que se miden por el volumen (centímetros cúbicos). La primera es volumen cerebral (VC) que incluye ambos tipos de corteza, la segunda es sólo el volumen de la sustancia gris (SG), y la tercera es el volumen de la sustancia blanca (SB).

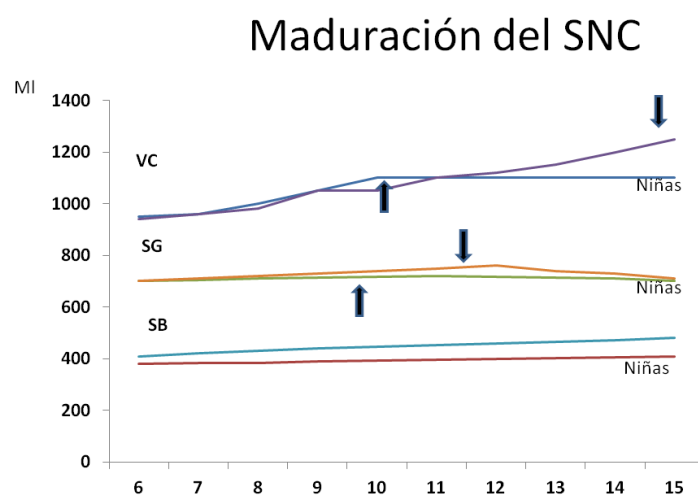


Figura No. 9: Gráfica comparativa entre volumen cerebral, sustancia gris y sustancia blanca por edad, Tomado de: Shaw P, Kabani N J, Lerch J P, Eckstrand K, Lenroot R, Gogtay N, et al. Neurodevelopmental trajectories of the human cerebral cortex. *Journal of Neuroscience*, 2008 28(14), 3586–3594.

Como se observa en la gráfica el volumen cerebral no permanece igual a lo largo de los primeros 15 años de vida, y que la sustancia gris y la blanca se modifican en su volumen.

Estas modificaciones emiten un comportamiento de la corteza en el que se observan ciertos patrones en los cambios de la sustancia gris, mismos que se llaman cúbico, el cuadrático y el lineal, cuyas características se observan a continuación y que constituyen la maduración de la corteza cerebral.

### Cúbica

El patrón cúbico se presenta en casi toda la corteza cerebral en su cara lateral, abarcando todos los lóbulos. Como se puede observar en la figura siguiente, todas las áreas que están representadas en rojo pertenecen a este tipo de corteza. En la gráfica siguiente se representa el engrosamiento cerebral desde las edades de 5 a 25 años, donde se puede apreciar que es a partir de los 5 años de edad, comienza a tener un incremento del engrosamiento celular de la corteza, alcanzando la máxima



intensidad a la edad de 9 años, en el cual se produce un declinar progresivo hasta los 25 años, de manera que se depura lo que no sirve volviéndose así más eficiente.

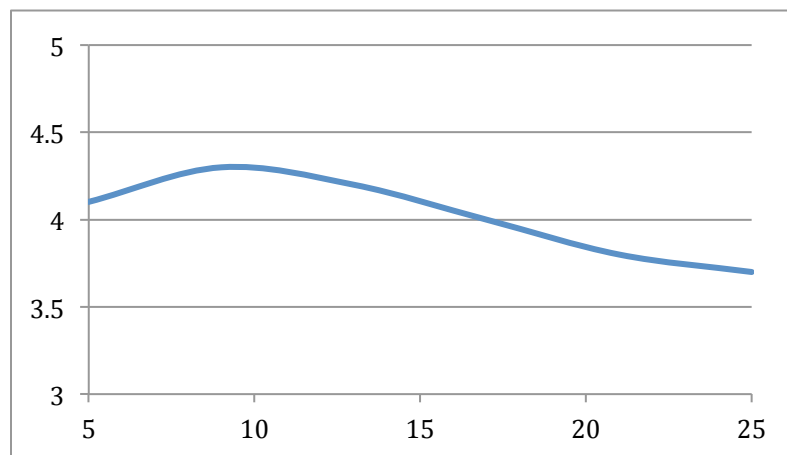


Las cortezas que pertenecen a este tipo y que por lo tanto se desarrollan en el mismo están relacionadas con las áreas frontales que tienen que ver con la toma de decisiones, la planeación de la tarea y la anticipación de las consecuencias, así como las que tienen que ver con la capacidad metacognitiva, el movimiento y la percepción sensorial del movimiento y las áreas visuales.

El proceso cúbico, no es uniforme en todas las áreas corticales, es decir no se da al mismo tiempo, sucede desde los 5 a 8 años incrementando la corteza gradualmente, para luego disminuirla en una secuencia que inicia en las áreas primarias (las que reciben la información de los estímulos directamente como la corteza auditiva que está arriba del oído o la visual que está en el occipital), posteriormente en las áreas de asociación (las que se relacionan con las primarias) y por último las regiones frontales. Esto afecta el desarrollo ejecutivo, metacognitivo, visoespacial, el cálculo y el lenguaje que se desarrollan totalmente de manera tardía, es decir aproximadamente entre los 9 (niños y 11 años niñas).

Figura No. 10: Corteza Cúbica, (Shaw, 2008).

Figura No. 11: Desarrollo de la corteza cúbica por edad, tomado de Shaw, 2008.



**Cuadrática**

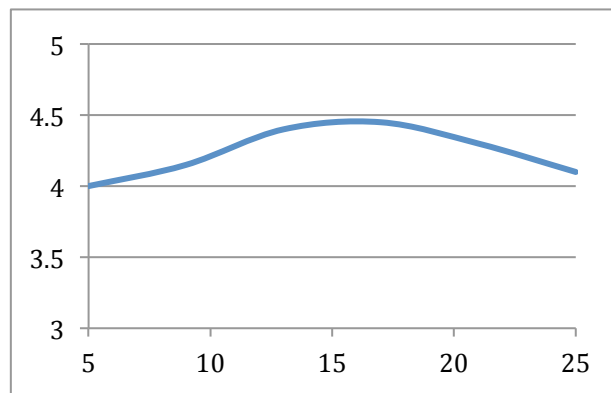
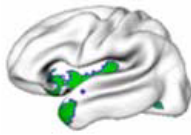
La corteza cuadrática, que se observa en verde en la figura siguiente, es menos frecuente y solo está presente en las áreas corticales las cuales se relacionan ampliamente con el sistema límbico y por lo tanto con el control emocional.



Según lo expuesto en la siguiente gráfica, a la edad de 5 años existe un incremento progresivo de esta corteza cuadrática hasta los 13 años, donde ocurre el pico de engrosamiento cortical, el cual tiene una meseta entre los 13-16 años, para después declinar lentamente.



Engrosamiento cortical en el tipo de corteza cuadrática.



Figuras No. 11: Desarrollo de la corteza cuadrática en verde y Figura No. 12 Gráfica por edad, Tomado de Shaw, 2008.

De acuerdo con lo anterior, el desarrollo de la corteza cuadrática afecta el desarrollo emocional, olfatorio y gustativo, que como hemos mencionado antes cuenta también con un desarrollo óptimo tardío, puesto que no es sino hasta después adolescencia en que los procesos de depuración sináptica terminan de llevarse a cabo por lo que el sujeto puede regularlos mejor. De hecho a los niños y a las niñas suelen no gustarles ciertos alimentos hasta que son mayores, como el café, por ejemplo, a menos de que se les pongan cremas, chocolates y azúcar y dado que es hasta los 25 años que han terminado estos procesos cuando pueden controlar mejor sus impulsos, esto explica porque toman decisiones en las que no anticipan las consecuencias, por lo que tienen más accidentes, toman alcohol aunque se le diga que no, y hacen cosas que no deberían hacer.

