



Los aportes de la neurociencia a la atención y educación de la primera infancia

Anna Lucía Campos
- Cerebrum -
Centro Iberoamericano de Neurociencia, Educación y Desarrollo Humano

Dirección Editorial:
Anna Lucía Campos

Autoría:
Anna Lucía Campos

Colaboradores:
Benjamín Lira, Karen Sabogal

Fotografías de tapa:
UNICEF Bolivia/2013/Pirozzi y UNICEF Bolivia/2011/Cuellar

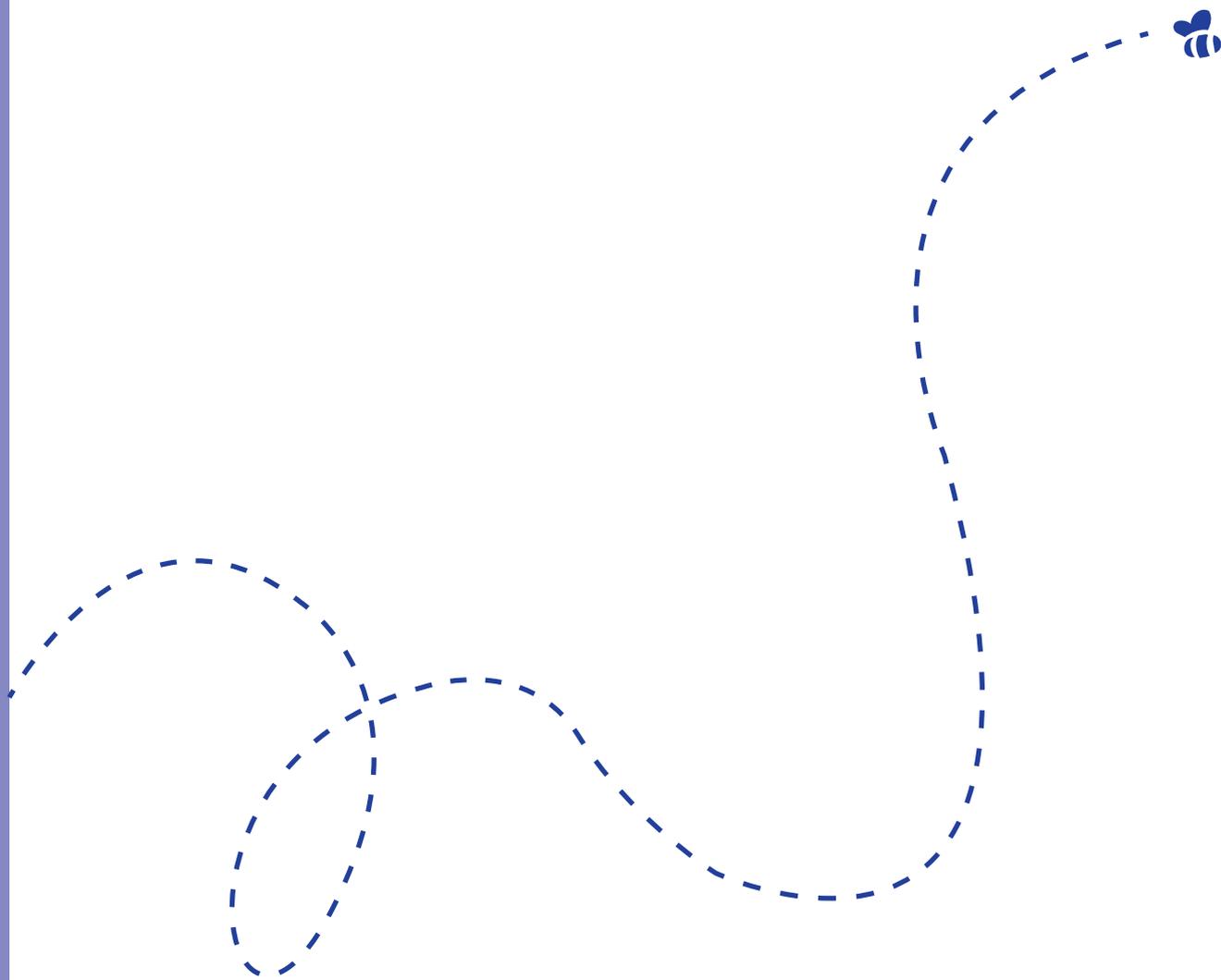
Diseño gráfico y diagramación:
Carlos Tipacti

Primera edición: septiembre de 2014

Derechos de edición: Cerebrum Ediciones
Caminos del Inca, 1325. Surco. Lima 33. Perú.
Tel: 00511-2751348
www.cerebrum.la

Publicación realizada por el Banco Mundial, la cooperación Japonesa a través del proyecto de atención y cuidado a la primera infancia ADEPI, en coordinación con UNICEF.

Material exclusivo para el Gobierno Autónomo Municipal de El Alto
Impresión: PRISA Ltda.
Bolivia

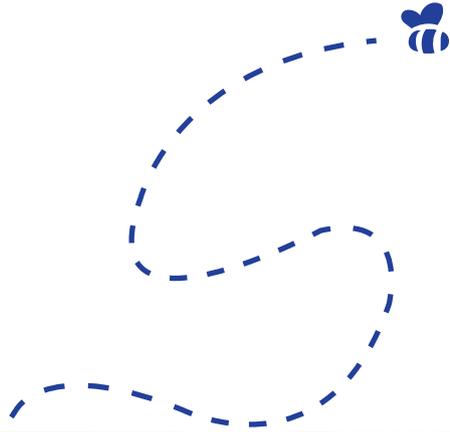


Los aportes de la neurociencia a la atención y educación de la primera infancia



Anna Lucía Campos
- Cerebrum -

Centro Iberoamericano de Neurociencia, Educación y Desarrollo Humano

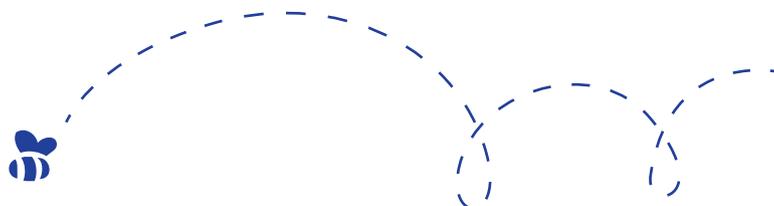


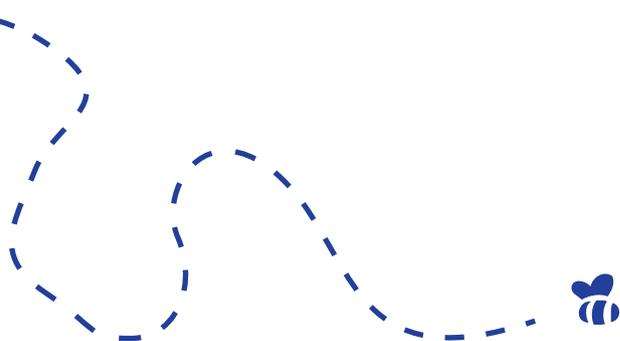
ADEPI



Contenidos

I. Prefacio.....	5
II. Introducción.....	7
III. ¿Qué es neurociencia?.....	12
Conceptos básicos de la neurociencia	14
1. El sistema nervioso controla y responde a las funciones del cuerpo, y dirige la conducta	14
2. La estructura y función del sistema nervioso están determinadas por los genes y por el medio ambiente durante toda la vida	15
3. El cerebro es el fundamento de la mente	16
4. La investigación lleva a la comprensión de lo que es esencial para el desarrollo de terapias para los trastornos del Sistema Nervioso	17
IV. La neurociencia educacional: la ciencia de la mente, el cerebro y la educación	19
1. Seis metas para unir las ciencias	20
2. Pilares de soporte al fomento de la neurociencia educacional	22
V. Algunos aportes de la neurociencia al desarrollo infantil....	24
1. Herencia genética y ambiente	24
2. La plasticidad cerebral, los periodos sensibles en el desarrollo cerebral temprano y la importancia de las experiencias	28
3. Salud, nutrición y sueño	33
4. El neurodesarrollo, las dimensiones del desarrollo y la graduación de las actividades	39
VI. Reflexión final	52
VII. Referencias.....	54





UNICEF Bolivia/2013/Pirozzi

I. Prefacio

Durante los últimos años, la primera infancia viene siendo reconocida como un periodo crucial en el proceso de desarrollo del ser humano. Sin sombra a dudas, una de las razones por la cual toma cada vez más importancia, está directamente relacionada con las investigaciones en desarrollo infantil temprano (DIT), que van dando a conocer, entre otros sucesos, el maravilloso proceso de crecimiento y desarrollo cerebral que ocurre en los primeros años de vida.

Las investigaciones en neurociencia y en ciencias afines van desvelando este complejo órgano llamado cerebro humano, su maravilloso proceso de desarrollo y los factores que pueden influir en él, sus funciones, su relación con las experiencias, con el otro y el ambiente, lo que va marcando profundos cambios en la forma que se piensa, atiende y educa la primera infancia.

Sumado a las investigaciones, está el hecho de que nuestros gobiernos en los últimos años se han comprometido con la creación de estrategias, políticas y planes de acción para que el primer objetivo de Educación para Todos (EPT) que dispone “extender y mejorar la protección y educación integrales de la primera infancia, especialmente para los niños más vulnerables y desfavorecidos”, sea cumplido a cabalidad.

Presenciamos en la región tanto un aumento de políticas públicas por la infancia, como una mayor cobertura en la atención y educación escolarizada y no escolarizada para niños y niñas desde su primer año de vida. En Bolivia por ejemplo, se pudo observar que a partir de la política de obligatoriedad de la educación inicial establecida por la Ley Avelino Siñani - Elizardo Pérez, la tasa neta de matrícula en educación inicial escolarizada desde el año 2010 viene aumentado considerablemente, lo que llevó al gobierno incrementar su oferta educativa, tanto en infraestructura como en personal especializado que atienda a esta etapa del ciclo vital.¹

Definitivamente, la primera infancia ya está en la agenda de los investigadores y de los formuladores de políticas, sin embargo seguimos enfrentando un gran desafío: el de cómo cerrar la brecha entre lo que sabemos del desarrollo infantil y lo que hacemos en la práctica. Ya alcanzamos entender que el primer paso para cerrar esa brecha, y condición sine qua non para que esto suceda, es crear un mecanismo de difusión de las evidencias científicas acerca del desarrollo cerebral en la primera infancia y de los factores que influyen en este proceso, así como de formación

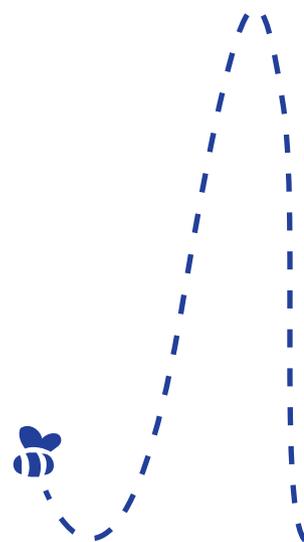
¹ Fuente: Revisión Nacional 2015 de la Educación para Todos: Estado Plurinacional de Bolivia.

de aquellos adultos que actúan en los diferentes escenarios vinculados al desarrollo infantil. El paso siguiente ya involucra un diálogo de doble vía, donde se hace necesaria la alfabetización científica para el educador y la alfabetización educacional para el científico, para que juntos empiecen a formular preguntas que lleven a contextos de investigación-acción que permitan la innovación del marco curricular, la implementación de nuevas metodologías, el mejoramiento del perfil de los educadores y actores comunitarios, entre otros factores, para que los programas de AEPI (Atención y Educación para la Primera Infancia) sean actualizados y estructurados con un nuevo fundamento, o sea, el fundamento neurocientífico.

En este sentido, en el presente documento, enumeraremos algunos de los aportes más valiosos de la neurociencia a los programas y agentes educativos de la primera infancia. A partir de una mirada teórica, empezaremos a razonar sobre algunos conceptos claves que conviene ser apropiados por los programas de AEPI. Luego, profundizaremos un poco más acerca del proceso de neurodesarrollo, que bien entendido, le brindará al educador una espectacular fundamentación para la construcción de experiencias adecuadas para cada etapa del desarrollo infantil, permitiendo un andamiaje de calidad por parte del adulto y verdaderas oportunidades de aprendizaje y desarrollo por parte de los niños y niñas.

Consideraremos varios aspectos vinculados al desarrollo cerebral en la primera infancia, haciendo énfasis en la neuroplasticidad. Enumeraremos las dimensiones básicas del desarrollo humano y lo importante que es tener bien planificadas diversas actividades que estimulen el desarrollo y fortalecimiento de competencias, capacidades y habilidades relacionadas a cada una de estas áreas, transversal a toda propuesta curricular que pueda ser considerada en DIT. Finalmente, en un documento anexo, compartiremos algunos lineamientos y sugerencias para que sean considerados en el diseño de las estrategias de atención y educación en la práctica, colaborando así con la eficacia de los programas y con la profesionalización de calidad del adulto responsable.

La transformación de los programas de atención y educación de la primera infancia, en especial, está relacionada con la transformación del pensamiento y del sentimiento del adulto, que al comprender e incorporar nuevos conocimientos y habilidades, transformará sus patrones mentales sobre el desarrollo infantil y por ende sus acciones hacia los niños y niñas que están bajo sus cuidados.



II. Introducción

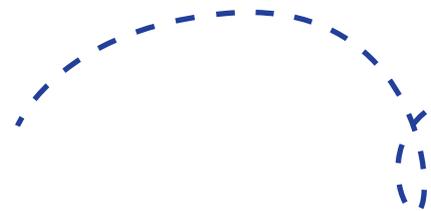
“La educación es el gran motor del desarrollo personal. Es a través de la educación que la hija de un campesino puede convertirse en médico, que el hijo de un minero puede convertirse en jefe de la mina, que el hijo de los trabajadores agrícolas pueden llegar a ser el presidente de una gran nación.”

- Nelson Mandela

Cuando hablamos de desarrollo infantil, nos remontamos a muchos años atrás, donde en los manuales para padres, se enumeraban varias indicaciones sobre cómo cuidar y educar a sus hijos desde el primer día de vida. Si recordamos los consejos del psicólogo John B. Watson (1878- 1958), de los pediatras Rinaldo De Lamare (1910-2002) o Benjamin Spock (1903-1998), encontraremos que por más de noventa años, los estudios sobre el desarrollo de los niños y niñas - que muy a parte de tener perfiles rígidos, permisivos o flexibles - vienen demostrando el esfuerzo de diferentes ciencias para entender los procesos que subyacen al comportamiento infantil.

