



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

---

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES  
UNIDAD LEÓN**

**CORRELACIÓN DE LA RESPUESTA  
ELECTROFISIOLÓGICA Y CONDUCTUAL DE ATENCIÓN  
SELECTIVA AUDITIVA Y DESEMPEÑO PSICOMOTOR DE  
LACTANTES DE 8 MESES CON FACTORES DE RIESGO  
PARA DAÑO CEREBRAL**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
LICENCIADA EN FISIOTERAPIA**

**P R E S E N T A:**

**MARÍA DANIELA TREJO MÉNDEZ**

**TUTORA: MTRA. CRISTINA CARRILLO PRADO**

**ASESORA: DRA. MARÍA ELIZABETH MÓNICA**

**CARLIER TORRES**

**LEON, GTO**

**2019**





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



## **Dedicatorias**

### ***A mi madre***

Mamá eres mi voz de aliento y mi ejemplo de mujer incansable, gracias por heredarme locura, valor y anhelos y por enseñarme a volar incluso cuando creo que no puedo, por tus consejos y tu apoyo incondicional y por ser una mamá extraordinariamente no convencional, te amo.

### ***A mi padre***

Papá eres mi cordura y la gravedad que mantiene mis pies en la tierra, gracias por enseñarme que las cosas nunca se hacen con miedo, que cada acción tiene una consecuencia y cada logro su reconocimiento, por siempre tener las palabras adecuadas, por tu apoyo incondicional y por ser el mejor papá, te amo.

### ***A María y Rodrigo***

Gracias a la vida y el universo por ustedes, mis cómplices de aventuras y travesuras, sin ustedes mi vida simplemente no estaría completa. Es un orgullo ser su hermana. Nena, gracias por siempre impulsarme a seguir mis sueños. Enano, gracias por llegar y hacer mi vida más divertida. Los amo infinitamente.

### ***A papá Pedro y mamá José***

A pesar de que se fueron hace tantos años siguen siendo los pilares de mi vida, ustedes formaron las bases de la persona que soy hoy, por eso y muchas cosas más los llevaré siempre en mi corazón y serán siempre las estrellas de mi vida.

## Agradecimientos

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad León por brindarme las herramientas para mi formación académica y por darme el privilegio de ser orgullosamente puma.

Al rector, Dr. Enrique Graue Wiechers, al ex rector, Dr. José Narro Robles, al ex director de la ENES León, Mtro. Javier de la Fuente Hernández por su dedicación a la labor de la formación de profesionales y por transmitir el espíritu universitario.

Al Instituto de Neurobiología UNAM Campus Juriquilla, al Dr. Raúl Paredes Guerrero y al Dr. Alfredo Varela Echavarría por abrirnos las puertas en el Instituto.

A la Unidad de Investigación en Neurodesarrollo “Dr. Augusto Fernández Guardiola” y a la Dra. Thalía Harmony por brindarme la oportunidad de realizar mi servicio social y trabajo de investigación. A la Lic. Consuelo Pedraza, a la Dra. María Elena Juárez Colín, a la Ing. Paulina Álvarez García, a Tonantzin Pineda Martínez, a Héctor Belmont Tamayo, y a todo el personal de la UIND por su apoyo y colaboración necesarios para la realización de este proyecto.

A la Dra. Thalía Fernandez del Laboratorio de Psicofisiología por permitirnos realizar los registros en las instalaciones durante el desarrollo de este proyecto.

A mi tutora Mtra. Cristina Carrillo Prado por darme la oportunidad de trabajar a su lado y las herramientas para llevar a cabo este proyecto, por sus enseñanzas que no se quedan solo en el ámbito académico, por siempre tener las palabras precisas y por ayudarme a alcanzar mis metas.

A mi asesora Dra. Mónica Carlier por abrirme las puertas para trabajar a su lado, por el apoyo, la confianza, paciencia y por guiarme en todo momento durante la realización de este proyecto.

A los profesores de la ENES León por brindarme los conocimientos a lo largo de la carrera, en especial a la Dra. Aline Cintra Viveiro, al Dr. Jesús Edgar Barrera Reséndiz y al Lic. Felipe de Jesús Martínez Matehuala por la formación en fisioterapia neurológica.

A Sharon, Daniel, Carla, Andrea, Asahel, Karen, Mireya, equipo de terapia 1, por su compañía, amistad, apoyo, enseñanzas, risas y momentos memorables que convirtieron mi estancia en la Unidad en una aventura.

A los apoyos CONACYT-166772, CONACYT-218556, PAPIIT-IN200917 y al Programa Nacional de Becas (PRONABES / Manutención) y al Programa de Apoyo Nutricional Colgate-Palmolive.

## Resumen

**Introducción:** La atención selectiva en lactantes actúa como filtro de estímulos ambientales y coordinada con otros procesos cognitivos ayuda a responder ante demandas externas e internas durante su desarrollo. Durante el segundo semestre de vida ocurren cambios en los componentes motivacionales relacionados con la regulación voluntaria de la conducta. **Objetivo:** determinar la correlación de la respuesta conductual y electrofisiológica de atención selectiva y el desempeño motor en lactantes de 8 meses con factores de riesgo para daño neurológico. **Metodología:** se examinó el proceso de atención y el desarrollo motriz en 11 lactantes mediante la Escala de Evaluación de Atención Selectiva (EEAS) y el Formato de Evaluación de Desarrollo Psicomotriz. La respuesta electrofisiológica se analizó utilizando el paradigma Oddball para la obtención de potenciales relacionados a eventos (PRE), éstos fueron obtenidos promediando épocas de 1200 ms en electrodos fronto-centrales y se calcularon diferencias significativas entre estímulos. Posteriormente se utilizó la prueba de Spearman para correlacionar las amplitudes de los PRE con la EEAS y el desempeño motor. **Resultados:** se encontró una correlación entre la EEAS y la amplitud en F4 ( $r=0.752$  y  $p<0.008$ ); y con el desempeño motor fino ( $r=0.636$  y  $p<0.035$ ). La motricidad gruesa correlacionó con la amplitud en Cz ( $r=0.716$  y  $p<0.013$ ). **Conclusión:** existe correlación entre las respuestas electrofisiológica y conductual de atención selectiva y el desempeño motor, la cual presenta características específicas de acuerdo al tipo de motricidad y la respuesta de atención con que se correlacione.

### Palabras clave

Atención selectiva auditiva, respuesta electrofisiológica, desarrollo psicomotor, daño cerebral perinatal.

## Abstract

**Introduction:** selective attention in infants is an environmental stimulus filter and coordinated with other cognitive processes it contributes to answer to internal and external demands during their development. During the second semester of life changes occur in motivational components related to voluntary behavioural regulation. **Objective:** to determine the correlation between selective attention electrophysiological and behavioural response and motor performance in 8-months-old infants with risk factors for neurological damage. **Method:** the attentional processes and motor development were examined in 11 infants with the Infant Scale of Selective Attention (EEAS, in Spanish) and the Psychomotor Development Evaluation Format (FEDP, in Spanish). The electrophysiological response was analysed with the Oddball paradigm to obtain the deviated event related potentials (ERPs) which were obtained by averaging epochs of 1200 ms at fronto-central electrodes and significant differences between stimuli were also calculated. Spearman's correlation test was used to correlate ERPs amplitude with EEAS and motor performance values. **Results:** all infants obtained normal results in EEAS. Significant correlations were found with EEAS considering F4 ( $r=0.752$  and  $p<0.008$ ) and fine motor performance ( $r=0.636$  and  $p<0.035$ ). Gross motor performance was correlated with Cz amplitude ( $r=0.716$  and  $p<0.013$ ). **Conclusion:** Results shown correlation between motor performance and selective attention electrophysiological and behavioural response. These correlation presents specific features according to each type of motricity and the attentional response which are correlated to.

### Keywords

Auditory selective attention, electrophysiological response, psychomotor development, perinatal brain damage.

## Índice

<b>Resumen</b>	<b>6</b>
<b>Abstract</b>	<b>7</b>
<b>Introducción</b>	<b>11</b>
<b>Marco teórico</b>	<b>15</b>
<i>Proceso atencional</i>	<i>15</i>
Concepto de atención: modelos y teorías del proceso atencional	15
Desarrollo ontogénico de la atención	16
Bases neurológicas de la atención	17
Tipos de atención	19
Métodos de evaluación de la atención	20
<i>Atención selectiva</i>	<i>20</i>
Atención selectiva auditiva	21
Sistema auditivo	22
<i>Desarrollo Psicomotor</i>	<i>27</i>
<i>Daño cerebral perinatal</i>	<i>29</i>
Factores de riesgo para daño cerebral	30
<i>Neurohabilitación</i>	<i>31</i>
<b>Antecedentes</b>	<b>33</b>
Evaluación electrofisiológica de la atención selectiva: Potenciales Relacionados a Eventos	33
<b>Justificación</b>	<b>37</b>
<b>Pregunta de investigación</b>	<b>38</b>
<b>Objetivos</b>	<b>39</b>
<i>Objetivo general</i>	<i>39</i>
Objetivos Específicos:	39
<b>Hipótesis</b>	<b>40</b>
<b>Metodología</b>	<b>41</b>
<i>Diseño del estudio</i>	<i>41</i>
<i>Operacionalización de variables</i>	<i>41</i>

<i>Universo del trabajo</i>	42
Descripción de la muestra	42
Tipo de muestreo	43
<i>Criterios de selección</i>	43
Inclusión	43
Exclusión	43
Eliminación	43
<i>Instrumentos</i>	44
Escala de Evaluación de Atención Selectiva	44
Formato de Evaluación del Desarrollo Psicomotriz	45
<b>Desarrollo del proyecto</b>	<b>47</b>
<i>Procedimientos</i>	47
Evaluación de atención conductual	47
Evaluación de desarrollo psicomotriz	47
Registro de Potenciales Relacionados a Eventos	48
<b>Diseño de análisis</b>	<b>50</b>
<i>Análisis electrofisiológico</i>	50
<i>Análisis estadístico</i>	51
<b>Implicaciones éticas</b>	<b>52</b>
<b>Resultados</b>	<b>53</b>
<b>Discusión</b>	<b>59</b>
<b>Conclusión</b>	<b>65</b>
<b>Limitaciones del estudio</b>	<b>66</b>
<b>Referencias bibliográficas</b>	<b>67</b>
<b>Anexos</b>	<b>74</b>

## Índice de tablas

Tabla 1. Criterios de clasificación y tipos de atención.	19
Tabla 2. Rangos de normalidad para algunos hitos del desarrollo.	28
Tabla 3. Cambios en la conducta motriz y adaptativa en el primer año.	29
Tabla 4. Clasificación de factores de riesgo.	31
Tabla 5. Características de la muestra.	42
Tabla 6. Puntajes, percentiles y clasificación obtenidos en eeas	53
Tabla 7. Correlación entre eeas y amplitudes	55
Tabla 8. Puntuación de hitos motores gruesos.	57
Tabla 9. Puntuación de hitos motores finos.	57
Tabla 10. Correlación entre motricidad gruesa y amplitudes.	58
Tabla 11. Correlación entre eeas e hitos motores finos	58

## Índice de figuras

Figura a. Redes atencionales.	19
Figura b. Modelo de filtro de broadbent.	21
Figura c. Modelo de filtro de treiman.	22
Figura d. División del oído.	22
Figura e. Pabellón auricular.	23
Figura f. Oído medio.	24
Figura g. Oído interno.	25
Figura h. Transmisión del sonido.	26
Figura i. Vía auditiva.	26
Figura j. Sistema internacional 10-20.	33
Figura k. Factores de riesgo por número de casos.	42
Figura l. Registro de pre.	49
Figura m. Gran promedio del pre.	54

## Índice de gráficas

Gráfica 1. Correlación entre EEAS y amplitud.	55
Gráfica 2. Correlación hitos motores gruesos y amplitud.	58
Gráfica 3. Correlación entre EEAS e hitos motores finos.	59

## Introducción

La relación entre los procesos cognitivos y el desarrollo motor se ha estudiado a lo largo de los años, sin embargo existe controversia acerca de cual precede al otro, generando con esto teorías en las que se refiere que la respuesta motriz antecede al proceso cognitivo o viceversa o concluyendo que el desarrollo de ambos se da en conjunto (Pelayo, Reyes, Sánchez, y Jimeno, 2016).

Uno de los procesos cognitivos fundamentales en los lactantes es la atención selectiva ya que es el filtro de los estímulos presentes en el ambiente del lactante y, coordinada con otros procesos como la memoria, la motivación y el autocontrol, ayuda a responder a las demandas externas e internas a lo largo de su desarrollo (Ruff y Rothbart, 1996).

La atención selectiva se puede diferenciar por las modalidades de receptores que pueden captar la información, siendo la visión, audición e incluso el tacto (Medina et al., 2015). La atención selectiva auditiva se destaca por su importancia en el desarrollo del lenguaje, memoria y aprendizaje sin embargo su relación con el desarrollo motriz no está explícitamente establecido. La Escala de Evaluación de Atención Selectiva (EEAS) (Gutiérrez-Hernández y Harmony, 2007; Gutiérrez-Hernández et al., 2017) busca detectar de manera temprana aquellos lactantes con alteraciones en este tipo de atención desde el primer mes de vida hasta los 8 meses.

El desarrollo psicomotor se refiere a la adquisición continua y progresiva de habilidades que permiten desarrollar un control postural necesario para el desplazamiento y destreza del ser humano (García y Martínez, 2016; Medina et al., 2015; Vericat y Orden, 2013). Se ha descrito la importancia de las habilidades motoras adquiridas a los 8 meses e incluso se ha propuesto que son predictivas del desarrollo posterior (Linke et al., 2018).