## Lineal

La corteza lineal es la que tiene un patrón totalmente diferente puesto que cuenta una disminución progresiva a partir de los 5 años. Las cortezas que están relacionadas se observan en la siguiente figura:

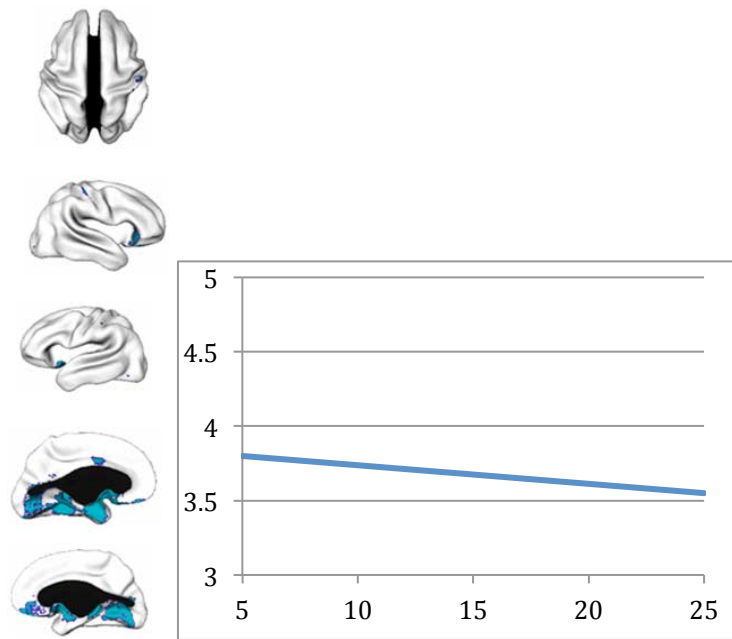


Figura No. 13 y 14: Corteza lineal y desarrollo de la corteza lineal a la edad, Tomado de Shaw, 2008.

Esto implica igualmente que la depuración neuronal se logra a partir de los 8 o 9 años y que dada su localización se afecta principalmente el desarrollo olfatorio, la conducta, las emociones y la motivación, de manera que es prácticamente lo último sobre lo cuál el sujeto tiene un control total, por ejemplo, en general es mucho más fácil que un adulto o adolescente se queje de los olores que un niño o niña, o bien que pueda regular su frustración, coraje, depresión y motivación.

En el siguiente dibujo se observa el engrosamiento cerebral y la depuración sináptica, es decir cómo se engruesa la corteza por estimulación ambiental y como se depura lo que no se usa, solo se observan los tipos cuadráticos y cúbicos, representados en rosa, y el lineal en color marrón. En este se identifica como se engrosa la corteza inicialmente hasta la edad de 7 años, pero posteriormente se lleva a cabo la depuración en una secuencia que inicia en las áreas primarias sensitivo-motoras, las que reciben los estímulos sensoriales de la piel y del movimiento, así como las regiones posteriores que están en el parietal y temporal, y por último se identifican las regiones frontales. Este proceso de engrosamiento y depuración que se da en las diferentes edades cuenta con un patrón que se identifica de atrás para adelante, lo último que se termina en desarrollar son precisamente los frontales, los lóbulos que están detrás de la frente, y la región orbitofrontal que es la que regula las emociones así como el área cingulada anterior, la que está en medio de los prefrontales y del cuerpo calloso que es la que se encarga de la metacognición.

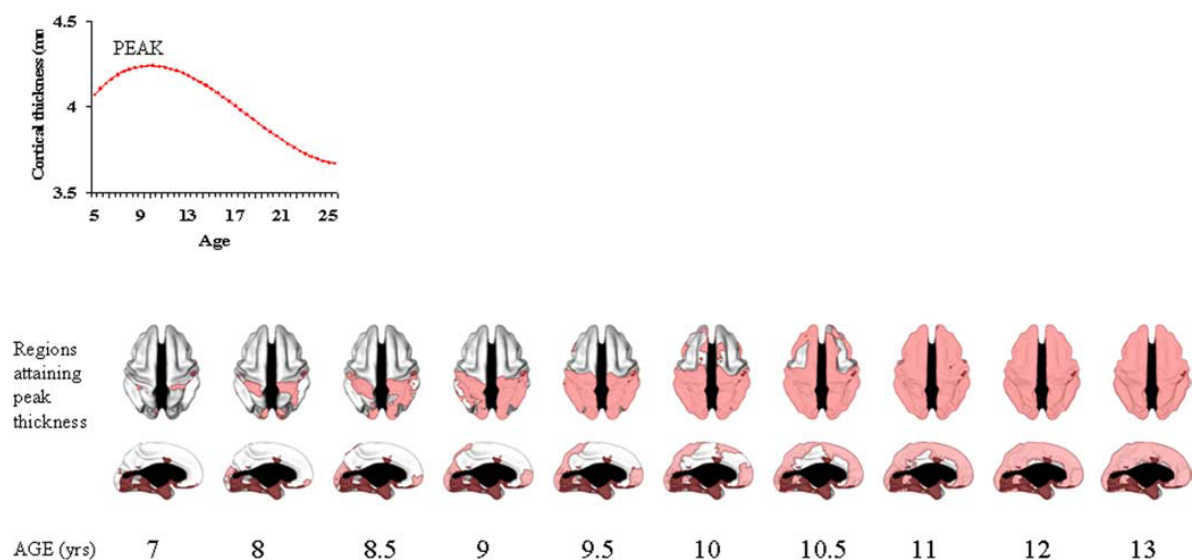


Figura No. 15: Desarrollo de las cortezas a la edad e impacto a la edad, se observa en la gráfica y en las imágenes, Tomado de: Shaw, 2008.

Este proceso de desarrollo de la corteza cerebral no se logra sólo por el mero hecho de desarrollarse sino porque el cerebro entra en contacto con el ambiente que lo estimula y que permite su crecimiento, relación, fortalecimiento y aumento del grosor de la corteza y que de acuerdo con las áreas de la corteza que se desarrollan en ciertas edades se puede tener una mejor intervención para el desarrollo del mismo, por ejemplo, la metacognición como capacidad para analizar el propio pensamiento, emoción y sentimiento es de las capacidades que cuentan con un desarrollo tardío por lo que debe ser impulsada de acuerdo a su desarrollo, así las cosas, mientras que un niño o niña de preescolar puede identificar que se equivocó, no es capaz de modificar el procedimiento por el que llegó a esa conclusión, lo que tiene que ver con que la región cingulada, la que se encuentra entre la frente y la parte media de la cabeza no se ha terminado de mielinizar ni de depurar. Esto mismo se observa en términos de la ejecución, como capacidad para elegir un estímulo, tomar la decisión de actuar sobre él mismo, tener la iniciativa, planear, ejecutar, terminar, y anticiparse a lo que sigue, mientras que todos los niños y niñas comienzan a tomar decisiones desde una edad temprana, por ejemplo a los dos años de edad, esto no quiere decir que tengan la capacidad para planear una acción frente al objeto y mucho menos anticiparse a lo que puede pasar si hacen algo con el mismo, de ahí que en países como Estados Unidos no le renten un carro a jóvenes de 21 años, ya que señalan que todavía no son capaces de controlar el impulso y por tanto son susceptibles de tener más accidentes.

Es decir que la última parte del cerebro en desarrollarse de manera plena son los frontales, pero principalmente la región orbito-frontal que es la que se encuentra exactamente detrás de los ojos y que es la encargada de regular el impulso, las emociones y su control.

Esto nos lleva a analizar qué sucede con las emociones en los niños y en las niñas y cómo se generan en el cerebro.

Cuando la corteza cerebral recibe un estímulo lo procesa en el hipotálamo que se encuentra por arriba de la hipófisis que está detrás de la nariz en el centro del cerebro, si éste es agradable y se percibe como placentero entonces se registra como una recompensa, algo que nos gusta, entonces se manda una señal que lo anuncia a una parte del mesencéfalo (la parte media del cerebro) que se llama área tegmental ventral (VTA por sus siglas en inglés) que aumenta su actividad produciendo dopamina, misma que la envía al núcleo accumbens pero también al séptum, a la amígdala y a la corteza prefrontal (ver imagen siguiente). Dicho núcleo activa las funciones motoras mientras que la corteza prefrontal se concentra en atender el estímulo, esto genera una red placentera entre las vías que la comunican, es decir que lo que nos gusta nos genera placer por la dopamina que se produce.