En las investigaciones sobre el desarrollo del ser humano, y en especial sobre el desarrollo infantil, algunas cuestiones crearon corrientes paralelas y a veces opuestas para entender tan complejo proceso:

- **Natureza vs crianza:** dos posiciones que buscan evidencias para aclarar si somos lo que somos por la influencia de la herencia genética o por la influencia del ambiente, de los patrones de crianza y de la educación.
- **Continuidad vs discontinuidad:** dos posturas relacionadas a los cambios de comportamiento, si estos se relacionan con cambios cualitativos (discontinuos) o cuantitativos (continuos).
- **Madurez o experiencia:** dos posturas que vinculan los cambios en el comportamiento infantil - una con la madurez biológica, y la otra con la posibilidad que tiene el niño de aprender desde las experiencias que ofrece el ambiente.

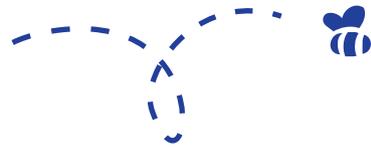


A partir de varias cuestiones y suposiciones sobre cómo crecen y se desarrollan los seres humanos, se fueron creando distintas teorías que intentaban enmarcar los principios que regirían el proceso de desarrollo. Entre esas teorías podemos destacar:

- **Teorías psicoanalíticas:** la suposición principal se refiere al desarrollo y el comportamiento dirigidos por procesos conscientes e inconscientes. En estas teorías se destacaron Sigmund Freud (1856-1939) y Erik Erikson (1902-1994). Ambos creían en un desarrollo organizado en estadios con secuencias de comportamientos predecibles (para Freud 5 estadios psicosexuales, y para Erikson 8 estadios psicosociales). Se diferencian en que, para Freud estos comportamientos correspondían más a la influencia genética y para Erikson correspondían tanto a la influencia genética cuanto a la ambiental.
- **Teorías cognitivas:** la suposición principal se refiere al desarrollo más centrado en el proceso cognitivo, y que las acciones de los niños y niñas en la interacción con los demás, con los objetos y con el entorno social van influenciando en los cambios tanto en el área cognitiva como en otras áreas. Se destacan Jean Piaget (1896-1980), que le da un peso más genético que ambiental al desarrollo, subrayando 4 estadios; Lev Vygotsky (1896-1934), que le da mayor énfasis al contexto histórico-socio-cultural y a la influencia de las interacciones sociales más



UNICEF Bolivia/2013/Pirozzi



que a la madurez proveniente de estadios rígidos en el proceso de desarrollo. Luego, varios especialistas conforman la teoría del procesamiento de la información, donde se destacan procesos básicos por los cuales los niños a partir de un input, procesan, codifican, almacenan en la memoria y luego recuperan la información, con alteraciones en la calidad en función a la etapa (edad) en que se encuentran.

- **Teorías del aprendizaje:** la suposición principal se refiere al desarrollo como un proceso que no está vinculado solamente a la influencia de la genética o del ambiente que van modelando el comportamiento, sino que también está influenciado por la forma en que los niños viven y aprenden a partir de sus experiencias. No consideran estadios o etapas, pero destacan la plasticidad del comportamiento en función a estímulos y procesos de aprendizaje predecibles. Se destacan Ivan Pavlov (1849-1936) quien postuló el modelo de aprendizaje por condicionamiento clásico; B.F. Skinner (1904-1990), quien postuló el aprendizaje por condicionamiento operante y Albert Bandura quien logró avanzar de las teorías conductistas a la teoría sociocognitiva, postulando un aprendizaje por observación, enfatizado con elementos cognitivos.

Varios estudios siguieron investigando el desarrollo infantil y testando las hipótesis de las teorías para ver si realmente se producían propuestas prácticas de intervención. Cada teoría, de una forma u otra, fue ejerciendo influencia en las acciones de atención, protección y educación de la primera infancia en el discurrir del tiempo.

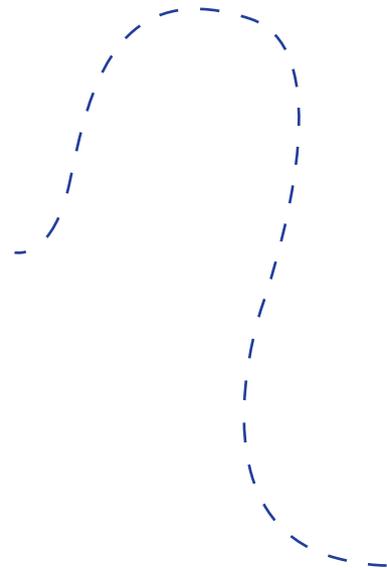
Lo cierto es que por la complejidad del comportamiento y del desarrollo del ser humano, los científicos fueron tomando una postura más ecléctica, considerando múltiples perspectivas tanto para las investigaciones como para las explicaciones sobre el desarrollo infantil. Asimismo, comenzó a imperar la necesidad de mejora de las técnicas de estudio para que las investigaciones pudieran finalmente revelar lo que realmente ocurre, promueve o afecta al desarrollo infantil.

Finalmente, en las últimas décadas, la neurociencia se fortalece y comienza a compartir las líneas de investigación, que a través de técnicas evolucionadas de neuroimagen, comienza a descubrir las innumerables correlaciones entre el desarrollo cerebral y el comportamiento, el aprendizaje, el desarrollo integral y específico de los niños y niñas, desde etapas muy tempranas de la vida. Con la explosión de las investigaciones, algunas de las cuestiones iniciales comenzaron a ser testadas y respondidas, otras

aún están por resolverse, pero nuevas hipótesis fueron surgiendo en el camino, lo que demuestra lo mucho que nos falta por conocer acerca de nosotros mismos.

Sin embargo, los conocimientos generados a partir del encuentro entre ciencias, fueron dando una visión multidisciplinaria al desarrollo, y con esto se comenzó a construir un consenso acerca de varios aspectos relacionados al desarrollo infantil, entre los cuales destacamos:

- El desarrollo está relacionado tanto con factores genéticos cuanto con factores ambientales, en una interacción armoniosa, dinámica y continua entre herencia y experiencia.
- El desarrollo está marcado por momentos de estabilidad y cambio, continuidad y discontinuidad.
- El desarrollo está influenciado por el Otro, por la familia y por la cultura.
- Los niños son seres activos en su proceso de desarrollo.
- El desarrollo modula y es modulado por diferentes dimensiones.
- El desarrollo está conformado por la interacción permanente entre las fuentes de vulnerabilidad y las fuentes de resiliencia, por lo que un mismo ambiente puede tener efectos distintos en los niños y niñas, ya que las cualidades internas que cada uno posee para la interacción ayudará a responder a las situaciones adversas del contexto de manera individual.
- El desarrollo está marcado por las diferencias individuales, por las relaciones interpersonales, por el acceso a los recursos, a la alimentación, al sueño, a la salud.
- El proceso de desarrollo puede ser alterado en la infancia temprana, tanto por factores positivos como por factores negativos.



- La sincronización entre experiencias tempranas y el cerebro es de suma importancia en algunas etapas del desarrollo.

Ahora bien, además de estos aportes, la evidencia neurocientífica viene contribuyendo de manera significativa con muchos conocimientos sobre el desarrollo y funcionamiento del cerebro en los primeros años de vida.

Sin embargo, para seguir avanzando en estos conocimientos, necesitamos en primer lugar, entender un poco más a la neurociencia: qué significado tiene y qué nuevos aportes nos trae sobre el desarrollo infantil.



UNICEF Bolivia/2013/Pirozzi

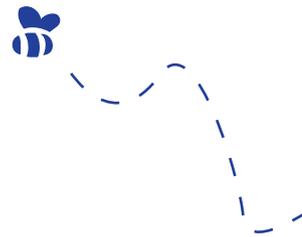
III. ¿Qué es neurociencia?

La neurociencia se define como el estudio científico del sistema nervioso (principalmente el cerebro) y sus funciones. Estudia las complejas funciones de aproximadamente 86 mil millones de neuronas o células nerviosas que tenemos. De las interacciones químicas y eléctricas de estas células, las sinapsis, se derivan todas las funciones que nos hacen humanos: desde aspectos sencillos como mover un dedo, hasta la experiencia tan compleja y personal de la consciencia, de saber qué está bien o mal, y crear cosas que nadie nunca antes hizo. Tradicionalmente la neurociencia se ha considerado una subdisciplina de la biología, pero actualmente es un activo campo multidisciplinar, en el que trabajan también psicólogos, químicos, lingüistas, genetistas, e incluso científicos de la computación, entre otros, lo que permite tener una visión del cerebro humano mucho más amplia y así avanzar tanto en el campo clínico como en otros campos o disciplinas.

A pesar de la alta complejidad del cerebro humano, la neurociencia está comenzando a explicar como funcionan nuestros pensamientos, sentimientos, motivaciones y comportamiento; y como todo esto influye y es influenciado por las experiencias, las relaciones sociales, la alimentación y las situaciones en las que estamos. Gracias a estos esfuerzos, cada vez tenemos más información para saber qué cosas tenemos que hacer y qué cosas no tenemos que hacer para lograr el mejor desarrollo posible de nuestros niños y niñas, para que crezcan sanos, felices y se desarrollen de forma adecuada.

Actualmente podemos identificar el fortalecimiento de 4 distintas ramas de la neurociencia: la cognitiva, la afectiva o emocional, la social y la educativa. A partir de los estudios realizados en cada una de estas ramas, el sistema educativo tiene la posibilidad de transformarse y fortalecerse. Como ejemplo, podemos mencionar los estudios relacionados con la cognición social, el desarrollo cognitivo, los sistemas de memoria, las funciones ejecutivas, la autorregulación emocional o la empatía, todos de alta relevancia para el contexto educativo y el aprendizaje.

Lejos de que la neurociencia se caracterice como una nueva corriente que entra al campo educativo, o que se transforme en la salvación para resolver los problemas de aprendizaje, se debe entenderla como una ciencia que viene a aportar nuevos conocimientos al educador -así como lo hace la psicología - con el propósito de proveer el suficiente fundamento científ-



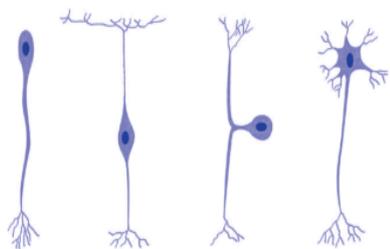
fico para innovar y transformar la práctica pedagógica. Claro está que no todo lo que hay en neurociencia se aplica a la educación, por lo que se deben establecer criterios válidos para identificar los aspectos relevantes y encajarlos en el nivel de análisis adecuado y de fácil comprensión para el mundo educativo.

Cuando la neurociencia y la educación se acercan, una de las grandes metas a ser alcanzada es conocer de manera más amplia, pero refinada, la relación cerebro-aprendizaje, de tal forma que permita a un educador saber cómo es el cerebro, cómo aprende, cómo procesa, registra, conserva y evoca una información, entre otros aspectos. Esta sería la plataforma de despegue para que a partir de este conocimiento se pueda mejorar las propuestas de enseñanza y las experiencias de aprendizaje, plasmándolas de forma dinámica y motivadora en la planificación de actividades que tengan mayor sentido y significado para los estudiantes.

Vale la pena recordar que para el proceso de vincular los aportes neurocientíficos al aprendizaje, se necesita diferenciar lo que ya está validado, lo que aún son hipótesis o probabilidades, la mera especulación o mito y diferenciar las generalizaciones equivocadas que existen acerca del funcionamiento del cerebro debido a una comprensión limitada del tema (OCDE, 2003). En este sentido, la difusión adecuada acerca de cómo es y cómo funciona el cerebro humano es de gran valor para el desarrollo de nuestras sociedades.



Como el "estudio interdisciplinario del sistema nervioso y su manifestación externa, el comportamiento" (Delgado y col. 2002)

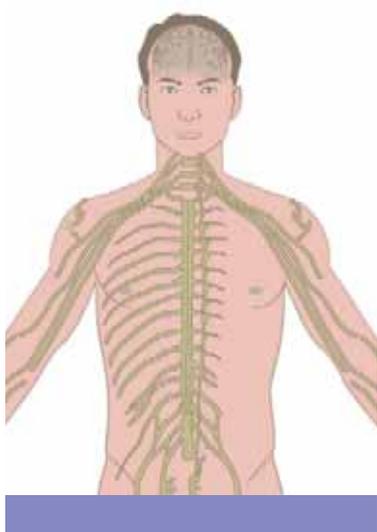


Conceptos básicos de la neurociencia

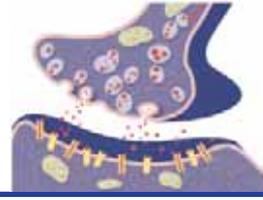
Una de las más importantes sociedades para la neurociencia que se ha preocupado con la correcta difusión de los conceptos básicos que ya están validados, la Sociedad para la Neurociencia de Estados Unidos, alrededor del año 2007, en el esfuerzo de brindar a los educadores y al público en general algunos principios universales confiables para que vayan siendo considerados en su formación y en la formación de sus estudiantes, estructuró un documento denominado “Conceptos básicos en neurociencia: los principios esenciales”. En este documento se plantean ocho conceptos que se derivan de cuatro “mega-conceptos” y que contienen principios rectores esenciales y además, de mucha importancia para la neurociencia educativa. A continuación los enumeramos tal como se sugiere en el documento original:

1. El sistema nervioso controla y responde a las funciones del cuerpo, y dirige la conducta.

El cerebro es el órgano más complejo del cuerpo.



- Hay cien mil millones de neuronas² en el cerebro humano, todas ellas están en uso.
- Cada neurona se comunica con muchas otras neuronas para formar circuitos y compartir información.
- La función del sistema nervioso adecuada implica una acción coordinada de las neuronas en muchas regiones del cerebro.
- El sistema nervioso influye y es influenciado por todos los otros sistemas del cuerpo (por ejemplo, cardiovascular, endocrino, gastrointestinal y sistema inmune).
- Los seres humanos tienen un sistema nervioso complejo que evolucionó a partir de una simple célula.



- Este órgano complejo puede funcionar mal en muchos aspectos, lo que lleva a los trastornos, y que tienen un enorme impacto social y económico.