En la Unidad de Investigación en Neurodesarrollo “Augusto Fernandez Guardiola” del Instituto de Neurobiología UNAM, Campus Juriquilla se realiza un seguimiento del desarrollo psicomotriz de lactantes con factores de riesgo para daño cerebral, el cual incluye diversas evaluaciones clínicas y diagnósticas además del tratamiento neurohabilitatorio. Para cumplir su objetivo, se utilizan diferentes herramientas de neuroimagen y electrofisiología así como pruebas conductuales. Dentro de éstas se encuentran la EEAS y el Formato de Evaluación de Desarrollo Psicomotriz (FEDP) y como parte de las pruebas electroencefalográficas se encuentran los Potenciales Relacionados a Eventos (PREs) que son útiles para registrar la actividad eléctrica cerebral durante una demanda de atención. Esta técnica en particular tiene la cualidad de ser altamente reproducible debido a su bajo costo, además presenta una excelente resolución

temporal y debido a que no requiere una respuesta conductual específica se puede utilizar para la evaluación de la atención en lactantes.

Por lo expuesto anteriormente el objetivo de este estudio es determinar la correlación de la respuesta conductual y electrofisiológica de atención selectiva y el desempeño motor en lactantes de 8 meses con factores de riesgo para daño neurológico.

## Marco teórico

### Proceso atencional

#### Concepto de atención: modelos y teorías del proceso atencional

El estudio de la atención a lo largo de la historia se ha realizado de manera intermitente. Uno de los precursores de las interrogantes actuales de la atención es Williams James. A mediados del siglo XX algunos movimientos como el conductismo y la Gestalt consideraban que la atención no era relevante para la comprensión de la conducta, cabe resaltar que el conductismo tomaba en cuenta aspectos como la orientación y la relación del control entre un estímulo discriminativo y una respuesta conductual (García y Fuentes, 2008).

Después de los años 50 el concepto de atención adquiere de nuevo un papel central y uno de los modelos que han guiado parte de la investigación psicológica es el de Broadbent, el cual se abordará más adelante; en esta teoría la atención se conceptualizaba como un concepto explicativo más que como una estructura o mecanismo independiente; es hasta los años 80 que surgen modelos y teorías sobre la atención que profundizan en distintas propiedades de la misma, aunque ninguna por separado es capaz de integrar todos los aspectos de la atención, algunos coinciden en ciertas características. Estos modelos se han derivado de varias ramas psicológicas como la clínica, la experimental y la psicométrica, por mencionar algunas (García y Fuentes, 2008).

La definición del concepto de atención tiene como peculiaridad su multiplicidad, dispersión y cambios continuos en el mismo. La problemática referente a la falta de unificación en la concepción del concepto se debe precisamente a las diferentes teorías y modelos que giran en torno a la atención, así como a divisiones que han aportado los diferentes autores. Una de las primeras definiciones que hace referencia a esta diversidad, es la de James en 1890:

*“La atención es la toma de posesión de la mente, en forma clara y vívida, de uno de lo que parecen varios simultáneamente posibles objetos o trenes de pensamiento. Focalización, concentración de la conciencia son su esencia. Implica la retirada de algunas cosas con el fin de hacer frente eficazmente a las demás, y es una condición que tiene un verdadero opuesto en el estado mental de despiste, confusión y aturdimiento”* (James, 1890, p. 403-404).

En ésta se hace referencia a aspectos de la atención que hoy en día podrían clasificarse como atención focalizada, orientación, atención selectiva entre otras diferenciaciones (Fernandez, 2014).

Uno de los modelos de atención más destacados es el de Mirsky quien identifica cinco factores de la atención y al igual que Posner busca relacionarlos con áreas cerebrales y asignarles funciones específicas. Los factores son denominados como: focalización/ejecución, atención sostenida, alternancia, codificación y estabilidad (Fernández, 2014).

El modelo más utilizado para el estudio de la atención es el propuesto por Posner (1999) quien define la atención como “la selección de información para el procesamiento y la acción constantes, así como el mantenimiento del estado de alerta requerido para el procesamiento atento” (citado en Benedet, 2002). Por su parte, la Asociación Americana de Psicología (APA por sus siglas en inglés) define la atención como un estado en el cual los recursos cognitivos son enfocados en ciertos aspectos del ambiente más que en otros, donde el sistema nervioso central se encuentra listo para responder a un estímulo (“APA Dictionary of Psychology,” 2018).

### **Desarrollo ontogénico de la atención**

El estudio del desarrollo de la atención se ha centrado en la modalidad visual. Colombo (2001) realizó aportaciones al desarrollo de la atención visual con hallazgos con relación al mantenimiento del estado de alerta, la orientación espacial, la atención a las características de los objetos y la atención dividida.

En el recién nacido se observan pequeños períodos de alerta cuando está despierto durante las primeras semanas, siendo entre los 2 y 3 meses de edad que el lactante pasará más tiempo despierto mirando a su alrededor y poniendo en práctica los circuitos visuales; es al término del segundo mes cuando los procesos atencionales permiten controlar el movimiento ocular y el lactante es capaz de fijar la vista en el rostro y tener contacto visual (Ruff y Rothbart, 1996). A partir del sexto mes el circuito de atención posterior (Petersen y Posner, 2012) comenzará a ser funcional, con lo que faculta al lactante para alternar el foco atencional de un estímulo a otro. Entre los 9 y 13 meses habrá cambios en los factores que gobiernan la atención visual, los cuales se pueden asociar al desarrollo de nuevas habilidades para explorar los objetos en el ambiente y antes de finalizar el primer año de vida, entre los 11 y 12 meses el lactante cuenta con la capacidad de encontrar un juguete escondido (Ruff y Rothbart, 1996).

Durante la infancia el sistema atencional proveerá de formas iniciales de cognición incluyendo la percepción de información externa, así en la segunda mitad del primer año ocurrirán cambios en los componentes motivacionales y emocionales de la atención los cuales determinan el desarrollo de la actividad cognitiva, lo que a su vez se relaciona con los primeros tipos de regulación de la actividad voluntaria, por ejemplo un lactante entre 6 y 8 meses es capaz de realizar acciones simples aunque se distrae con facilidad, mientras que la habilidad para resistir

a la distracción se observará hacia el final del primer año (Bezrukikh, Machinskaya, y Farber, 2009).

De esta manera se puede concluir que la atención estará coordinada con la memoria, la motivación y autocontrol así como con la capacidad para adaptarse y responder a demandas internas y externas a lo largo del desarrollo (Ruff y Rothbart, 1996).

### **Bases neurológicas de la atención**

Como se ha mencionado anteriormente el estudio de la atención se ha realizado con un mayor enfoque en la modalidad visual, sin embargo se ha descrito que el control de la red atencional es supramodal, es decir, que no es específica de una modalidad sensorial (Linke et al., 2018). Siguiendo esta línea de estudio se ha sugerido que la atención visual y auditiva comparten estructuras y circuitos tanto corticales como subcorticales, los cuales se mencionarán más adelante (Gómez-Pérez, Ostrosky-Solís, y Próspero-García, 2003; Lee, Larson, Maddox, y Shinn-Cunningham, 2014). Además las redes atencionales comparten con otros procesos cognitivos neuromoduladores como la acetilcolina, la dopamina y la serotonina para un control top-down de la atención (Thiele y Bellgrove, 2018).

Para explicar las bases neurológicas de este proceso se han descrito varios modelos, uno de ellos es el modelo de Posner desarrollado desde 1990 hasta años recientes (Fan y Posner, 2004; Petersen y Posner, 2012; Posner, 2012; Posner, Sheese, Odludaş, y Tang, 2006), en éste, se describe al proceso atencional como un sistema modular compuesto por tres redes neuronales independientes, las cuales interactúan entre sí, cada una con funciones específicas y sustratos anatómicos. Se conocen como red de alerta, posterior y anterior (ver Figura a):

- *Red de vigilancia o alerta*

Esta red se refiere a la capacidad de mantener al organismo en un estado de preparación aumentando su disposición para la recepción de la información. Se relaciona con la detección rápida de los estímulos y el procesamiento ágil de la información. El nivel de alerta se mantiene de acuerdo a estímulos endógenos y exógenos (neurotransmisores). Su función se asocia a la corteza frontal y parietal derecha y la formación reticular ascendente del tronco cerebral y su modulación se lleva a cabo por el sistema noradrenérgico (Posner, Rothbart, Sheese, y Voelker, 2014).

- *Red posterior o de orientación*

Guía al sistema de percepción hacia el espacio donde se encuentra el estímulo. En este modelo la orientación se enfoca en estímulos visuales y dentro de estos se han descrito

dos tipos de orientación:

- Orientación manifiesta, que consiste en el movimiento de los ojos, cabeza y cuerpo hacia el evento de interés para su procesamiento óptimo.
- Orientación encubierta, que consiste en una serie de ajustes neuronales internos, los cuales anteceden y por lo tanto guían el movimiento que ocurre durante la orientación manifiesta.

El sistema de percepción será el encargado de llevar a cabo este proceso que se realizará en dos etapas en las cuales se analizarán las características del estímulo por separado en la primera etapa y en la segunda se integrará la estructura del objeto.

La red de orientación interactúa con los sistemas sensoriales para mejorar la priorización de la información relevante, se ha sugerido que esta red ejerce un control sobre las demás redes durante los primeros 3 a 4 años de vida (Posner, Rothbart, y Voelker, 2016) y se cree que esto se debe a que los infantes muestran un control proveniente de estimulación externa por parte de los cuidadores y eventos sensoriales (Posner et al., 2014).

Las estructuras relacionadas a este sistema son la región posterior del lóbulo parietal, el colículo superior, el mesencéfalo circundante y el núcleo pulvinar, además se encuentra modulado por la acetilcolina (Posner et al., 2014).

- *Red anterior*

También llamada de atención ejecutiva se enfoca en la coordinación voluntaria de los recursos para la ejecución de tareas. Con este concepto se ven involucradas varias funciones como el procesamiento de estímulos novedosos, centros inhibitorios, detección de errores, resolución de conflictos, planificación, cambios de tarea y ejecución de acciones nuevas, entre otras (Benedet, 2002; Fernández, 2014; Petersen y Posner, 2012).

Las regiones cerebrales involucradas son la región orbitofrontal y prefrontal dorsolateral de la corteza, el giro cingulado anterior y área motora suplementaria y secciones del tálamo y ganglios basales. Los moduladores químicos de esta red serán la dopamina y la serotonina (Posner et al., 2016).

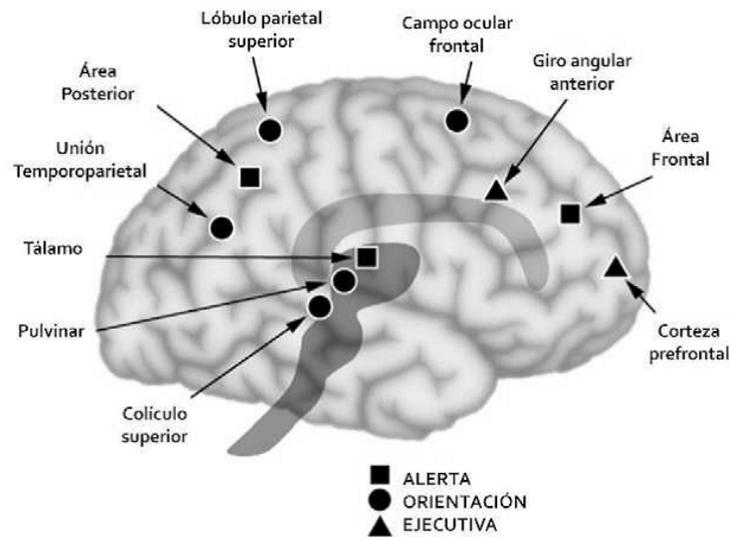


Figura a. Redes atencionales.

Tomado y modificado de Rueda y Posner, 2013.

### Tipos de atención

Como se ha mencionado anteriormente, la definición de la atención es tan variable y múltiple como los autores que han propuesto los diferentes modelos para su estudio, esto mismo ocurre cuando se pretende dividir la atención en subtipos. Una manera de clasificarlos es de acuerdo a sus características clínicas; García y Fuentes (2008) la divide de acuerdo a distintos criterios los cuales se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Criterios de clasificación y tipos de atención.

<b>Criterio de clasificación</b>	<b>Tipos de atención</b>
Mecanismos implicados	Selectiva / dividida / sostenida
Objeto al que va dirigido la atención	Externa / interna
Modalidad sensorial	Visual / auditiva
Amplitud o intensidad con la que se atiende	Global / selectiva
Manifestaciones de los procesos atencionales	Abierta / encubierta
Grado de control voluntario	Voluntaria / involuntaria
Grado de procesamiento de la información	Consciente / inconsciente

## Métodos de evaluación de la atención

Existen diferentes métodos para evaluar la atención los cuales se han desarrollado gracias a diversas técnicas, pueden clasificarse en cuatro tipos:

- **Métodos conductuales**  
A través de tareas diseñadas para evaluar de manera controlada los subprocesos de la atención.
- **Métodos neuroanatómicos y funcionales**  
Permiten determinar los niveles de activación de las regiones cerebrales durante la ejecución de tareas. Los instrumentos utilizados son la resonancia magnética nuclear dinámica, la tomografía computarizada o técnicas de marcaje radiactivo.
- **Métodos bioquímicos**  
Tienen como finalidad determinar la función de los distintos sistemas de neurotransmisores dentro de la atención.
- **Métodos electrofisiológicos**  
Permiten evaluar la relación entre los diferentes procesos cognitivos y la actividad eléctrica cerebral. Estas técnicas pueden ser subdivididas en: a) registro de la actividad unitaria, y b) registro de potenciales relacionados a eventos (PRE) (Alcaraz y Gumá, 2001; Gutiérrez-Hernández, 2007).