Así, podemos afirmar que la dopamina es el neurotransmisor de la recompensa, pero que además lleva a cabo otras funciones de igual o más importancia. Existen cuatro vías dopaminérgicas en el cerebro que son importantes, una de ellas es la que participa directamente en la motivación que es la mesolímbica y que genera las emociones y sensaciones placenteras.

En lámina siguiente se observa el circuito de la recompensa y cuando éste se activa lleva a la repetición de la acción en las redes de transmisión que se activaron. Este circuito se llama sistema mesolímbico (Giroud, 2011). Consecuentemente el circuito de recompensa es el responsable de la motivación en la mayoría de nuestros comportamientos y dado que genera placer busca la repetición. Esto puede explicar entonces las actividades de reproducción y con ello la sobrevivencia, pero también explica porque las personas tienden a hacer de manera repetida lo que les gusta.

El área tegmental ventral contiene células que sintetizan la dopamina, misma que está regulada por las encefalinas (neuropéptidos opioides que tienen que ver con la regulación del dolor, producidos por el ser humano) y por la serotonina y el glutamato, que actúan sobre las diferentes partes del cerebro que hemos estudiado anteriormente y que son neurotransmisores (Giroud, 2011).

En cambio, los estímulos adversos generan sensaciones que no son agradables y activan el circuito de castigo, ubicado en el sistema periventriculares (alrededor del 3º ventrículo cerebral que está protegido por el tálamo y el hipotálamo) y que es el encargado de manejar las situaciones no placenteras. Incluye varias estructuras: el hipotálamo, el tálamo, la sustancia gris que rodea el acueducto de Silvio y algunos centros secundarios en la amígdala y el hipocampo. Dicho circuito, que funciona para sacarnos adelante en situaciones de peligro, inicia cuando la acetilcolina, otro neurotransmisor ya mencionado antes, estimula la secreción del cortisol que estimula las glándulas suprarrenales para liberar adrenalina, misma que prepara al cuerpo para la acción, ya sea para pelear, salir corriendo en una huida o bien cuando hay pánico (Gazzaniga, 2002).

Cuando ocurre alguna de las situaciones anteriores se produce un estímulo a nivel de sistema nervioso autónomo que puede incrementar o aumentar el latido cardiaco, la respiración, la presión y el metabolismo. Los vasos sanguíneos se abren para dejar pasar más sangre a los músculos, mismos que se ponen en alerta. Las pupilas se dilatan y mejora la visión, el hígado libera glucosa para aumentar la energía y el cuerpo produce sudor frío. Este cuadro obviamente se presenta en una situación de estrés, el cual normalmente las personas evitan porque desgasta, es cansado e impone condiciones negativas al cuerpo humano. No obstante, existe también el “buen estrés”, que es el que se produce cuando por ejemplo una persona quiere ganar algo, salir adelante, o luchar por mejorar y emerge frente a los retos que se encuentran en contextos motivacionales, como buscar un tesoro, conquistar a una muchacha o muchacho que nos gusta, o ganar un concurso o premio. Esto también genera estrés pero es sano, y en general no se busca evitar.

El circuito de castigo inhibe el circuito de recompensa, lo que se observa en que el miedo, pánico o enojo quita los placeres, éstos se dejan de sentir. Esto se da porque se genera un bucle recursivo entre el sistema mesolímbico y el área periventricular, de manera que es la interacción entre ambos lo que controla la motivación en los seres humanos, ya que se busca el placer pero se rehúye del castigo o de la sensación que produce que es más bien negativa, no es agradable, por eso se llama así.

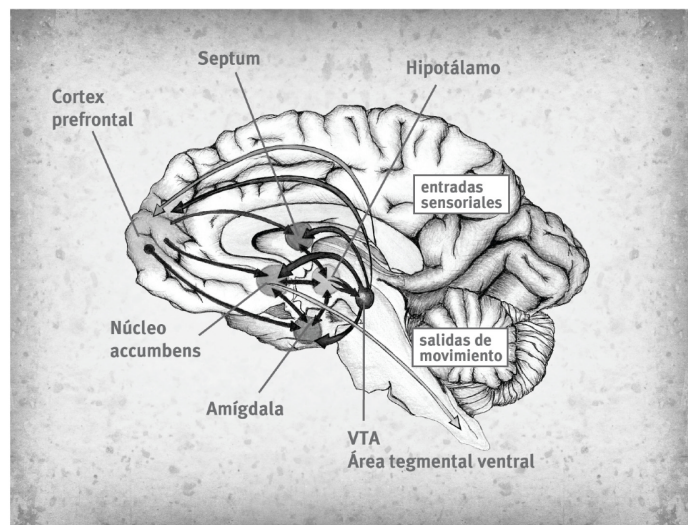


Figura No. 16: Circuitos de castigo y de recompensa, tomada de Laura Frade, Competencias en educación especial y la inclusión educativa, Mediación de Calidad, S. A. de C. V., 2011.

Existe otro sistema muy diferente que se llama el sistema de inhibición del comportamiento que incluye el hipocampo, la amígdala y los núcleos basales. Recibe los insumos de la región prefrontal y transmite los resultados por las fibras noradrenalinérgicas (las que transmiten el neurotransmisor llamado noradrenalina), el locus coeruleus y las fibras medias del núcleo de Raphe que se encuentran en el tallo cerebral. Algunos autores dicen que la serotonina también juega un

papel importante en este sistema. Su papel es el de adaptarse a la necesidad o bien a la demanda, es decir si la persona no puede pelear o correr, acepta la situación, se calma, lo que implica un buen nivel de estrés, en el que lo que domina es el enojo y el coraje.

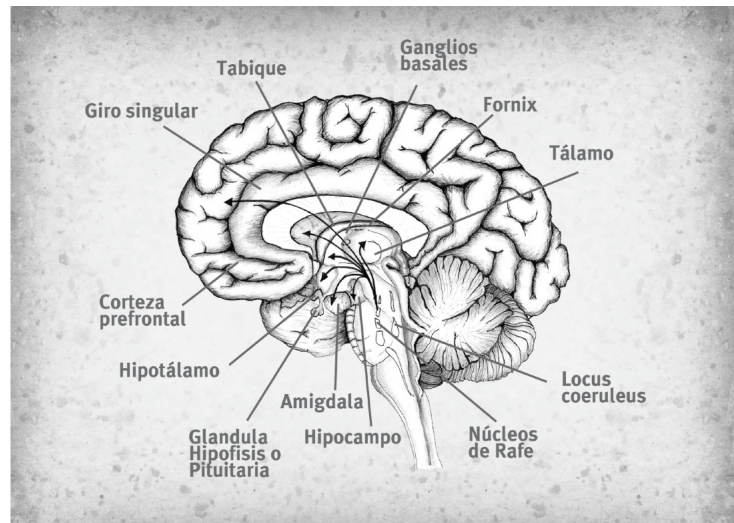


Figura No. 17: Circuito de inhibición del comportamiento, tomada de Frade, 2011 a.

Cuando una persona presenta una deficiencia en el sistema de recompensa, es decir que por alguna razón no produce la dopamina que le genera placer en las actividades cotidianas la busca por otras vías, mismas que generalmente se convierten en adicciones a las drogas, el alcohol, el cigarro, comer, enflacar, o apostar, puesto que al llevar a cabo este tipo de actividades produce la dopamina. Este es el origen de muchos problemas adictivos (Jensen, 2000).

Cabe señalar que los tres sistemas citados son impactados por las funciones ejecutivas que se encuentran en la sección prefrontal y que son parte del sistema de recompensa, del sistema de castigo y del sistema de inhibición, además de que participan también en la regulación de la conducta. Por ejemplo, una de dichas funciones es la flexibilidad, que es la que establece cuándo debemos terminar con una conducta para que no se genere una obsesión, como por ejemplo fumar, es cuando la región prefrontal ventral detiene dicha conducta y le ponemos un fin. Así, algunos trastornos también estarán regulados por las funciones ejecutivas ya mencionadas, lo que trae como consecuencia además que muchas conductas no sean tan inconscientes como se piensa, sino que existen procesos de regulación interna que los pueden desatar o no, como decidir pegarle a alguien en momentos de enojo, en donde la persona puede pensar en hacerlo y contenerse, o bien seguir con la acción a pesar de que pensó en no llevarlo a cabo.