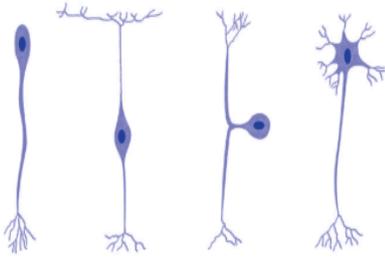
Las neuronas se comunican mediante señales eléctricas y químicas.

- Los estímulos sensoriales se convierten en señales eléctricas.
- Los potenciales de acción son señales eléctricas realizadas a lo largo de las neuronas.
 - Las sinapsis son las uniones químicas o eléctricas que permiten que las señales eléctricas pasen de las neuronas a otras células.
 - Las señales eléctricas en los músculos provocan la contracción y el movimiento.
 - Los cambios en la cantidad de actividad en una sinapsis pueden aumentar o reducir su función.
 - La comunicación entre las neuronas se fortalece o se debilita por las actividades de un individuo, como el ejercicio, el estrés y el consumo de drogas.
- Todas las percepciones, pensamientos y comportamientos son el resultado de combinaciones de señales entre las neuronas.

2. La estructura y función del sistema nervioso están determinadas por los genes y por el medio ambiente durante toda la vida.

Los circuitos son genéticamente determinados y son la base del sistema nervioso.

- Circuitos neuronales se forman por programas genéticos durante el desarrollo embrionario y son modificados a través de interacciones con el entorno interno y externo.
- Circuitos sensoriales (vista, tacto, oído, olfato, gusto) llevan la información al sistema nervioso, mientras que los circuitos motores envían información a los músculos y glándulas.



- El circuito más simple es el reflejo, en el que un estímulo sensorial desencadena directamente una respuesta motora inmediata.
- Respuestas complejas se producen cuando el cerebro integra la información de muchos circuitos del cerebro para generar una respuesta.
- Interacciones simples y complejas entre las neuronas tienen lugar en escalas de tiempo que van desde milisegundos a meses.
- El cerebro se organiza para reconocer sensaciones, iniciar comportamientos, almacenar y acceder a los recuerdos que pueden durar toda la vida.

Las experiencias de vida cambian el sistema nervioso.

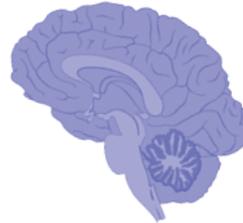
- Las diferencias en los genes y ambientes hacen que el cerebro sea único.
- La mayoría de las neuronas se generan en el desarrollo temprano y sobreviven toda la vida.
- Algunas lesiones dañan las células nerviosas, pero el cerebro a menudo se recupera del estrés, daño o enfermedad.
- Desafiar continuamente al cerebro con la actividad física y mental, ayuda a mantener su estructura y función - "usarlo o perderlo".
- Neuronas periféricas tienen una mayor capacidad de volver a crecer después de la lesión que las neuronas en el cerebro y en la médula espinal.
- La muerte neuronal es una parte natural del desarrollo y el envejecimiento.
- Algunas neuronas continúan generándose durante toda la vida y su producción está regulada por las hormonas y la experiencia.

3. El cerebro es el fundamento de la mente.

La inteligencia surge como las razones del cerebro, los planes y la resolución de problemas

- El cerebro tiene sentido del mundo mediante el uso de toda la información disponible, incluyendo sentidos, emociones, instintos y experiencias recordadas.

- Las emociones se basan en juicios de valor hechos por nuestro cerebro y se manifiestan por sentimientos tan básicos como el amor, la ira y tan complejos como la empatía y el odio.
- El cerebro aprende de las experiencias y hace predicciones acerca de las mejores acciones en respuesta a retos presentes y futuros.
- La conciencia depende de la actividad normal del cerebro.



El cerebro hace posible la comunicación del conocimiento a través del lenguaje.

- Los idiomas se adquieren temprano en el desarrollo y facilitan el intercambio de información y el pensamiento creativo.
- La comunicación puede crear y resolver muchos de los problemas más urgentes que enfrenta la humanidad.

4. La investigación lleva a la comprensión de lo que es esencial para el desarrollo de terapias para los trastornos del Sistema Nervioso.

El cerebro humano nos dota de una curiosidad natural para entender cómo funciona el mundo.

- El sistema nervioso puede ser estudiado en muchos niveles, desde los comportamientos complejos como el habla o el aprendizaje, hasta las interacciones entre las moléculas de forma individual.
- La investigación puede, en última instancia, informarnos acerca de la mente, la inteligencia, la imaginación y la conciencia.
- La curiosidad nos lleva a descubrimientos inesperados y sorprendentes que pueden beneficiar a la humanidad.



Descubrimientos fundamentales promueven una vida saludable y el tratamiento de la enfermedad.

- Los experimentos en animales juegan un papel central en la provisión de conocimientos sobre el cerebro humano y ayudan a tomar decisiones de vida saludables, la prevención de enfermedades, y encontrar curas para enfermedades.
- La investigación sobre el ser humano es un paso final esencial antes de que se introduzcan nuevos tratamientos para prevenir o curar enfermedades.
- La investigación neurocientífica ha servido de base para un progreso significativo en el tratamiento de un gran número de trastornos.
- Encontrar curas para enfermedades del sistema nervioso es un imperativo social.

A través de la comprensión de estos conceptos básicos en neurociencia, que son el resultado de años de investigación, vamos construyendo conocimientos esenciales que nos hace ver la importancia de una interpretación correcta sobre qué es y cómo funciona el cerebro humano, evitando así la malinterpretación o generalización errónea que nos pueden llevar a errores incalculables.



ADEPI

IV. La neurociencia educacional: la ciencia de la mente, el cerebro y la educación

“La neurociencia educacional podrá aportar a una transformación significativa de los sistemas educativos, pues la interacción entre ciencias, investigación, conocimiento y práctica, alcanzará crear fundamentos sólidos tanto para responder a las dificultades como para desarrollar habilidades en millones de docentes y estudiantes.”

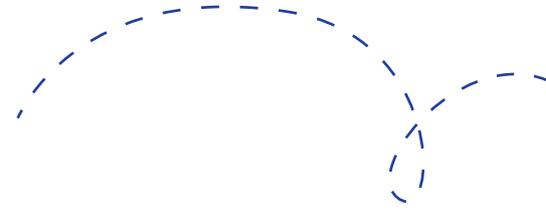
- Anna Lucía Campos

En las últimas décadas hemos presenciado el gran aumento del número de investigaciones relacionadas con el aprendizaje, los procesos cognitivos, el lenguaje, la atención, la memoria, las emociones, las funciones ejecutivas, entre otras; todas innegablemente importantes para el campo de la educación y del desarrollo infantil.

Actualmente, presenciamos un fenómeno mundial: el diálogo que parecía imposible entre neurociencia, psicología y educación, con la participación de otras ciencias afines, se hizo realidad y el campo de la mente, el cerebro y la educación se hace cada vez más fuerte, provocando mucho interés en todos los estamentos de nuestras sociedades. Estrechar la brecha entre las investigaciones en laboratorios de neurociencia y la práctica educativa ahora ya es un escenario compartido por muchos países, lo que muy pronto facilitará tanto la promoción de mejores programas educativos como también influenciará en el estilo de crianza en la familia.

Se respira un aire de gran positividad, tanto de parte de los científicos como de parte de los educadores y gestores de políticas educativas. Caminamos ahora con pasos más seguros, pues ya existe un consenso con relación a lo que significa este campo, los objetivos que busca alcanzar y los mitos que se tienen que eliminar para que no construyamos nuevas estrategias educativas fundamentadas en supuestos sobre el cerebro y el aprendizaje, sin base o evidencia científica.

La neurociencia educacional podemos entenderla como un campo científico emergente, que está reuniendo la biología, la ciencia cognitiva (psicología cognitiva, neurociencia cognitiva), la ciencia del desarrollo (y neurodesarrollo) y la educación, principalmente para investigar las bases biológicas de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Su estructuración,



fortalecimiento y consolidación se darán a medida en que se construya un trabajo inter y multidisciplinario que permita la construcción de una nueva epistemología, común a todas las ciencias, dando así un carácter transdisciplinario al campo de la mente, el cerebro y la educación.

1. Seis metas para unir las ciencias

La construcción del campo de la mente, el cerebro y la educación requiere elementos cruciales, entre ellos algunos parámetros que sirvan de pilares catalizadores para aglutinar a las ciencias, para que juntas definan objetivos y acciones en común. En este sentido, los años de experiencia nos permiten ver que les urge a las ciencias tomar las siguientes acciones:

Estar en sintonía

Las ciencias necesitan sintonizar las investigaciones para llegar a conclusiones comunes creando sinergia biológica, psicológica y conductual. Tener metas comunes, colaborar y unir esfuerzos.

Construir un vocabulario común

Para una mejor comprensión de lo que la neurociencia y la psicología cognitiva van validando desde sus áreas, los educadores necesitan tener acceso a un glosario básico de aquellas terminologías utilizadas en la literatura científica. Un vocabulario claro y no ambiguo facilitará la comprensión lectora de los textos científicos.

Compartir conocimientos de forma amigable:

Si los neurocientíficos logran comunicar sus conocimientos a los educadores de una manera más comprensible, estos podrán lograr resultados excepcionales con el uso y manejo correcto de la información, evitando las malinterpretaciones o generalizaciones equivocadas que suelen darse.

Establecer un diálogo de doble vía:

Para lograr cerrar la brecha entre investigación y acción, el diálogo es imprescindible en los dos sentidos. Tanto los educadores necesitan de una alfabetización científica como los científicos necesitan de una alfabetización pedagógica. Con eso, abriremos varias posibilidades, entre ellas, traducir la investigación en la práctica, realizar las investigaciones en las aulas o en



los ambientes naturales de desarrollo, construir preguntas en común para que se realicen nuevas investigaciones que respondan a las necesidades del sistema educativo y finalmente, construir nuevas estrategias de enseñanza.

Construir consensos entre neurocientíficos, psicólogos y educadores:

Es de vital importancia que se establezcan algunos ejes centrales y transversales en las investigaciones y que sean de real provecho e impacto en el campo educativo. Para ello, empezar por aquellos temas donde la psicología pueda dar mayor soporte (como los procesos cognitivos, la memoria, las emociones, etc) sería el paso inicial a ser dado, puesto que en muchos países, la formación inicial de un educador es muy escueta en estos temas, careciendo de fundamentos elementales para un mejor desempeño pedagógico. Luego, entrelazar, en un nivel de análisis más complejo, los aportes neurocientíficos relacionados a los mismos temas.

Formación especializada y continua:

Necesariamente, la formación continua de todos aquellos actores que llevarán a cabo la tarea deberá estar presente como eje fundamental en la construcción de esta nueva disciplina. Que los educadores tengan acceso a los conocimientos relevantes de la neurociencia y la psicología, y que los neurocientíficos y psicólogos conozcan de cerca el contexto educativo, llega a ser un imperativo para cerrar las diferentes brechas conceptuales, metodológicas o de otra índole que pudiera existir y que impida la transdisciplinariedad.



UNICEF Bolivia/2014/Duranbogier

2. Pilares de soporte al fomento de la neurociencia educativa

Durante los últimos veinte años, la neurociencia ha investigado el cerebro humano y ha comprendido mucho más su funcionamiento que en un siglo de estudio. Actualmente, muchas de estas investigaciones, validadas y seguras, sirven de pilares para el fomento de la neurociencia educativa. Entre tantos, enumeraremos sólo algunos pilares.

- Cada cerebro es único, irrepetible, aunque su anatomía y funcionalidad sean particularmente de la raza humana.
- Cada ser humano tiene su propio ritmo de desarrollo y de aprendizaje, vinculado a su historia genética y al ambiente en el que va creciendo y desarrollándose.
- El cerebro no es un órgano estático, aprende y cambia gracias a las experiencias vividas desde los primeros momentos de vida.
- El proceso de desarrollo cerebral es gradual y por ello el aprendizaje debe ser construido respetando este proceso de neurodesarrollo.
- El cerebro, es el único órgano del cuerpo humano que tiene la capacidad de aprender y a la vez enseñarse a sí mismo.
- La plasticidad cerebral permite a los seres humanos aprender durante toda la vida.
- Las emociones son una parte esencial de las experiencias del ser humano, por lo que también estarán presentes durante el proceso de aprendizaje. Los estados de ánimo, los sentimientos y las emociones pueden afectar la capacidad de razonamiento, la toma de decisiones, la memoria, la actitud y la disposición para el aprender.
- El ambiente y las demás personas que lo componen ejercen una gran influencia en el desarrollo de nuestros cerebros.
- El cerebro aprende y busca significados a través de patrones: los detecta, los aprende y encuentra un sentido para utilizarlos.
- El alto nivel de estrés (estrés tóxico) provoca un impacto negativo en el aprendizaje, cambia al cerebro y afecta las habilidades cognitivas, perceptivas, emocionales y sociales.



- El cerebro necesita del cuerpo así como el cuerpo necesita del cerebro, ambos son necesarios para el aprendizaje y el desarrollo de habilidades cognitivas, físicas, sensorio-perceptivas y hasta mismo emocionales.
- El cerebro tiene diferentes sistemas de memoria, que pueden almacenar desde una pequeña cantidad de datos hasta un número ilimitado de ellos. La memoria es una de las funciones más complejas del cerebro y que es diariamente estimulada en el aula. Saber cómo se da el proceso de adquisición, almacenamiento y evocación permitirá al docente elaborar propuestas de aprendizaje con frecuencia, intensidad y duración más adecuadas.
- Las investigaciones relacionadas a los periodos de sueño y vigilia están demostrando la enorme importancia que tiene el sueño para el buen funcionamiento del cerebro. Está relacionado con los procesos cognitivos, principalmente en lo que se refiere a la consolidación de los aprendizajes. Además, la falta de sueño puede disminuir los sistemas atencionales, las destrezas motoras, la motivación, las habilidades del pensamiento, la memoria, la capacidad de planificación y ejecución.



UNICEF Bolivia/2013/Pirozzi

V. Algunos aportes de la neurociencia al desarrollo infantil

¿Sabes lo que significa ser niño? Significa creer en el amor; en la hermosura, en las creencias; significa ser tan pequeño que los duendes pueden acercarse a cuchichear a tu oído; significa transformar las calabazas en carruajes, los ratones en corceles, lo ruin en sublime, la nada en todo...”