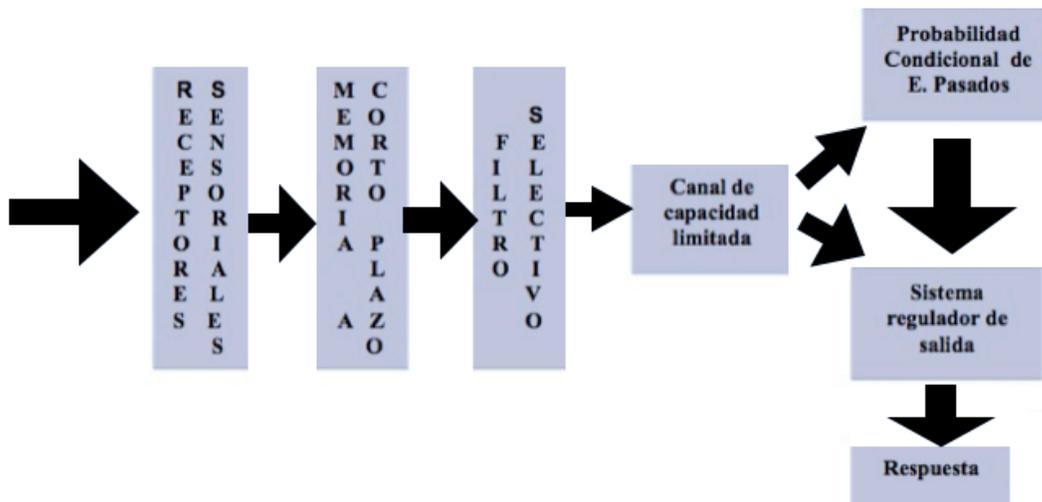
La atención en los infantes ha sido estudiada utilizando una variedad de procedimientos conductuales y electrofisiológicos; para el primero existen diferentes escalas que miden el neurodesarrollo, dentro de las cuales se evalúan los diferentes procesos cognitivos. Algunas de éstas son la Escala Bayley de desarrollo infantil y VANEDELA; la primera evalúa el desarrollo del niño contemplando tres áreas evolutivas: cognitiva, lenguaje y motora, mientras que VANEDELA incluye la alimentación, la percepción visual y auditiva, los reflejos y la postura además de los tres aspectos mencionados para la escala Bayley (Bayley, 2015; Benavides y Sánchez, n.d.). Existen también otras escalas como el Inventario de desarrollo Battelle (BDI), Evaluación del Comportamiento Neonatal (NBAS) y la Escala de Desarrollo de Gessell, entre otras (Rico, 2009).

## Atención selectiva

La atención se entiende como un proceso de selección de estímulos relevantes, en un momento determinado, tanto del medio externo como interno (Gutiérrez-Hernández, 2007). La atención requiere de un proceso de selección ya que existe un límite en la capacidad para procesar la información sensorial entrante. Se ha dicho que la atención presenta diferentes modalidades, las cuales son regidas por la atención visual y auditiva (Lee et al, 2015).

## Atención selectiva auditiva

Esta modalidad ha sido estudiada desde el modelo de filtro de Broadbent (1958) (Figura b), quien propone que los estímulos simultáneos llegan a receptores sensoriales y son transferidos a la memoria de corto plazo, hasta aquí, la información es procesada superficialmente en paralelo. Posteriormente, el sistema realiza la selección del estímulo en función de sus características físicas y/o condiciones de eventos pasados (memoria de largo plazo). Los estímulos que no son procesados se mantienen en la memoria a corto plazo temporalmente y desaparecen rápidamente. Por otro lado, Treiman propone un modelo de atenuación (ver Figura c), en el cual el filtro es flexible, a diferencia del modelo de Broadbent, los estímulos irrelevantes son atenuados más no excluidos por el sistema; así se tendrán dos canales por los que pasarán los estímulos, el atendido y otro inatendido, hasta llegar al filtro donde se realiza un análisis de las características físicas; posteriormente el atenuador trabajará con el estímulo inatendido y se almacena para un procesamiento posterior (Leclercq, 2002).



**Figura b. Modelo de filtro de Broadbent.**

Tomado y modificado de Gutiérrez-Hernández, 2007

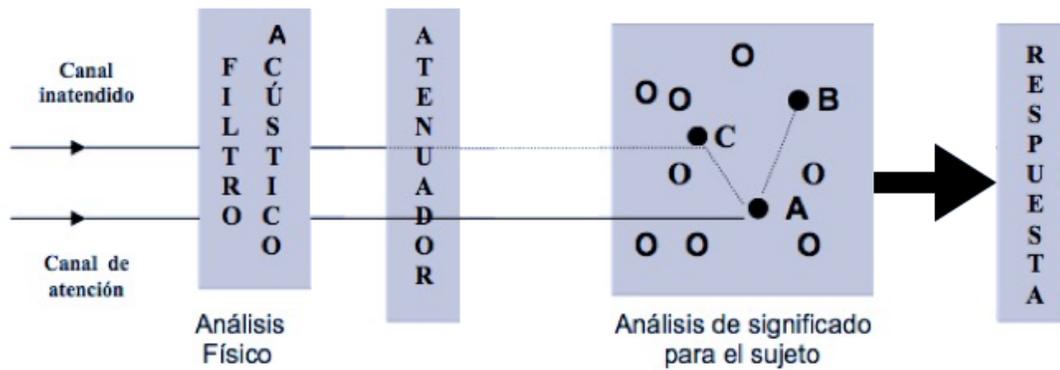


Figura c. Modelo de filtro de Treiman.

Tomado y modificado de Gutiérrez-Hernández, 2007

### Sistema auditivo

El sistema auditivo se conforma por el oído el cual está dividido en tres partes: oído externo, oído medio y oído interno. El oído tiene dos funciones llevadas a cabo por dos sistemas distintos, el vestibular encargado del equilibrio, y el auditivo que se encarga de la transmisión del sonido desde el medio externo hasta el sistema nervioso central, para este fin cuenta con estructuras altamente especializadas las cuales se describen más adelante.

Las divisiones del oído se distinguen por las estructuras limitantes entre cada una de ellas (Figura d):

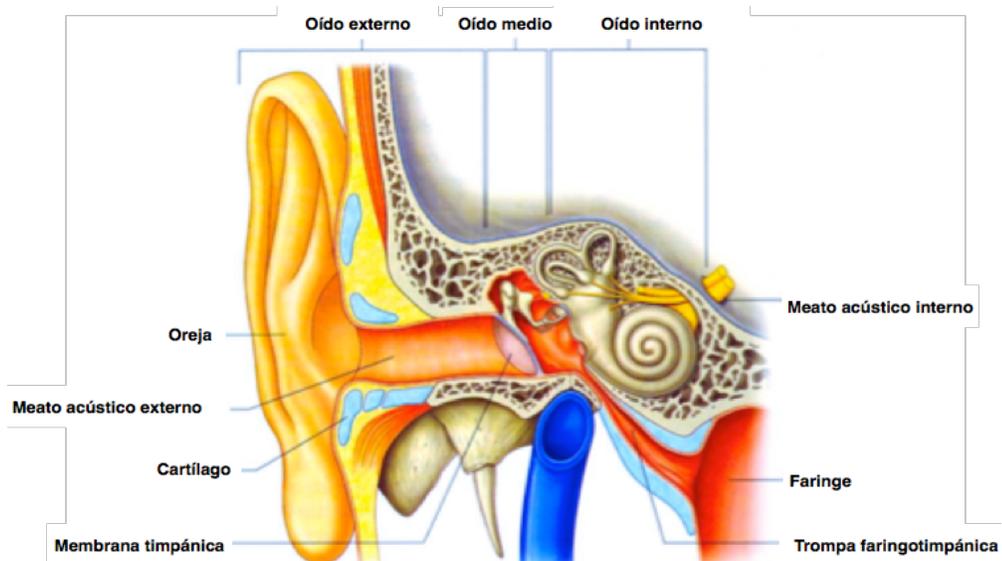
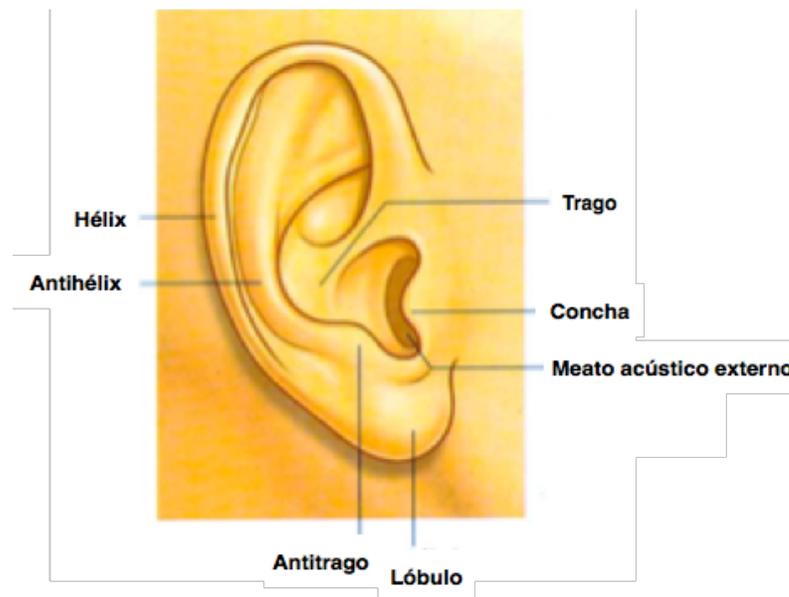


Figura d. División del oído.

Tomado y modificado de Drake, Vogl, y Mitchel, 2005

- Oído externo:

Se conforma por la oreja o pabellón auricular y por el conducto auditivo externo. El pabellón auricular tiene como función la captación del sonido; en éste pueden distinguirse diferentes elevaciones y depresiones (Figura e). El conducto auditivo externo se encarga de dirigir el sonido hasta la membrana timpánica, este conducto se corresponde en sus dos tercios mediales con una excavación del hueso temporal y se extiende desde la profundidad de la concha hasta la membrana timpánica.



**Figura e. Pabellón auricular.**

Tomado y modificado de Drake, Vogl, y Mitchel, 2005

- Oído medio:

Se encuentra en una cavidad en el hueso temporal contigua al conducto auditivo externo, éste se separa del oído medio por la membrana timpánica. Medialmente se encuentra la membrana de la ventana oval la cual divide al oído medio del oído interno.

Dentro del oído medio se encuentran tres huesecillos encargados de transmitir el sonido y convertirlo en una fuerza mecánica capaz de estimular el líquido que se encuentra en el oído interno. Estos tres huesos son: martillo, yunque y estribo, los

cuales están conectados entre sí y adjuntos a las membranas limitantes del oído medio (Figura f).

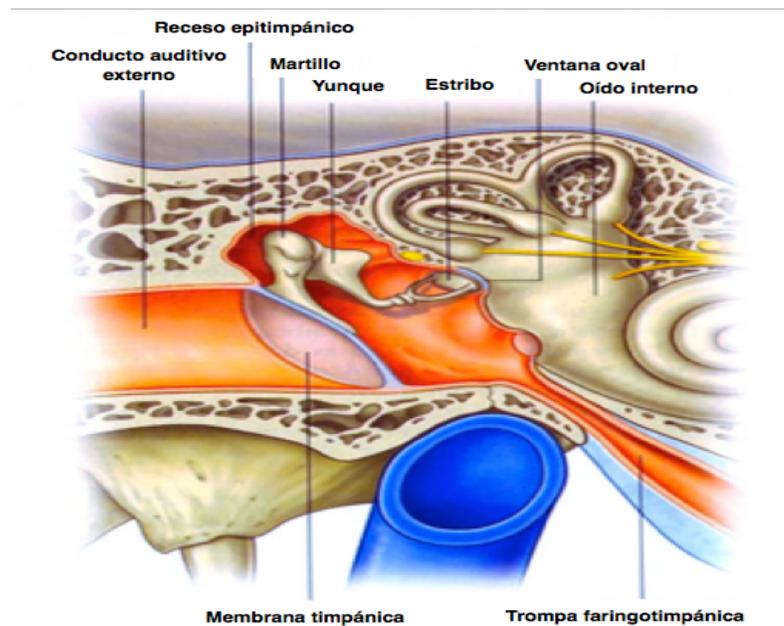
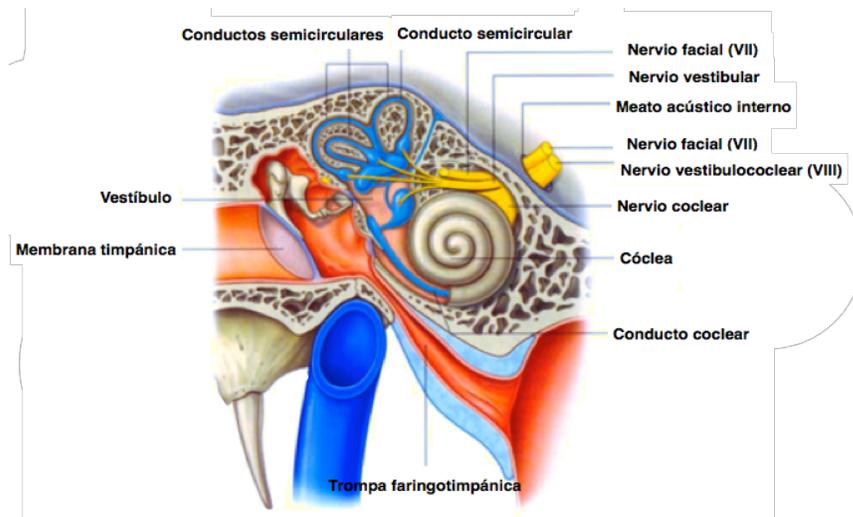


Figura f. Oído medio.

