

# EVALUACIÓN DEL DESARROLLO NEUROMOTOR Y PROCESAMIENTO SENSORIAL

*Assessment of neuromotor development and sensory processing*

**Lina Johanna Álvarez Toro\***

 <https://orcid.org/0000-0002-1151-5478>

**Paola Teresa Penagos Gómez\*\***

 <https://orcid.org/0000-0003-4089-3774>

**Resumen.** El desarrollo neuromotor y el procesamiento sensorial ocurren en períodos de tiempo determinados y en un orden específico, el cual pone en manifiesto el grado de madurez del sistema nervioso central y con ello da paso a la adquisición de habilidades y destrezas motoras que le permiten al ser humano interactuar con el entorno. Metodología: Se efectuó una revisión documental usando como términos clave de búsqueda (DeCs) “Desarrollo infantil”; “Destreza motora”; “Equilibrio postural”; “Sistema nervioso central”; “Trastornos del neurodesarrollo”. A partir del rastreo de literatura encontrada y la búsqueda en referencias bibliográficas disponibles, se presenta la compilación de la información dando elementos para la ejecución

\* *Universidad del Atlántico*

✉ [linaalvarez@mail.uniatlantico.edu.co](mailto:linaalvarez@mail.uniatlantico.edu.co)

\*\* *Universidad Escuela Colombiana de Rehabilitación*

✉ [paola.penagos@ecr.edu.co](mailto:paola.penagos@ecr.edu.co)

*Cita este capítulo*

Álvarez Toro LJ, Penagos Gómez PT. Evaluación del desarrollo neuromotor y procesamiento sensorial. En: Ordóñez Mora LT, Sánchez DP, editoras científicas. Evaluación de la función neuromuscular. Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali; 2020. p. 73-111.

de la evaluación del desarrollo neuromotor y el procesamiento sensorial. Resultados: La vigilancia del desarrollo neuromotor y el procesamiento sensorial permite la identificación de signos de alarma susceptibles de problemas en el desarrollo y con ello la intervención temprana. Discusión: La evaluación del desarrollo neuromotor y el procesamiento sensorial es un proceso continuo y estructurado que debe involucrar herramientas estandarizadas, de bajo costo, reproducibles y accesibles a todos los profesionales de la salud.

**Palabras clave:** desarrollo infantil, destreza motora, equilibrio postural, sistema nervioso central, trastornos del neurodesarrollo, DeCs.

**Abstract.** Neuromotor development and sensory processing occur in certain periods of time and in a specific order, which reveals the degree of maturity of the central nervous system and thus gives way to the acquisition of skills and abilities that allow human beings interact with the environment. Methodology: A document review was carried out using key search terms (DeCs) "Child development"; "Motor skills"; "Postural balance"; "Central Nervous System"; "Neurodevelopmental disorders". From the search of the literature found and the search in available bibliographic references, the compilation of the information is presented, giving elements for the execution of the evaluation of neuromotor development and sensory processing. Results: The monitoring of neuromotor development and sensory processing allows the identification of alarm signs susceptible to developmental problems and thus early intervention. Discussion: The evaluation of neuromotor development and sensory processing is a continuous and structured process that must involve standardized tools, low cost, reproducible and accessible to all health professionals.

**Keywords:** Child development, Motor skills, Postural balance, Central nervous system, Neurodevelopmental disorders, DeCs.

El desarrollo neuromotor es la adquisición y evolución de las habilidades del movimiento a través de la vida (1). Durante este proceso se evidencia la integridad estructural y funcional del sistema nervioso. Desde una visión neuro madurativa (2), el desarrollo neuromotor le atribuye a la madurez del Sistema Nervioso Central (SNC), el desarrollo progresi-

vo de las habilidades y destrezas motoras, partiendo de la base de que el desarrollo motor inicial está controlado por centros nerviosos inferiores y, a medida que se va produciendo la maduración, va alcanzando el control la corteza cerebral. Estas mismas teorías defienden que la adquisición de habilidades neuro motrices se produce en sentido cráneo-caudal, invariablemente, y que los reflejos primitivos deben abolirse para que aparezca el control voluntario del movimiento (3).

Los estudios realizados durante las últimas décadas en la neurociencia han demostrado que estas teorías del desarrollo neuromotor han sido replanteadas, en virtud que SNC es un subsistema más entre la multitud que interactúa para que se produzca el movimiento, dando lugar así a la teoría de los sistemas o subsistemas dinámicos (4,5).

Por lo anterior, los esquemas de movimiento obedecen al intercambio dinámico de elementos que se establecen con respecto a las tareas específicas y el entorno (6). El denominado proceso de auto-organización hace referencia a que las conductas motrices se derivan de la interacción de los sistemas en donde cada uno cumple una tarea específica (7).

Considerando que el desarrollo neuromotor incluye un proceso de organización jerárquico, este no debiera ser atribuido únicamente a la maduración del SNC, ya que si bien es cierto, como indica Graham et al, (8), este es necesario, pero no es suficiente para determinar los diferentes cambios del desarrollo del movimiento, ya que la influencia de los aspectos biológicos y ambientales son determinantes e inciden en gran parte de la adquisición progresiva de las habilidades en el infante (8). En relación con ello se han realizado diversos estudios los cuales han resaltado la importancia de los factores biológicos (9) y sociales sobre el curso del desarrollo neuromotor, determinando cómo un ambiente favorable puede posibilitar una mejor interacción con el entorno lo cual amplía sus posibilidades de desarrollo (10).

## **CLASIFICACIÓN DE NIVELES DE MADURACIÓN E INTEGRACIÓN NEUROMOTORA**

El neurodesarrollo es un proceso complejo, multifactorial y dinámico; aunque sigue patrones universales de maduración como especie, no puede entenderse como un concepto neutro y abstracto, signado

por caracteres biológicos invariables (11) sino que adquiere rasgos diferenciales de una comunidad, de una población a otra resultante de la interacción de la genética y el ambiente (12). Si bien es cierto que los aportes en neurociencias y las investigaciones en neonatos concluyen que el desarrollo no se produce en todos los casos de forma lineal y homogénea, las expresiones de maduración del sistema nervioso se asumen como indicadores del control sobre las diferentes expresiones del movimiento corporal humano (13).

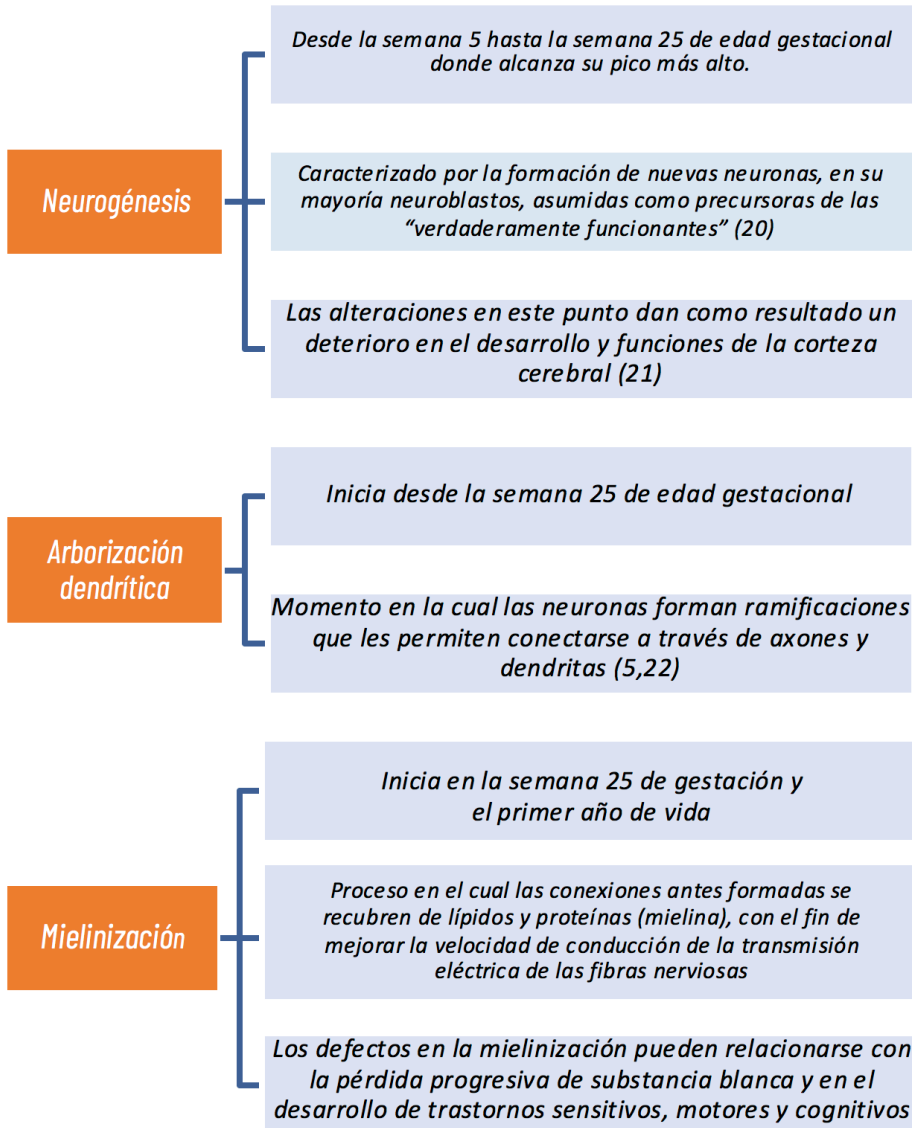
En razón de lo anterior, se han derivado nuevas perspectivas de evaluación e intervención que han permitido resignificar la influencia que ejerce la función refleja en el logro de habilidades motoras complejas. Con el pasar del tiempo, los reflejos del neurodesarrollo han sido modificados nominalmente en virtud de su naturaleza y función. Es así como algunos autores proponen definiciones alternas como: patrones motores primarios (14), movimientos prefuncionales (15), y patrones neuromotores elementales (16), señalando que, aunque los reflejos tradicionalmente se han asumido como respuestas estereotipadas e involuntarias que se desencadenan a través un estímulo, en realidad gran parte del repertorio motor en el recién nacido se relaciona con acciones orientadas a objetivos (17).