- Francis Thompson

La neurociencia viene aportando gran cantidad de conocimiento acerca de qué sucede en el sistema nervioso y en el cerebro durante el desarrollo infantil temprano. Aún que no se ha escrito un libro o manual que recoja todos los aportes, muchas investigaciones fueron publicadas y varios libros de diferentes autores vienen tratando un tema u otro que impacta el desarrollo infantil desde una mirada neurocientífica, o sea, desde una mirada multidisciplinaria de cómo funciona el cerebro humano. Veamos, a continuación, a modo de compilación muy resumida, algunos de estos importantes aportes, que en definitiva, podrán cambiar nuestra forma de pensar y actuar en esta tan importante etapa del ciclo vital.



ADEPI

1. Herencia genética y ambiente

El desarrollo humano está influenciado tanto por factores genéticos, como por factores ambientales. La interacción dinámica y continua entre la biología y la experiencia va permitiendo que el sistema nervioso y el cerebro se dejen modular por los estímulos del ambiente, los cuales están inmersos en las experiencias que viven los niños y niñas desde temprana edad.

En este sentido, el desarrollo infantil se verá influenciado por un lado, por la genética, que entre tantas otras funciones, desempeñará un papel relevante en el diseño del proceso de neurodesarrollo, brindando el plan para la construcción inicial de la arquitectura cerebral. Además, dictará instrucciones específicas a las células, sus funciones y reglas a seguir. Definirá la influencia de los genes en el desarrollo, en lo que se heredará de los padres (como los rasgos físicos, rasgos de temperamento, la forma de interacción con el ambiente y con las demás personas), en algunos tipos específicos de comportamiento (como el comportamiento antisocial), o en las probabilidades de contraer ciertas enfermedades, por ejemplo.

Por otro lado, está el ambiente, con diferentes experiencias y estímulos, que igualmente influirá en el proceso de neurodesarrollo, al aportar al plan genético inicial los componentes necesarios para construir la arquitectura cerebral. Asimismo, el ambiente influirá en el comportamiento, en el aprendizaje y desarrollo de habilidades y en un número muy alto de factores claves para el desarrollo infantil, entre ellos, en la forma en que se expresarán los genes o se cablearán determinados circuitos neurales.

Actualmente, ya no discutimos si es la herencia genética, o es el ambiente el que más influye en el desarrollo infantil (y en el desarrollo cerebral): tenemos evidencia científica que ambos factores influyen. Lo que se discute en este momento, y que merece especial atención, está relacionado con las acciones concretas que se deben tomar para propiciar mejores oportunidades de desarrollo a nuestros niños y niñas, o sea, qué implicancia tiene para los programas de desarrollo infantil temprano la interacción entre herencia y ambiente.

En relación a la influencia de factores genéticos, algunas acciones ya pueden ser tomadas, y en su mayoría, estarán directamente implicados los padres y los primeros educadores:

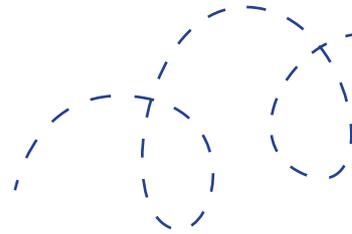
- la preparación para una gestación saludable, desde una nueva educación preconcepcional.
- las condiciones adecuadas de gestación (ausencia de agentes teratogénicos³, ausencia de toxinas, buena alimentación, buena salud física y mental, etc.);

3. Se entiende por agente teratogénico, aquellos factores y/o agentes biológicos, químicos y físicos que son potenciales inductores de malformaciones en el desarrollo

- conocer individualmente a cada niño y niña;
- identificar y entender los rasgos de temperamento heredados;
- modular las pautas o patrones de crianza de tal manera que éstos puedan ayudar al niño o niña en el manejo de esos rasgos;
- estructurar un entorno adecuado que pueda dar el suficiente respaldo a los niños y niñas en su esfuerzo por manejar su comportamiento;
- según las predisposiciones genéticas, fomentar experiencias significativas y un mayor control de las condiciones del ambiente donde crece y se desarrolla un niño o niña, para que se superen las posibles dificultades;
- que la comunidad brinde soporte a las familias para que actúen con sabiduría en la construcción adecuada de la base del desarrollo cerebral en los primeros años de vida, para que puedan mejorar continuamente sus patrones de crianza.

Si mencionamos las influencias que tiene el ambiente sobre el desarrollo infantil, podemos enumerar una cantidad significativa de estas, sin embargo nos centraremos en algunas de las más importantes a ser consideradas:

- proporcionar un ambiente saludable para el desarrollo infantil desde el vientre materno, porque desde la etapa prenatal, tanto el ambiente sano como el ambiente desfavorable, van a aportar en la construcción inicial del neurodesarrollo;
- propiciar los recursos adecuados, porque es a partir de una interacción eficiente con el ambiente, que el cerebro saca los insumos para crecer, desarrollarse, aprender y dejarse modelar por los estímulos que están inmersos en las experiencias que viven los niños y niñas;
- garantizar ambientes familiares y sociales seguros y protectores, ya que las experiencias tempranas en ambientes de violencia, maltrato, pobreza o negligencia podrán dejar huellas profundas en el proceso de desarrollo cerebral de un niño o niña;



- considerar que las creencias, los valores y la cultura en general van a influir en el desarrollo infantil;
- garantizar nutrición adecuada, excelentes condiciones de cuidado e higiene, asistencia médica y control de la salud constantes, principalmente durante el inicio del proceso de crecimiento y desarrollo;
- promover un ambiente familiar enriquecedor, con vínculos estables, patrones de comportamiento adecuados, satisfacción de todo tipo de necesidades, estimulación, interacción y patrones de crianza apropiados.
- evitar condiciones ambientales de riesgo ya que pueden causar cambios en la arquitectura cerebral y en la forma de funcionamiento de los circuitos cerebrales que se conforman y se fortalecen en los primeros años de vida.

Durante años hemos escuchado que “los niños son una esponja”, que absorben todo de su ambiente, sin embargo, con lo que vamos entendiendo del desarrollo infantil, a pesar de su enorme capacidad de aprender y extraer lo que pueda de sus experiencias, ellos también modifican, responden y afectan el ambiente en que viven. Es un ciclo complejo de influencias: la carga genética activa el desarrollo, las experiencias influyen en el desarrollo de los niños y niñas, estos a su vez influyen en el ambiente y en las personas que están en su entorno y finalmente vuelven a ser influenciados por el ambiente modificado por ellos mismos. Es así que el desarrollo de un niño y niña es único, pues las interacciones que da y recibe de las demás personas, en los variados contextos, y la influencia de su ambiente ecológico, modularán un proceso de desarrollo de carácter individual.

En este sentido, las experiencias que viven los niños y niñas durante su crecimiento y desarrollo jugarán un rol crucial en las etapas posteriores de sus vidas, ya que serán la plataforma de despegue para todo lo que va a venir en las siguientes etapas. La interacción temprana con los miembros de la familia y la comunidad, el acceso a los insumos básicos para el crecimiento y el desarrollo, una buena salud, un ambiente estimulante y seguro son algunos de los factores que influenciarán directamente en el desarrollo del cerebro en la infancia, y en algunos casos, podrán marcar cómo éste responderá algunas de estas experiencias en diferentes momentos de la vida.

La integración dinámica entre los factores genéticos y ambientales, por lo tanto, empieza en una etapa muy temprana del desarrollo de un ser humano por lo que las experiencias y los diferentes tipos de ambientes tendrán una fuerte influencia en el plan genético diseñado para el desarrollo cerebral. Aunque durante las próximas etapas del ciclo vital se seguirán construyendo nuevas formas de interacción entre los genes y el ambiente, en la primera infancia eso ocurre de una forma extraordinaria, gracias en parte a la gran plasticidad que tiene el cerebro humano, principalmente en los primeros años de vida, y a la gran susceptibilidad o sensibilidad de algunos circuitos neurales para determinadas experiencias.

2. La plasticidad cerebral, los periodos sensibles en el desarrollo cerebral temprano y la importancia de las experiencias

El cerebro humano es un órgano excepcionalmente plástico, es decir, es muy susceptible a cambiar estructuralmente y/o funcionalmente frente a las experiencias, modificando su estructura, modificando los circuitos neurales existentes o creando nuevos circuitos. El aprendizaje, por ejemplo, es uno de los factores que pone al descubierto esta gran posibilidad que tiene el cerebro humano de modificarse a sí mismo para adaptarse, aprender, adquirir habilidades y responder al ambiente interno y externo. Pero podríamos preguntarnos: “¿Por qué el cerebro se deja modelar?”

El cerebro se deja modelar porque gracias a un espectacular fenómeno que se denomina neuroplasticidad, el sistema nervioso, el cerebro y sus células nerviosas – las neuronas - pueden responder a estímulos intrínsecos y extrínsecos, reorganizarse (estructuralmente, funcionalmente y a nivel de conectividad), formando nuevas conexiones, respondiendo a traumatismos, lesiones, enfermedades u otros factores que impactan desde del ambiente. Es por esta plasticidad del cerebro que logramos adquirir habilidades que vinieron con un potencial genético para desarrollarse, como es el caso del lenguaje oral por ejemplo, pero que necesitan de los estímulos provenientes del ambiente para que a través de experiencias adecuadas finalmente se desarrollen. Estas experiencias las podemos entender como la forma de interacción de una persona con su ambiente, las cuales empiezan en el vientre materno, el primer entorno que tenemos como seres humanos.



En los últimos años de estudios, investigaciones con técnicas más avanzadas fueron revelando un poco más acerca de la plasticidad del cerebro. Ya sabemos que el cerebro crece, se organiza y se desarrolla en función a una orden genética y para ser altamente funcional, se deja influenciar por las experiencias del ambiente. En respeto a esto, la plasticidad juega un rol muy importante: por un lado permite que las experiencias del ambiente ecológico ayuden a cablear y afinar determinados circuitos neurales (como los circuitos de la visión y audición, por ejemplo), haciendo posible que se desarrollen habilidades propias de nuestra especie y dotándonos de herramientas para adaptarnos al entorno. Este tipo de plasticidad se denomina plasticidad expectante de la experiencia, por ello en este contexto, la relación estímulo-tiempo es relevante.

Por otro lado, la plasticidad del cerebro va permitir también que las experiencias individuales construyan nuevos circuitos y aumente la eficacia de conexiones existentes, resultando en aprendizajes más específicos, vinculados a las experiencias propias de un individuo, inmerso en su cultura (como es el caso de lectura, por ejemplo). Este tipo de plasticidad, conocida como plasticidad dependiente de la experiencia, ocurre durante toda la vida, y permite que el ser humano se vaya desarrollando de una forma extraordinaria, y adaptándose a nuevos contextos personales, sociales y culturales.

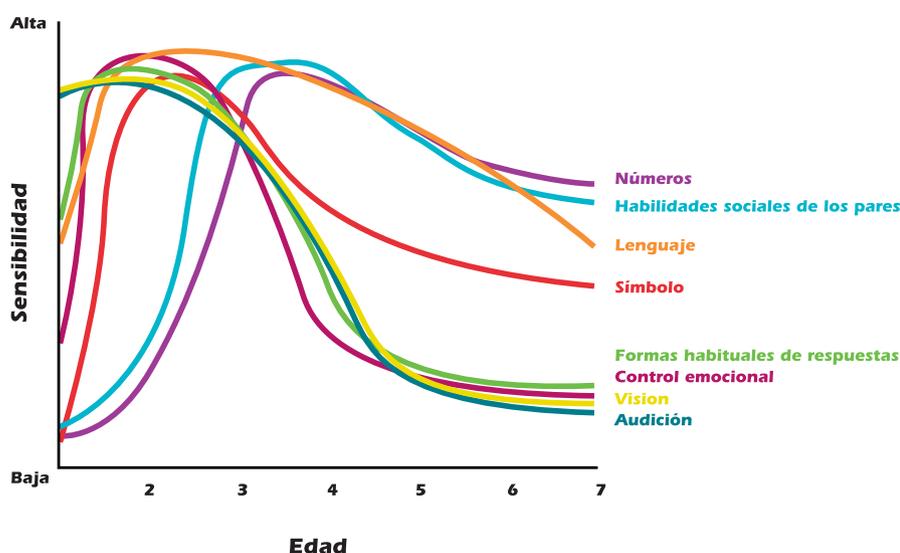
¿Por qué entender la plasticidad del cerebro es de vital importancia para el desarrollo infantil temprano y los programas de atención y educación de la primera infancia?

Entre tantas razones, podemos destacar que en los primeros años de vida el cerebro humano es muy susceptible a las experiencias del ambiente y además las necesita para empezar a funcionar adecuadamente. Este periodo, en el que cerebro pasa por momentos donde las experiencias y el ambiente ejercen mucha influencia en determinadas estructuras y circuitos neurales, lo conocemos como periodos sensibles. Durante estos periodos, los circuitos neurales son más flexibles, más plásticos y más receptivos a la estimulación ambiental.

En estos periodos, no solamente las experiencias y los estímulos cuentan para modificar la arquitectura del cerebro, si no que la ausencia de experiencias o la privación de determinados estímulos (principalmente los relacionadas con la visión, la audición, el lenguaje, el afecto y el movi-

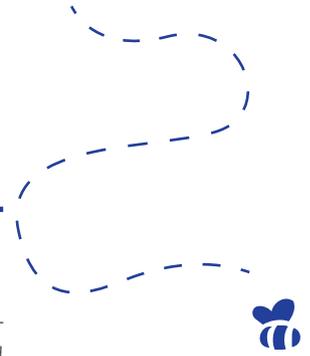
miento) pueden traer serias consecuencias estructurales y funcionales. En este sentido, la frecuencia, intensidad y duración de las experiencias así como la calidad de cada una de ellas importa mucho. Asimismo, un buen estado nutricional y una buena salud, que le permita al niño y niña “sacar provecho a sus experiencias”, van a definir en gran medida, la estructura inicial de la arquitectura cerebral.

Periodos sensibles en el desarrollo cerebral temprano



Cabe resaltar que según el proceso de maduración gradual del sistema nervioso y del cerebro, los circuitos neurales maduran en momentos diferentes, por lo que las investigaciones vienen evidenciando que los periodos sensibles van a variar según los circuitos neurales. Circuitos subcorticales y de nivel elemental empiezan su camino hacia la funcionalidad muy temprano, en el vientre materno, mientras que los circuitos corticales, más complejos, se tomarán más tiempo en madurar. Eso nos lleva a reflexiones importantes:

- Los periodos sensibles para determinadas funciones se da mucho tiempo antes que un niño o niña entre a la escuela, lo que refuerza aún más la importancia de la educación de los padres, del entorno familiar, de los patrones de crianza, del ambiente y del contexto socio-económico y cultural.