Tomado y modificado de Drake, Vogl, y Mitchel, 2005

- Oído interno

Éste se localiza en la porción petrosa del hueso temporal y limita medialmente con el meato acústico. Se conforma de dos partes, el laberinto óseo y el laberinto membranoso, éste último se encuentra en el interior del primero. El laberinto óseo se compone por el vestíbulo, los conductos semicirculares y la cóclea que contiene la perilinfa, líquido donde se encuentra suspendido el laberinto membranoso, conformado por estructuras del mismo nombre que las mencionadas anteriormente, además del utrículo y el sáculo; el líquido que las ocupa se denomina endolinfa. El oído interno será el encargado de transmitir información relacionada con la audición (conducto coclear) y el equilibrio (conductos semicirculares, utrículo y sáculo), a través de la porción coclear y vestibular, respectivamente, del VIII par craneal (Figura g) (Drake, Vogl, y Mitchel, 2005).



**Figura g. Oído interno.**

Tomado y modificado de Drake, Vogl, y Mitchel, 2005

La cóclea se divide en tres canales: timpánico, vestibular y coclear; los cuales están recubiertos por la membrana basilar, en la cual, dentro del último canal, se encuentra el órgano de Corti, que contiene células ciliadas y fibras nerviosas, todos éstos importantes para la transmisión del sonido (Rosenzweig y Leiman, 1992).

### ***Transmisión del sonido***

El sonido penetra el conducto auditivo externo y alcanza la membrana timpánica generando un desplazamiento medial de ésta provocando una serie de movimientos en los huesecillos (martillo, yunque y estribo) hasta llegar a la ventana oval, la cual también tendrá un desplazamiento medial generando una onda en la perilinfa dando como resultado la vibración de la membrana basilar, la cual, a su vez, estimulará las células receptoras del órgano de Corti, también conocido como órgano espiral (Figura h) (Drake, Vogl, y Mitchel, 2005; Rosenzweig y Leiman, 1992). Los movimientos de las células receptoras generará un potencial de acción el cual se transmitirá hacia el nervio vestibulococlear el cual tiene conexiones con los núcleos cocleares y el complejo olivar superior del bulbo. El impulso seguirá su trayectoria a través del lemnisco lateral hasta los colículos inferiores del mesencéfalo y llegará al núcleo geniculado medial del tálamo para finalizar en la corteza auditiva. Cada hemisferio recibirá información de ambos oídos pero en especial del contralateral, además el estímulo auditivo también se enviará a cerebelo y a la formación reticular (ver Figura i) (Carlson, 1996).

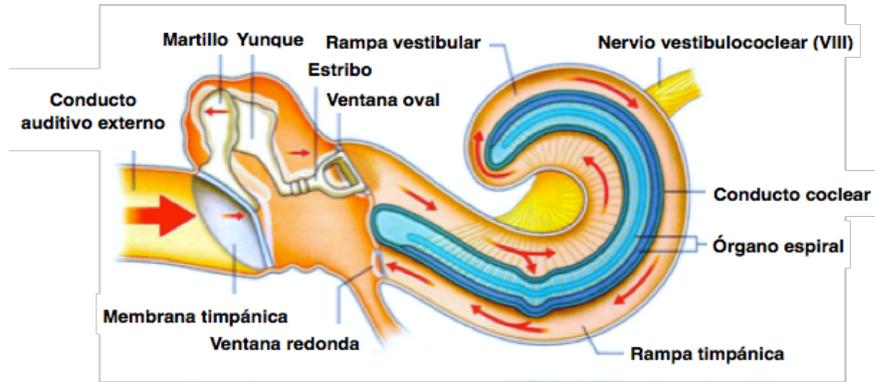


Figura h. Transmisión del sonido.

Tomado y modificado de Drake, Vogl, y Mitchel, 2005

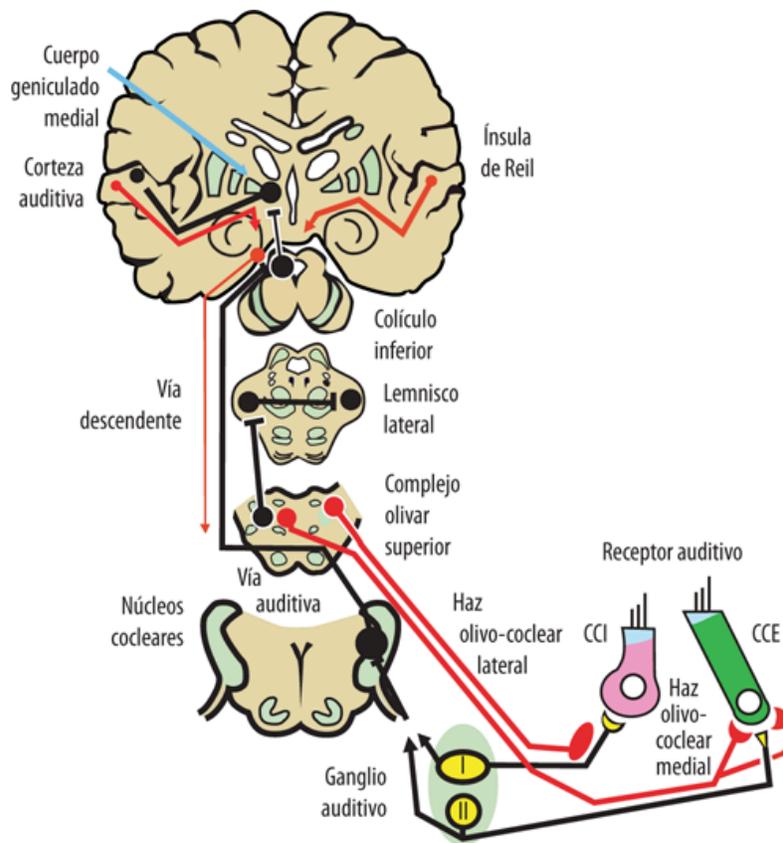


Figura i. Vía auditiva.

Tomado de Fernández-Tresguerres Hernández, 2010

Durante la primera infancia se observa una capacidad auditiva relativamente deficiente en los lactantes debido a que el desarrollo del canal auditivo se completa hasta los 2 años de edad aproximadamente (Barrio, 2000). Durante el desarrollo del lactante la audición dará información acerca del espacio y la distancia en que se encuentran los objetos así los lactantes entre los 4 y 5 meses comienzan a desarrollar la habilidad de localizar objetos en el espacio y alrededor de los 6 meses pueden percibir cambios angulares en la ubicación de fuentes sonoras en el plano vertical y horizontal cuando consiguen adoptar una posición sedente (Hüg y Arias, 2009; Munar, Rosselló, Mas, Morente, y Quetgles, 2002). De esta manera se puede observar que la localización de los sonidos en el espacio se desarrolla conjuntamente con el dominio de formas de locomoción y manipulación de los objetos (Rodríguez et al., 2012 citado en Angel-Alvarado, 2016).

## Desarrollo Psicomotor

El desarrollo psicomotor se puede definir como la adquisición continua y progresiva de habilidades durante la infancia con una secuencia similar en todos los niños pero con un ritmo variable (Vericat y Bibiana, 2013). Estas habilidades permiten desarrollar un control postural necesario para el desplazamiento y destreza. El desarrollo motor se produce en sentido cefalocaudal y de axial a distal, refiriéndose a los cambios de posición del cuerpo y la capacidad de control sobre el mismo para mantener el equilibrio, postura y el movimiento. Estas habilidades serán precedidas por los reflejos primitivos los cuales deberán integrarse para el desarrollo de la actividad voluntaria (García y Martínez, 2016; Medina et al., 2015).

Existen factores reguladores del desarrollo los cuales se clasifican en endógenos o no modificables (genéticos y neurohormonales), y exógenos o modificables (nutrición, factores psicológicos y socioeconómicos). El óptimo desarrollo psicomotor también dependerá del desarrollo cerebral dividido en cuatro etapas: proliferación neuronal, migración, organización y laminación del cerebro y mielinización (Bayona, 2012); las cuales se superponen y pueden ser afectadas por agentes externos o internos (Uylings, 2006).

El sistema motor se integra a base de comportamientos y conductas complejas que responden a necesidades adaptativas (Alvarado et al., 2009) por lo que la interacción del niño con el medio será un factor importante para el neurodesarrollo ulterior el cual tiene períodos críticos que incluyen la vida intrauterina y el primer año de vida.

Se ha descrito que el desarrollo sensorial es un elemento base para el desarrollo cognitivo y motor, presentando afectaciones en cualquiera de éstos si se ve perjudicado, por ejemplo si existe un retraso en el desarrollo cognitivo puede generarse un retraso en la adquisición de

destrezas y falta de precisión y armonía de la motricidad, así como las alteraciones sensoriales pueden generar torpeza en la coordinación global y fina (Erazo, 2016).

Una forma de estimar el desarrollo cerebral es la evaluación de los hitos del desarrollo (ver ejemplo en Tabla 2) los cuales tienen un periodo amplio de variabilidad normal por este motivo se considera importante tomar en cuenta la secuencia, el tiempo y la calidad de los hitos alcanzados por el niño, es conveniente verificar si alguno se presenta de manera tardía, tendrá que revisarse si los hitos previos se consiguieron a tiempo o acaso existe un retraso en el desarrollo en general (Medina et al, 2015).

**Tabla 2. Rangos de normalidad para algunos hitos del desarrollo.**

Función	Media de edad	Margen de normalidad
Sonrisa	4-6 semanas	1-8 semanas
Control cefálico	3 meses	2-4 meses
Preñión	5 meses	4-6 meses
Sedestación	6-7 meses	4-12 meses
Andar sin ayuda	13 meses	8-18 meses
Palabras con sentido	12 meses	8-24 meses
Frases	21-24 meses	10-36 meses
Bebe de la taza solo	15 meses	9-21 meses
Se viste solo	3-4 años	33-72 meses

*Fuente: García y Martínez, 2016*

Durante la primera infancia, periodo comprendido desde el nacimiento hasta los dos años de edad, se pueden observar grandes cambios en los componentes de la conducta, los cuales se pueden dividir en motriz, adaptativa, lenguaje y personal-social (Gesell, Ilg, y Bates, 1985). Los cambios en la conducta motriz y adaptativa o cognitiva durante el primer año se resumen en la Tabla 3.

**Tabla 3. Cambios en la conducta motriz y adaptativa en el primer año.**

Edad	Conducta motriz	Conducta adaptativa / cognitiva
0 - 2 meses	Movimientos de flexión y extensión de las extremidades, el reflejo tónico-cervical domina durante la vigilia.	Habitación a los estímulos familiares y mayor atención cuando éstos cambian. Puede reconocer expresiones faciales, y propiedades abstractas de los estímulos incluso puede discriminar patrones rítmicos entre el lenguaje nativo y el no nativo.
2 - 6 meses	Se integra el reflejo tónico-cervical esto permite la exploración de objetos en la línea media y su manipulación con ambas manos, incrementa el contacto visual con los padres y objetos, se establece el control cefálico y el lactante puede rodar en posición de decúbito y empieza a sentarse.	El lactante explora sus manos y cuerpo, realiza vocalizaciones simples, inspecciona objetos y se observa una manipulación perceptual la cual será guiada por los ojos.
6 - 12 meses	Se consolida la posición sedente lo que permite explorar y manipular más objetos esto acompañado de un agarre índice pulgar y pinza fina (12 m), el lactante empieza a gatear al rededor de los 8 meses y posteriormente a pararse y caminar (12 m).	Presta atención a los detalles, empieza entender los conceptos de dos, continente y contenido, cima y fondo y de lado. Imita sonidos, gestos, responde a su nombre y realiza vocalización articulada. También se observa el logro de permanencia del objeto, el lactante entiende que un objeto existe aunque no pueda verlo.

Fuente: Feigelman, 2007; Gesell et al., 1985

### Daño cerebral perinatal

Se refiere a la presencia de daño en la sustancia blanca o gris (Hinojosa-Rodríguez et al., 2017) causada por distintos factores durante el periodo perinatal (semana de gestación 20 a la semana 28 postnatal). Una variedad de causas como la hipoxia-isquemia, la interrupción en el flujo cerebral, infección o un trauma puede llevar a adquirir daño cerebral. Además, las influencias externas como el estrés, exposición a drogas y la desnutrición pueden afectar la forma en que el cerebro se adapta a este daño (Ferriero, 2016). Las características neuropatológicas del daño cerebral perinatal estarán determinadas por factores como la severidad, el momento en el que se presenta y el tipo de daño, así como la edad gestacional y el estado metabólico del neonato

(Inder y Volpe, 2000). Miles de recién nacidos cada año son diagnosticados con daño cerebral perinatal secundario al nacimiento prematuro, desordenes genéticos, asfixia o hemorragia cerebral. Un subconjunto de estos infantes con daño cerebral neonatal desarrollan déficit cognitivos y conductuales posteriores (Linke et al., 2018).

La resonancia magnética se ha vuelto el estándar de oro para el diagnóstico confiable del daño cerebral en el recién nacido al mismo tiempo que ha permitido comprender la maduración cerebral normal (Ferriero, 2016).

### **Factores de riesgo para daño cerebral**

Los factores de riesgo se refieren a aquellos eventos, ya sean de tipo genético, biológico, psicosocial o ambiental (García y Martínez, 2016; Medina et al., 2015) asociados a la presencia de enfermedad o alteraciones en el desarrollo (Pelayo-González, et al 2013). Estos eventos ocurren durante el período madurativo del sistema nervioso, ya sea en la etapa prenatal, perinatal o postnatal. La exposición a uno o más factores de riesgo se traduce en una mayor probabilidad de alteraciones neurológicas, las cuales tendrán una variedad de limitaciones físicas, intelectuales, sociales y/o de personalidad (Barrera, 2015) generando trastornos motores, cognitivos y/o sensoriales (Reyes, Parodi, y Ibarra, 2006).