Por lo tanto, estos sistemas son los que regulan la conducta, sea consciente o inconsciente, ya que en general, ponemos atención y tendemos a repetir lo que nos gusta y a evitar lo que nos desagrada. No obstante lo interesante es que el sistema mesolímbico reacciona de diferente manera en la

repetición. Hoy sabemos que la primera vez que una persona consume drogas, el placer generado es 500 veces mayor que el normal, pero la segunda vez dicho placer disminuye 300 veces (Jensen, 2000). Esto genera entonces una búsqueda constante de la primera sensación, que normalmente se llama “el beso de Dios”, misma que jamás se vuelve a repetir y que genera tolerancia a la droga y dependencia a la misma. Si esto lo trasladamos al aula, la lección aprendida es la misma: los estímulos externos, como los dulces y premios sólo sirven al principio pero no mantienen la conducta de manera regular, más bien la desgastan.

### **Lecciones aprendidas que emergen del desarrollo y del aprendizaje**

De lo anterior emergen lecciones aprendidas que deberían considerarse en aras de promover mejores resultados en el aula que deberá ser atendida como una cuna que promueva el aprendizaje y con esto el desarrollo y viceversa.

Para empezar podemos afirmar:

1. El cerebro es el órgano rector del desarrollo y del aprendizaje y que uno no se da sin el otro porque éste es susceptible de ser estimulado por la acción, es decir que sólo cuando entra en función logra desarrollarse y por lo tanto aprender, o bien aprender y desarrollarse, asunto que se genera porque cuando se ejercita aumentan las conexiones cerebrales y con ello aumentan las funciones que realiza, como lo son la atención, la memoria, el razonamiento, el lenguaje, el movimiento, y la capacidad para ejecutar. Es decir que el cerebro es como un músculo que si no se ejercita no se desarrolla pero además no se aprende de la misma manera.

2. El cerebro es un órgano profundamente interactivo, que va a ser formado por la interacción entre su capacidad y la cultura en que vive, por tanto el aprendizaje y el desarrollo están profundamente relacionados, existe una relación bilateral entre cerebro y cultura que se genera cuando el sujeto vive en ella, aprende de ella, y se realizan mediaciones que intervienen en su funcionamiento. Por ejemplo, cuando una persona aprende a hablar una lengua, lo hace en un contexto lingüístico que se deriva de un código cultural previamente establecido, si aprende otra lengua, y cuando lo hace tiene más de 8 años, se le notará toda su vida, nunca dejará el acento que dice que no es su lengua materna, ya que las áreas cerebrales encargadas de la audición se terminaron de formar a los 8 años de edad. Esto es sólo un ejemplo superficial de lo que implica el aprendizaje cultural, ya que quién nace en China, vive en China y crece con Chinos, pues Chino será, lo que implica la aceptación de múltiples patrones culturales y códigos, que más allá de la genética logran imprimir en el sujeto un código cultural que influye su forma de pensar, actuar y moverse, por ejemplo si es nómada desarrollará más las áreas motoras que las relacionadas a la escritura. Existe un imprinting cultural tal y como lo dijo Morin (1998).



## El vaso le da forma al agua, la cultura y la sociedad le dan forma al cerebro, lo contiene:

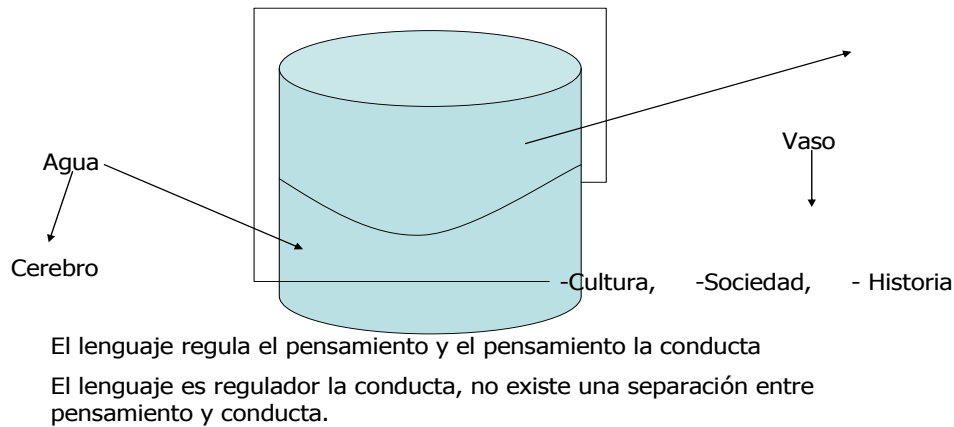


Figura No. 18: Relación cultura, cerebro y aprendizaje, tomado de: Frade Laura, Inteligencia Educativa, Mediación de Calidad S. A. de C. V., México, 2009

3. El desarrollo del cerebro no es un proceso lineal que se da por etapas consecutivas en las que una lleva necesariamente a la siguiente como lo pensaba Piaget, más bien es un desarrollo concéntrico en el que cada una de las funciones se desarrollan de manera gradual en edades diferenciadas, así mientras la atención y la memoria logran su potencial máximo a los 9 años, el razonamiento y la metacognición adquieren su desempeño óptimo hasta la adolescencia, y finalmente, el control emocional durante la juventud y la adultez temprana. Es decir que el desarrollo más bien es como una telaraña que crece y se expande, pero que se sostiene en los otros, es decir no se dará el desarrollo sin las mediaciones sociales que se enfrentan cultural y diariamente. Por ejemplo, el adulto que enseña a controlar los berrinches a los niños desde pequeños se convierte en un regulador externo hasta que el niño o la niña lo hacen por sí mismos.

**Desempeño competente resultado de la interacción maduración y aprendizaje: red que crece y se sostiene por la mediación**



Figura No. 19, Representación del desarrollo, tomado de: Laura Frade, El desempeño como producto resultante de un proceso complejo, DGFCMS, SEP, México, 2011.

4. Las capacidades que posee el cerebro humano: sensación, percepción, atención, memoria, razonamiento, lenguaje, movimiento, ejecución y sus funciones incluida la metacognición, son elementos que llevan al sujeto a tener un desempeño, es decir que el desempeño es un producto resultante de la articulación de todos estos elementos en algo que se hace. Así cuando enfrenta una demanda o problema lo mira, identifica qué es y dónde está, le pone atención, sabe qué es y para que sirve, lo nombra y acude al mismo, lo conoce, analiza, razona y planifica su acción con respecto a este, y ejecuta un plan para hacer algo con éste. Cuando el desempeño que despliega un sujeto es adecuado a las demandas del entorno, es decir lo que se hace satisface la necesidad impuesta entonces es cuando se considera competente, será visualizado como competente. La competencia por tanto es un desempeño adecuado a las demandas que se enfrentan en el entorno en las cuáles se resuelve algo. Es una capacidad para resolver algo que encierra cierta dificultad y que emerge porque el sujeto es capaz de articular todas sus capacidades en una sola acción intencionada que tiene un fin.

4. El desarrollo y el aprendizaje se darán sí y sólo sí el sujeto se encuentra en un ambiente que promueva y estimule el crecimiento de las conexiones neuronales, de otra manera no se logra, esto implica que el sujeto deberá enfrentar situaciones que le sean interesantes, motivantes, y que representen un reto, porque sino se inhibe el comportamiento y con esto la ejecución del desempeño del sujeto en el contexto que se enfrenta y por lo tanto no se desarrolla la competencia.

6. La articulación entre desarrollo y aprendizaje logran la competencia del sujeto, ya que si el desarrollo se optimiza se produce más y mejor aprendizaje, valga la redundancia, y si esto se logra se está en mejores posibilidades de desarrollar competencias como desempeños en los que el sujeto pueda responder a las demandas del entorno.