- Las primeras experiencias conformarán las bases de las experiencias posteriores, por lo que una experiencia inicial de baja calidad puede provocar serias consecuencias en el desarrollo cerebral.
- El grado de dificultad de las experiencias, o complejidad de los estímulos, deben variar según la maduración progresiva de los circuitos neurales, la edad y el proceso de neurodesarrollo.
- Por la fuerte maleabilidad del cerebro en estos periodos sensibles, es enorme la responsabilidad de los políticos, legisladores, gestores y actores de los programas (escolarizados y no escolarizados) para con los niños y niñas menores de 4 años, de las casas de acogimiento, de los centros de cuidado comunales, de las guarderías y de los orfanatos. Definitivamente las experiencias en estos contextos dejarán profundas huellas.

Con relación al punto anterior mencionado, merece fuerte atención las situaciones de vida de los niños y niñas en su contexto familiar y social, principalmente en ambientes de alta vulnerabilidad social y pobreza. Por un lado, los niños en estos contextos son más propensos a vivir en ambientes que se caracterizan por bajos niveles de atención y estimulación o por diferentes niveles de negligencia. Por otro lado, el acceso a una alimentación con los nutrientes adecuados hace que muchas veces los niños en contextos de pobreza no puedan nutrirse de la mejor manera posible lo que afectará no solo su proceso de desarrollo sino también su cognición, su desarrollo motor, su capacidad de aprender, su memoria.

Frente a estas situaciones, las investigaciones nos van demostrando la necesidad de actuar de forma rápida, para aprovechar la gran capacidad resiliente que pueden construir los niños y niñas gracias a la plasticidad de los circuitos neurales para recablearse. Para ello, un adulto mediador es fundamental para ayudarlos a encontrar este potencial.

De igual forma, se ha confirmado que las experiencias que generan un determinado tipo de estrés, conocido como estrés tóxico, pueden afectar el funcionamiento del cerebro desde temprana edad. Cabe resaltar que las diferentes situaciones del día a día pueden generar un determinado tipo de estrés, que no es negativo para la arquitectura cerebral, más bien es parte de un sistema en perfecto funcionamiento. Podemos identificar tres tipos de estrés: el estrés de tipo positivo (que responde a desafíos

pasajeros, como por ejemplo el primer día de clases), el estrés tolerable (que responde a una situación más difícil pero que son amortiguadas por otras personas que dan el soporte para enfrentarlas) y el estrés tóxico (que responde a una situación mucho más compleja, por largos periodos de tiempo, sin amortiguadores o soporte de otras personas).

Por lo tanto, el estrés tóxico hace referencia a la activación de los sistemas de respuesta del cuerpo al estrés prolongado, frente a situaciones que los niños y niñas no pueden controlar y además, sin la posibilidad de recibir apoyo de un adulto que entienda el riesgo de estas situaciones. En estos casos, se puede observar el aumento de la frecuencia cardiaca, de la presión arterial, de los niveles de cortisol y en casos extremos de una diferenciación en el funcionamiento de los circuitos neurales. Muchas investigaciones demostraron que las experiencias desfavorables durante la infancia -como la violencia familiar, la negligencia, el abuso, el maltrato, drogadicción en la familia, o la depresión de los padres- pueden afectar de manera traumática a un niño, logrando ejercer fuerte influencia en su salud física y mental y provocando este tipo de estrés tóxico que afectará el funcionamiento de su cerebro.

Una de las situaciones reales donde se pudo ver los efectos de los ambientes adversos en el desarrollo cerebral en la infancia, fue la que vivieron varios niños y niñas en los orfanatos de Rumania, donde pasaron la mayor parte de su tiempo echados, hambrientos, sin relaciones interpersonales, sin comunicación, sin juego y atención adecuada debido al alto nivel de negligencia por parte de los adultos cuidadores. Se encontraron niños y niñas entre dos y tres años que no caminaban, no hablaban, no jugaban.



UNICEF Bolivia/2013/Pirozzi



Sus cerebros escaneados (TEP) mostraban bajísima actividad en los lóbulos temporales, responsables de varias habilidades auditivas, lingüísticas y emocionales. Muchos de ellos, aunque adoptados por familias con buenas condiciones, no lograron un desarrollo acorde a la edad cronológica, ya que las experiencias con el estrés tóxico impactaron de forma profunda en su desarrollo, hasta en algunos casos, provocando una contención del desarrollo del cerebro. Se ha confirmado que estar sometido al estrés tóxico durante los primeros años de vida trae efectos negativos para la salud del cuerpo y para el buen funcionamiento cerebral.

3. Salud, nutrición y sueño

Pensar en las condiciones adecuadas para que se de el desarrollo integral de un niño o niña, es pensar también en todos los factores asociados a este proceso y sin duda alguna, la salud es un factor esencial. Durante muchos años hemos pensado en la importancia de la salud de los niños y niñas desde un enfoque de prevención y tratamiento de enfermedades. Actualmente, la neurociencia nos llama la atención para otros aspectos esenciales a ser considerados en el ámbito de la salud. Empecemos por la primera etapa que puede influir directamente en la salud de nuestros niños: la etapa prenatal.

Desde antes del nacimiento, en el vientre materno, los primeros esbozos de una vida saludable empiezan a diseñarse. Como sabemos, la calidad de la salud de la madre va a influir en la salud y en el desarrollo de su hijo. Es en este momento que cobra sentido un programa preventivo para el buen comienzo de la vida de un niño o niña.

La educación prenatal, por ejemplo, va más allá de la estimulación prenatal: considera una adecuada formación de la madre gestante en lo que se refiere a su salud física y mental, además de informarle acerca de todas las conductas de riesgo que debe evitar para dar el soporte apropiado al desarrollo de su hijo, como el uso del tabaco, del alcohol, una dieta inadecuada, la hipertensión, la obesidad, las situaciones de violencia y de estrés tóxico, entre otras. Veamos a continuación algunos de estos factores que pueden ser disruptivos:

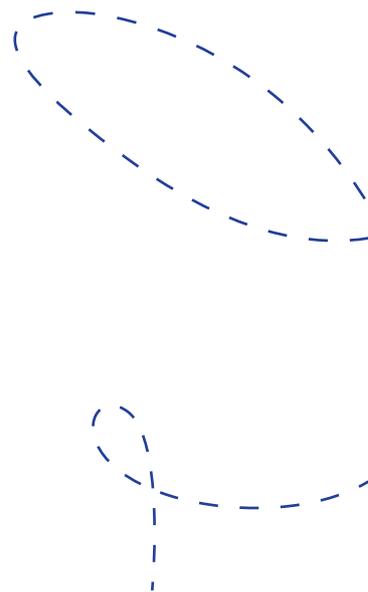
-
- Sustancias que pueden pasar la barrera placentaria: nutrientes de la madre, vacunas, droga, vitaminas, alcohol, etc.
 - Influencias del entorno uterino: edad y estado nutricional de la madre, rayos X, enfermedades y desórdenes maternos, herpes genital, enfermedades virales, factor RH negativo en la sangre, estado emocional de la madre, edad y desórdenes del tipo genético del padre, transmisión de virus del padre y madre, salud paterna.

Asimismo, es de vital importancia para el estado de salud inicial de un niño o niña, que la madre pueda entender que su comportamiento, desde la etapa prenatal puede modificar el proceso de desarrollo cerebral planificado genéticamente. El acceso a cuidados y programas con acompañamiento médico especializado, la educación parental, y principalmente la oportunidad de formación que puedan brindar los programas prenatales a las mujeres gestantes, impactarán en la salud y en el desarrollo cerebral de su bebé.

Para la etapa perinatal, el componente salud es indispensable, ya que las condiciones de nacimiento de un niño o niña van a traer diferentes consecuencias en su vida. La facilidad o dificultad con la cual nace un bebé, la rapidez con la que empieza a respirar, la efectividad del médico obstetra, pueden afectar significativamente la salud y el proceso de desarrollo cerebral.

El cerebro sigue creciendo y desarrollándose después del nacimiento. Las experiencias, los estímulos, las exigencias y desafíos crean nuevas conexiones neurales, refuerzan las existentes, fortalecen y construyen los nuevos circuitos. En este sentido, es importante informar a las madres gestantes sobre el impacto de los ambientes y experiencias que generan estrés tóxico, informarles de las consecuencias del maltrato, de la falta de atención y de la negligencia, y como estos factores pueden alterar el desarrollo cerebral de su bebé. Además, es necesario motivarla a la interacción cara-cara con su bebé, a que planifique y viva espontáneamente experiencias de vínculo y apego, que le hable, le cante, le haga caricias. Esa diada que formarán es de vital relevancia para la organización inicial de la arquitectura del cerebro.

Según la Organización Mundial de Salud (OMS), la salud es un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de



enfermedades. La salud de un niño o niña empieza en el vientre materno, y los primeros años de vida toman mucho significado para el proceso de desarrollo integral. En este sentido, en los programas de AEPI varios componentes esenciales para la salud de los niños y niñas deben ser contemplados, por lo que se sugiere que se preste la debida atención a algunos factores de alta relevancia:

- Entornos saludables, con disponibilidad de agua, desagüe y manejo de excretas;
- Campañas de vacunación;
- Acciones específicas con las familias y comunidades para la promoción de la salud;
- Prevención de enfermedades;
- Desarrollo de acciones de control del crecimiento y desarrollo infantil;
- Construcción conjunta con la familia de conductas que promuevan buenos hábitos de higiene y el cuidado de la salud;
- Atención médica integral, entre otros.

Asimismo, un aspecto a ser considerado es la conformación de servicios en la comunidad que promuevan la salud y el bienestar de los niños y niñas, principalmente de aquellos más vulnerables, o de los que tienen algún tipo de necesidad especial. Crear un programa de intervención para niños y niñas que sufran maltrato físico, verbal o psicológico, o que tienen situaciones de riesgo en casa, como el uso de drogas o alcohol por parte de los padres, violencia intrafamiliar, maltrato o negligencia, sería una decisión acertada para disminuir el impacto de las adversidades de los contextos sociales en la salud mental y física del infante. Las intervenciones oportunas durante el desarrollo infantil temprano podrán marcar la diferencia en la calidad de vida posterior de los niños y niñas.

Otro factor de suma importancia a tener en cuenta en el desarrollo y maduración cerebral es la nutrición. El cerebro de los niños requiere de determinados nutrientes, además del agua, glucosa, sal, entre otros, para cumplir con funciones esenciales como la neurotransmisión y la neurogénesis, así como para protegerse contra el estrés tóxico. Con ello se logra maximizar el potencial cognitivo de las siguientes etapas del desarrollo cerebral.

Cabe resaltar que, indiscutiblemente, el alimento más completo y rico en todos los aspectos para los bebés es la leche materna. Investigaciones realizadas han demostrado que los ácidos grasos encontrados en la leche materna son ideales para el desarrollo del sistema nervioso, además de poseer cualidad inmunitaria y psicológica.

Recientes investigaciones en neurociencia demostraron que la alimentación tiene relación directa con el desarrollo y funcionamiento cerebral. El estado nutricional de un niño, por ejemplo, afecta su memoria relacional, sus niveles de atención, su comportamiento, la cognición, entre otros.

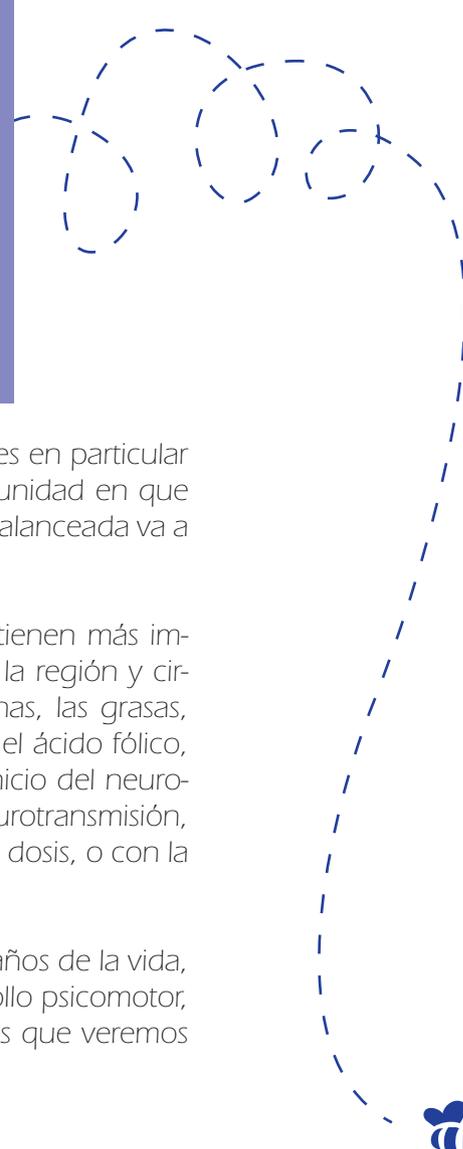


UNICEF Bolivia/2013/Pirozzi

Durante el desarrollo cerebral temprano, algunos nutrientes en particular afectan el proceso, por lo que el tiempo, la dosis y oportunidad en que estos nutrientes ingresan por medio de una alimentación balanceada va a marcar la diferencia en el desarrollo cerebral.

Existen ciertos nutrientes que ejercen mayor influencia y tienen más impacto en el cerebro que otros, dependiendo también de la región y circuitos neurales que afectan. Entre estos, están las proteínas, las grasas, el hierro, el zinc, el yodo, el selenio, la vitamina A, colina, el ácido fólico, entre otros. Mecanismos celulares que ocurren desde el inicio del neurodesarrollo, como la sinaptogénesis, la mielinización, la neurotransmisión, tienen relación directa con la sincronización del tiempo y la dosis, o con la deficiencia de estos nutrientes.