Los factores de riesgo se pueden clasificar (ver **Tabla 4**) de acuerdo a la etapa en que se presenten, etiología e incluso, como biológicos y ambientales, siendo:

- **Biológicos:** aquellos que comprometan la integridad biológica del neonato o de la madre y ameritan cuidados especiales por su morbi-mortalidad.
- **Ambientales:** aquellos relacionados a la connotación social los cuales frecuentemente se encuentran asociados al riesgo biológico (Salinas-Álvarez y Peñaloza-Ochoa, 2007).

**Tabla 4. Clasificación de factores de riesgo.**

Biológicos			Ambientales
Prenatal	Perinatal	Posnatal	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Infecciones sistémicas</li> <li>• Incompatibilidad sanguínea</li> <li>• Exposición a radiaciones</li> <li>• Intoxicaciones (drogas, metales, sustancias tóxicas)</li> <li>• Desnutrición materna</li> <li>• Traumatismos abdominales</li> <li>• Toxemia (preeclampsia, eclampsia)</li> <li>• Amenaza de aborto y/o de parto prematuro</li> <li>• Medicamentos contraindicados</li> <li>• Ruptura prematura de membranas</li> <li>• Madre añosa o muy joven</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prematuridad</li> <li>• Bajo peso al nacer</li> <li>• Trauma obstétrico</li> <li>• Trabajo de parto prolongado</li> <li>• Periodo expulsión prolongado</li> <li>• Césarea no iterativa</li> <li>• Uso de fórceps</li> <li>• Sufrimiento fetal</li> <li>• Hipoxia-isquemia</li> <li>• Hemorragia intracraneal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Infecciones adquiridas sistémicas</li> <li>• Insuficiencia respiratoria posnatal</li> <li>• Hiperbilirrubinemia</li> <li>• Trastornos metabólicos adquiridos</li> <li>• Infecciones congénitas o adquiridas del SNC</li> <li>• Trastornos metabólicos congénitos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nivel socioeconómico bajo (pobreza/desempleo de los padres)</li> <li>• Falta de asistencia médica</li> <li>• Déficit cognitivo en los padres o cuidadores</li> <li>• Diagnóstico de alteración emocional o enfermedad mental grave en uno de los padres o cuidadores</li> <li>• Antecedentes de maltrato o abandono de niños en la familia</li> <li>• Escasa habilidad para la crianza</li> <li>• Falta de cuidado prenatal</li> <li>• Nivel alto de alteración o disfunción familiar</li> <li>• Separación de los padres e hijos</li> <li>• Deprivación socioafectiva</li> </ul>

Fuente: Salinas-Álvarez y Peñaloza-Ochoa, 2007

## Neurohabilitación

La neurohabilitación es un método diagnóstico-terapéutico que aborda de manera temprana a recién nacidos y lactantes con alto riesgo biológico. Se entiende como la intervención temprana mediante técnicas que habiliten funciones que aún no han sido desarrolladas pero son potencialmente modificables, fortaleciendo una madurez apropiada. El presente trabajo se enfoca en el método Katona debido a que fue el modelo utilizado en la muestra de este estudio. Esta técnica fue desarrollada por el neuropediatra Ferenc Katona en 1966, basado en la observación ontogénica del desarrollo del sistema nervioso y la neuroplasticidad. Esta propuesta terapéutica se basa en la repetición intensiva de patrones sensoriomotores que son conductas congénitas, complejas, no reflejas propias del ser humano, inicialmente controlados por estructuras subcorticales. Estos patrones permitirán desarrollar posteriormente patrones de arrastre, sedestación y marcha ya que mediante su repetición, se generará una integración cortical y con esto, movimientos espontáneos y voluntarios.

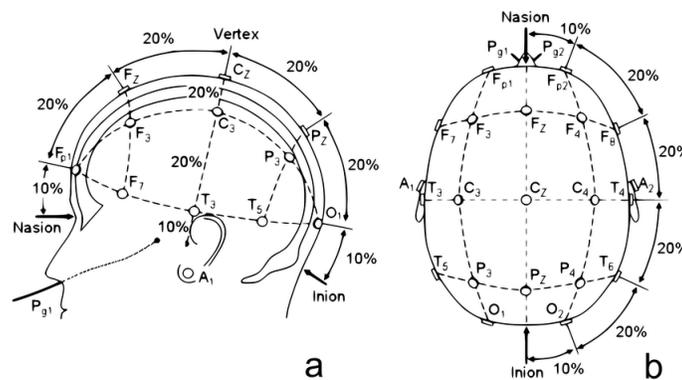
Los patrones pueden ser divididos en dos grupos de acuerdo al objetivo ontogénico que persiguen: 1) lograr la verticalización de la cabeza y cuerpo, y 2) dirigidos a la locomoción y cambios de posición corporal, dichos patrones se activan en el lactante al colocarlo en posiciones específicas, que a su vez, activarán estructuras cerebrales que incluyen los ganglios basales y el arquipaleocerebelo, y vías como la vestibulo-espinal y retículo-espinal.

Otro principio del método Katona es el “factor tiempo” ya que detecta de manera temprana las deficiencias funcionales que pudieran existir en la maduración cerebral del lectante, de esta manera su objetivo será actuar ante una posible lesión antes de que se instalen sus secuelas, como ya se mencionó anteriormente, basado en la neuroplasticidad (Berényi, 2018; Porrás-Katz y Harmony, 2007).

## Antecedentes

### Evaluación electrofisiológica de la atención selectiva: Potenciales Relacionados a Eventos

Los potenciales relacionados con eventos (PRE) se definen como “cambios en los patrones de voltaje del EEG en curso que están ligados en el tiempo a eventos sensoriales, motores o cognoscitivos” (Hillyard y Picton, 2011). Los PRE se obtienen del EEG realizando un promedio de las ventanas sincronizadas con la presentación de eventos o estímulos repetidos, permitiendo examinar la respuesta eléctrica cerebral ante los eventos presentados. Los grupos neuronales relacionados a un evento sincronizarán sus patrones de activación de manera espacial y temporal, generando campos eléctricos que pueden detectarse desde la superficie de la cabeza, para este fin se colocan electrodos en el cuero cabelludo. Existen diferentes sistemas de colocación de electrodos, la más conocida y utilizada es el sistema internacional 10-20 (ver Figura j) (Alcaraz y Gumá, 2001).



**Figura j. Sistema Internacional 10-20.**

a) vista lateral, b) vista superior.

Los PRE permiten evaluar la efectividad con que se realiza el procesamiento de selección de información por lo que son de gran utilidad para estudiar la atención selectiva (Barajas, 2006). Esta técnica cuenta con una resolución temporal alta y un bajo costo por lo que resulta útil para el estudio de las bases fisiológicas de procesos cognitivos. (Silva, 2011)

Dentro de los PRE se pueden encontrar diferentes componentes los cuales se definen de acuerdo con su latencia, amplitud y polaridad. A su vez, la latencia se define como el tiempo de máxima amplitud y se relaciona con la velocidad de procesamiento, y la amplitud con la cantidad de recursos que se emplean en un proceso (Alcaraz y Gumá, 2001; Silva, 2011). Estos componentes son sensibles a procesos cognitivos específicos. Se han descrito diferentes

componentes relacionados a la atención, algunos de ellos son la P300 localizado entre los 300 y 900 ms , la MMN (por sus siglas en inglés) (150-250 ms) ambos relacionados con la atención involuntaria y la detección de estímulos novedosos (Silva, 2011; Solís-Vivanco, Ricardo-Garcell, y Rodríguez-Agudelo, 2009).

En estudios realizados en lactantes utilizando estímulos visuales se encontraron componentes que parecen coincidir con algunos encontrados en adultos aunque pueden presentarse con cierto retraso en los lactantes, es decir, en mayores latencias (Schulman-Galambos y Galambos, 1978, citado en Thierry, 2004). En los estudios en lactantes al ser presentados estímulos auditivos tienen la ventaja de poder realizarse durante el sueño, lo que disminuye los artefactos motores, o en vigilia. Al compararse las respuestas de los lactantes con adultos se ha encontrado, además del retraso en la latencia de los componentes, que éstos pueden presentar una polaridad diferente (Thierry, 2004).

Gutiérrez Hernández, Harmony, y Carlier (2018) realizaron un estudio en lactantes pretérmino con daño en la sustancia blanca, a los cuales se les realizó un registro electrofisiológico a los 3 y 8 meses con presentación de paradigma Odball, así como evaluaciones mensuales de EEAS de los 3 a los 8 meses de edad corregida. Se estudiaron 3 grupos: 1) grupo sano (lactantes a término), 2) grupo con tratamiento y, 3) grupo sin tratamiento. El tratamiento consistió en la aplicación de un manual de estimulación temprana de atención. Como resultados de la evaluación conductual se obtuvieron puntuaciones similares al inicio en el grupo con y sin tratamiento, mientras que a los 7 y 8 meses el grupo con tratamiento obtuvo puntuaciones más altas en las tres escalas. En el registro electrofisiológico se analizaron dos componentes la P3a y la Nc, para el primer componente en el grupo sano a los tres meses la respuesta fue significativamente mayor al estímulo desviado que al estándar en FP1 ( $p < .03$ ), Fp2 ( $p < .02$ ), F4 ( $p < .02$ ), F8 ( $p < .01$ ) y Fz ( $p < .03$ ); mientras que a los 8 meses la respuesta fue significativamente mayor al estímulo desviado que al estándar en Fp1 ( $p < .02$ ), Fp2 ( $p < .02$ ), F3 ( $p < .04$ ), F7 ( $p < .02$ ), F8 ( $p < .04$ ) y Fz ( $p < .03$ ). En el grupo sin tratamiento a los tres meses la respuesta fue significativamente mayor al estímulo desviado que al estándar en F3 ( $p < .03$ ), F7 ( $p < .02$ ), F8 ( $p < .04$ ) and Fz ( $p < .04$ ); mientras que a los 8 meses no hubo diferencias significativas. En el grupo con tratamiento a los tres meses la respuesta fue significativamente mayor al estímulo desviado que al estándar en F8 ( $p < .02$ ); mientras que a los 8 meses no se obtuvieron diferencias significativas. Sin embargo el componente Nc no fue observado en el grupo sano y el grupo sin tratamiento a los 3 meses y a los 8 meses se observó dicho componente en ambos grupos pero no se obtuvieron diferencias significativas entre estímulos. En el grupo con tratamiento se reporta la presencia del componente Nc con diferencia significativa entre estímulos en el grupo con tratamiento a los 8 meses en F8 ( $p < .04$ ). Los resultados conductuales muestran que el tratamiento de atención pudo haber ayudado a los lactantes con atención deficiente. La

diferencia entre la presencia de los componentes en los diferentes grupos se interpretó como una organización diferente de las redes atencionales en los grupos y también como una diferencia en la maduración de la respuesta.

Kushnerenko et al (2002a) estudiaron de manera longitudinal el desarrollo de la estructura de las ondas del PRE desde los primeros días de nacido hasta los 12 meses de edad. Realizaron un registro de PRE en los infantes cada 3 meses. Se encontró que los componentes tienen cursos diferentes de maduración, del nacimiento a los 3 meses se observa un predominio de amplitudes positivas, de los 6 a los 9 meses se caracteriza por un incremento de las amplitudes negativas y finalmente de los 9 a los 12 meses se observó que la morfología de las ondas son semejantes a las presentes a los 10 años de edad, sin embargo éstas amplitudes se pueden identificar desde el nacimiento y a pesar de que las amplitudes de todos los componentes incrementan durante el primer año de vida la relación de la amplitud con la edad no es lineal.

Kushnerenko, et al (2002b) estudiaron de manera longitudinal la maduración de la respuesta auditiva en infantes con registros de PRE cada 3 meses desde los primeros días de nacido hasta los 12 meses de edad y un segundo experimento consistió en el registro de PRE a los 2 años. En este estudio se encontraron diferentes componentes negativos, como la MMN además de un componente negativo tardío de dos fases (temprana y tardía) en todas las edades. Los componentes positivos encontrados fueron una onda de diferencia positiva para el primer experimento y una P3a a los 2 años la cual, según los autores resulta una respuesta análoga de los adultos.

Pang, et al (1998) examinaron la onda de disparidad en lactantes sanos de 8 meses comparados con adultos, utilizando un paradigma oddball presentando diferentes consonantes (/ta/ y /da/). Encontraron que esta onda tiene una morfología semejante en ciertas características en ambos grupos mientras que difieren en otras, por ejemplo su latencia en adultos es menor que en los lactantes.

Fellman et al. (2004) realizaron una comparación de las respuestas observadas en el PRE entre lactantes pretérmino con alto riesgo para desarrollar discapacidades cognitivas posteriores y lactantes sanos a término y evaluaron si las anomalías del PRE observadas durante la etapa neonatal pueden predecir resultados adversos en la escala Bayley a los 2 años de edad. Los registros del PRE en los prematuros fueron realizados a una edad corregida de 40 semanas de gestación, a los 6 y 12 meses de edad corregida; y en los lactantes a término se realizó a los 2-4 días de nacido y posteriormente a los 3, 6, 9, 12 y 15 meses de edad. Sólo a los lactantes prematuros se les aplicó la escala Bayley a los 2 años. Los resultados observados en los

lactantes sanos coincidieron con lo encontrado por Kushnerenko et al (2002a). Los componentes observados en los lactantes prematuros mostraron un retraso comparado con los lactantes a término, además la ausencia de algunos componentes positivos y negativos sugieren una deficiencia en la discriminación de sonidos y la detección de cambios en los estímulos, esto también podría sugerir un alto riesgo para problemas de lenguaje o aprendizaje. Se encontró una correlación entre algunos componentes (N250) y el índice de desarrollo de Bayley lo que sugiere que el PRE puede ser útil como una medida de cognición, aunque los autores proponen que para comprobar su hipótesis de predicción de disfunción cognitiva, el seguimiento tendría que extenderse hasta la edad preescolar.