### **Niveles de maduración**

En el desarrollo madurativo del SNC, pueden diferenciarse los siguientes procesos: neurogénesis, arborización dendrítica y mielinización, todos ellos producidos como resultado de cambios moleculares, bioquímicos, mediados a su vez por factores tanto epigenéticos como del entorno (5) y cuya secuencia ha sido sustentada a partir del estudio de eventos de maduración en roedores, en los que se han encontrado asombrosas similitudes con la especie humana. Estas mismas investigaciones han permitido identificar áreas de mayor vulnerabilidad y consecuencias funcionales equivalentes a las producidas ante una lesión cerebral, particularmente durante los determinados períodos críticos (18), que afectan principalmente, las vías visuales, de áreas sensoriales y neuroquímicas cerebrales. En el período posnatal los periodos críticos se refieren a la organización de procesos de integración de la función psicomotriz y sensorial asociados a los procesos de aprendizaje, influenciados por cambios anatómicos y por mecanismos de plasticidad cerebral, factores nutricionales, ambientales y psi-

cosociales (19). Estos agentes internos y externos pueden incidir negativamente en más de una fase de forma permanente (Ver Figura 3.1).

Figura 3.1. Niveles de maduración del sistema nervioso central.

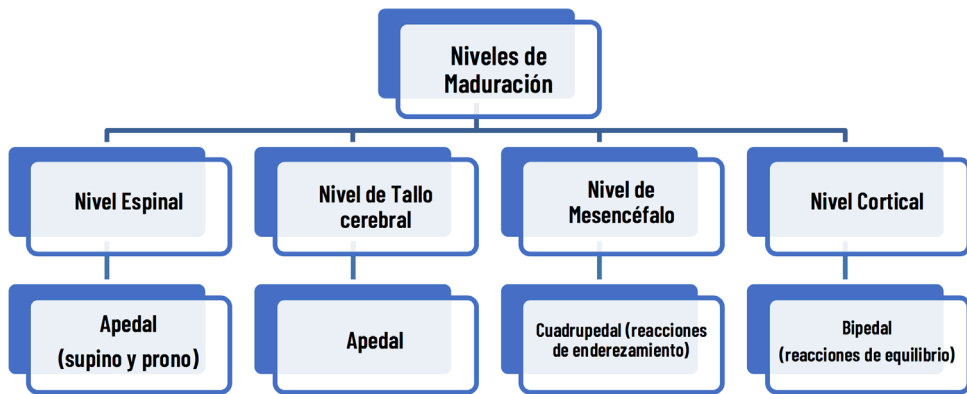


Fuente: Tomado de Macías (5)

## Niveles de integración refleja

El proceso de integración refleja se da en dirección caudo cefálica iniciándose en la Médula Espinal y proyectándose hacia la Corteza Cerebral. Los siguientes niveles han sido considerados como niveles de integración motora refleja. Ver figura 3.2.

Figura 3.2. Niveles de integración motora refleja.



Fuente: elaboración propia, 2019.

## EVALUACIÓN DE LA INTEGRIDAD REFLEJA

Antes de iniciar la evaluación es necesario controlar diversos aspectos relacionados con el niño, la técnica y las condiciones del entorno dentro del cual se lleva a cabo la examinación (Ver tabla 3.1)

Tabla 3.1. Consideraciones generales de la evaluación.

<b>Relacionados con el niño</b>	<b>Relacionados con la técnica</b>	<b>Relacionados con el entorno</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Partir de la edad gestacional, para la selección de pruebas e ítems valorables. Para niños prematuros, se calcula la edad corregida</li> <li>• Determinar el estado conductual, se requiere que el niño esté alerta, pero evitando estados de ansiedad o llanto que puedan modificar la calidad de las respuestas. En el caso de recién nacidos es útil la aplicación de los estados conductuales del Brazelton</li> <li>• Postprandial</li> <li>• Normotérmico</li> <li>• Respetar los ciclos de sueño</li> </ul>	<p><i>Se sugiere realizarlo en dos etapas</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Observación</li> <li>• Manipulación</li> <li>• Se recomienda que sea:</li> <li>• Secuencial y estandarizado</li> </ul> <p>Con la intención de evitar manipulaciones excesivas e innecesarias particularmente en prematuros o recién nacidos, dadas sus condiciones de inmadurez multisistémicas. Tampoco se debe realizar la valoración cuando el niño haya sido sometido a procesos dolorosos previos.</p> <p>Con respecto a la calidad de los estímulos provistos, se sugiere que sean fuertes, sostenidos y se recomienda además un periodo de latencia entre 20 y 25 segundos para la observación de las respuestas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En caso de no obtener la respuesta, frente a una maniobra se espera nuevamente un periodo de tiempo similar al del estado de latencia para la aplicación de la prueba, reconociendo además la graduación y la acomodación de las respuestas (Disminuye la intensidad, por manipulación excesiva).</li> <li>• Explicar a los padres y cuidadores naturaleza y resultados de las pruebas para evitar ansiedad.</li> </ul>	<p><i>Estas están asociadas a proveer condiciones de seguridad y bienestar durante la evaluación. En este caso se evita el exceso de luz, de ruido y bajas temperaturas</i></p>

Fuente: elaboración propia, 2019.

A continuación, se enlistan los reflejos por nivel de maduración, explicitando el estímulo dado por el evaluador. De manera complementaria se presentan características de las respuestas normales y anormales observables en el niño. En caso de obtener una respuesta

esbozada o ausente, se debe correlacionar con la clínica y con otros criterios neurológicos antes de emitir juicios diagnósticos.

### **Nivel espinal**

Es el nivel menos adaptativo y más primitivo. Los reflejos a este nivel son favorecidos por sesiones del núcleo de Deiters del SNC, localizados en el tercio inferior de la protuberancia. Ver tabla 3.2

Tabla 3.2. Reflejos de nivel espinal.

<b>Reflejo</b>	<b>Posición</b>	<b>Estímulo</b>	<b>Respuesta</b>	<b>Aparece</b>	<b>Desaparece</b>
<b>Palpebral</b>	<i>Decúbito supino</i>	<i>Percusión con el dedo en el entrecejo</i>	<i>Cierre de ojos</i>	<i>Nacimiento</i>	<i>1 mes</i>
<b>Búsqueda u hociqueo</b>	<i>Decúbito supino</i>	<i>Estímulo en la comisura labial y zona perioral</i>	<i>Desvío de la boca hacia el lado provocado.</i>	<i>Nacimiento</i>	<i>2 meses</i>
<b>Succión</b>	<i>Decúbito supino</i>	<i>Estímulo homolateral de la comisura labial</i>	<i>Apertura de la boca, gira la cabeza y saca la lengua hacia el lado estimulado</i>	<i>Nacimiento</i>	<i>Perdura a voluntad</i>
<b>Marcha automática</b>	<i>Suspensión axilar</i>	<i>Colocar pies en superficie e inclinar ligeramente hacia adelante</i>	<i>Realiza de 3 a 4 pasos</i>	<i>Nacimiento</i>	<i>1 año</i>
<b>Babinski</b>	<i>Decúbito supino</i>	<i>Se desliza el dedo por el borde externo del pie partiendo del talón hasta la base del primer metatarsiano</i>	<i>Extensión con abducción del hallux, extensión y apertura del resto de los dedos en forma de abanico</i>	<i>Nacimiento</i>	<i>1 año</i>
<b>Extensión cruzada</b>	<i>Decúbito supino, miembro inferior en extensión</i>	<i>Flexiona una pierna</i>	<i>Patrón extensor en pierna flexionada, Patrón flexor en pierna extendida.</i>	<i>Nacimiento</i>	<i>2 meses</i>



<b>Reflejo</b>	<b>Posición</b>	<b>Estímulo</b>	<b>Respuesta</b>	<b>Aparece</b>	<b>Desaparece</b>
<b>Extensión generalizada</b>	Decúbito supino	Se flexiona la pierna y se estimula planta del pie	Extensión incontrolada del miembro flexionado, respuesta homolateral	Nacimiento	2 meses
<b>Triple flexión o huida</b>	Decúbito supino miembro inferior en extensión	Se frota la planta del pie a nivel central	Flexión del miembro señalado	Nacimiento	2 meses

Fuente: Mendoza (23)

## Nivel Tallo

Los reflejos de tallo están facilitados por zonas en el núcleo de Deiters hasta el núcleo rojo, ubicado en el extremo caudal de los ganglios de la base (Ver tabla 3.3).

Tabla 3.3. Reflejos de Nivel de Tallo.