Por otro lado, los estados de desnutrición en los primeros años de la vida, pueden llevar a la disminución del crecimiento, del desarrollo psicomotor, de la capacidad de aprendizaje, entre otras consecuencias que veremos de forma resumida a continuación:



- **HIERRO:** déficits en hierro conllevan a problemas en la concentración y la disminución de la memoria. Además, trastornos de atención e hiperactividad se acompañan frecuentemente con niveles de hierro de depósitos bajos. Afecta el crecimiento y el desarrollo cerebral.
- **ZINC:** la deficiencia de Zinc puede alterar el desarrollo cognitivo por disminución de atención y actividad motora.
- **YODO:** la deficiencia conlleva a un retraso del crecimiento y de la función mental. Se observa además, bajo rendimiento escolar.
- **VITAMINA A:** juega un papel en memoria, en el aprendizaje y en el mantenimiento de la visión

Una buena alimentación, con una nutrición adecuada se relaciona tanto con los alimentos esenciales para la salud y el desarrollo infantil, en la dosis apropiada, como con la educación alimentaria, puesto que no todo de lo que se alimentan los niños y niñas es bueno para su salud y su cerebro, como por ejemplo, alimentos con alto nivel de azúcar refinado, las grasas saturadas que se encuentran en las frituras, los aditivos químicos como colorantes, preservantes, aromatizantes de las golosinas.

Otro aporte esencial de la neurociencia al desarrollo infantil está relacionado con la cantidad y calidad del sueño. Se solía pensar que el sueño era un momento en el que el cerebro se tomaba un descanso, disminuyendo su actividad. En realidad, algunas partes de nuestro cerebro son más activas durante el sueño que cuando estamos despiertos, por lo que el sueño no debe considerarse como simplemente un período de descanso, sino también como un momento para un proceso cognitivo en el cual las actividades de ciertas regiones cerebrales desempeñan un papel decisivo en el aprendizaje y la memoria lo largo de la vida.

Los aprendizajes aunque mediados principalmente por factores ambientales, tienen efectos directos en la consolidación estructural y funcional del cerebro. En este sentido, el sueño es considerado un agente importante tanto para el desarrollo y funcionamiento del cerebro cuanto para el afianzamiento de aprendizajes, ya de carácter bioquímico. La consolidación de la memoria de largo plazo se realiza cuando el cerebro pasa por el sueño profundo (REM) y esto se da desde la primera infancia.

Al igual que la nutrición, el sueño también afecta nuestro organismo y nuestra calidad de vida, dado que la falta de sueño afecta el funcionamiento de la circulación, aumentando el riesgo de infarto y todas las enfermedades del corazón, aumenta la presión sanguínea, el riesgo de diabetes, derrame cerebral, etc. Específicamente en cuanto al funcionamiento cerebral y nuestras funciones mentales, la falta de sueño disminuye la memoria, la atención, nos hace tomar peores decisiones y hace que seamos más propensos a sufrir de depresión y que seamos más lentos en reaccionar. Así, no es de sorprender que un niño que no duerme adecuadamente no sea capaz de aprender adecuadamente, dado que se ha comprobado que durante el sueño profundo se consolidan los aprendizajes y se procesan las experiencias del día.

Aunque es importante entender que los niños pequeños necesitan dormir más horas que los adultos, la cantidad de sueño estará relacionada a las necesidades individuales de cada niño y niña. En las investigaciones acerca del sueño, se pueden llegar a algunas conclusiones con relación al número de horas de sueño (entre sueño nocturno y siestas) durante las 24 horas del día, que no son una regla sino unos lineamientos de referencia:

- Niños y niñas entre 6 y 12 meses: 14 a 15 horas de sueño por día, con dos o tres siestas por la mañana y tarde;
- Niños y niñas entre 1 y 2 años de edad: de 12 a 14 horas de sueño por día, con dos siestas por la mañana y tarde.
- Niños y niñas de 3 a 6 años: de 10 a 12 horas de sueño por día. Los más pequeños con una siesta, normalmente por la tarde, y los mayores de 4 años van perdiendo la necesidad de siesta.

Asimismo, es importante resaltar aspectos vinculados con la higiene del sueño, como un ambiente ventilado, libre de “ruidos sensoriales”, en oscuridad y silencio. Para los niños y niñas, además, se sugiere crear una rutina o ritual para la hora de dormir, conservando los horarios y las actividades previas. El sueño óptimo prepara al infante para aprender cuando despierto, y después de que el aprendizaje ha ocurrido durante la vigilia, los procesos centrales de memoria siguen durante el sueño, en demostración que el cerebro sigue trabajando mientras dormimos.

En los programas de AEPI, es muy importante que se consideren las necesidades de sueño de los niños y niñas en las diferentes etapas en que se



encuentran. Dormir para un niño o niña que lo necesita es tan importante que estar alerta jugando. La cantidad de tiempo que necesita dormir un niño o niña puede estar vinculada a varios factores, entre ellos fisiológico, necesidad de descanso, o nutricional, por tener déficit en algún nutriente o estar por momentos muy prolongados de ayuno. Es en este momento que el adulto responsable debe identificar las diferentes situaciones y necesidades de manera individual.

4. El neurodesarrollo, las dimensiones del desarrollo y la graduación de las actividades

Durante muchos años, diferentes ciencias intentaron entender cómo se desarrolla el sistema nervioso y qué factores influyen en este proceso. Los estudios en modelos animales fueron permitiendo, desde hace muchos años, un mejor conocimiento referente a este complejo proceso, que a pesar de las variables entre las diferentes especies, ha conservado un patrón común de organización, crecimiento y desarrollo. Se pudo evidenciar, entre tantos elementos, procesos básicos de desarrollo embrionario, eventos controlados por la programación genética, diferenciación celular, funciones de las regiones cerebrales, entre otros aspectos. En la actualidad, la neurociencia, a través de técnicas avanzadas de neuroimágenes, va desvelando este complejo y maravilloso proceso en el ser humano, desde el vientre materno.



El proceso de neurodesarrollo empieza muy temprano en el vientre materno y es resultado de una interacción dinámica entre factores genéticos y ambientales. En los primeros años de vida, las experiencias que vive cada niño y niña afectan de una forma u otra este complejo proceso.

Podemos definir neurodesarrollo como un proceso dinámico, multifacético y multidimensional, relacionado al crecimiento y desarrollo del sistema nervioso central y del cerebro. Es fruto de la interacción entre genética y ambiente. Involucra muchos factores y afecta directamente el comportamiento del ser humano.

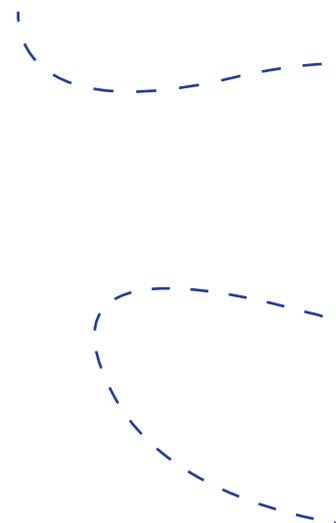
Cuando estudiamos el proceso de neurodesarrollo, vemos que el cerebro es el único órgano del cuerpo que necesita mucho tiempo para crecer y desarrollarse, pasando por cambios anatómicos y funcionales sorprendentes desde la etapa prenatal hasta la adultez temprana, lo que permite la construcción de una arquitectura cerebral incomparable.

Este fantástico, enigmático y complejo proceso es la enorme demostración de un órgano que construye a un organismo y se construye a sí mismo. Esta construcción empieza tan solo tres semanas después de la concepción, cuando la gran mayoría de las mamás aún no sabe que tiene una nueva vida en su vientre. ¿Y cual es el camino que sigue?

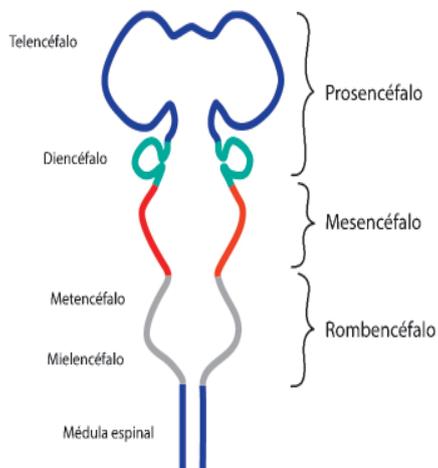
Para empezar, el sistema nervioso central se origina en una lámina repleta de células, llamada placa neural, en la superficie dorsal del embrión. Posteriormente, esta placa se repliega sobre sí misma, formando un surco que, a medida que el desarrollo prosigue, se va haciendo más profundo, con lo cual se cierran las paredes que lo componen y se origina un tubo, conocido como tubo neural. De esta estructura preparatoria, la médula espinal y el cerebro comenzarán a desarrollarse, y se hará evidente la funcionalidad de este sistema nervioso primitivo cuando en pocas semanas del desarrollo prenatal, este sistema aún inmaduro sea capaz de coordinar el desarrollo de los demás órganos, permitiendo, en muy poco tiempo, que los ansiosos papás escuchen por primera vez los latidos del corazón de su bebé.

A medida que pasan las semanas, el sistema nervioso va desarrollándose gracias a unos mecanismos que involucran, entre otros, la neurogénesis (nacimiento) de las células que lo conformarán, la proliferación (multiplicación) de las mismas y su migración (viaje que hacen estas células) hasta las zonas estables del sistema, donde finalmente se ubicarán.

A medida que las células siguen proliferándose, el volumen del cerebro va aumentando. Desde la parte superior del tubo neural, empiezan a surgir tres protuberancias (prosencefalo, mesencefalo y rombencefalo) que se



convertirán en poco tiempo en las diferentes partes del cerebro, mientras que la parte inferior formará la médula espinal.



El desarrollo del sistema nervioso y del cerebro obedece a una programación genética que tiene unos principios básicos de organización, lo que nos permite tener conocimiento de la secuencia fabulosa de los sucesos que ocurren durante el desarrollo cerebral en el feto, como por ejemplo, la transformación de las tres protuberancias iniciales (prosencéfalo, mesencéfalo y rombencéfalo) en cinco vesículas (telencéfalo, diencefalo, mesencéfalo, metencéfalo y mielencéfalo) y, luego, estas, en nuevas estructuras que conformarán las diferentes partes del cerebro con todos sus componentes esenciales.

Observando las estructuras iniciales más bajas del sistema nervioso, encontramos a la médula espinal, que conecta el encéfalo (cerebro) con otras zonas del cuerpo; además, recibe y procesa información sensorial de la piel, articulaciones y músculos, y controla el movimiento de las extremidades y el tronco.

Sobre la médula espinal encontramos al rombencéfalo, el cual se divide en dos vesículas: mielencéfalo y metencéfalo. Ambas abrigarán a zonas esenciales para la vida y la supervivencia. En el mielencéfalo tenemos al bulbo raquídeo, que conecta al encéfalo con la médula espinal. Incluye varios centros responsables de funciones autónomas vitales.

En el metencéfalo se forma la protuberancia anular, que sirve como puente entre cerebelo, bulbo y cerebro, conduciendo información sobre el movimiento desde los hemisferios hasta el cerebelo. A su vez, el cerebelo coordina y modifica la actividad resultante de los impulsos y órdenes enviados desde el cerebro, modula la fuerza y disposición del movimiento y está implicado en el aprendizaje de habilidades motoras y en la memoria.

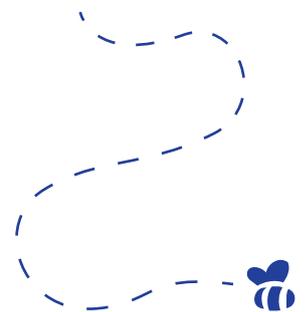
A continuación se encuentra el mesencéfalo, que controla muchas funciones sensoriales y motoras (movimientos oculares y coordinación de reflejos visuales y auditivos), también es una estación de relevo para señales auditivas y visuales.

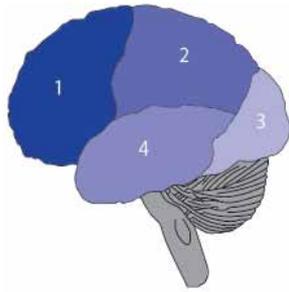
Finalmente encontramos al prosencéfalo. Este se divide en dos nuevas vesículas: telencéfalo y diencefalo, las cuales darán origen a estructuras esenciales que tienen funciones de gran importancia.

Del diencefalo emergerán estructuras como el tálamo y el hipotálamo. El tálamo es conocido como la principal estación de relevo para la información sensorial que va destinada a la corteza cerebral. También tiene otras funciones relacionadas con el movimiento, el comportamiento emocional, el aprendizaje y la memoria. El hipotálamo, constituido por un conjunto de núcleos bastante complejo, se encarga de regular el funcionamiento homeostático del organismo; participa de la regulación y liberación de hormonas e influye de manera significativa en la conducta, pues está involucrado con la sed, el hambre y los patrones de sueño.

El telencéfalo va a constituir un conjunto de estructuras que marcarán la diferencia entre nuestra especie y cualquier otra especie en la tierra. Nos dotará de inteligencia, nos proporcionará la capacidad de hablar, de sentir, de aprender, de recordar, de realizar movimientos y de amar. Algunas de estas estructuras son el hipocampo (que entre tantas funciones participa en la formación de las memorias) y los ganglios basales, estructura involucrada con el aprendizaje y de gran importancia para el control cognitivo de un movimiento. Además, encontraremos al sistema límbico, constituido por varias estructuras, entre ellas la amígdala, relacionada con las emociones, el comportamiento social e incluso la supervivencia, pues integra información del medio interno y externo.

La estructura que se forma más tardíamente a partir del prosencéfalo es la corteza cerebral. Aunque empiece a desarrollarse aproximadamente en la octava semana de gestación, su proceso de maduración es gradual y sigue durante muchos años después del nacimiento. Es responsable de las habilidades más nobles y refinadas, únicas en el ser humano. Se ocupa del funcionamiento cognitivo y posee un enorme número de células nerviosas. Tiene zonas específicas denominadas lóbulos, ubicados en los dos hemisferios cerebrales. Los primeros que emergen son los lóbulos frontales, seguidos por los lóbulos parietales, temporales y occipitales.





Entre las variadas responsabilidades y funciones que tienen los lóbulos, podemos mencionar las siguientes:

- Lóbulos frontales: pensamiento, planeamiento, decisión, juicio, creatividad, resolución de problemas, comportamiento, valores, hábitos. Es altamente ejecutivo.
- Lóbulos parietales: información sensorial (tacto, dolor, gusto, presión, temperatura), datos espaciales, verbales y físicos.
- Lóbulos occipitales: información visual.
- Lóbulos temporales: audición (tono e intensidad del sonido), lenguaje, memoria y emoción.