7. Para que exista una adecuada estimulación neuronal y con esto engrosamiento de la corteza cerebral el sujeto deberá enfrentar demandas complejas que obliguen al cerebro a trabajar, lo que quiere decir que la competencia sólo se desarrolla por la complejidad de la demanda, es decir cuando el problema que se encuentra es un reto que despierta el interés y además existe una necesidad del sujeto por resolverlo. Así una persona que maneja en el D.F. porque debe ir a trabajar será mucho más competente que el que sólo maneja en una comunidad pequeña.

8. El desempeño como acción específica que realiza el sujeto para resolver lo que enfrenta en un contexto determinado sólo se logra si el sujeto es capaz de identificar el estímulo, evaluarlo, y saber qué sabe y qué no sabe del mismo, para determinar un plan de acción, ejecutarlo, regular su acción y emociones en el proceso y terminar lo que requiere hacer. Es decir que el ser competente se logra si y sólo si se planea, ejecuta y termina la acción que el sujeto ha decidido hacer. No hay competencia sin un alto funcionamiento ejecutivo.

9. Este funcionamiento ejecutivo se alcanza cuando el sujeto es capaz de tomar decisiones sobre lo que va a hacer, cómo lo hará, en dónde y con qué recursos, lo que implica además la iniciativa y creatividad para enfrentar las demandas de manera acorde a lo que éstas mismas le solicitan y exigen.

10. La relación entre desarrollo y aprendizaje que se concretiza en un sistema sinérgico de operación, permite identificar qué es lo que se debe potencializar en cada edad, ya que el cerebro brinda oportunidades que permiten potencializar su acción. Lo que no quita buscar desarrollar todas las capacidades cerebrales sino más bien impulsar un proceso que considere y potencie lo que sí pueden hacer a la edad, por ejemplo si se sabe que metacognitivamente no podrán modificar un procedimiento que los ha llevado al error antes de los 6 años, entonces lo que se debe impulsar para desarrollarla es identificar cuándo el proceso no es correcto, o bien si se sabe que un amplio desarrollo de vocabulario antes de los tres años promueve un alto desarrollo metacognitivo posterior, pues entonces esto mismo se deberá promover.

### **Aplicación práctica en el aula: desarrollo, aprendizaje y competencia**

¿Qué implicaciones tiene un sistema sinérgico de operación en el que el desarrollo y el aprendizaje producen la competencia? Para empezar tendríamos que identificar qué es una competencia.

Una competencia es desempeño específico que un sujeto despliega frente a una demanda para resolverla (Frade, 2011 a). Entendiendo por demanda cualquier situación compleja que se presenta en el entorno frente a la cual el individuo tiene la necesidad de actuar sobre ella. Es decir que cuando una persona observa una dificultad o reto lleva a cabo un comportamiento que resulta de pensar y planear lo que hará para salir adelante frente al mismo utilizando para hacerlo todos los recursos que posee mismos que son: los conocimientos, las habilidades de pensamiento, las destrezas, las actitudes que incluyen su propio interés y motivación, los valores, las normas, y aún su propia autoestima y la conceptualización que tiene de sus propias posibilidades para llevar a cabo su acción (Frade 2009 b).

Por ejemplo, la competencia: *Resuelve problemas de manera autónoma* (RIEB, 2009), implica el desempeño específico que el sujeto llevará a cabo cuando visualiza una dificultad frente a la cual deberá aplicar los conocimientos matemáticos, físicos y/o químicos y aún los que posee de la lengua oral y escrita, pero esto no será suficiente sino utiliza sus habilidades de pensamiento y analiza las variables, razona, diseña un plan de acción y además aplica sus destrezas: escribe y aplica ciertas fórmulas y procedimientos, que lo llevarán a tomar ciertas decisiones sobre lo que deberá hacer para salir adelante con honestidad, pero además siendo perfectamente consciente de que podrá hacerlo porque se cree que es capaz, es decir que utiliza todas las capacidades cerebrales que han sido desarrolladas y construidas en interacción ambiental y social.

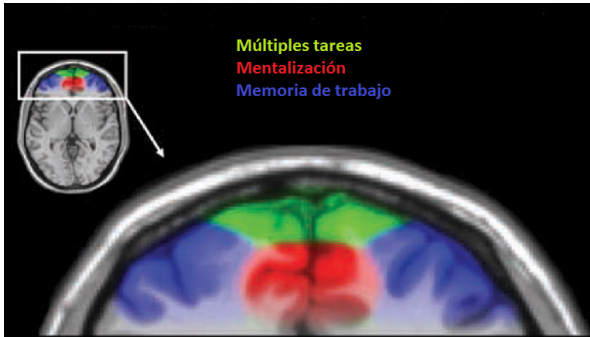
Por lo tanto, la competencia entendida como un desempeño específico, es un paquete todo incluido en donde dichos recursos no se separan sino que se aplican en una situación o contexto de acuerdo a las necesidades que se enfrenta el sujeto. Tomando en cuenta todos los elementos mencionados una competencia se caracteriza por ser una capacidad neuropsicológica, potencial, adaptativa y trasladable, cognitiva y por lo tanto consciente, conductual, emocional, social, cultural e histórica que cumple un criterio de adecuación a las necesidades de la sociedad y que se desarrolla por ser meta y proceso a la vez. Lo que se explica de la siguiente manera (Frade, 2011a):

- Es una capacidad neuropsicológica porque utiliza las capacidades que emergen de nuestra constitución neurológica para llevarse a cabo, como lo son: la sensación, la percepción, la atención, la memoria, el lenguaje, la planeación, ejecución y evaluación de una actividad (metacognición) y la planeación, evaluación y anticipación de lo que sigue, además de utilizar el movimiento y de regular las emociones que surgen en el proceso. Todas estas funciones cuentan con estructuras cerebrales de las que emergen y se constituyen en una base biológica que debe ser reconocida en el desarrollo y ejecución de dicha competencia (Frade 2010 b,g,i).
- Es una capacidad potencial porque todos los seres humanos nacemos con ella la podemos desplegar, pero ésta deberá ser desarrollada, existe, está ahí esperando su despliegue. Así todos podemos tener la competencia: Caza los animales que requiere para alimentarse, pero

está no se desarrollará a menos que desde pequeños se nos haya educado para hacerlo, pero si nunca hemos sido expuestos a este tipo de actividad difícilmente podremos llevarla a cabo y si nos dejan en el desierto de la noche a la mañana, muy probablemente moriremos de hambre al día siguiente. Esto mismo sucede con competencias más complicadas como: Elabora diversos tipos de texto para comunicarse cumpliendo las normas convencionales, si no lo hacemos de manera continua no lo podremos llevar a cabo. Esta capacidad potencial reside fundamental en la capacidad del cerebro para aprender lo que se vive en un contexto determinado, activando los procesos de engrosamiento de la corteza cerebral cuando enfrenta problemas específicos que tiene que resolver.

- Es adaptativa y trasladable porque el sujeto observa el contexto o situación y busca salir adelante superando lo que enfrenta, se ajusta a la demanda o problema, se modifica así mismo y actúa para satisfacer su propia necesidad, como cuando una padre tiene un hijo enfermo y para sacarlo adelante lo que hace es poner todos sus conocimientos, habilidades y emociones para curarlo o bien buscar hacerlo. Esta capacidad de adaptar la competencia a cualquier contexto, elemento muy biológico de la competencia, emerge de la posibilidad de trasladar los recursos que tenemos, incluidos los conocimientos; así si conocemos los números y sus operaciones podremos utilizarlos cuando vamos al mercado pero también cuando analizamos un estado de cuenta del banco para tomar las decisiones pertinentes.
- Es cognitiva y por lo tanto consciente, porque cuando enfrentamos los problemas que emergen en la vida pensamos, analizamos, identificamos las variables que afectan, las relacionamos al usar la información y los conocimientos que ya poseemos sobre ciertos temas o procedimientos, identificamos lo que nos falta por saber, lo adquirimos y los utilizamos para salir adelante, para hacerlo utilizamos los frontales y los prefrontales, estructuras cerebrales que los animales no tienen, ni tampoco tenían los homínidos.
- Es conductual puesto que la persona termina haciendo algo concreto para resolver lo que enfrenta, algo que es observable y medible y que además se puede describir en una oración, por lo que cuando se tiene una competencia se puede demostrar que se tiene, pero además, es también conductual en el sentido de que el sujeto lleva a cabo algo como respuesta a la demanda compleja que enfrenta. Esto no quiere decir que, como lo señalaba inicialmente el conductismo, la persona no piense y de manera irreflexiva actúe por estímulo - respuesta, sino más bien lo que se retoma de esta corriente es la aportación que advierte que cuando se observan problemas la persona es capaz de reaccionar frente a los mismos transformándolos por una acción que se puede observar y medir, y esto es el desempeño. El desempeño no se reduce a una conducta, pero explica la conducta, el desempeño es un producto cognitivo-emocional, lo que se piensa y siente se hace. Vygotsky decía: "No hay separación entre el pensamiento y la conducta lo que lo articula es el lenguaje" (Vygostky, publicado en 1986). Es entonces el discurso interno el que controla y regula lo que se hace pero además es este

discurso interno en cual se fundamenta la capacidad metacognitiva, misma que tiene una localización cerebral específica: la región cingulada anterior en el frontal que se observa iluminada en rojo en la siguiente imagen:



**Figura No. 20 Funciones cognitivas de metacognición en imagen**

Resonancia magnética funcional de 104 personas, donde se representa algunas de las funciones cognitivas humanas. Gilbert SJ, et al. *Neurosci* 18:932, 2006.

- Es emocional porque el sujeto que la tiene utilizará sus emociones, intereses, motivaciones y sentimientos para desplegarla, una competencia no es sólo un acto racional es también emocional puesto que hoy se sabe que esto es la base del pensamiento y del comportamiento efectivo. Aquel que puede responder frente a las demandas o problemas que enfrentamos en el entorno y a su vez resuelve, incluye un proceso que inicia por el interés y la motivación que además va regulando los sentimientos que emergen durante el proceso de ejecución hasta llegar a la meta deseada. Más aún, la falta de emoción en la resolución de demandas es tan dañina para el sujeto como el exceso de ellas actuar, cuando se actúa por impulso y sin pensar (Damasio, 1994). Estas emociones se traducen en intereses, motivaciones, sentimientos y valores que nos hacen actuar de una manera determinada, es decir encaminan la acción y emergen de la activación de los circuitos de recompensa, castigo e inhibición que se encuentran articulados entre los frontales y el sistema límbico.
- Es social, cultural e histórica, porque se forma en sociedad de acuerdo a lo que ésta quiere, desea, aspira y realiza en su medio partiendo de las representaciones, perspectivas, visiones y creaciones que realiza en su contexto para adaptarse al mismo, crearlo y recrearlo. Así el ser competente de un pueblo nómada será considerado distinto del ser competente de un pueblo que vive en una sociedad altamente urbanizada, pero además esto se modifica con el tiempo, mientras que durante la Edad Media el maestro competente era el que cumplía una máxima: la letra con sangre entra, en la actualidad esto está prohibido y es considerado como lo contrario. En este sentido la competencia cumple un criterio de adecuación entre lo que hace el sujeto para resolver lo que enfrenta y lo que la sociedad necesita y acepta como éticamente válido en un momento histórico determinado. Es decir que no todo lo que se hace resulta en un comportamiento competente en una época específica y por más que el sujeto lo despliegue logrando los resultados a los que aspira, esto no resulta válido o aceptable por la sociedad. Por ejemplo, antiguamente se señalaba que un buen maestro era el que cumplía con una máxima: “La letra con sangre entra”, es decir era competente, asunto que hoy no resulta aceptable y es hasta condenado por la sociedad. Es decir que las competencias son

históricas, se modifican con el tiempo y con las sociedades, lo que tiene un impacto en la estructura cerebral, lo que se hace se desarrolla, por ejemplo existen diferencias estructurales en la región de la corteza cerebral por el trabajo que se realiza, mientras que una secretaria que escribe a máquina o bien un sastre desarrolla la corteza cerebral motora específicamente en donde se encuentran las manos, una persona que se dedica al trabajo intelectual desarrollará otras (Diamond, 1999).

- Lo anterior implica entonces que su desarrollo y formación es una acción dual, es decir es una meta a la cual llegar pero también es un proceso que se ejecuta, es sincrónica, se va construyendo en el hacer, de ahí que se redacten en presente, tercera persona y singular. Es decir, es un fin al cuál llegar, que se logra y se demuestra por la acción en un comportamiento o desempeño específico, éste se desarrolla en un proceso que se da por la adquisición gradual en la que al ejecutar la competencia se logra adquirir de manera incipiente que luego se perfecciona mediante su ejercitación. Por ejemplo, en la competencia: *Elabora cualquier tipo de texto para comunicarse cumpliendo las reglas convencionales, se adquiere cuando una persona escribe varios textos de manera continua aunque no lo haga bien al principio, pero luego en la medida en que lo ejercita lo perfecciona, como cuando un niño hace un anuncio, escribió el texto y comunicó una idea, asunto que perfeccionará con la práctica, es decir que se aprende a hacer haciendo, a leer, leyendo, a escribir escribiendo, la competencia es una capacidad que se desarrolla por la acción, es recursiva entre sujeto, demanda y acción del sujeto, una vez que se lleva a cabo, se perfecciona con la práctica. En términos cerebrales esto cobra gran importancia porque las conexiones cerebrales que no se usan se depuran, y las que sí se fortalecen. Lo que tiene un impacto ambivalente porque las viejas conexiones crean acciones rutinarias, automáticas, memorísticas que no permiten la creación de nuevas conexiones que son lo que finalmente mantiene al cerebro joven.*
- Es compleja, porque articula todas las capacidades que tiene el cerebro en una relación que emerge frente a la demanda que está frente al sujeto, pero también desde el interior del mismo, incluye varios elementos: conocimiento, habilidades, destrezas, actitudes y valores, opera como un sistema interno del sujeto que reacciona y se autoecoorganiza en el contexto que enfrenta. Es como bien lo decía Morín: *"...la aptitud organizacional para condicionar o determinar cierta diversidad de acciones/ transformaciones/ producciones y relacionado a ésta la praxis como el conjunto de actividades que efectúan transformaciones a partir de una competencia" (en El Método 1, en 1981, pp. 185-186), instalando con esto el aspecto recursivo entre la propia acción y la capacidad y viceversa.*

Por lo tanto, una competencia es una unidad compleja y es desde esta complejidad, valga la redundancia que se debe observar. Esto implica que no se puede identificar desde una sola dimensión como se pretende hacer a veces: o bien se retoma como cognitiva o bien como conductual, o sólo emocional, sino que es una capacidad que tenemos los sujetos para resolver problemas en las que ponemos en juego todos los recursos que tenemos para salir adelante y cuyas

dimensiones se articulan y vinculan de manera continua. Así cuando un sujeto observa un problema y piensa qué hacer, se interesa por él y utiliza los sentidos para hacerlo, los frontales de su cerebro comienzan a planear la acción y la toma de decisiones que lo llevan a ejecutar, retomando de su memoria los conocimientos previos que tiene para lograrlo, y la identificación de lo que no sabe, de manera que esto le permite buscar cómo obtenerla, para luego llevar a cabo conductas específicas que se observan y se pueden medir en la resolución de lo que enfrenta de una manera adecuada a la demanda que es social, cultural e histórica, es decir que lo que hizo satisfizo los requerimientos de la misma, pero además se pudo resolver tomando en cuenta lo que la sociedad espera se realice y no sólo lo que el individuo pretende. Así, por más eficiente que sea un químico para producir y vender tachas en el sótano de su casa sin que lo cache la policía y gane mucho dinero, esto no es aceptado por la misma, por lo que no se considera un comportamiento competente (Frade 2009 b, 2011 a).