<b>Reflejo</b>	<b>Posición</b>	<b>Estímulo</b>	<b>Respuesta</b>	<b>Aparece</b>	<b>Desaparece</b>
<b>Tónico cervical asimétrico</b>	Decúbito supino	Rotar cabeza 20 s a un lado (imagen 3.2)	Flexión del miembro superior del lado del cráneo y extensión del miembro superior del lado del rostro	Nacimiento	2 o 3 meses
<b>Tónico cervical simétrico</b>	Suspensión sobre las piernas del examinador	1. Muestra Flex: flexión de la cabeza	1. Patrón Flex: de miembros superiores y extensión de miembros inferiores	Nacimiento	2 o 3 meses
		2. Muestra ext.: extensión de la cabeza	2. Patrón extensor de miembros superiores y flexión de miembros inferiores		
<b>Placing de la mano</b>		Estimular el dorso de la mano	Organización de la mano	Nacimiento	3 o 4 meses

<b>Reflejo</b>	<b>Posición</b>	<b>Estímulo</b>	<b>Respuesta</b>	<b>Aparece</b>	<b>Desaparece</b>
<b>Placing del pie</b>		Estimular el dorso del pie	Organización del pie	Nacimiento	4 o 5 meses
<b>Prensi3n palmar</b>	Decúbito supino	Presi3n en la base de los metacarpianos	Cierre manual	Nacimiento	2 o 3 meses
<b>Prensi3n plantar</b>	Decúbito supino	Presi3n en la base de los metatarsianos	Flexi3n de los dedos del pie	Nacimiento	1 a3o
<b>Moro</b>	Decúbito supino con apoyo de glúteos en superficie y apoyo del occipucio en la mano del examinador (imagen 3.1)	Retirar brevemente el apoyo de la cabeza retomándolo de inmediato	Rotaci3n externa y abducci3n de hombro. Extensi3n de codo. Extensi3n y abducci3n de los dedos volviendo a la posici3n de inicio	Nacimiento	2 o 3 meses
<b>Galant</b>	Suspensi3n ventral	Estimular con los dedos los paravertebrales de un lado desde T12 hasta la cresta iliaca	Incurvaci3n del tronco homolateralmente	Nacimiento	2 meses
<b>Apoyo +</b>	Suspensi3n debajo de las axilas	Tocar con los pies la superficie del suelo.	Extensi3n de miembros inferiores con punta de pies o liberaci3n del tono extensor	Nacimiento	7 u 8 meses
<b>Apoyo -</b>	Suspensi3n debajo de las axilas	Tocar con los pies la superficie del suelo.	Organizaci3n de los pies seguido de flexi3n de los miembros inferiores posterior a la descarga de peso	Nacimiento	7 u 8 meses
<b>Reacciones asociadas</b>	Decúbito supino	Se realiza movimiento pasivo o activo de un miembro	Realiza movimiento al mismo tiempo en otras extremidades	Nacimiento	4 meses

Fuente: Mendoza (23)

Imagen 3.1. Reflejos de moro.



Fuente: elaboración propia, 2019.

Imagen 3.2. Tónico cervical asimétrico.



Fuente: elaboración propia, 2019.

## Nivel mesencéfalo y cortical

**Mesencéfalo:** A este nivel las reacciones de enderezamiento son integradas por encima del núcleo rojo a nivel mesencefálico, excluyendo la corteza. Permiten la estabilización de la cabeza y los segmentos del cuerpo con respecto al espacio, a través de la información sensorial obtenida por estímulos visuales, auditivos y kinestésicos.

**Corteza:** Las reacciones de equilibrio están facilitadas por la interacción entre la corteza, los ganglios basales y el cerebelo. Son las reacciones posturales de mayor complejidad, permiten mantener el cuerpo dentro del centro de gravedad. Recluta los segmentos corporales necesarios para volver a ubicar el centro de masa dentro de la base de apoyo después de un proceso de desestabilización. Se dan en forma secuencial; en prono, supino, sedente, cuadrúpedo y bipedestación (Ver tabla 3.4).

Tabla 3.4. Reflejos de nivel mesencefálico y cortical.

<b>Reflejo</b>	<b>Posición</b>	<b>Estímulo</b>	<b>Respuesta</b>	<b>Aparece</b>	<b>Desaparece</b>
<b>Enderezamiento cuello sobre cuerpo</b>	Decúbito supino.	Girar la cabeza hacia un lado	El niño rota en bloque	Nacimiento	2 meses
<b>Enderezamiento cuerpo sobre cuello</b>	Decúbito supino.	Se gira el cuerpo hacia un lado	La cabeza gira hacia el mismo lado	2 meses	5 meses
<b>Enderezamiento cuerpo sobre cuerpo</b>	Decúbito supino.	Estímulo visual o auditivo pasivo	Rotación segmentada del cuerpo	5 meses	18 meses
<b>Enderezamiento laberíntico</b>	En suspensión ojos vendados	Cambiar al niño de posición en el espacio	El niño debe acomodar su cabeza respecto a la posición del tronco	6 u 8 meses	Perdura
<b>Enderezamiento óptico</b>	En suspensión ojos destapados	Cambiar al niño de posición en el espacio	El niño debe acomodar su cabeza respecto al tronco	6 u 8 meses	Perdura

<b>Reflejo</b>	<b>Posición</b>	<b>Estímulo</b>	<b>Respuesta</b>	<b>Aparece</b>	<b>Desaparece</b>
<b>Reacción anfibia</b>	<i>Decúbito prono miembros en extensión</i>	<i>Levantar una cadera</i>	<i>Flexo elevación de la cadera estimulada</i>	6 meses	2 a 2 ½ años
<b>Reacciones de defensa</b>	<i>Sedente</i>	<i>Defensas anteriores laterales y posteriores</i>	<i>Realiza el apoyo en el mismo sentido anterior, lateral y posterior</i>	6, 8 y 10 meses respectivamente	<i>Perdura</i>
<b>Landau</b>	<i>Suspensión ventral</i>	<i>Suspensión ventral</i>	<i>1. Hiperextensión de la cabeza. 2. Hiperextensión de cabeza + cintura escapular y tronco. 3. todo lo anterior + MS y MI</i>	4, 6 y 8 meses respectivamente	2 a 2 ½ años
<b>Paracaídas</b>	<i>Suspendido fijado por tronco y tobillos</i>	<i>Proyectarlo hacia delante</i>	<i>Extensión de los brazos y de codos anteriormente</i>	8 meses	<i>Perdura</i>
<b>Reacción a la bipedestación</b>	<i>Decúbito supino</i>	<i>Tracción por miembros superiores</i>	<i>Bipedestación automática</i>	8 a 10 meses	<i>Al iniciar marcha</i>

Fuente: Mendoza (23)

## **ADQUISICIÓN Y EVOLUCIÓN DE LAS HABILIDADES MOTORAS. ELEMENTOS DEL CONTROL POSTURAL DENTRO DEL DESARROLLO NEUROMOTOR**

El desarrollo motor es un proceso progresivo, multidimensional e integral, en donde el infante adquiere un dominio gradual de habilidades motoras y respuestas cada vez más complejas (24). Actualmente el desarrollo motor típico debe ser considerado como algo que el niño va a ir produciendo impulsado por el deseo de interactuar y conocer su entorno; por lo anterior, la adquisición de las habilidades motoras es el proceso de descubrir la solución óptima para un problema motriz

y está en directa relación de hacer algo en el mundo físico a través del movimiento (25).

Desde las condiciones neuro-motrices fundamentales se han definido diversos aspectos que hacen que el movimiento se produzca; entre ellos se encuentran:

### **A. Habilidades organizativas**

Los primeros años de vida del niño son relevantes, dado a que estos años dan lugar a la configuración de las conexiones y las funciones del cerebro, generadas por procesos neurofisiológicos, dichas conexiones entre el cerebelo y la corteza cerebral incrementan el control de los movimientos voluntarios (26).

En la etapa inicial del desarrollo motor están presentes conductas reflejas, movimientos globales, espasmódicos (contracción involuntaria de los músculos) y sin coordinación (27). Con el pasar de los meses el infante va adquiriendo control de los músculos de los ojos y boca, seguido del dominio de cabeza y brazos, lo cual le permitirá alcanzar objetos y llevarlos a línea media para explorarlos y el control del tronco que le dará la capacidad de sentarse y tener más dominio de su propio cuerpo, es así como los movimientos van haciéndose cada vez más coordinados, ágiles y armoniosos (28).

### **B. Control postural**

El control postural normal da inicio con el control cefálico y progresa en dirección céfalo-caudal; lo anterior se observa en la secuencia de la adquisición de las habilidades motoras que progresan desde la sedestación hasta la marcha. Mientras que en las extremidades se da el control del movimiento en sentido próximo-distal (29).

El control postural comprende varios aspectos como la estabilidad, la percepción de la orientación espacial, el alineamiento corporal y la respuesta a perturbaciones de origen somático y sensorial (30). El control postural sigue una secuencia que va desde el control de la cabeza, pasando por la sedestación, la bipedestación, y finalizando con la locomoción (31). Considerando las características inherentes a cada individuo, la postura y el movimiento normal tienen como base el mecanismo de control postural que se ilustra en la figura 3.3 (32).

Figura 3.3. Mecanismos de control postural.



El **control postural** tiene la finalidad de crear la estabilidad necesaria para permitir los movimientos y hacer los ajustes necesarios para los diferentes cambios de posición (32).

**Inervación recíproca:** Control de la musculatura agonistas y antagonistas, y la participación de la musculatura sinérgica para la coordinación espacial y temporal del movimiento (33).

**Ajustes posturales:** Para mantener el equilibrio, el SNC, deberá integrar la información sensorial y en respuesta de ello se genera un conjunto de reacciones posturales otorgando la estabilización del cuerpo en el espacio (34).

**Reacciones de enderezamiento**

**Reacciones de equilibrio**

**Reacciones protectivas**



Fuente: tomado de Paeth (33)

## Evaluación de la postura y el tono

Para la valoración de la postura y el tono es necesario tener claridad sobre los criterios observables de acuerdo a la edad gestacional y la edad cronológica. Para la postura se deben considerar los aspectos descritos en la tabla 3.5

Tabla 3.5 Aspectos por considerar en la valoración de la postura.