## Justificación

El alto índice de recién nacidos expuestos a factores de riesgo para daño cerebral con las secuelas antes referidas, precisa el diseño y uso de instrumentos que permitan conocer el desarrollo cognitivo y motor de esta población en específico y de esta manera detectar alteraciones y realizar una intervención eficiente y temprana. Las evaluaciones realizadas en la Unidad de Investigación en Neurodesarrollo incluyen un seguimiento psicomotriz y evaluaciones de atención selectiva sin embargo la relación entre estas variables no se ha estudiado.

El estudio de la atención selectiva en su modalidad auditiva se ha estudiado en niños sanos o a término, incluso en aquellos con lesión en sustancia gris o blanca, sin embargo existe escasa literatura en lactantes con presencia de factores de riesgo para daño cerebral. La atención selectiva auditiva resulta esencial para el desarrollo de lenguaje y las respuestas observables para este proceso cognitivo en infantes son sensibles a los estados de maduración. Se sabe que los niños con déficit de atención presentan problemas en la motricidad en general (motricidad gruesa y fina, coordinación motora y en la reacción motriz), es decir, gatear, caminar problemas para ensartar, moldear, abrochar botones o hacer nudos, entre otros, y en ciertos casos acompañarse de trastornos conductuales los cuales se observan en ocasiones desde edades tempranas y cuya etiología incluirá los problemas durante el desarrollo pre, peri y posnatal.

Es en el segundo semestre de vida cuando ocurren importantes cambios en los componentes emocionales y motivacionales de la atención, los cuales se relacionan con los primeros tipos de regulación voluntaria de la actividad, de esta manera, los 8 meses, resultan críticos para la adquisición de habilidades motoras.

Al determinar la correlación entre la atención selectiva y el desempeño motor se puede ampliar el panorama sobre los procesos cognitivos y sus implicaciones en la motricidad o viceversa para un diagnóstico oportuno y efectivo y posteriormente para adecuar las intervenciones terapéuticas de acuerdo a las necesidades de la población.

## **Pregunta de investigación**

¿Existe correlación entre la respuesta electrofisiología y conductual de atención selectiva auditiva, y el desarrollo motor en lactantes de 8 meses de edad corregida con factores de riesgo para daño neurológico?

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Determinar la correlación de la respuesta conductual y electrofisiológica de atención selectiva y el desempeño motor en lactantes de 8 meses con factores de riesgo para daño neurológico.

### **Objetivos Específicos:**

- Describir la relación de la respuesta electrofisiológica y la respuesta conductual de atención selectiva.
- Describir la relación de la respuesta conductual de atención selectiva y el desempeño motor a los 8 meses de edad corregida.
- Describir la relación de la respuesta electrofisiológica de atención selectiva y el desempeño motor a los 8 meses de edad corregida.

## Hipótesis

**H<sub>0</sub>:** No existe correlación entre la respuesta electrofisiológica y la respuesta conductual de atención.

**H<sub>1</sub>:** Existe correlación entre la respuesta electrofisiológica y la respuesta conductual de atención.

**H<sub>0</sub>:** No existe correlación entre la respuesta de atención y el desarrollo motor.

**H<sub>2</sub>:** Existe correlación entre la respuesta de atención y el desarrollo motor.

## Metodología

### Diseño del estudio

Se realizó un estudio no experimental transversal de tipo descriptivo y correlacional de un grupo de lactantes a los 8 meses de edad corregida.

### Operacionalización de variables

- Respuesta electrofisiológica

Ésta se analizará a partir del registro electrofisiológico del cual se obtienen la amplitud que representa el voltaje de la onda y se mide en microvoltios, y la latencia que será el tiempo transcurrido entre la presentación del estímulo y la aparición de un componente o un pico máximo de amplitud, la latencia será medida en milisegundos. La distribución topográfica será el lugar del cráneo en el que se registra la respuesta. Para el presente estudio se analizarán los electrodos frontocentrales (Fp1, Fp2, F3, F4, C3, C4, Fz, Cz y Pz).

- Respuesta conductual

La atención conductual se medirá mediante la Escala de Evaluación de Atención Selectiva la cual valorará la respuesta a reactivos que miden atención, tiempo de reacción, aciertos y errores cometidos (Gutiérrez-Hernández y Harmony, 2007; Gutiérrez-Hernández y Carlier-Torres, 2017) y a partir de estos ítems se obtendrán los puntajes y percentiles con los cuales se identificará la clasificación (deficiente, normal o acelerado).

- Desempeño psicomotriz

Éste se define como un “fenómeno evolutivo de adquisición continua y progresiva de habilidades a lo largo de la infancia” (citado en Vericat y Bibiana Orden, 2013) y se medirá a partir de los puntajes obtenidos de la evaluación del desarrollo psicomotor a los 8 meses a través del Formato de Evaluación de Desarrollo Psicomotriz

## Universo del trabajo

Lactantes de 8 meses con factores de riesgo para daño neurológico atendidos en la Unidad de Investigación en Neurodesarrollo “Dr. Augusto Fernández Guardiola” del Instituto de Neurobiología UNAM Campus Juriquilla.

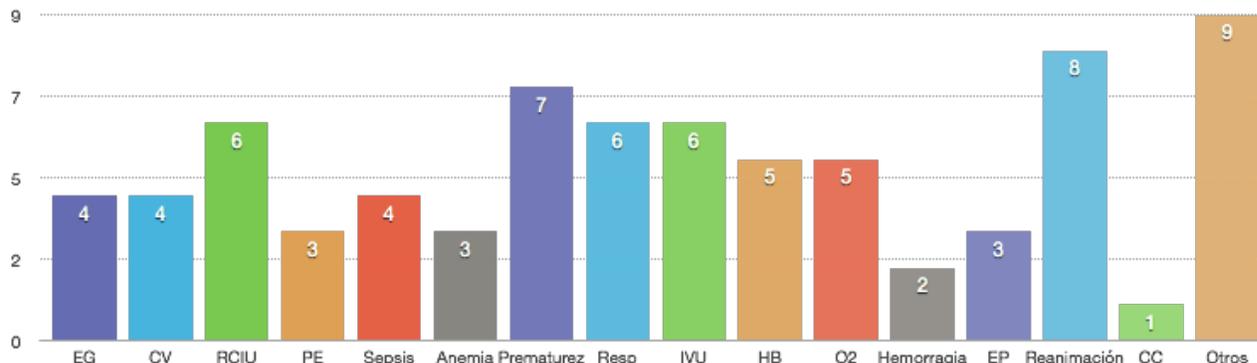
## Descripción de la muestra

La muestra consistió en 11 lactantes de 8 meses de edad corregida con factores de riesgo pre y perinatales para daño neurológico con terapia neurohabilitatoria adscritos a la Unidad de Investigación en Neurodesarrollo “Dr. Augusto Fernández Guardiola” del Instituto de Neurobiología UNAM Campus Juriquilla.

En la Tabla 5 se muestran las características de la muestra donde se presentan las medidas de tendencia central del peso, talla, semanas de gestación (SDG) y perímetro cefálico (PC) y en la Figura k se desglosan los factores de riesgo de acuerdo al número de lactantes que los presentó.

**Tabla 5. Características de la muestra.**

	Peso	Talla	SDG	PC
Promedio	2274.09 g	45.09 cm	35.18	32.58 cm
Desviación estándar	893 g	6.5 cm	3.89	4.12 cm
Mínimo	860 g	34	29	25
Máximo	3770	54	41	38



**Figura k. Factores de riesgo por número de casos.**

Embarazo gemelar (EG), cervicovaginitis (CV), restricción del crecimiento intrauterino (RCIU), preeclampsia (PE), infección de vías urinarias (IVU), hiperbilirrubinemia (HB), oxígeno (O2), esteroides prenatales (EP), cardiopatías congénitas (CC).

## Tipo de muestreo

Por conveniencia

## Criterios de selección

### Inclusión

- Lactantes de 8 meses de edad corregida con factores de riesgo ingresados en la Unidad de Investigación en Neurodesarrollo “Augusto Fernández Guardiola” que hayan recibido tratamiento neurohabilitatorio.
- Potenciales evocados auditivos normales.
- Potenciales evocados visuales normales a los 8 meses.
- Con evaluación de atención conductual (EEAS) y del desarrollo psicomotor (FEDP) a los 8 meses.

### Exclusión

- Lactantes mayores o menores de 8 meses
- Potenciales evocados auditivos anormales.
- Potenciales evocados visuales anormales a los 8 meses.
- Sin evaluación de atención conductual (EEAS) o del desarrollo psicomotor (FEDP) a los 8 meses.

### Eliminación

- Registro de PRE con menos de 16 ventanas útiles para su análisis.
- Baja por cualquier motivo del protocolo de investigación de la Unidad de Investigación en Neurodesarrollo “Augusto Fernández Guardiola”, antes de los 8 meses.
- Por voluntad de los padres.

## Instrumentos

### Escala de Evaluación de Atención Selectiva

La Escala de Evaluación de Atención Selectiva (EEAS) fue diseñada por la Dra Claudia Calipso Gutiérrez Hernández en la Unidad de Investigación en Neurodesarrollo “Dr. Augusto Fernández Guardiola” del Instituto de Neurobiología UNAM Campus Juriquilla. Presentada por primera vez en 2007 en un estudio con 60 lactantes de 1 a 6 meses de edad corregida con factores de riesgo para daño neurológico. Para esta primera publicación la escala contaba con 46 ítems divididos en dos secciones: una subescala visual con 32 y una auditiva con 14. Las puntuaciones se describen del 0 al 3 (0: conducta ausente; 1: inicio de la conducta; 2: en proceso de consolidación; y 3: conducta ejecutada satisfactoriamente) obteniendo puntajes máximos de 96 en la escala visual y 42 en la auditiva. Después de ser aplicada al grupo de lactantes, se analizaron los datos para obtener la validez, confiabilidad, sensibilidad y especificidad del instrumento. Se realizaron puntos de corte para la edad en meses para poder clasificar la atención como normal o deficiente de acuerdo a la puntuación (ver Anexo 5) (Gutiérrez-Hernández y Harmony, 2007).

Posteriormente, en 2017 se realizó un estudio en un grupo de lactantes sanos para obtener parámetros de normalidad, cabe resaltar que se realizaron modificaciones a la forma de puntuar la escala debido a la impresión entre el inicio de la conducta (anteriormente 1) y en proceso de consolidación (2), considerándose puntuaciones del 0 al 2 siendo 0: conducta ausente; 1: en proceso de consolidación; 2: conducta ejecutada satisfactoriamente. Se mantuvieron los 46 ítems de la escala, divididos en:

- Escala visual con 32 reactivos, los cuales evalúan habilidades para detectar, localizar, seguir y responder selectivamente a los estímulos visuales, y,
- Escala auditiva con 14 ítems que evalúan habilidades para seguir, detectar y localizar selectivamente estímulos auditivos (Anexo 4).

La muestra se conformó de 200 lactantes sanos de 1 a 8 meses adscritos a los Centros de Cuidado Infantil del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), adicionalmente se incluyó una muestra independiente de 35 lactantes con las mismas características para confirmar la confiabilidad de la escala.

Como resultados de este estudio se presentó la evaluación de la escala de manera cuantitativa y cualitativa dadas por las puntuaciones obtenidas y la clasificación de acuerdo a los percentiles,

respectivamente. La clasificación de acuerdo a los percentiles se divide en deficiente (si la puntuación coincide con los percentiles 10 y 20), normal (percentiles 25 al 75), y, acelerado (con percentiles del 80 al 100) (Gutiérrez-Hernández et al., 2017).

El formato de la EEAS consta de un apartado para cada subescala con sus ítems correspondientes y área para observaciones en cada uno; y una sección donde se encuentran los datos generales del lactante (nombre, sexo, fecha de nacimiento, semanas de gestación, fecha de nacimiento corregida a 38 semanas y fechas de aplicación) así como las puntuaciones, percentiles y clasificación de las dos subescalas y el total ( ver

### **Formato de Evaluación del Desarrollo Psicomotriz**

El Formato de Evaluación del Desarrollo Psicomotriz (FEDP) fue desarrollado en la Unidad de Investigación en Neurodesarrollo “Dr. Augusto Fernández Guardiola” del Instituto de Neurobiología UNAM Campus Juriquilla, con la finalidad de contar con una herramienta adecuada para evaluar el desarrollo psicomotor en la población mexicana durante los primeros treinta y seis meses de vida. Su elaboración se llevó a cabo por un grupo de expertos en el desarrollo infantil basados en los trabajos realizados por Katona y Gesell entre otros, dependiendo del aspecto a evaluar. El equipo multidisciplinario se conformó por psicólogos, terapeutas físicos, terapeutas de lenguaje, educadores especiales, entre otros.

En el año 2017 se realizaron dos trabajos para el inicio de la normalización de diferentes secciones del formato (motor grueso, motor fino, lenguaje y cognoscitivo), tomando como muestra niños de las guarderías del IMSS (Bautista González, 2017; González Palmerín, 2017).

El FEDP evalúa el desempeño psicomotor desde el primer mes de vida hasta los 36 meses de edad. Éste consta de diferentes secciones: 1) datos generales del lactante, 2) evaluación de tono muscular, 3) subescalas de evaluación del desarrollo psicomotor, 4) asistencia, 5) tono muscular y ubicación, 6) postura, 7) signos de alarma, 8) hitos motores gruesos y, 9) hitos motores finos.