La competencia entonces es una unidad de desempeño que se caracteriza por su complejidad, lo que nos lleva entonces a aceptar que las competencias tampoco se pueden desarrollar en escenarios de enseñanza simples en donde el maestro o maestra enseña y el niño o niña responden a su solicitud, sino más bien en situaciones de la vida real frente a las cuales los estudiantes deberán poner todos sus recursos para salir adelante como lo son: los proyectos, casos, problemas, dinámicas, productos varios, experimentos con varias variables, investigaciones que cuenten con hipótesis a comprobar y juegos porque a lo largo de la vida todos jugamos. Dichas situaciones deberán contar entonces con conflictos cognitivos a resolver que lleven al estudiante a pensar, adquirir el conocimiento que no tiene para poder salir adelante frente a lo que identifica en la misma, y a hacer uso del mismo en el contexto que se le plantea, pero también en otros tal vez más complejos.

Si observamos a lo largo de la vida las situaciones que los sujetos enfrentan son esos: resuelven casos cuando identifican que existe un problema con una persona o en una persona y buscan solucionarlo, tienen proyectos varios como hacer una gran boda, tener una casa, salir adelante profesionalmente, o bien hacen investigaciones con las cuáles comprueban sus hipótesis. También visitan lugares o analizan las dinámicas sociales y aprenden de los mismos, y además juegan, el juego es inherente a la vida humana. Es en estas situaciones en las que el sujeto articula sus capacidades, recursos y saberes para resolver lo que enfrenta.

Esto implica entonces que él o la docente tendrá que planear y evaluar su clase de manera distinta. Deberá impulsar la creación de situaciones reales en las cuales los estudiantes puedan aprender conocimientos pero también aprender a ser competentes, a resolver lo que encuentran, éstos escenarios de aprendizaje llamados situaciones didácticas porque al ser diseñados por el docente existe una intención de enseñanza que busca el aprendizaje e incluyen los siguientes elementos: la situación o escenario con un conflicto cognitivo a resolver frente a la cual el estudiante encontrará algo interesante por resolver, desatando así motivación y sus funciones ejecutivas, una secuencia de actividades que incluye la elaboración de varios productos de aprendizaje que le permitirán adquirir el conocimiento, para luego utilizarlo en la resolución de lo que enfrenta, y un proceso final de



evaluación mediante el cual identifica el acierto para repetirlo y el error para evitarlo, desarrollando así su metacognición (Frade, 2011 b,e,f,g,i). Lo anterior implica la realización de los siguientes pasos:

1. Se presente la situación didáctica generando el interés y la motivación por parte de los estudiantes, activando así sus los circuitos que producen dopamina y le generan placer por aprender. Por ejemplo, vamos a hacer un video sobre un problema ecológico de la comunidad que se pueda grabar para promover alternativas de solución. Además cuando se pone la meta por delante, las funciones ejecutivas comienzan a operar, el estudiante elige el estímulo, planea sobre el mismo, pone sus propias metas, las ejecuta y las termina, generando así un alto funcionamiento ejecutivo, porque cuando se sabe hacia dónde se dirige el docente, ahí también se dirigirá el estudiante, no con una obediencia ciega que no genera su actuar, sino con el deseo de participar haciendo lo propio.

2. Se incluya un conflicto cognitivo: una pregunta, un reto a resolver, algo que impulse que los estudiantes se interesen por adquirir el conocimiento necesarios que los lleve a resolver, lo que encenderá sus prefrontales, por ejemplo, cuando un docente llega y dice: ¿qué problema ecológico de la comunidad se puede grabar en un video y qué alternativas podemos presentar para su solución? Es una acción distinta que genera motivación o interés en el hacer, puesto que no todos los problemas se pueden grabar en video esto es un conflicto en sí mismo que los llevará a observar su entorno, a estudiar, a pensar, a articular sus capacidades y recursos. Por ejemplo: el calentamiento global no se podrá grabar de manera directa, tal vez sus efectos sí, pero no el problema, no obstante el basurero local de la comunidad sí se puede y frente a éste si se pueden crear alternativas que los estudiantes pueden promover en su localidad.

3. Se lleven a cabo las actividades requeridas para resolver la situación, entre ellas: adquirir el conocimiento necesario, lo que quiere decir investigar, leer, hacer mapas conceptuales y esquemas, organizar la información, pensar, construir el conocimiento y analizar cómo se aplica en la situación diseñando además una estrategia planificada para hacerlo en la que el sujeto tome decisiones y cree acciones únicas para salir adelante. Esto implica que el funcionamiento ejecutivo entre también en acción, porque paso a paso se va llegando a la meta. Por ejemplo: estudio de los problemas ecológicos, sus causas y efectos, sus posibles alternativas, cuáles hay en la comunidad que se puedan grabar y a los cuáles se les pueda dar una alternativa de solución, etcétera. Este proceso de aprendizaje no excluye que en determinados momentos el docente de una clase, explique y se acerque a sus estudiantes cuando lo necesiten. Lo anterior trae como consecuencia que los productos que resultan no son iguales. Así sí se ha puesto este proyecto de hacer un video sobre un problema ecológico de la comunidad, lo que emerge será distinto en todos los casos de los estudiantes que participan pero harán uso del conocimiento adquirido.

4. Se establezcan de antemano los productos que resultarán del proceso de aprendizaje y que se entregarán como evidencias para evaluar, entre ellos: los mapas conceptuales, resúmenes y las investigaciones realizadas sobre los problemas ecológicos, las participaciones, los guiones

preliminares del video, el video en sí mismo, su presentación en clase, etcétera. Es a partir de estos productos que se puede evaluar, porque al recopilarlos se puede analizar la evidencia de aprendizaje, las pruebas fehacientes de que se ha aprendido, pero además se pueden detectar los avances y los retrocesos, los aciertos y los errores, para que el estudiante pueda modificarlos y así garantizar que haya aprendizaje. Esto implica un proceso de evaluación distinto que busca básicamente el desarrollo de la capacidad metacognitiva, como habilidad para identificar que se sabe, qué no se sabe, qué se siente, qué se hizo y de esto qué se puede considerar un acierto para repetirlo y un error para evitarlo.

5. Se presente lo que se hizo para demostrar que la competencia se ha adquirido, o bien realizar algún producto final que lo demuestre, por ejemplo: el video sobre un problema ecológico de la comunidad que se pueda grabar que incluya las alternativas para evitarlo se presenta y analiza en clase identificando que el conocimiento esté integrado pero también las propuestas de solución. Esta demostración colectiva implica también un proceso de aprendizaje colectivo que termina por formar y consolidar las redes neuronales existentes a nivel cognitivo y social.

6. Se evalúe lo que se logró tanto al observar tanto el proceso como el resultado obtenido, asunto que se verifica al retomar los productos elaborados en ambos casos pero también al identificar en qué medida se puede trasladar lo aprendido en otras situaciones o problemas similares, puesto que la competencia es adaptiva y trasladable, asunto que se logra al instalar otras situaciones en las que tengan que aplicar lo aprendido pero también al incluir exámenes diseñados por casos en el proceso de evaluación.

Como se observa, en este proceso de enseñanza – aprendizaje incluye entonces elementos de las diversas corrientes pedagógicas y retoman desde el constructivismo social hasta el conductismo en el sentido antes citado, pero además toma en cuenta las contribuciones de la neuropsicología al promover la planificación de la acción y la toma de decisiones por parte del sujeto y de la biología al observar los comportamientos adaptativos.

Esta incorporación de las contribuciones de varias corrientes y disciplinas a la vez pudiera resultar contradictoria para algunos, puesto que hablar de lo que el cerebro hace como base de la competencia implica reconocer que cuenta con un fundamento neurológico que lo sustenta, y que cuando el sujeto se adapta a la situación se está diciendo que existe también una dimensión biológica, pero además que al definir la competencia en una oración se especifica una conducta escrita en una sola oración que es observable y medible y que resulta de una respuesta frente una demanda que se identifica, pero que para lograrla el proceso de aprendizaje es muy constructivista, el sujeto piensa y razona qué deberá hacer por lo que tendrá que construir el conocimiento que requiere para hacerlo, llevando a cabo algo que cuenta con los valores que son aceptados éticamente por la sociedad (Frade, 2009 a, 2011e).