<b>Postura normal</b>	<b>Retrocolis</b>	<b>Opistótonos</b>
<p>En el recién nacido a término en prono se observa:</p> <p>Cabeza girada hacia un lado, escápulas en abducción y hombros aducidos, flexión de codos completa, flexión de muñecas y manos cerrados, pelvis en retroversión.</p>	<p>Aumento del tono de los músculos extensores del cuello, con hiperextensión de cabeza</p>	<p>Aumento del tono de los músculos extensores del raquis. La espalda permanece arqueada y no reposa sobre el lecho</p>

<b>Postura normal</b>	<b>Retrocolis</b>	<b>Opistótonos</b>
<p><i>En prono, la posición es similar, pero existe una menor posibilidad de movimiento espontáneo. Cadera con marcada flexión, flexión, rotación externa y apoyo en la parte interna de las rodillas, los pies no tocan la superficie.</i></p> <p><i>La postura irá modificándose en relación con el nivel de maduración más la influencia de otros aspectos biomecánicos como la activación muscular voluntaria, el descenso del centro de gravedad y el movimiento en los tres planos.</i></p> <p><i>En el recién nacido prematuro hay un mayor predominio de patrones extensores en las posiciones prono y supino.</i></p> <p><i>En cualquier edad gestacional siempre deberán vigilarse las asimetrías, el exceso o disminución de la movilidad espontánea con posibles estereotipias, las manos cerradas después de los dos meses de edad cronológica y el aumento o disminución del tono axial</i></p>		

Fuente: Tomado y modificado de Verdú (35)

## EXPLORACIÓN PASIVA DEL TONO

Valora la resistencia a la movilidad pasiva mediante distintos procesos que miden un ángulo entre dos segmentos.

La selección de los instrumentos de evaluación del tono pasivo está asociada a la edad, pues este puede variar de acuerdo al nivel de maduración y al logro de los hitos del desarrollo. En el caso de un recién nacido a término se observa una distribución del tono que incluye aumento fisiológico del mismo en las extremidades acompañado de bajo tono axial. Estas características se modificarán en los primeros años de vida siguiendo un patrón similar.





- En miembros inferiores, tal como se había mencionado anteriormente se evidencia un mayor tono muscular; a los seis meses esta situación cambia y se presenta un bajo tono muscular, para luego tener otro pico de aumento alrededor de los tres años.
- De forma alterna en miembros superiores el citado aumento fisiológico del tono irá disminuyendo de forma progresiva para permitir el uso funcional de los brazos y manos en todos los planos de movimiento. Esta situación se optimiza entre los dos y tres años de edad.
- El tono axial por su parte (inicialmente bajo) genera un aumento paulatino que le permitirá progresivamente el control cefálico y del tronco que le permitirán asumir la postura sedente y posiciones intermedias para finalmente alcanzar el bípedo.

En caso de prematuridad, se toma como referencia la semana 28 de edad gestacional, momento en el cual predomina la hipotonía global, que evoluciona posteriormente en sentido caudocefálico, generando un aumento progresivo del tono en las extremidades superiores e inferiores (20).

De acuerdo a estos postulados la herramienta de mayor utilidad clínica para la evaluación pasiva del tono en el niño menor de un año, son los ángulos franceses o también llamado test de Ballard, cuya progresión y valoración están descritas en la tabla 3.6 (19).

Tabla 3.6. Valoración de ángulos franceses.

<b>Maniobra</b>	<b>Ángulos</b>
<p>Ángulo de los aductores: Con el niño en decúbito supino sobre la mesa o camilla se posiciona de forma fija la cadera en el plano de la mesa, se extienden las piernas tomando cada una desde la rodilla y separando estas (llevar a abducción) el ángulo formado corresponde al ángulo de aducción.</p> 	<p>Valor del ángulo dentro de los valores normales acorde a la edad</p> <p>1 a 3 meses 40° - 80°</p> <p>4 a 6 meses 70° - 110°</p> <p>7 a 9 meses 100° - 140°</p> <p>&gt;10 meses 130° - 150°</p>

Maniobra	Ángulos
<p><b>Ángulo poplíteo:</b> En supino se fija la cadera a la camilla, se flexionan los muslos a nivel de la cadera a un lado del abdomen posteriormente se lleva la rodilla a extensión para hacer la medición del ángulo poplíteo, se valoran los ángulos y simetría.</p> 	<p>Valores normales del ángulo poplíteo acorde a la edad</p> <p>1 a 3 meses 80 ° - 100 °</p> <p>4 a 6 meses 90 ° - 120 °</p> <p>7 a 9 meses 110 ° - 160 °</p> <p>&gt;10 meses 150 ° - 170 °</p>
<p><b>Ángulo talón-oreja:</b> En supino se coloca la cadera sobre el plano o superficie, se levantan las piernas con el objetivo de tocar la oreja; el espacio calculado representa el ángulo a valorar. Valore ángulo y simetría</p> 	<p>Valor del ángulo dentro de los valores normales acorde a la edad</p> <p>1 a 3 meses 80 ° - 100 °</p> <p>4 a 6 meses 90 ° - 130 °</p> <p>7 a 9 meses 120 ° - 150 °</p> <p>&gt;10 meses 150 ° - 170 °</p>
<p><b>Ángulo de dorsiflexión del pie:</b> En supino con la pierna extendida se fija el talón de la pierna a evaluar con una mano y se flexiona el pie sobre la pierna ejerciendo presión con el pulgar sobre la planta del pie. Se toma como medida el ángulo formado por el dorso del pie y la cara anterior de la pierna, se valora el ángulo y la simetría.</p> 	<p>Valores normales acorde a la edad.</p> <p>1 a 10 meses 60 ° - 70 °</p>

<b>Maniobra</b>	<b>Ángulos</b>
<p><b>Maniobra de la bufanda:</b> Con el niño en supino, se toma la mano del niño y se lleva el brazo en dirección del hombro opuesto pasando por delante del pecho. Se observa y se mide la relación del codo con la glándula mamaria y la simetría bilateral.</p> 	<p>Relación del codo con la glándula mamaria acorde a lo esperado para la edad</p> <p>De 1 a 3 meses la posición oscila entre la línea media y la glándula mamaria ipsilateral. 4 a 6 meses oscila entre la línea media y la glándula mamaria contralateral. De 7 a 9 meses cruza ligeramente la glándula mamaria contralateral &gt;10 meses se encuentra más allá de la glándula mamaria contralateral.</p>
<p><b>Flexión de la mano sobre el antebrazo.</b> En supino se fija el antebrazo a evaluar y se hace flexión sobre la mano con el objetivo de llevar a flexión y evaluar el ángulo formado.</p> 	<p>Simetría de los dos miembros superiores en la flexión de la mano a nivel del antebrazo</p>
<p><b>Rotación lateral de la cabeza:</b> Se sostiene al niño en posición semisentado, se realiza el giro de la cabeza tomando al niño por el mentón y llevándolo a cada lado se observa el recorrido de cada lado evaluando la simetría.</p> 	<p>Simetría en el recorrido mentón- hombro al girar a cada uno de los lados.</p>

Fuente: Tomado Verdú (35)


Para los niños mayores de tres años se utilizan las mismas pruebas descritas para los adultos, las cuales evalúan grupos musculares en segmentos corporales, llevando el músculo de forma pasiva a la posición opuesta que realiza anatómicamente de forma rápida.

De forma complementaria, es de gran utilidad dentro de la valoración clínica señalar que algunos autores mencionan que este tipo de pruebas no permiten hacer inferencias funcionales, pues no identifican la forma cómo el sujeto lo adapta y utiliza activamente, razón por la cual se insta al uso de otras evaluaciones complementarias (21).

## EXPLORACIÓN ACTIVA DEL TONO

De forma similar al punto anterior, su evaluación dependerá de la edad cronológica del sujeto, pero en general se utilizarán maniobras que sometan los distintos grupos musculares a la acción de la gravedad. En niños menores de un año se proponen las pruebas descritas en la tabla 3.7

Tabla 3.7. Exploración y cronología del tono activo.

<b>Maniobras</b>	<b>Fases</b>	<b>Respuesta</b>
<p><b>Suspensión ventral:</b> Se toma al niño, suspendido desde el abdomen. Los brazos y piernas cuelgan libremente.</p> 	1 fase	Cabeza, tronco y extremidades ligeramente flexionados
	2 fase	Extensión del cuello hasta los hombros. Ligera extensión del tronco
	3 fase	Extensión del tronco con el cuello extendido. Piernas en ángulo recto y una pequeña abducción. Brazos relajados

<b>Maniobras</b>	<b>Fases</b>	<b>Respuesta</b>
<p><b>Traccionar para sedente:</b> Partiendo de decúbito supino, el evaluador sujetas al niño desde las manos y lo tracciona llevándolo a la posición sedente.</p> 	1 fase	Leves intentos por mantener la cabeza alineada y luego esta cae hacia atrás (cabeza en gota)
	2 fase	Flexiona ligeramente los codos y la cabeza permanece en la misma posición del eje axial
	3 fase	Flexiona los codos, asume la posición sedente y la cabeza se mantiene alineada con el raquis
<p><b>Suspensión axilar:</b> Se ubica niño en posición vertical, colocando las manos del evaluador debajo de las axilas.</p> 	1 fase	Piernas en flexión inerte
	2 fase	Piernas semiflexionadas
	3 fase	Piernas en extensión relajadas. Pies flexionados dorsalmente

Fuente: tomado y modificado de Correa (19)

## HITOS DEL DESARROLLO Y SIGNOS DE ALARMA

Una vez finalizados los aspectos de valoración neurológicos (tono, postura e integridad refleja), puede considerarse un conjunto de signos de alarma por trimestre que puede sugerir la evaluación de unos aspectos complementarios y clasificar al niño según el nivel de riesgo (tabla 3.8). Reconocer las características primarias de disfunción requiere un amplio dominio de conocimiento del desarrollo típico.