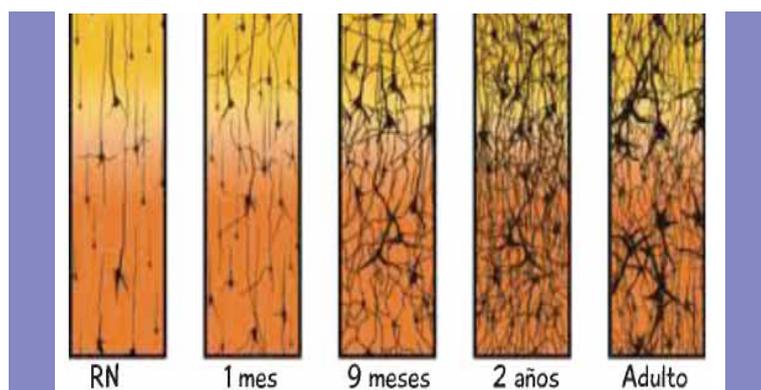
En resumen, todas las regiones del cerebro tienen su origen en la etapa prenatal, y las funciones que desempeñan se fortalecen a partir de las conexiones que se van estableciendo entre las células que las componen. A tan solo veinte semanas de gestación, el sistema nervioso y el cerebro han pasado por sorprendentes transformaciones morfológicas, y en un abrir y cerrar de ojos, su estructura básica ya está conformada; asimismo, varias zonas empiezan a trabajar en circuitos para gerenciar algunas funciones especiales, como por ejemplo la audición y la visión.

Al nacer, el cerebro de un bebé pesa aproximadamente la cuarta parte de lo que llegará a pesar cuando sea un adulto, y esto gracias a todo lo que ha sucedido dentro del vientre materno. Pero el nacimiento, en sí, también es un momento especial para el cerebro del bebé: por un lado está el logro de todo el proceso de crecimiento y desarrollo que le permitió tener las condiciones para llegar al nacimiento y enfrentar el nuevo entorno, y, por otro lado, la fragilidad del momento. La facilidad o dificultad con la cual nace un bebé, la rapidez con la que empieza a respirar, la efectividad del médico obstetra, pueden afectar significativamente el proceso de desarrollo cerebral. Interrupciones en el proceso de oxigenación del cerebro pueden ser cruciales y causar daños cerebrales en diferentes grados.

Para la etapa posnatal, ya podemos observar aspectos importantes que van perfilando el desarrollo infantil, como algunas características anatómicas, funcionales y sensoriales que reflejan el nivel de desarrollo del sistema nervioso del neonato.

Para el momento del nacimiento, el cerebro ya tiene un número formidable de neuronas, pero las conexiones entre ellas aún no están completamente establecidas. Para que las conexiones neuronales –o sinapsis– se lleven a cabo, el cerebro necesitará trabajar duro: requerirá de mayor input sensorial y de la interacción humana directa y con el medio físico y social para así construir una red neuronal compleja, donde millares de circuitos aprenderán sus funciones, en su mayoría, para toda una vida.

Esta enorme red de conexiones es resultado de una exuberancia sináptica, que luego con el avance del proceso de neurodesarrollo, la muerte celular programada ayudará a optimizar los circuitos. Los circuitos formados serán responsables del procesamiento de la información, del desarrollo de funciones y de generar una enorme variedad de habilidades y conductas relacionadas a las áreas que van adquiriendo un determinado grado de madurez.



Los estudios de Diamond (1999), revelaron que en la primera infancia la red neuronal se conforma de manera extraordinaria y que el ambiente, y todo lo que proviene de él, juegan un papel crucial en el desarrollo del cerebro y en la construcción de los aprendizajes.

Durante el primer año de vida, el cerebro triplica su peso, como demostración de normalidad en los procesos cruciales para todo ser humano: crecimiento (aumento de la masa celular) y desarrollo (especialización celular). En el segundo año adquiere $\frac{3}{4}$ de su peso total y al tercer año de vida presenta una actividad nerviosa dos veces más significativa que la de un adulto. Las investigaciones realizadas por diferentes neurocientíficos demostraron que el cerebro realiza 1.8 millones de nuevas sinapsis por

segundo entre los dos meses de gestación y los dos años de edad y RN 1 mes 9 meses 2 años Adulto el 83% del crecimiento dendrítico ocurre después del nacimiento.

La densidad sináptica aumenta magistralmente no por incremento de nuevas neuronas, sino por el crecimiento de las dendritas y el aumento de las conexiones entre las neuronas. La energía vital, los primeros pasos, las primeras palabras y frases, las travesuras, la exploración, el descubrimiento, las habilidades físicas, sociales y emocionales que a cada día son más significativas, son la confirmación visible de un cerebro en constante desarrollo.

Varios estudios concluyeron que en los primeros años de vida el número de sinapsis y la plasticidad cerebral son exuberantes pues, a diferencia del cuerpo, el cerebro no añade tantas células después del nacimiento, y sí, hace crecer las prolongaciones de las mismas provocando un sistema de comunicación fenomenal.

Durante el proceso de neurodesarrollo, se observa el desarrollo paulatino de habilidades, capacidades, comportamientos, todo gracias a la mielinización de las fibras nerviosas. La mielinización, proceso por el cual el axón es recubierto por una lipoproteína llamada mielina, que le permite entre otras cosas, mayor conductibilidad de la información, va a permitir que los diferentes circuitos nerviosos mielinizados alcancen niveles superiores de funcionalidad, llevando al ser humano a etapas cada vez más notorias de madurez.

Este proceso de mielinización de los circuitos nerviosos, que empieza en el vientre materno, va a tomar por lo menos dos décadas de nuestras vidas para alcanzar funcionalidad óptima de las diferentes estructuras en nuestro cerebro, entre ellas, los lóbulos frontales, responsables de muchas habilidades y funciones ejecutivas y comportamientos. En este sentido, la maduración que se va alcanzando durante el proceso de neurodesarrollo va permitiendo el despertar de muchas habilidades que conformarán las seis dimensiones básicas del desarrollo humano: sensorial, emocional, motora, social, moral y cognitiva.

Aunque estas seis grandes dimensiones poseen características y habilidades propias, se relacionan entre sí para generar conductas y competencias más complejas y precisas. Las habilidades de cada una de estas dimensiones se encuentran ligadas a estructuras y circuitos nerviosos que se encar-

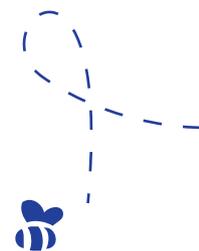
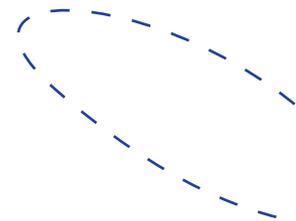
gan de su funcionalidad (por ejemplo, una de las áreas responsables de la producción de lenguaje se encuentra en el área cerebral denominada Broca, en el lóbulo frontal). Si bien cada dimensión tiene sus respectivas habilidades y capacidades, por la interdependencia entre ellas, las dimensiones necesitan relacionarse para formar habilidades y cualidades más complejas, por lo que por ejemplo, en muchas ocasiones hablamos de habilidades socioemocionales, sensoriomotoras o sociocognitivas.

En la primera infancia, presenciamos el despertar de las seis dimensiones del desarrollo humano, donde la hoja de ruta la pone el proceso de neurodesarrollo. Para los programas de desarrollo infantil temprano es de vital importancia, por lo tanto, que las actividades a ser realizadas con los niños y niñas estén programadas en función a dos pilares: el primero, en función al proceso de neurodesarrollo, donde se respete la maduración de determinados circuitos nerviosos, y las experiencias sean para potenciarlos y no sobreestimularlos. Lo segundo, que las oportunidades de aprendizaje y desarrollo se den de forma armoniosa entre las seis dimensiones, puesto que el énfasis en una dimensión en detrimento a las otras no responderá al correcto proceso de desarrollo.

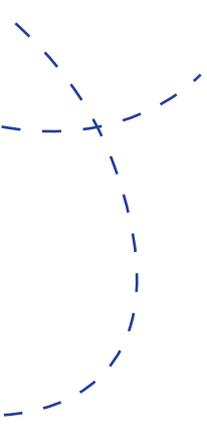
Si reflexionamos un poco sobre estas dimensiones, vamos a encontrar que desde los momentos iniciales del neurodesarrollo, y tan notorios desde los primeros momentos de vida, las dimensiones sensorial, motora y emocional se hacen sentir.

A través de los sentidos, los niños y niñas empiezan a descubrir el mundo y construir conocimiento. A partir de la visión, tacto, audición, gusto y olfato, van aprendiendo a reconocer los atributos de los objetos, por ejemplo, el calor de la mano de papá, o la suave voz de mamá. Todas las actividades, juegos y objetos a los que están expuestos los niños y niñas en la primera infancia, desde la dimensión sensorial y sus diversas capacidades, van construyendo información esencial para las demás dimensiones, principalmente la cognitiva, pues como bien dijo Aristóteles, no hay nada en la mente que no haya entrado por los sentidos. La organización de los recursos y la planificación de actividades sensoriperceptivas deben estar presentes en los programas para el desarrollo infantil temprano.

Desde el vientre materno, el movimiento es parte de la vida del ser humano: desde los primeros movimientos reflejos hasta los movimientos más refinados, como la prensión pinza, vemos el proceso de mielinización



provocando la madurez de los diferentes niveles de control motor que conforman la dimensión motora en nuestros niños y niñas. Conforme van creciendo, los movimientos se van haciendo más complejos y minuciosos, y permiten que los niños y niñas exploren con su cuerpo el mundo que los rodea o agarre un lápiz y escriba su nombre. Es de vital importancia, por lo tanto, que el movimiento sea parte de la vida y desarrollo de nuestros niños y niñas, pues son las actividades motrices que realizan las que afianzan y fortalecen la dimensión motora. Es de alta relevancia que los niños se desenvuelvan en ambientes que les ofrezcan diversas actividades con el fin de que fortalezcan su capacidad física. Además, los estudios van identificando la importancia del movimiento y de los ejercicios físicos para el desarrollo y funcionalidad adecuados del cerebro.



La dimensión emocional, de vital importancia para los seres humanos, se compone de sentimientos y emociones, así como de las habilidades para identificarlas, regularlas y expresarlas. Las emociones influyen fuertemente en las demás dimensiones, como en el caso de la cognición y el comportamiento social. Cuando un niño o niña nace, trae consigo una manera de reaccionar y responder al mundo, llamada temperamento, donde sus emociones básicas afloran frente a las distintas situaciones que vive. Sin embargo, conforme va creciendo, dependiendo de las experiencias que afronte y de la capacidad de autorregularse, su manera de vivir las emociones y comportarse se van modificando.

Los estudios en neurociencia afectiva o emocional, vienen demostrando que es esencial considerar el mundo emocional de los niños y niñas, educar sus emociones, hacer con que entiendan qué, cuándo, cómo y por qué sienten determinadas emociones. Además, es importante cuidar el ambiente emocional donde crecen y se desarrollan los niños y niñas, tanto en el hogar como en el centro de educación, cuidando los patrones de crianza y los ejemplos que tiene de comportamiento, ya que un buen porcentaje de las emociones que sentimos son sociales, o sea, son aprendidas del contexto social y cultural. Asimismo, desde hace pocos años, la neurociencia comienza a investigar el valor del vínculo, o el impacto del apego en el desarrollo cerebral infantil, que va dejando, entre otras evidencias, que a mayor nivel de apego menor la presencia de estrés tóxico, y mejores condiciones de desarrollo emocional en los niños y niñas.

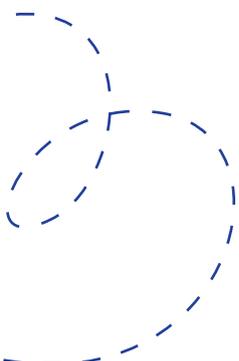
Desde la infancia más temprana, la dimensión social permite la expresión del pensamiento, del conocimiento, de las emociones y sentimientos desde

distintas formas de comportamiento. Al crecer, los intentos por comunicarse con el entorno social y relacionarse con las personas que lo conforman se van haciendo más elaborados y precisos, así como sus capacidades de entender los sentimientos, pensamientos y comportamientos de los demás. Aunque en la primera infancia recién se despiertan habilidades sociales como la empatía, la cognición social se va desarrollando gracias a la presencia de los demás. Somos seres sociales, por lo que es en el entorno social que aprendemos y desarrollamos habilidades sociales. Con el avanzar del proceso de neurodesarrollo, diferentes circuitos prefrontales comienzan a asumir el rol de inhibir las respuestas de los circuitos subcorticales, facilitando así la autorregulación social y prosocial, indispensables para vivir en sociedad. Por ello, un ambiente en donde los padres o cuidadores no solo enseñen sino que también se comporten de un modo asertivo, mostrando habilidades sociales adecuadas y autorregulación, debe ser uno de los factores de influencia a ser considerados en las etapas iniciales del neurodesarrollo.

Las habilidades que tienen las personas para razonar, analizar y solucionar problemas, pensar desde diferentes perspectivas, planificar el futuro, resolver situaciones complejas, controlarse, o ser flexibles, por ejemplo, forman parte de la dimensión cognitiva. Aunque durante muchos años viene siendo la dimensión más conocida y estimulada por padres y educadores, los aportes que viene haciendo la neurociencia en este aspecto es de suma importancia.

El desarrollo cognitivo, que empieza en la infancia, permite al niño y niña desarrollar un número muy grande de capacidades y habilidades, adquirir y consolidar conocimiento. Vamos entendiendo que el despertar y fortalecimiento del área cognitiva se debe a muchos factores, entre ellos:

- la relación que establece el niño o niña con los objetos de su entorno, donde podrá entender relaciones de causa y efecto, de espacialidad y temporalidad, entre otras, y aprender sus atributos y funciones;
- la frecuencia, intensidad, duración y oportunidad de vivir y repetir experiencias que generan posibilidad de desarrollar habilidades como resolver problemas, mantener la atención, clasificar, secuenciar, seriar, inferir, entre otras;
- la imitación, que es una poderosa vía de aprendizaje, que permite entre tantas cosas, aprender de forma no tan estructurada diferentes conocimientos, normas y valores culturales, aprender el idioma materno, las expresiones faciales de las emociones, algunos comportamientos y procedimientos para cumplir una tarea o llegar a una meta.

- 
- la relación que establece el niño y niña con los adultos y los pares que se encuentran en los ambientes de aprendizaje. El soporte o andamiaje que pueden hacer los adultos para que los niños y niñas avancen en su desarrollo cognitivo tiene un impacto muy positivo, pues baja los niveles de estrés, se crea un contexto socioemocional favorable y un ambiente estimulante para aprender;
 - la exploración y el descubrimiento, que son habilidades naturales de los niños y niñas, pues nacen con las ganas de aprender del mundo y de las personas que los rodean.