Dicha inclusión de corrientes y disciplinas aparentemente contradictorias se justifica en que, como hemos mencionado antes, la competencia en sí misma es una unidad de desempeño compleja que incluye todos los elementos, aspectos y dimensiones del ser humano: lo potencial, la constitución neuropsicológica básica, lo adaptativo que resulta en un hecho francamente biológico, lo cognitivo como acto de conocer y pensar, lo conductual como comportamiento observable y medible que emerge de un proceso complejo y como respuesta a una demanda, lo emocional como eje regulador del interés y la motivación, el para qué de cada individuo, la adecuación ética que exige la sociedad en un momento histórico determinado, y el hecho de que la competencia se logra por la ejecución siendo meta y proceso a la vez, más que por sólo un proceso de construcción de conocimientos o bien de competencias genéricas que busca obtener resultados a largo plazo y que no se puede medir al observar los resultados que se obtienen en la cotidianidad (Frade 2011c).

## **Conclusiones**

El Siglo XXI se caracteriza por la complejidad, por tanto como dice Edgar Morin no se puede seguir pensando, aprendiendo y produciendo conocimiento desde una sola visión o perspectiva. Esto impacta directamente el enfoque por competencias que se diseñe, aplique y construya en el aula, porque incluir la mayor cantidad de variables, perspectivas y conocimientos trae como consecuencia un desempeño complejo que no podrá etiquetarse o incluirse en un solo paquete, puesto que lo más importante es satisfacer las necesidades educativas de los sujetos que aprenden, de los estudiantes, lo que implica determinar cómo aprenden, con qué estilos, con qué capacidades cuentan y con cuáles no, así como sus más profundos deseos y motivaciones.

En este sentido, sí bien es cierto que las competencias se podrán desarrollar mejor en escenarios de aula de índole constructivista, también lo es que sí un estudiante no cuenta con un desarrollo y una maduración cerebral adecuada a esta demanda, a la posibilidad de construir el conocimiento por sí mismo, por ejemplo padece un trastorno como déficit de atención con hiperactividad que no lo deja concentrarse, leer, crear conceptos y además baja su capacidad metacognitiva; la mediación del educador y su intervención aumentan, así a veces tendrá que explicar, señalar y decir las cosas de una manera más directa, guiando su instrucción y procedimientos. El asunto es entonces que desde una visión compleja de competencia no se puede meter dentro de un mismo costal todo el trabajo aulico.

Esto implica entonces tener en claro cuál es el propósito: desarrollar competencias, y que estas sí bien se adquieren cuando se enfrentan escenarios complejos, la intervención del docente para lograrlo deberá estar centrada en identificar con qué capacidades cuentan sus estudiantes, cómo las despliegan, qué vacíos tienen, qué necesitan, y brindárselos utilizando para tal efecto una diversidad de estrategias que le permitan aprender y por tanto modificar su desempeño, esto implica entonces tener en claro la meta flexibilizando el proceso para obtener resultados que estén más acordes con las necesidades del Siglo XXI.

Señalamos todo esto porque en los discursos actuales se hace y establece una relación estrecha entre el constructivismo y las competencias, como si fueran lo mismo, cómo si el constructivismo hubiera dado cabida a las mismas, cuando más bien estas emergen en un mundo complejo en el que convergen varias teorías, perspectivas, necesidades, intenciones de las sociedad para educar a los sujetos y deseos sobre lo que se puede hacer. En este contexto las competencias como constructo complejo no se pueden casar con una sola perspectiva, ni tampoco con un solo modo de operación, desarrollo y formación, y sí bien por definición cuentan con un concepto sobre lo que son, como se desarrollan y forman, es su propia naturaleza compleja la que da entrada a múltiples vertientes y posibilidades en la acción.

### **Bibliografía**

Cole Michael, *Psicología Cultural, Una disciplina del pasado y del futuro*, Editorial Morata, 1999.

Damasio Antonio, *Descartes error, Emotion, Reason and The Human Brain*, Pinguin Books, USA, 1994.

Diamond Marian, Hopson Janet, *Magic Trees of the Mind*, Dutton, USA, 1998.

Driscoll P. Marcy, *Psychology of learning and instruction*, 3rd. Edition, Pearson Education, USA, 2005.

Frade Laura a), *Competencias en educación especial y la inclusión educativa*, Mediación de Calidad S. A. de C. V., México, D. F., 2011.

\_\_\_\_\_ b) *Desarrollo de competencias: desde preescolar hasta el bachillerato, Mediación de calidad, S. A. de C.V., México, D. F., 2009.*

\_\_\_\_\_ c) *Desarrollo de competencias lectoras y obstáculos que se presentan, México, D. F., Segunda edición, 2009.*

\_\_\_\_\_ d), *Déficit de Atención con hiperactividad, fundamentos y estrategias en el salón de clase*, Fundación Cultural Federico Hoth, A.C., México, 2007.

\_\_\_\_\_ e), *Diseño de situaciones didácticas*, Mediación de Calidad, S. A. de C. V., México, D. F., 2011.

\_\_\_\_\_ f), *Elaboración de Rúbricas, metacognición y aprendizaje*, Mediación de Calidad S. A. de C. V., México, D. F., 2011.

\_\_\_\_\_ g), *El desempeño como producto de un proceso complejo*, DGFCMS, SEP, México, D. F., 2011.

\_\_\_\_\_ h), *Inteligencia Educativa*, Mediación de Calidad, México, D. F., Segunda Edición, 2009.

\_\_\_\_\_ i), *Habilidades de Aprendizaje*, SEP, México, D. F., 2010.

\_\_\_\_\_ j), *La evaluación por competencias*, Mediación de Calidad, México, D.F. Tercera Edición, 2009.

\_\_\_\_\_ k), *La planeación por competencias*, Mediación de Calidad, México, D. F., Tercera Edición, 2009.

Howard Pierce, *The Owner's Manual for The Brain*, 3rd Edtion, Bard Press, USA, 2006.

Gazzaniga Michael, Ivery Richard, Mangun George, *The biology of the Mind*, WW, Norton Company, USA, 2002.

Giroud José Luis, *Fundamentos de Anatomía Cerebral*, La Habana, Cuba, 2011.

Larreamendy Joerns Jorge, Puche-Navarro Rebeca, Restrepo Ibiza Andrea, *Compiladores, Claves para pensar el cambio, ensayos sobre psicología del desarrollo*, Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Sociales, CESO; Colombia, 2008.

Luis c. Moll, *Vygotsky y la Educación, Connotaciones y Aplicaciones de la Psicología Sociohistórica en la Educación*, Edit. Aique, Buenos Aires Argentina, 1990.

Fields Douglas, *The Other Half of the Brain*, Scientific American, April 2004.

Meltzer Lynn, *Executive Function in Education, From Theory to Practice*, The Guilford Press, New York, 2007.

Morin Edgar, *Introducción al pensamiento complejo*, Gedisa, Barcelona, 1999.

Morin Edgar, *El Método 1, La naturaleza de la naturaleza*, Cátedra, Madrid. 1981.

Morin Edgar, *El Método III, El conocimiento del conocimiento*, Cátedra, Madrid, 1988.

Piaget, J. (1969b). *El nacimiento de la inteligencia en el niño*. Madrid: Aguilar,

Piaget, J. (1970a). *Epistemologie génétique*. París: PU F.

Puente Ferreras Aníbal, *Cognición y Aprendizaje*, Psicología, Pirámide, España, 1998.

Riegel, K. F. (1976). *The dialectics of human development*. American Psychologist.

Riegel, K. F. & Meacham, J. A. (Eds.) (1976). *The developing individual in a*

Shaw P, Kabani N J, Lerch J P, Eckstrand K, Lenroot R, Gogtay N, et al. *Neurodevelopmental trajectories of the human cerebral cortex*. Journal of Neuroscience, 2008 28(14), 3586–3594.

Secretaría de Educación Pública, *Acuerdo 592 por el que se articula la educación básica*, DOF, 19 de Agosto del 2011, México, D. F.

Tomasello Michael, *The cultural origins of Human Cognition*, Harvard University Press, Cambridge Massachussets, London, England, 1999.

Vygotsky, L. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological*

Vygotsky, L. (1986). *Thought and language*. Cambridge, MA : MIT Press.