La evaluación del tono muscular se realiza desde el primer mes hasta el año de edad con maniobras de la técnica Katona (elevación de tronco con tracción de manos, elevación de tronco espalda-cadera, rotaciones izquierda y derecha, gateo asistido y asistido modificado, arrastre horizontal, en plano inclinado ascendente y descendente, y marcha horizontal y ascendente).

La evaluación del desarrollo psicomotor se divide en 5 secciones: motricidad gruesa, motricidad fina, cognoscitivo, lenguaje y percepción social; siendo en total 159 ítems; cada uno cuenta con rangos de edad en las que se considera que deberían ser consolidados. Estas subescalas se

evalúan en conjunto de manera mensual y se utiliza una puntuación del 0 al 4 siguiendo los siguientes criterios para calificar la calidad con que el niño realiza las actividades:

- 0 = no lo logra
- 1 = Lo intenta, pero no lo logra
- 2 = En proceso de desarrollo
- 3 = Lo realiza inhábilmente, y
- 4 = Normal

Posterior a las subescalas, se encuentra una sección donde se registra el tono muscular (hipertonía, hipotonía, mixto, fluctuante o normal) y su ubicación (general, axial, en uno o ambos miembros torácicos y/o pélvicos, en un hemicuerpo o de manera contralateral). Después se localiza el área de postura donde se registra la asimetría observada durante la valoración. En ambas secciones se utiliza un código numeral para dicho registro.

Se finaliza con la sección donde se registran los signos de alarma observados durante las evaluaciones y la consolidación de hitos motores gruesos y finos.

Para el presente estudio se consideraron las puntuaciones de los ítems de hitos motores gruesos y finos que tienen como límite de consolidación los 8 meses de edad corregida (Anexo 1 y Anexo 2).

## Desarrollo del proyecto

### Procedimientos

#### Evaluación de atención conductual

La evaluación se realizó en un consultorio libre de distracciones, con iluminación adecuada y un clima templado para no alterar las respuestas. Los sujetos se presentaron despiertos, descansados, alimentados, aseados y sin enfermedades ya que cualquiera de estos factores podía irritar al lactante y afectar los resultados. Dentro del lugar de evaluación solo se encontraban los padres, el sujeto y el evaluador.

Antes de iniciar la aplicación de la escala, se verificaron los datos generales del lactante. Posteriormente se ubicó el mes de evaluación correspondiente a la edad corregida del lactante y se comenzó a evaluar desde el primer ítem de ambas escalas. Las respuestas se calificaron del 0 al 2 dependiendo de su calidad, recordando que los valores se otorgan de acuerdo con los siguientes criterios:

- 0: conducta ausente,
- 1: en proceso de consolidación, y
- 2: conducta ejecutada satisfactoriamente

La prueba se dio por terminada después de haber obtenido tres puntuaciones consecutivas con valor 0. Las escalas se evaluaron de manera independiente dentro de la misma sesión. Una vez finalizada la aplicación de la escala se sumaron los valores de ambas subescalas por separado y en conjunto (total), se consultaron las tablas de normalidad (Anexo 5) (Claudia Calipso; Gutiérrez-Hernández et al., 2017) y se registró la puntuación, el percentil y la clasificación en los cuadros correspondientes (ver Anexo 3)

#### Evaluación de desarrollo psicomotriz

La valoración de la motricidad se llevó a cabo en un área con mínimas distracciones, buena iluminación y un clima templado. Los sujetos se presentaron despiertos, alimentados, cambiados y sin enfermedades. Para máxima comodidad se solicitó a los padres que desvistieran al lactante, dejándolo sólo con un pañalero de manga corta con el fin de no limitar los movimientos. Antes de iniciar la evaluación se verificaron los datos generales del lactante y se ubicó el mes de evaluación correspondiente a la edad corregida del lactante. Se comenzó a evaluar a partir del último ítem con puntuación 4. Cuando se localizó una puntuación de 3 anterior al último valor 4, se volvió a evaluar el ítem. La evaluación correspondiente al mes se finalizó cuando el rango de

edad del siguiente ítem no correspondía al mes evaluado, es decir, la actividad solo podía observarse en meses posteriores.

Una vez finalizada la valoración los datos obtenidos se ingresaron a un formato digital donde se realiza una sumatoria de los ítems y se obtiene un porcentaje de la puntuación obtenida a partir de la puntuación máxima posible. En este formato al ingresar la fecha de la evaluación se obtuvieron las semanas correspondientes al mes evaluado. Con estos datos se registró la consolidación de los hitos motores en meses y semanas de manera automática, este registro se copió en el formato físico colocando un 4 que representa una conducta normal. Para el presente estudio se tomaron en cuenta los hitos motores gruesos y finos consolidados a los 8 meses de edad corregida.

### **Registro de Potenciales Relacionados a Eventos**

El registro de los potenciales fue realizado a los 8 meses de edad corregida en una cámara sonoamortiguada. Antes de iniciar el registro, se colocó al lactante en una silla mecedora o en el regazo de la madre, frente a un portátil donde se proyectaba un video de canciones infantiles (Figura I), el cual se silenciaba al iniciar el registro. Una vez asegurado a la silla se aseó con alcohol la cabeza del lactante y se procedió a colocar los aditamentos: una cinta elástica como sujetador alrededor del tórax, las referencias fueron colocadas en las apófisis mastoides o lóbulos de las orejas, finalmente se colocó un gorro con electrodos distribuidos de acuerdo con Sistema Internacional 10-20 a los cuales se les administró gel conductor. Una vez conectados las referencias y los electrodos al amplificador, se verificó la calidad de las señales en el monitor.

El lactante fue colocado aproximadamente a 100 centímetros de las bocinas las cuales reprodujeron el paradigma durante 20 minutos aproximadamente.

Se utilizaron amplificadores diferenciales con una banda entre los 0.5 y 50 Hz con una frecuencia de muestreo de 200 Hz.

Se utilizaron estímulos auditivos creados con el software soundforge 6.0, los cuales eran tonos armónicos sinusoidales. Estos estímulos fueron presentados con un paradigma Oddball, siendo la probabilidad de ocurrencia de 85% para el estándar y 15% para el estímulo desviado; con una frecuencia de 1000 Hz y 1300 Hz respectivamente. La duración de cada tono fue de 255 ms con una intensidad de 71 Db. Se presentaron un total de 250 pruebas con intervalos de 1000 ms entre cada tono. El registro se realizó utilizando de manera sincrónica el software MindTracer stimulation y el Track Walker data acquisition system.



Figura I. Registro de PRE.

## Diseño de análisis

### Análisis electrofisiológico

El análisis del registro se inició con una examinación visual de las ventanas a través del programa "Análisis de psicofisiología". Se eliminaron aquellas donde se hubiera producido ruido y artefactos, descartando registros con menos de 16 ventanas útiles. Los potenciales relacionados a eventos fueron obtenidos promediando épocas o ventanas de 1200 ms sincronizadas con las presentaciones de los tonos utilizando el programa Neuronic EP Workstation. La corrección de la línea de base se realizó con un segmento de pre estímulo de 100 ms. Posteriormente, los PREs individuales fueron promediados para obtener los grandes promedios por sujeto y fueron calculados de los electrodos frontocentrales.

Se definió una ventana de búsqueda de 0 a 1100 ms para el componente P300, dada la variedad de latencia en que se puede presentar. La ventana de búsqueda para los componentes P3 y Nc estaban compuestas por la duración del tono (250 ms) más el intervalo inter estímulo (950 ms) menos 100 ms del pre estímulo.

## Análisis estadístico

Se realizó una base de datos en Excel con las puntuaciones, percentiles y clasificaciones de EEAS, los datos generales de los sujetos (peso, talla, semanas de gestación, perímetro cefálico, factores de riesgo y fecha de nacimiento corregida), así como los hitos consolidados por los sujetos y su fecha de consolidación; esta base de datos se exportó al software SPSS (Statistical Package for Social Sciences) y se realizó la estadística descriptiva de los datos obtenidos de las variables de peso, edad gestacional, talla y perímetro cefálico. Una vez obtenidos los valores de la prueba de permutación de cada electrodo de todos los sujetos, se exportaron los datos al software SPSS y se adjuntaron con los datos anteriormente exportados de Excel.

Posteriormente se realizó la prueba de correlación de Spearman debido a que la distribución de los datos fue no paramétrica. Para realizar la correlación con los hitos motores se utilizó un algoritmo en base a las puntuaciones obtenidas del FEDP y a la edad de consolidación de los mismos. El algoritmo se encuentra en proceso de publicación.

Las diferencias significativas entre condiciones, tono desviado y estándar, se calcularon utilizando el método de permutación propuesto por (Galán, Biscay, Rodríguez, y Pérez-Abalo, Maria Cecilia Rodríguez, 1997), y se implementó en el programa Neuronic EP Workstation. El programa se corrió con 1,900 permutaciones,  $\alpha = 0.05$ , y la prueba t de Student. Los métodos de permutación (Galán et al., 1997; Wright, Westfall, y Young, 1993) son técnicas estadísticas utilizadas cuando no se conoce la distribución de los datos. Estos métodos pertenecen a la familia de pruebas no paramétricas.

## **Implicaciones éticas**

El presente estudio se adhiere al reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud en el Título Segundo de los Aspectos Éticos de la Investigación en Seres Humanos y la Declaración de Helsinki.

Se cuenta con el consentimiento informado que firmaron los padres de los sujetos al ingresar a la Unidad de Investigación en Neurodesarrollo “Dr. Augusto Fernández Guardiola” INB-UNAM Campus Juriquilla (Anexo 6).

Durante el estudio prevaleció el respeto a la dignidad, la protección de derechos y bienestar de los sujetos, así como la confidencialidad de los datos y protección de la privacidad de acuerdo a la Ley Federal de Datos Personales. La información obtenida durante el desarrollo del estudio será manejada con discreción y confidencialidad atendiendo a los principios científicos y éticos de la práctica médica. Los padres de los lactantes fueron informados sobre los objetivos, métodos y beneficios que el estudio ofrece.

## Resultados

La Escala de Evaluación de Atención Selectiva (EEAS) fue aplicada a los 8 meses de edad corregida. De acuerdo a las puntuaciones y percentiles obtenidos de las tablas de normalidad (Anexo 5) todos los sujetos tuvieron un desempeño normal en la subescala auditiva, como se puede observar en la Tabla 6.

**Tabla 6. Puntajes, percentiles y clasificación obtenidos en EEAS**

Sujeto	Puntuación	Percentil	Clasificación
S1	27	50	Normal
S2	27	60	Normal
S3	26	30	Normal
S4	27	50	Normal
S5	27	40	Normal
S6	26	30	Normal
S7	27	60	Normal
S8	26	40	Normal
S9	27	30	Normal
S10	25	25	Normal
S11	28	70	Normal

En la Figura m se observa el gran promedio del PRE obtenido de la muestra de 11 lactantes de 8 meses de edad corregida, en esta figura podemos encontrar las respuestas al estímulo desviado (línea roja) y estándar (línea negra). Se observa que el estímulo desviado presenta dos ondas positivas, la primera alrededor de los 250 ms y la segunda a los 350 ms y también un pico negativo a los 400 ms aproximadamente. Las diferencias significativas entre estímulos se encontraron en la ventana de 400 a 500 ms que coincide con el componente negativo mencionado anteriormente. La respuesta al estímulo desviado fue significativamente mayor que al estándar en esta latencia en los electrodos F4 ( $p < 0.02$ ), C3 ( $p < 0.03$ ) y Cz ( $p < 0.04$ ). No se encontraron diferencias significativas entre las respuestas a los estímulos en componentes positivos.