Tabla 3.8. Hitos del desarrollo primer trimestre (1-3 meses) y signos de alarma.

<b>Postura</b>	<b>Actividad refleja</b>	<b>Conducta motora</b>
<p><i>En la primera parte de este periodo, la postura está fuertemente influenciada por el tono, los reflejos y la influencia de la acción de la gravedad.</i></p> <p><i>Por este motivo, la cabeza está girada hacia un lado, hay flexión de las extremidades, incluyendo las manos cerradas todo el tiempo.</i></p> <p><i>Al tercer mes aproximadamente, hay mayor simetría, control cefálico en prono, apoyo sobre antebrazos y manos abiertas.</i></p>	<p><i>En este punto el niño está bajo la influencia de los reflejos primitivos, sin embargo, es importante reconocer la edad gestacional para determinar los criterios de elegibilidad de las pruebas y reconocer la tipología de las respuestas, que pueden variar de un niño prematuro a uno a término sin asociarse a alteraciones. La persistencia por encima de este trimestre si pueden ser sugestivos de lesión</i></p>	<p><i>El sostén cefálico puede alcanzarse por 15 segundos, pero no hay total alineación con el eje axial. Se asume el decúbito lateral, mediado por la presencia del reflejo tónico cervical asimétrico, descenso del centro de gravedad y la activación de los músculos de cuello y paraespinales</i></p>
<p><b>Signos de Alarma:</b> <i>La asimetría marcada que puede evidenciarse desde la succión y búsqueda, hasta una reacción exagerada del tónico asimétrico del cuello, que no le permita salir espontáneamente de la posición. Manos cerradas al final del tercer mes con pulgar aducto.</i></p>		

Fuente: Tomado y modificado de Verdú (35)

## Conclusión del primer trimestre

En este período, los niños sin disfunciones como en aquellos con lesiones leves-moderadas pueden presentar características de movimiento similares por condiciones propias de la inmadurez, la presencia de los reflejos primitivos, las condiciones del tono axial (inicialmente bajo) en extremidades (fisiológicamente más alto) y la incapacidad para vencer la acción de la gravedad, lo que dificulta la identificación temprana de alteraciones. En este trimestre debe vigilarse fundamentalmente:

- Simetría y amplitud del movimiento espontáneo. Puede asumirse como signo de disfunción la asimetría persistente.
- La hipotonía o hipertonia axial de los músculos flexores y extensores de cuello moderada-severa.
- Ausencia de reflejos ontogenéticamente más antiguos (búsqueda, succión y prensión palmar) o persistencia de los reflejos primitivos por encima de los tres meses.

Tabla 3.9. Hitos del desarrollo segundo trimestre (4-6 meses) y signos de alarma.

Postura	Actividad refleja	Conducta motora
<i>Cabeza en línea media, realiza movimientos de amplitud e intensidad moderada, incluyendo movimientos circulares en manos y pies, enérgica extensión dorsal con apoyo, hombro, codo mano. En sedente largo, proyecta el centro de gravedad anteriormente, lleva la pelvis en retroversión, mantiene las piernas extendidas y aducidas simétricamente.</i>	<i>Alrededor del 4° mes se da apertura a la integración del reflejo tónico cervical asimétrico, aparecen el reflejo tónico cervical simétrico y el enderezamiento del cuerpo actuando sobre el cuerpo. Al finalizar este periodo se encuentra en un nivel mesencefálico, emergen las reacciones de equilibrio estático en la posición sentado, así como las protectivas anteriores. Al sexto mes se evidencia la respuesta de Landau.</i>	<i>Fortalecimiento de la musculatura abdominal y paraespinales, se da paso a la disociación escápula pélvica con activación de oblicuos y cuadrado lumbar, trabajo en todos los planos de movimiento incluyendo los diagonales. Rola de supino a prono de forma voluntaria, asume la posición de sedente, incluyendo: supino-sedente largo-prono sedente sobre talones.</i>
<b>Signos de alarma:</b> <i>Falta de integración de la línea media, incluyendo la coordinación, objeto, mano, boca. Aumento o disminución de la intensidad de los movimientos fásicos con tendencia a la estereotipia. Débil enderezamiento en prono, marcada hipotonía del raquis y la imposibilidad para realizar la prensión de objetos con la mano.</i>		

## Conclusión del segundo trimestre

Dentro de los muchos fenómenos determinantes que ocurren en este lapso, sobresale la aparición de la movilidad fásica, cobran gran importancia el alcance y la presión voluntaria de objetos, la integración a la línea media, la disociación escapulo pélvica y las reacciones de equilibrio. En este periodo debe vigilarse:

- Coordinación: objeto, boca, mano
- Paso activo por la línea media
- Movilidad fásica alterada con disminución o aumento de la intensidad de los movimientos globales de características distónicas
- Hipotonía axial del cuello y el raquis que afecta la activación de la cadena extensora

Tabla 3.10. Hitos del desarrollo, tercer trimestre (7-9 meses) y signos de alarma.

<b>Postura</b>	<b>Actividad refleja</b>	<b>Conducta motora</b>
<i>En niño, se sienta en enano de jardín, asume el cuadrúpedo y otras posiciones intermedias como el arrodillado, semiarrodillado y asume el bípedo con apoyo. Al final de noveno mes, logra el sedente funcional, manteniendo la cabeza alineada con el tronco y el tronco con las extremidades.</i>	<i>Integración del tónico cervical simétrico y apoyo positivo.  Se optimizan las reacciones de enderezamiento y equilibrio estático e inicia el dinámico, incluyendo paracaídas. Fuerte presencia de Landau</i>	<i>Tiene la facultad de distribuir el peso en cuatro puntos, mejora el control axial por la modulación tónica y el fortalecimiento del core. Es capaz de trasladar el peso antero-posteriormente y lateral. Hacia el octavo mes inicia el gateo homolateral y rápidamente pasa a realizarlo con un patrón alternante cruzado. Las posiciones intermedias, el gateo y la posición bípeda, le permiten un mayor control de los músculos antigravitatorios</i>
<b>Signos de alarma:</b> <i>Falta de sedestación activa, con dependencia del uso de las manos para mantener el equilibrio, incapacidad para moverse en los tres planos.</i>		
<i>No puede vencer la acción de la gravedad para adoptar o mantener posiciones intermedias.</i>		

Fuente: Tomado y modificado de Verdú (35)



## Conclusión del tercer trimestre

Para este trimestre se siguen tomando en consideración otros signos de alarma descritos en periodos cronológicos previos. Este periodo se caracteriza por la variabilidad y mayor especificidad de los movimientos fásicos y su nivel de maduración a nivel mesencefálico, sumados al control axial, le permiten vencer la acción de la gravedad adoptando posiciones intermedias y el bípedo con apoyo. Es necesario prestar atención a:

- Ausencia, ineficacia o asimetría de reacciones protectoras
- Posiciones contra la gravedad inestables
- Disminución de la movilidad en tres planos, preferencia por la ejecución de patrones de flexión y extensión
- Movimientos estereotipados en miembros inferiores

Tabla 3.II. Hitos del desarrollo cuarto trimestre (10-12 meses) y signos de alarma.

<b>Postura</b>	<b>Actividad refleja</b>	<b>Conducta motora</b>
Tiene la capacidad de mantener la posición bípeda sin ayuda. Finalizando el primer año, transfiere el peso de un pie al otro, el aumento de la estabilidad proximal le permite lograr mayor extensión de rodillas, sin llegar a la extensión completa. Los hombros se encuentran en mínima abducción y los codos permanecen flexionados (posición de guardia)	Se encuentran todos los reflejos de enderezamiento, equilibrio y protectoras en todas las posiciones.	La disminución de la base de sustentación, junto con la posición de la pelvis en retroversión, mejora el control abdominal en bípedo lo cual desplaza el centro de gravedad hacia atrás. Los músculos intrínsecos de tobillo y pie, junto con las reacciones de enderezamiento y equilibrio le proveen una notable mejoría en la estabilidad. Inicia la marcha independiente
<p><b>Signos de alarma:</b> Sedestación con espalda redondeada, piernas en flexión y abducción (sedente en W), apoyo positivo con piernas en aducción y apoyo digital (patrón de tijera), distribución asimétrica de cargas.</p> <p>Traccionar con los brazos para mantener el bípedo mientras las piernas posan inertes.</p> <p>Ausentes o ineficientes reacciones de enderezamiento y equilibrio.</p>		

Fuente: Tomado y modificado de Verdú (35)

## **Conclusión del cuarto trimestre**

El primer año de vida es conocido como la conquista de la acción de la gravedad. La maduración del sistema nervioso le permite hacer la transición de movimientos netamente reflejos a la adquisición de conductas motrices voluntarias. Durante todos los trimestres se señaló la importancia de analizar aspectos cualitativos del movimiento como la simetría, la intensidad y la frecuencia. Como grandes conclusiones se obtienen reflejos adaptativos que permanecen a lo largo de toda la vida, el niño se mueve en los tres planos y regula el tono muscular. Los criterios que deben ser vigilados por tanto corresponden a:

- Dificultad para ejecutar movimientos sobre el plano transversal
- Visibles alteraciones en el tono
- Retraso de las funciones de enderezamiento con postura anómalo

## **OTROS ASPECTOS PARA CONSIDERAR DENTRO DE LA EVALUACIÓN**

### **Aspectos generales**

Aunque en los últimos años el concepto de desarrollo diferencial ha cobrado bastante notoriedad para reconocer los ritmos y patrones de desarrollo que pueden variar de acuerdo con condiciones biológicas o sociales, es necesario conocer los ítems de desarrollo esperados para la edad como elemento fundamental dentro de la valoración global con el fin de detectar, de forma temprana, alteraciones o rezagos que puedan afectar el logro las habilidades motoras (37).