En lo que se refiere a la dimensión cognitiva, vale la pena resaltar las investigaciones actuales en el campo de las funciones ejecutivas, entre ellas, la memoria de trabajo, la flexibilidad cognitiva y el control inhibitorio. Estas investigaciones nos revelan lo importante que es para el futuro desempeño de un niño y niña en la escuela, y fuera de ella, que él o ella puedan tener desarrolladas y fortalecidas estas funciones que, aunque lograrán mayor funcionalidad décadas más tarde, se despiertan y empiezan a estructurarse en los primeros años de vida.

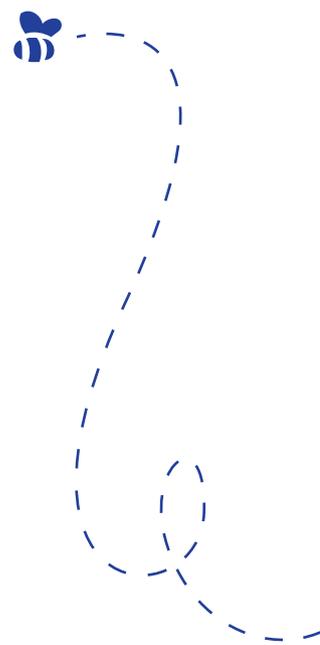
Si pensamos en la dimensión moral, automáticamente vienen a nuestras mentes algunas preguntas: ¿Qué es lo que permite que las personas vivan en sociedad? ¿Qué es lo que nos permite diferenciar el bien del mal para conducir adecuadamente nuestros pensamientos y acciones? Todos los valores, principios, códigos de conducta y reglas internas guían a los individuos hacia un comportamiento, que permite que las demás personas vivan en armonía. El componente del desarrollo humano que reúne todos estos elementos es la moral. Para su adecuado desarrollo, se deben fortalecer las bases en la primera infancia, haciendo posible que los niños aprendan desde modelos de comportamiento adecuados, pequeñas conductas que poco a poco, se transformarán hasta llegar al complejo razonamiento moral. Actualmente, estudios en neurociencia vienen evidenciando que a diferencia de lo que se pensaba anteriormente, bebés preverbales pueden dar indicios de pensamiento moral, identificando buenas y malas acciones. En este sentido, para el desarrollo de esta dimensión es esencial el ejemplo de los demás, ya que los niños y niñas nacen con la materia prima para el desarrollo moral y a partir de las experiencias en su contexto sociocultural, del ejemplo que tienen en las personas que están a su alrededor, van desarrollando la conciencia de las normas, el juicio moral y el sentido de moralidad. Las investigaciones han demostrado que la empatía

y la reciprocidad son dos grandes pilares que sustentan la dimensión moral. Aunque el aprendizaje de principios morales requiere de un proceso de neurodesarrollo más avanzado, es en la primera infancia que ponemos la base para este aprendizaje, cuando los niños y niñas van entendiendo qué piensa y siente los demás, van disminuyendo la egocentricidad y buscando la equidad, practicando así las habilidades de su cerebro moral.

Sin duda alguna, cuando empezamos a estudiar más profundamente todas las dimensiones del desarrollo humano, y relacionamos el despertar de las habilidades que componen cada una de estas dimensiones con el complejo proceso de neurodesarrollo, nos corresponde entender que la planificación de actividades en los programas de desarrollo infantil temprano es tan importante como permitir que un niño o niña tenga alimento adecuado en el momento adecuado. Planificar las acciones que contemplen momentos de enseñanza y aprendizaje de habilidades de las seis dimensiones, en función a esta maduración gradual del cerebro, es colocar en papeles la interacción dinámica entre los factores genéticos, ambientales y las experiencias.

Sin duda alguna, el juego tiene muchísima importancia para el desarrollo cerebral del niño. Mediante el juego, los niños aprenden a crear y respetar reglas sociales, practican conductas prosociales y habilidades cognitivas (memoria, atención, resolución de problemas, entre tantas otras destrezas), experimentan diferentes sensaciones, toman decisiones, se ponen en el lugar del otro, juegan otros roles, entre tantas otras cosas. Asimismo, mediante el juego se configuran redes sociales de amistad y apoyo; relaciones seguras y positivas, lo que impacta en su desarrollo social y emocional. Tienen las pautas para aprender a regular su propio comportamiento: en un principio son heterorregulados (es decir, los adultos les dicen qué hacer, cómo comportarse y cómo encontrar el equilibrio), luego mediante el juego se puede avanzar hacia la corregulación (mediante la interacción con los pares que se ayudan a regular) y cuando esto se interioriza, los niños y niñas ganan práctica en el difícil reto de regular sus propias conductas, pensamientos y emociones. Finalmente, para el cerebro infantil, jugar es la tarea más importante y divertida que deben realizar para aprender y desarrollarse.

Cuerpo, objetos, palabras, mente, personas, juguetes conforman las herramientas de los juegos, que van evolucionando con el proceso de desarrollo cerebral. Jugar es una forma natural de aprender del cerebro, un ciclo que empieza y termina con la participación activa del niño.



“El juego es el eje transversal, por excelencia, de todo aprendizaje en la infancia. No solamente actúa sobre los circuitos cerebrales vinculados al desarrollo cognitivo sino que influye en los demás circuitos de todas las áreas del desarrollo. Para el ser humano, jugar es una cuestión vital ya que es parte de un proceso biológico, que tiene un recorrido desde lo adaptativo hasta la complejidad que se observa en las actividades que involucran las funciones ejecutivas.”

Campos, AL



UNICEF Bolivia/2013/Pirozzi

VI. Reflexión final

Todavía hay mucho por contar acerca de los aportes que la neurociencia está brindando al desarrollo infantil, que tanto servirá de fundamentación para las políticas, los programas y las acciones de atención integral y educación de la primera infancia, como también permitirá que muchas de las ideas o concepciones que venían siendo compartidas sobre qué sucede en el cerebro en desarrollo de nuestros niños y niñas, sean finalmente aclaradas.

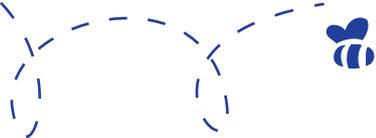
Sin embargo, deseo compartir en esta reflexión final la importancia de las interacciones y relaciones que establecen los niños y niñas con las personas de su contexto social, principalmente sus padres, educadores y cuidadores.

Cuando un niño o niña nace, su cerebro inmaduro necesita entender, adaptarse y sacar los insumos que requiere de un ambiente, aún desconocido, para sobrevivir, crecer y desarrollarse. Las relaciones que establece el ser humano, desde los momentos iniciales de su vida, al conformar una diada con el adulto, tiene doble significado: por un lado le permite regularse emocionalmente, crear vínculo y tener modelos a seguir, y por otro lado, le ayuda a regular todos sus sistemas, recibiendo del adulto mediador la posibilidad de apropiarse de los estímulos adecuados en el momento adecuado.

Es de vital importancia tomar consciencia de que no solo es la experiencia en sí, sino también es el adulto, el otro ser humano y las relaciones interpersonales, que van a mediar el desarrollo cerebral en los primeros años de vida. Sin duda alguna, eso nos permite entender que lo que hace, piensa, siente y habla un adulto a los niños y niñas, en una etapa de alta plasticidad cerebral, va a influenciar directa e indirectamente en la calidad de su desarrollo.

Con relación a las interacción del adulto con los niños y niñas, entre otros aspectos, se sugiere considerar relevantes los siguientes principios:

- Todos los niños y niñas pueden aprender: si sus cerebros son plásticos, esto quiere decir que todos, aún aquellos menos activos, más lentos o callados, son capaces de aprender. Cuánto aprende un niño depende de cómo los estimulamos a aprender, a descubrir y a sobrellevar cualquier dificultad, matizando las situaciones de aprendizaje con emociones positivas. También depende de su estado de salud y nutricional, por lo que la alimentación, el sueño, las vacunas y varios otros factores deben ser considerados.



- Todo lo que hacemos o dejamos de hacer con un niño o niña tiene un impacto: la plasticidad del cerebro tanto lo modela de forma positiva como negativa, por lo que antes de hacer o dejar de hacer cualquier cosa, nos aseguremos que estamos impactando de forma positiva el proceso de desarrollo infantil.
- Desde pequeñas acciones diarias con los niños y niñas, cosechamos grandes frutos. Cantar, jugar, abrazar, leer, contar historias, sonreír, conversar, etc., tienen efectos positivos en su desarrollo.
- Estar autorregulados, sentirnos bien emocionalmente, cuidar el ambiente donde crecen y se desarrollan nuestros niños y niñas influirá positivamente en el desarrollo de su cerebro. El maltrato, los gritos, la violencia, el abandono, la negligencia, la desnutrición, la enfermedad, la sobre-exigencia, las situaciones que generan altos niveles de estrés tóxico y la falta de estimulación modifican el cerebro de forma negativa.
- Crear situaciones de vínculo, generar confianza, ser un buen ejemplo para los niños y niñas, con buenos patrones mentales y comportamentales, ayudará en el desarrollo de su seguridad, bienestar, autoestima y autoconfianza.
- Todo lo que los niños y niñas observan, perciben, sienten y escuchan del adulto, puede ser imitado y aprendido por ellos.
- Nadie puede dar lo que no tiene: si deseamos que nuestros niños y niñas sean mejores seres humanos, tengan mejores oportunidades y desarrollen habilidades de las seis dimensiones, empecemos por entender y estimular correctamente su proceso de neurodesarrollo, sin exigir lo que no pueden dar o hacer, considerando siempre que somos nosotros los adultos, el modelo que ellos tienen al frente.

**La primera infancia es compromiso de todos:
tenemos mucho por hacer hoy, aquí y ahora.**

VII. Referencias

1. A. García Molina, A. Enseñat Cantallops, J. Tirapu Ustárroz, T. Roig Rovira. "Maduración de la corteza prefrontal y desarrollo de las funciones ejecutivas durante los primeros cinco años de vida". REV NEUROL, 2009; 48: 435-440.
2. Alice M. Gregory et al. "Parent-Reported Sleep Problems During Development and Self-reported Anxiety/Depression, Attention Problems, and Aggressive Behavior Later in Life". Arch Pediatr Adolesc Med, 2008; 162(4): 330-335.
3. Aryeh D. Stein et al. "Nutritional Supplementation in Early Childhood, Schooling, and Intellectual Functioning in Adulthood". Arch Pediatr Adolesc Med, 2008, 162(7): 612-618.
4. B. Morales et al. "Períodos críticos de plasticidad cortical". REV NEUROL, 2003, 37 (8): 739-743.
5. Campos, A.(2011). Primera Infancia: una mirada desde la Neuroeducación. Lima: Cerebrum & OEA.
6. Caroline Fall. "Maternal nutrition: Effects on health in the next generation". Indian J Med Res 130, November 2009, 593-599.
7. Felitti et al. "Relationship of Childhood abuse and Household Dysfunction to Many of the Leading Causes of Death in Adults: the adverse childhood experiences study". American Journal of Preventive Medicine 14 (4): 245-258.
8. Fumitaka Homae et al. "Development of Global Cortical Networks in Early Infancy". The Journal of Neuroscience, April 7, 2010; 30(14): 4877-4882.
9. Hengyi Rao et al. "Early parental care is important for hippocampal maturation: Evidence from brain morphology in humans". NeuroImage 49 (2010) 1144–1150.
10. Ira Adams-Chapman. "Insults to the developing brain and impact on neurodevelopment outcome". Journal of Communication Disorders, 2009, 42. 256-262.
11. J. Johnson, E. Newport. "Critical period effects in second language learning: the influence of maturational state on the acquisition of English as a second language". Cognit Psychol, 1989; 21: 60-99.

12. J. L. Heraghty, T. N. Hilliard, A. J. Henderson et al. "The physiology of sleep in infants". *Arch Dis Child*, 2008; 93: 982-985.
13. Jennifer L. Miller et al. "Early Childhood Obesity is Associated With Compromised Cerebellar Development". *Developmental Neuropsychology*, 2009, 34: 3, 272-283.
14. Kurt Fischer, Samuel Rose. "Dynamic Development of Coordination of Components in Brain and Behavior". Dawson and Fischer, 1994.
15. Lars Henning Pedersen et al. Fetal "Exposure to Antidepressants and Normal Milestone Development at 6 and 19 Months of Age". *PEDIATRICS* Volume 125, Number 3. March, 2010.
16. Leslie K. Jacobsen, Marina R. Picciotto, et al. "Prenatal and Adolescent Exposure to Tobacco Smoke Modulates the Development of White Matter Microstructure". *The Journal of Neuroscience*, December 5, 2007; 27(49): 13491-13498.
17. M. A. Izquierdo, D. L. Oliver, M.S. Malmierca. "Mecanismos de plasticidad (funcional y dependiente de actividad) en el cerebro auditivo adulto y en desarrollo". *REV NEUROL*, 2009; 48: 421-429.
18. M. Diamond, J. Hopson. *Magic Trees of the Mind – How to nurture your child's intelligence, creativity and healthy emotions from birth through adolescence*. Plume. New York, 1999.
19. Maria V. Popescu, Daniel B. Polley. "Monaural Deprivation Disrupts Development of Binaural Selectivity in Auditory Midbrain and Cortex". *Neuron* 65, 718-731, March 11, 2010.
20. Morgado. "Psicobiología del aprendizaje y la memoria: fundamentos y avances recientes". *REV NEUROL*, 2005; 40: 289-297.
21. N. Sadato et al. "Activation of the primary visual cortex by Braille reading in blind subjects". *Nature*, 1996; 380: 52-68.
22. N. Sadato, T. Okada, M. Honda, Y. Yonekura. "Critical period for crossmodal plasticity in blind humans: a functional MRI study". *Neuroimage*, 2002; 16: 389-400.
23. Pascal Belin, Marie-Hélène Grosbras. "Before Speech: Cerebral Voice Processing in Infants". *Neuron* 65, March 25, 2010.

24. Purves et al. Neurociencia. 3a edición. Editorial Médica Panamericana. España. 2003.
25. S. Hernández, F. Mulas, L. Mattos. "Plasticidad neuronal funcional". REV NEUROL, 2004; 38: 58-68.
26. Sroufe, A. (2000). Desarrollo emocional. La organización de la vida emocional en los primeros años. México D.F.: Oxford
27. Stuart Shanker. "Self-Regulation: Calm, Alert, and Learning". Education Canada. Vol. 50 (3). Canada, 2010.