Frente a los procesos de evaluación orientados al diagnóstico temprano de los retrasos globales del desarrollo se utilizan diversas herramientas que incluyen test, entrevistas/encuestas dirigidas a cuidadores y educadores. El juicio clínico es emitido por un equipo interdisciplinar, quienes de acuerdo a los lineamientos definidos por la American Academic of Pediatrics deben apoyarse en el uso de test concretos de cribado específicos para cada edad (38).

## ***Pruebas de Desarrollo para la edad***

La evaluación del desarrollo psicomotor infantil, es un aspecto importante para las profesiones del área de salud involucradas en el neurodesarrollo, permitiendo observar los cambios que se dan desde el nacimiento hasta la niñez (24). Así mismo, ayuda a identificar de forma precoz las posibles discrepancias de este proceso evolutivo, facilitando orientación de acciones en la promoción para el adecuado desarrollo psicomotor infantil y la atención y prevención de sus posibles alteraciones (39).

## **PATRONES MOTORES FUNDAMENTALES**

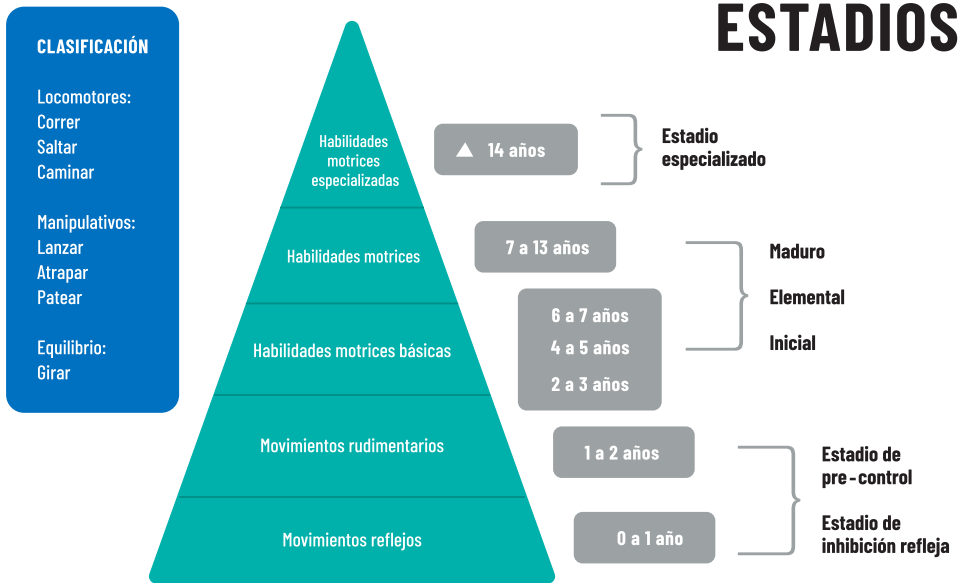
Los patrones motores fundamentales se han definido como destrezas motoras básicas, a partir de las cuales se desarrollan habilidades más complejas, permitiendo al niño afianzar su potencial neuromadurativo a través de la exploración del entorno, en la ejecución de actividades propias de los primeros años como el juego, o en ambientes más específicos relacionados con la práctica deportiva (40) (Ver figura 3.4 e imagen 3.3).

El nivel de desarrollo que alcanzan estas destrezas simples está determinado por tres factores (40,41):

1. El potencial de desarrollo propio de cada niño que incluye la expresión de su material genético.
2. La progresión del proceso madurativo asociado a la capacidad de realizar actividades motoras cada vez más complejas.
3. La influencia de la variabilidad y calidad de las experiencias motrices.

La organización taxonómica de los patrones básicos de movimiento plantea dos categorías, los patrones relacionados con el cuerpo (locomotores y equilibrio); y los patrones relacionados con el objeto (propulsión y absorción) (40).

Figura 3.4. Modelo de adquisición de patrones motores fundamentales.



Fuente: Gallahue & Ozmun (40)

Imagen 3.3. Modelo de patrones motores fundamentales.



Fuente: elaboración propia, 2019.

Es de considerar que la última etapa se alcanza entre los 6 y 7 años de edad y se caracteriza por un alto nivel de desempeño de movimientos coordinados, controlados y eficientes (40). En este mismo sentido no

todos los sujetos alcanzan este grado de ejecución de forma espontánea y se requiere de una estructura de entrenamiento dirigido a través de la práctica y de la experiencia en entornos enriquecidos (42). Por lo anterior se ha podido identificar que la evaluación de los patrones motores, es una herramienta útil que permite hacer un monitoreo en la adquisición de las destrezas al tiempo que identifica deficiencias motrices y finalmente puede establecer las bases para el diseño de intervenciones orientadas a alcanzar el estadio maduro (42).

Entre los instrumentos más significativos para valorar las competencias motoras en los niños se encuentran los descritos en la tabla 3.12.

Tabla 3.12. Revisión de instrumentos de evaluación.

<b>Instrumento</b>	<b>Propósito</b>	<b>Rango de aplicación</b>	<b>Generalidades</b>
<b>Batería internacional neurológica infantil INFANIB</b>	<i>Evalúa la presencia de alteraciones como espasticidad, control y posición de la cabeza, tronco y piernas, como parte de la motricidad gruesa, función vestibular, y ángulos franceses</i>	<i>Recién nacido hasta los 15 meses</i>	<p><i>Es uno de los instrumentos más empleados para la detección temprana del retraso del desarrollo. Este instrumento consta de 20 ítems, cada uno se registra considerando la edad del niño, cuando los ítems son normales se puntúa como 5, cuando son levemente normales su calificación es 3 y los ítems anormales se puntúan con 1. En total se evalúan 5 factores cada uno con 4 ítems a evaluar de la siguiente manera:</i></p> <p><b>Factor I.</b> <i>Espasticidad: Manos cerradas y abiertas, reflejo tónico cervical asimétrico, reflejo tónico laberíntico en supino y prono</i></p> <p><b>Factor II.</b> <i>Cabeza Tronco: traccionar para sentado, rotativo del cuerpo, sentado y cuadrúpedo.</i></p> <p><b>Factor III.</b> <i>Función vestibular: paracaídas lateral, posterior, anterior y rotativo del cuerpo.</i></p> <p><b>Factor IV.</b> <i>Piernas: prensión plantar, soporte de peso, reacción positiva de soporte y dorsiflexión del pie.</i></p> <p><b>Factor V.</b> <i>Ángulos franceses: Talón oído, ángulo de aductores, maniobra de la bufanda ángulo poplíteo.</i></p>

<b>Instrumento</b>	<b>Propósito</b>	<b>Rango de aplicación</b>	<b>Generalidades</b>
<b>Escala Motora Infantil de Alberta (AIMS)</b>	Escala de observación de la actividad motriz espontánea, a partir evaluación de la motricidad gruesa en niños a término y pretérmino.	Desde 0 meses hasta los 18 meses	Valora la secuencia del desarrollo motor en términos de desarrollo progresivo e integración del control muscular antigravitatorio en 4 posiciones: decúbito supino, sedestación y bipedestación, Con un total de 51 ítems, los cuales se enfocan en variables como la alineación postural, la carga del peso y el movimiento anti gravitatorio que contribuyen a las habilidades motoras.
<b>Test de Denver</b>	Tiene como propósito medir las habilidades físicas, intelectuales y de desarrollo psicomotriz de los niños, para la identificación de retraso en una de sus áreas acorde con la edad cronológica.	Es aplicable en el rango de 1 a 6 años	Evalúa las áreas de: personal social, lenguaje, motricidad fina adaptativa y motricidad gruesa  Para la calificación se considera el resultado adecuado cuando el desempeño no ha sido dudoso ni anormal. Dudoso cuando un componente presenta dos o más retrasos y cuando uno o más componentes tienen un retraso y en el mismo rango la línea de edad no cruza ningún ítem que haya sido aprobado. Anormal cuando dos sectores tienen cada uno, dos o más retrasos y cuando un sector tiene dos o más retrasos y otro sector tiene un retraso y en el mismo sector la línea de edad no cruza ningún ítem que haya sido aprobado.
<b>Escala Abreviada del Desarrollo (EAD-3)</b>	El propósito de la identificación temprana de riesgo de rezagos en el desarrollo de niños y niñas colombianos	0 a 7 años de edad cumplida	Evalúa las siguientes áreas: personal social, lenguaje, motricidad fina adaptativa y motricidad gruesa.  Este instrumento presenta algunas dificultades entre ellas se encuentran el tiempo que excede los 30 minutos, dificultades relacionadas con la sensibilidad y especificidad del instrumento, pues es útil para obtener una descripción general de la motricidad y para la detección de afectaciones severas, pero es de considerar que su perspectiva de valoración se limita a aspectos cuantitativos y no cualitativos del desarrollo motor y no es particularmente sensible para la identificación de alteraciones leves o moderadas.

<b>Instrumento</b>	<b>Propósito</b>	<b>Rango de aplicación</b>	<b>Generalidades</b>
<b>Escala de Bayley</b>	<i>Diseñado para valorar el desarrollo infantil en el área mental, psicomotriz y comportamental</i>	<i>Va en su tercera edición, esta última amplió el rango de edad para la evaluación, inicialmente estaba dirigida a niños de hasta dos años y medio, pero actualmente se amplió el rango de edad a los tres años y medio</i>	<i>Esta escala presenta buenas características psicométricas, no obstante, se necesita de personal entrenado en el manejo de la misma para su aplicación, ya que, al no poseer las competencias derivadas de un entrenamiento o capacitación adecuada en su aplicación, se ampliará extensivamente el tiempo requerido para ello, que oscila normalmente entre los 45 y 75 minutos. Sobrepasar dicho periodo de tiempo puede ser un factor que altere el buen transcurso de su aplicación, pudiendo sesgar los resultados obtenidos y afectando así la interpretación de los mismos (Mrozek-Budzyn, Kieltyka &amp; Majewska, 2014).</i>
<b>Test de Desarrollo Psicomotor (TEPSI)</b>	<i>Esta prueba permite conocer el nivel de rendimiento del desarrollo psicomotor del niño en las áreas de motricidad, lenguaje y coordinación.</i>	<i>Evalúa niños de 2 a 5 años de edad</i>	<i>En 1993 se realizó una versión para personas con discapacidad visual, siendo esta la característica más importante de este instrumento, ya que la mayoría del instrumento de evaluación del desarrollo infantil deja por fuera los déficits sensoriales, como tampoco viabiliza evaluar niños con discapacidades físicas como la amputación de miembros o los diferentes tipos de parálisis cerebral.  El periodo de tiempo para su aplicación es de 30 minutos máximo, categorizando el resultado en: normal, en riesgo o retraso (Castillo, Puyuelo, Chaigneau &amp; Martínez, 2006).</i>
<b>BOT 2</b>	<i>Es una batería que evalúa la calidad de los patrones de movimiento y los niveles de competencia motora</i>	<i>Niños y jóvenes entre 4 y 21 años</i>	<i>El BOT 2 es empleado como herramienta de evaluación en diversos estudios tanto experimentales como transversales.  La valoración de las subdimensiones puede hacerse de manera aislada; además propone una forma corta que facilita la evaluación manteniendo una evidencia buena en relación con sus propiedades psicométricas</i>

<b>Instrumento</b>	<b>Propósito</b>	<b>Rango de aplicación</b>	<b>Generalidades</b>
<b>Peabody Development Scales (PDMS)</b>	<i>Ha sido diseñada para evaluar las habilidades motoras en los niños</i>	<i>Desde el nacimiento hasta los 5 años de edad.</i>	<i>Este instrumento dispone de 6 subpruebas que evalúan las capacidades motrices interrelacionadas que se desarrollan a temprana edad.</i>
<b>Observación psicomotora de Da Fonseca</b>	<i>Es una batería de observación psicomotriz fundamentada en la teoría de Luria acorde con los niveles funcionales del cerebro. Pretende captar la personalidad psicomotriz del niño, su estilo psicomotor.</i>	<i>La batería tiene un rango de aplicación 4 a 14 años valora 7 factores psicomotores 1. Tonicidad 2. Equilibrio 3. Lateralización 4. Noción del cuerpo 5. Estructuración espacio temporal 6. Praxia global 7. Praxia fina</i>	<i>La escala de puntuación es de tipo cualitativo y va con una puntuación de 1 a 4. Una calificación de 1 corresponde a un perfil apráxico, ya que incapaz de llevar a cabo la tarea sugerida (insuficiente). Una calificación de 2 es para perfil dispráxico, lo que se traduce dificultades de control. El 3 es perfil eupráxico donde la realización es controlada y adecuada. Y una calificación de 4 dará un perfil hiperpráxico, es decir que la realización del movimiento es perfecta, económica, armoniosa y bien controlada</i>

Fuente: Glen (43)

Como se puede observar, existe gran variedad de instrumentos orientados al seguimiento y evaluación del neurodesarrollo en los primeros años de vida. No obstante, se sugiere que, para la selección y uso de los instrumentos, que estos cumplan con las características de fiabilidad y validez de test psicométricos adaptados a las necesidades de la población objeto de estudio (44).

En este sentido se recomienda el uso de recursos como el Consensus-based Standards for the Selection of Health Measurement Instruments (COSMIN), el cual fue diseñado con el propósito de mejorar los criterios de selección de instrumentos que miden resultados en la investigación en salud (45).



## PROCESAMIENTO SENSORIAL

La doctora Jean Ayres, terapeuta ocupacional precursora en integración sensorial centró sus procesos de evaluación en test estandarizados con fines diagnósticos (46). Desde 1960, la doctora Ayres se dio a la tarea de desarrollar herramientas diagnósticas y prescriptivas de deficiencias, que permitieran no solo identificar sino entender la naturaleza de la disfunción de la integración sensorial. Investigaciones que dejan como resultado el instrumento SIPT conocido actualmente como la prueba gold standard en integración sensorial (47); sin embargo existen otras herramientas de evaluación que se resumen en la tabla 3.13.

Tabla 3.13. Resumen de test de integración sensorial en edad infantil.

Test y autor	Edad	Tiempo de aplicación	Contenido
<b>Sensory integration and praxis test: SIPT Jean Ayres 1960.</b>	4 – 8 años y 11 meses en niños con problemas de aprendizaje y/o conducta, y problemas neuromotores	2 sesiones 1 hora 30 minutos cada sesión	<p>Cuatro categorías: 17 sub-ítems</p> <p><b>Percepción visual no motora:</b> manipulación y orientación mental de los objetos en el espacio, y percepción de figura y fondo.</p> <p><b>Percepción Somatosensorial:</b> percepción manual de formas, kinestesia y grafestesia.</p> <p><b>Praxias:</b> praxia visoconstruccional, praxia construccional, praxia postural, praxia de comando verbal, praxia secuencial y praxia oral.</p> <p><b>Sensoriomotor:</b> equilibrio estático y dinámico unipodal y bipodal, coordinación motora bilateral, nistagmus post-rotatorio y precisión motora.</p>
<b>Perfil sensorial 2 (PS-2). Winnie Dunn 2016 (versión española)</b>	4 – 8 años con 11 meses	5 a 20 minutos	<p>Tres cuestionarios aplicados a padres, cuidadores y profesores.</p> <p><b>Los sistemas sensoriales:</b> auditivo, visual, táctil, oral, movimiento y corporal.</p> <p><b>Conductas asociadas:</b> atencional, conductual y socioemocional.</p> <p><b>Patrones de procesamiento sensorial:</b> búsqueda, evitación, sensibilidad y registro.</p> <p>Los <b>factores escolares</b> solo están presentes en el cuestionario para profesores e incluye ayudas externas, conciencia y atención, tolerancia y disposición.</p>

<b>Test y autor</b>	<b>Edad</b>	<b>Tiempo de aplicación</b>	<b>Contenido</b>
<b>Prueba IS (TSI) DeGangi-Berk</b>	3-5 años		36 ítems Control postural, coordinación motora bilateral e integración de reflejos.
<b>Medida de procesamiento sensorial (SPM)</b>	SPM 5-12 años SPM-P 2-5 años	15-20 minutos	Escala de calificación de padres y maestros 8 categorías: 74 sub-ítems Participación social, visión audición, tacto, gusto y olfato, conciencia corporal, equilibrio y movimiento y planificación e ideación.

Fuente: elaboración propia, 2019.

Las dificultades de integración sensorial afectan la vida diaria y la funcionalidad de los niños con disfunción. La detección temprana de estos aspectos particulares de la integración sensorial y la praxis ayudará a diseñar programas de tratamiento específicos; sin embargo, la mayoría de las pruebas para niños solo están disponibles en inglés y están diseñadas para la población estadounidense. Las dos herramientas principales para evaluar la modulación están disponibles en diferentes idiomas. Específicamente, son seis versiones de SPM (inglés, danés, finlandés, sueco, noruego y chino) y seis versiones diferentes de SP (inglés, español, árabe, turco, indio y chino) (48,49).

## CONSIDERACIONES FINALES

En este capítulo se ha pretendido mostrar una visión concisa de las características y progreso del neurodesarrollo infantil típico, con el propósito de ofrecer una guía para su evaluación, la cual busca identificar pertinentemente la presencia de anomalías en el transcurso del desarrollo del niño; realizar una detección temprana en los primeros años de vida es indispensable ya que esto permitirá orientar la toma de decisiones y proponer estrategias terapéuticas acordes con las necesidades del niño en para favorecer mejorías en su calidad de vida.

## APORTE DEL CAPÍTULO A LA FISIOTERAPIA

El seguimiento regular y oportuno del desarrollo infantil es clave para la detección temprana de las alteraciones del mismo, la importancia de ello está en que dichas alteraciones tendrán repercusión para el logro del potencial en relación con las capacidades y habilidades del niño. Es fundamental que el profesional del área de la rehabilitación conozca en detalle las características inherentes del neurodesarrollo de acuerdo a los niveles de maduración, desde una perspectiva que reconozca la integridad de las estructuras neuroanatómicas, al tiempo que identifica la relación del niño con el espacio, con su cuerpo, con los otros y con los objetos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. American Physical Therapy Association (APTA) 2014.
2. Gessell. El niño de 1 - 5 años. Editorial Paidós, Buenos Aires: 1963. 406 p.
3. Carrillo, M. El aprendizaje motor en la práctica clínica: nuevos paradigmas en la rehabilitación de individuos con lesiones del sistema nervioso central. *Kinesiología*, 2005; 76: 19 -27.
4. Macías ML. Enfoque de sistemas dinámicos aplicado al desarrollo motriz y adquisición de la habilidad. *Revista Associació Catalana d'Atenció Precoç*. December 2000,15-16.
5. Macías L, Fagoaga J. *Fisioterapia en pediatría*. España: McGraw-Hill; (2018).
6. Shumway-Cook A.; WoollacottMH. *Control motor: Investigación en la práctica clínica*. Filadelfia: Lippincott Williams & Wilkins; 2007.
7. López de la Fuente MJ. Teorías del control motor, principios de aprendizaje motor y concepto Bobath. A propósito de un caso en terapia ocupacional. *TOG (A Coruña)*. 2013; 10(18): 1-27.
8. Graham JV, Eustace C, Brock K, Swain E & Irwin-Carruthers S. The Bobath concept in contemporary clinical practice. *Top Stroke Rehabil*. 2009; 16(1), 57-68.
9. Cayul, A, Gutiérrez, A., Gatica, M, Salamanca. Nivel de desarrollo psicomotor y su relación con el score de riesgo DSM. *Revista Chilena de Salud Pública*, 2011; 14(2-3). 327.

10. Iltus, S. Significance of Home Environments as Proxy Indicators for Early Childhood Care and Education. Nueva York, Estados Unidos: Education for All Global Monitoring Report, UNESCO.2006; 1-28.
11. Colángelo, M. (s.f.). La mirada antropológica sobre la infancia. Reflexiones y perspectiva de abordaje. Serie encuentros y seminarios. Mesa: Infancia y juventudes. Pedagogía y formación.
12. Peralta E., “Estado del Arte del diseño y desarrollo curricular de la atención y educación de la primera infancia en América Latina y el Caribe”, OREALC/ UNESCO Santiago, mimeo.
13. Cuellar, C. Los circuitos neuronales del movimiento. Elementos 2012; 86. 9-15.
14. Milani A, Gidoni AE. Pattern analysis of motor development and its disorders. *Dev Med Child Neurol* 1967; 9:625-630.
15. Zelazo, PR. y Leonard, EL. The dawn of active thought. In K. W. Fisher (Ed.), *Levels and Transitions in Children’s Development*. San Francisco: Jossey-Bass. 1983; pp. 37-50.
16. Katona F. Clinical neurodevelopment diagnosis and treatment. En: Zelazo PR, Barr RG, editores. *Challenges to developmental paradigms: implications for theory and treatment*. New Jersey: Lawrence Erlbaum, Hillsdale; 1989; 167-87.
17. Spencer JP, Perone S, Buss AT. Twenty years and going strong: A dynamic systems revolution in motor and cognitive development. *Child Dev Perspect*. 2011 Dec;5(4):260-266.
18. Semple BD, Blomgren K, Gimlin K, Ferriero DM, Noble-Haeussleina LJ. Brain development in rodents and humans: Identifying benchmarks of maturation and vulnerability to injury across species. *Prog Neurobiol*. 2013; 106-107: 1:16.
19. Correa, L. N. Neurodesarrollo y epilepsia. *Acta Neurológica Colombiana*. 2008; 24(1): 58-63.
20. Gaspér ER, Schoenfeld TJ, Gould E. Adult neurogenesis: optimizing hippocampal function to suit the environment. *Behav Brain Res*. 2012; Feb 14; 227 (2):380-383.
21. Rosselli, M, Mature, E, Ardila, A. Neuropsicología del desarrollo infantil. Manual Moderno. 2010.

22. Medina Alva MDP, Caro-Kahn I, Muñoz Huerta P, Leyva Sánchez J, Moreno Calixto J, Vega Sánchez SM. Neurodesarrollo infantil: características normales y signos de alarma en el niño menor de cinco años; *Rev Peru Med Exp Salud Publica*; 2015; 32(3):565-73.
23. Mendoza, L. *Revista Mexicana de Medicina Física y Rehabilitación* 2002; 14: 61-62.
24. Schonhaut, L., Schönstedt, M., Álvarez, J., Salinas, P., & Armijo, I. Desarrollo Psicomotor en Niños de Nivel Socioeconómico Medio-Alto.» *Rev Chil Pediatr*, 2010; 81(2), 123-128.
25. Salgado P, Desarrollo motor normal: Análisis desde el enfoque de neurodesarrollo. (2007).
26. Crain, G, Dunn, W. *Understanding human development*. New Jersey: Pearson Prentice-Hall; 2007.
27. Zahler, O. Carr, J. *Ciencias de la conducta y cuidado de la salud*. México: Manual Moderno; 2008.
28. Angarita, S., Cifuentes, V, Nieto, L. El desarrollo del niño y la niña de preescolar y primaria y el papel de las áreas obligatorias y fundamentales. Formación de maestros articulación preescolar y primaria. Ministerio de Educación Nacional y Asociación Nacional de Escuelas Normales Superiores. Cúcuta: Enlace Editores Ltda; 2002.
29. Cratty, B. *El desarrollo perceptual y motor en los niños*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica; 2003.
30. Güeita Rodríguez, J. Jiménez Jiménez, S. Paeth Rohlf, B. *Neurorrehabilitación: métodos específicos de valoración y tratamiento / coord. por Roberto Cano de la Cuerda, Susana Collado Vázquez*, 2012; 2, págs. 139-148.
31. Flores, V. (2013) Importancia del control postural para las A.V.D. en personas con secuelas neurológicas [en línea]. IOMO Congreso Argentino de Educación Física y Ciencias, 9 al 13 de septiembre de 2013, La Plata. En Memoria Académica. Disponible en: [http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab\\_eventos/ev.3163/ev.3163.pdf](http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.3163/ev.3163.pdf)
32. Bernstein N. *The coordination and regulation of movement*. London Pergamon; 1967.
33. Paeth, B. *Experiencias con el concepto Bobath: fundamentos, tratamientos y casos*. Madrid: Médica Panamericana; 2012.

34. Martín, A. Bases Neurofisiológicas del Equilibrio Postural. Tesis de Doctorado en Neurociencias. Universidad de Salamanca, España; 2004.
35. Verdú Pérez A, Cazarola Calleja MR, Torres Mohedas J. La historia clínica en neurología infantil. Comunicación e información. En: Verdú Pérez A, García Pérez A, Martínez Menéndez B, ed. Manual de Neurología Infantil. Madrid: PUBLIMED; 2008: 29-34.
36. Kleinsteuber, Avaria y De Tezanos. Enfoque clínico del recién nacido y lactante hipotónico Rev. Ped. Elec. [en línea] 2014, Vol 11.
37. Olsen J, ¿Do fidgety general movements predict cerebral palsy and cognitive outcome in clinical follow-up of very preterm infants? Acta Paediatr 2018; 107: 361-362.
38. American Academy of Pediatrics. Council of Children with Disabilities; Section on developmental Behavioral Pediatrics: Bright Futures Steering Committee; Medical Home Initiatives for Children with Special Needs Project Advisory Committee. Identifying infants and young children with developmental disorders in the medical home: an algorithm for developmental surveillance and screening. Pediatrics. 2006; 118:405-20.
39. Haywood, K, Getchell, N. Life Span Motor Development. Champaign, Illinois: Human Kinetics ; 2009
40. Gallahue, D., & Ozmun, J. Understanding Motor Development: infants, children, adolescents. New York: McGraw Hill; 2006.
41. Stodden, D., Goodway, J., Langendorfer, S., Roberton, M. A., Rudisill, M., Garcia, C., & Garcia, L. A developmental Perspective on the role of Motor Skill Competence in Physical Activity: An Emergent Relationship. QUEST, 2008, 60(2).
42. Riveros, M. Entrenamiento propioceptivo para futbolistas, una propuesta desde la fisioterapia. Revista Lúdica Pedagógica; 2006; Volumen 2, núm. 11. Pg.116 - 122.
43. Glen P Aylward, T. S. Measurement and psychometric considerations. En: Wolraich ML, Drotar DD, Dworkin PH, Perrin EC, eds. Developmental-Behavioral Pediatrics: Evidence and Practice. Philadelphia: Mosby Elsevier; 2008; pp. 123-201. Tamizajes.
44. Schonhaut, L., Armijo, I., Millán, T., Herreros, J., Hernández, K., Salgado, M, Cordero, M. Comparación de la evaluación tradicional del

- desarrollo psicomotor versus una prueba autoadministrada, Archivos Pediátricos Uruguayos: Uruguay; 2012.
45. Mokkink, L. B., Prinsen, C. A. C., Bouter, L. M., De Vet, H. C, Terwee, C. B. The Consensus-based Standards for the selection of health Measurement Instruments (COSMIN) and how to select an outcome measurement instrument. *Brazilian Journal of Physical Therapy*; 2016; 20(2), 105–113. <http://doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0143>
  46. Erazo Santander O, Santander OAE. Identificación, descripción y relaciones entre la integración sensorial, atención y conducta. *Rev. Colomb. Cienc. Soc.* 1 de enero de 2016;7(1):21-48.
  47. Martínez Guillín B. Publicaciones científicas sobre la teoría de la integración sensorial de Jean Ayres: Scoping review. 2019 [citado 2 de septiembre de 2020]; Disponible en: <https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/24712>
  48. Bruyneel A-V. Evaluación de la propiocepción: pruebas de estatesesia y cinestesia. *EMC - Kinesiterapia - Medicina Física.* 1 de noviembre de 2016; 37(4):1-11.
  49. Jorquera-Cabrera S, Romero-Ayuso DM, Rodriguez-Gil G, Triviño-Juárez JM. Corrigendum: Assessment of Sensory Processing Characteristics in Children between 3 and 11 Years Old: A Systematic Review. *Front Pediatr.* 2017;5: 266.