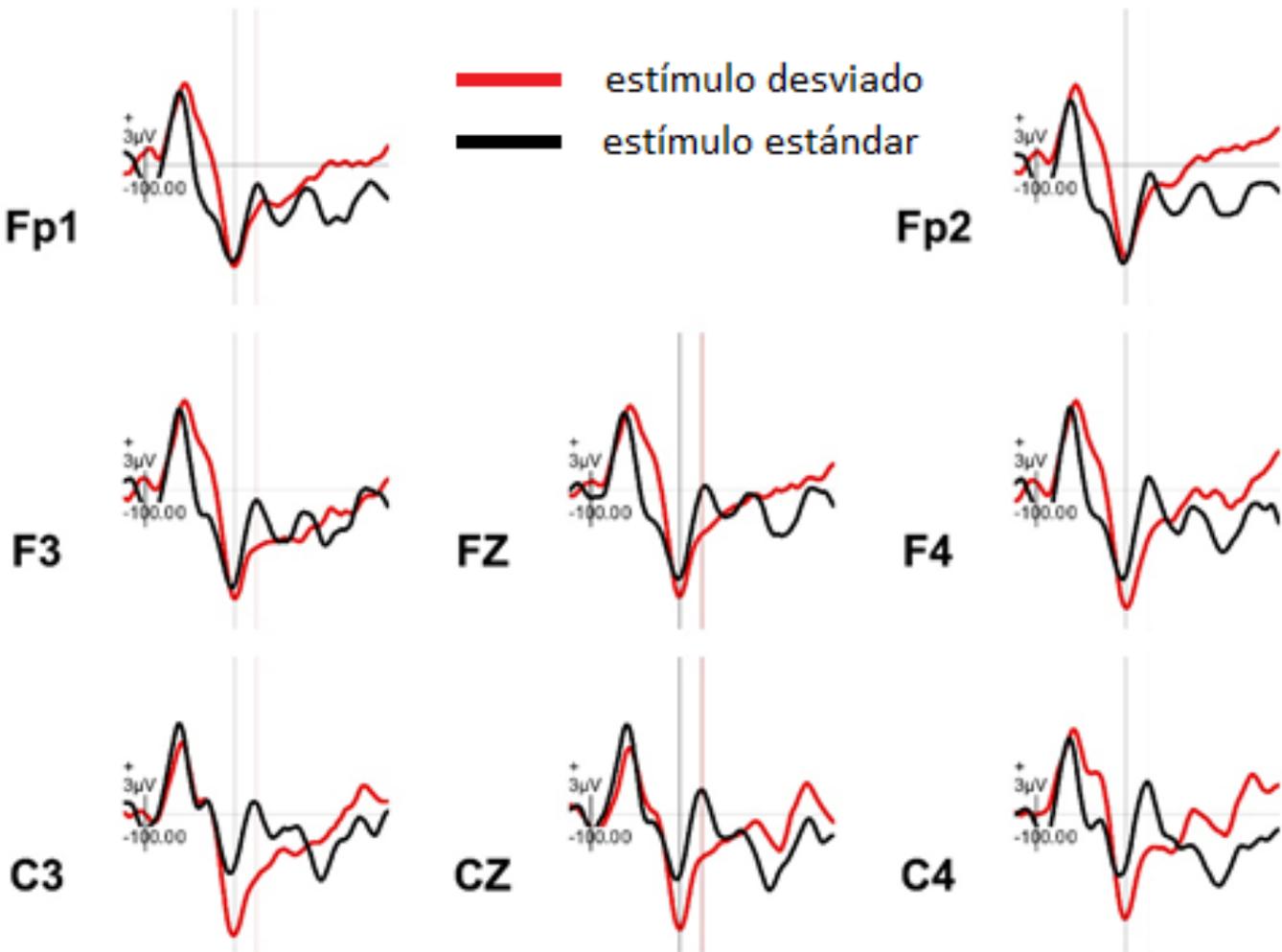


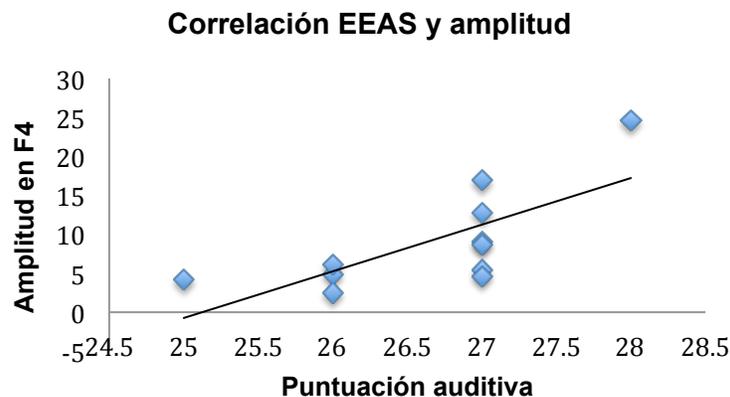
Figura m. Gran promedio del PRE.

Los cursores están ubicados en dos latencias, el primero en 400 ms y el segundo en 500 ms.

La correlación de la EEAS y la respuesta electrofisiológica se realizó con las amplitudes de los electrodos en los que se encontró una diferencia significativa entre los estímulos desviado y estándar en la ventana de 400 a 500 ms. Se encontró una correlación significativa entre la puntuación de la escala auditiva y la amplitud en F4 ( $p < 0.008$ ) como se observa en la Tabla 7 y en la Gráfica 1.

**Tabla 7. Correlación entre EEAS y amplitudes**

Correlación EEAS y amplitudes			
	F4	C3	Cz
Rho de Spearman	0.752*	0.486	0.516
p	0.008	0.130	0.104



**Gráfica 1. Correlación entre EEAS y amplitud.**

Los hitos motores considerados para este estudio fueron aquellos con edad límite de consolidación los 8 meses corregidos o anterior a esta edad, cabe mencionar que este límite se consideró acorde al FEDP. De acuerdo a este criterio, a continuación se enlistan los hitos que corresponden al desarrollo motor grueso y fino, así como el rango de normalidad para su consolidación:

### Hitos motores gruesos

- control cefálico (2-4 meses)
- sobre el abdomen levanta tórax apoyado en brazos (2-4 meses)
- sentado con reacción de protección delantera (4-5 meses)
- cambio de decúbito prono a decúbito supino (4-6 meses)
- sentado sin apoyo (5-8 meses)
- reacciones de protección laterales y delanteras (7-8 meses)
- cambio de posición sedente a decúbito prono (7-8 meses), y
- patrón de arrastre (7-8 meses)

### Hitos motores finos

- lleva las manos a la línea media (2-4 meses)
- sostiene y mantiene firmemente un objeto con la mano (2-4 meses)
- se estira para tomar un objeto con ambas manos (3-6 meses)
- estruja papel, sábanas, ropa (4-6 meses)
- toma un objeto y lo transfiere entre sus manos (4-8 meses), y
- toma objetos que están a su alcance y los examina (5-8 meses)

Como se mencionó anteriormente, se utilizaron las puntuaciones obtenidas y la edad de consolidación de cada sujeto en los ítems correspondientes a los hitos motores gruesos y finos para formular un algoritmo (realizado por la Dra. Carlier, Mónica; en proceso de publicación) el cual toma en cuenta el desarrollo motriz relacionado al tiempo o mes en que se consolidaron los hitos. Este algoritmo evalúa el desempeño motriz con una puntuación del 0-4, igual que en el

FEDP, entre más cercano al 4 más rápido se habrá consolidado el hito o se consideró consolidado de acuerdo al rango establecido en el FEDP, y más próximo a 0 se consideró como consolidado en meses posteriores a los señalados o un hito no consolidado a la edad de corte. A

continuación se presenta la puntuación obtenida apartir del algoritmo de cada sujeto para los hitos de motricidad gruesa y fina (Tabla 8 y

Tabla 9). Cabe mencionar que se omitieron algunos hitos motores gruesos (de sentado sin apoyo hasta patrón de arrastre, ver **Error! Reference source not found.**) ya que menos de la mitad de los lactantes consolidaron dichos hitos a la edad de corte.

**Tabla 8. Puntuación de hitos motores gruesos.**

Sujeto	CC	SALTAB	SRPD	CDPDS
1	4	4	4	2
2	3.6	4	4	3.25
3	3.6	4	4	2.5
4	3	3.5	3	3.25
5	3	4	4	2.5
6	3	3	3	2
7	3.3	4	4	4
8	3.3	3.75	4	2.75
9	4	3	3	3
10	3	3.5	3.5	3
11	3.6	4	4	3.5

Control cefálico (CC), sobre el abdomen levanta tórax apoyando brazos (SALTAB), sentado con reacciones de protección delantera (SRPD), cambio de decúbito prono a decúbito supino (CDPDS).

**Tabla 9. Puntuación de hitos motores finos.**

Sujeto	LMLM	SMFO	TOAM	EPSR	TOTEM	TOE
1	4	3.8	4	4	4	4
2	3.67	4	3.25	3.33	3.25	3.25
3	3.6	3	3.5	3.6	2.5	2.25
4	4	3.2	3	3.67	3	2.25
5	3.6	3.8	3.75	4	3	2.75
6	3	3	2.5	2	2.5	2
7	4	3.2	3	4	3.75	3.5
8	3.67	3.6	3.5	4	3	3.25
9	4	3.6	3	2.67	2.5	2.5
10	3.67	3.4	3	3.67	3	3.5
11	4	3.8	3.5	4	3.75	3.75

Lleva las manos a la línea media (LMLM), sostiene y mantiene firmemente un objeto con la mano (SMFO), se estira para tomar un objeto con ambas manos (TOAM), estruja papel, sábana, ropa, etc (EPSR), toma un objeto y lo transfiere entre sus manos (TOTEM), toma objetos que están a su alcance y los examina (TOE).

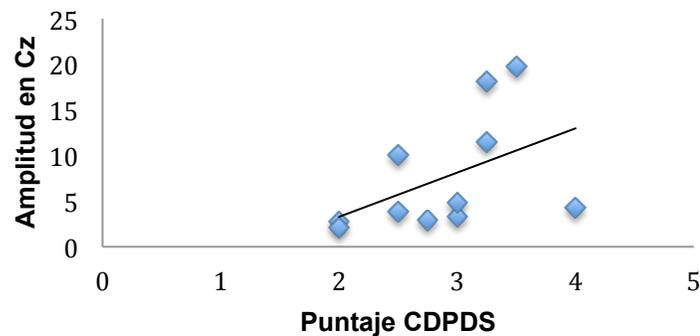
En la correlación de hitos motores finos y las amplitudes de los electrodos no se obtuvieron resultados significativos, mientras que con los hitos motores gruesos sólo se observó una correlación significativa entre la puntuación del hito “cambio de decúbito prono a decúbito supino” (CDPDS) y la amplitud de Cz (Tabla 10 y Gráfica 2)

**Tabla 10. Correlación entre motricidad gruesa y amplitudes.**

**Correlación hitos motores y amplitudes (CDPDS y Cz)**

Rho de Spearman	0.716
p	0.013

**Correlación hitos motores y amplitud**

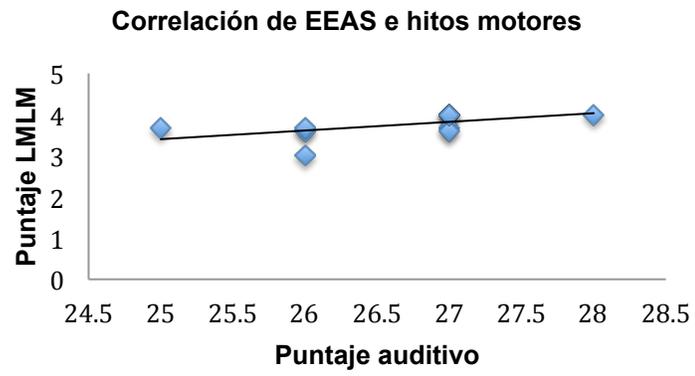


**Gráfica 2. Correlación hitos motores gruesos y amplitud.**

Al realizar la correlación del desempeño motor grueso y la EEAS no se encontraron datos significativos, sin embargo al efectuarla con los hitos motores finos (Tabla 11) se encontró una correlación media ( $p < .035$ ) con el ítem “lleva las manos a la línea media” (LMLM) (Gráfica 3).

**Tabla 11. Correlación entre EEAS e hitos motores finos**

	EEAS	LMLM
Rho de Spearman		0.636
p		0.035



Gráfica 3. Correlación entre EEAS e hitos motores finos.

## Discusión

Los lactantes estudiados en este trabajo forman parte del protocolo de la UIND en el cual la aplicación de la terapia neurohabilitatoria con el método Katona se realiza de manera intensiva. A pesar de que el tratamiento neurohabilitatorio no se consideró como una variable central de este estudio, se ha descrito que influye por sí mismo en la activación de sistemas sensoriales y por supuesto, motrices, así, mediante la presentación de estímulos auditivos, visuales y la comunicación padre-hijo, también se ha propuesto que contribuye al desarrollo cognitivo (Harmony et al., 2016). Pelayo-González et al. (2013) sugieren que el tratamiento neurohabilitatorio, acompañado de estrategias guiadas de comunicación afectiva práctica-situacional entre padre-hijo, impacta positivamente en el desarrollo cognitivo. De esta manera el tratamiento neurohabilitatorio podría haber contribuido a que los lactantes de la muestra en este estudio obtuvieran una clasificación normal en la subescala auditiva de la EEAS de manera semejante al grupo de 8 meses de edad con tratamiento de atención selectiva que maneja Gutiérrez-Hernández et al. (2018), el cual obtuvo mejores resultados en comparación con lactantes sanos y con daño en sustancia blanca (SB) sin tratamiento de la misma edad.

### **Componentes de los PREs**

Se encontró un componente positivo en la mayoría de los electrodos alrededor de los 250 ms el cual coincide con un componente P2 encontrado en adolescentes y adultos (Karns, Isbell, Giuliano, y Neville, 2016; Mueller, et al., 2008). Este componente se relaciona con la respuesta auditiva en general. También se asocia a una clasificación del estímulo “no meta” mediante un procesamiento automático del mismo influido por un proceso de orientación (Eimer, Nattkemper, Schröger, y Prinz, 1996), esto es necesario para poder discriminarlo de un estímulo “meta” (Crowley y Colrain, 2004), lo que podría sugerir que al observarse este componente en los lactantes con factores de riesgo de 8 meses de la muestra, su capacidad para categorizar los estímulos está conservada.

Otro componente positivo se observó en la mayoría de los electrodos alrededor de los 350 ms el cual podría representar el componente P3 semejante al encontrado en niños de 2 años (Kushnerenko, et al., 2002b) y en lactantes de un mes, en los cuales fue predictivo del desempeño lingüístico posterior (Avecilla-Ramírez et al., 2010). Este componente se relaciona con la detección de estímulos infrecuentes o desviados y como se menciona anteriormente, es necesario un antecedente de clasificación de los estímulos (frecuente-infrecuente o estándar-desviado) para poder observar la P3 (Duncan et al., 2009; Polich y Kok, 1995). Esto podría sugerir que en la muestra de este estudio la capacidad para discriminar estímulos está conservada.

En la mayoría de los electrodos se encontró un componente negativo en una latencia alrededor de los 400 ms, el cual coincide con una negatividad tardía (LN por sus siglas en inglés) encontrada a los 6 y 12 meses y en recién nacidos por Kushnerenko et al (2002b) aunque los autores sólo mencionan que esta fase tardía de negatividad se debe a diferentes procesos, Ritter et al en 1984 lo relaciona con un procesamiento de las características en conjunto del estímulo relevante. Por otro lado, en otros estudios ha sido reportada en adultos y preescolares una negatividad tardía entre los 400-600ms, la cual se asocia a un procesamiento de reorientación (RON por sus siglas en inglés) e indicaría el retorno de la atención hacia la tarea o aspectos relevantes del estímulo después de una distracción (Escera, Alho, Schröger, y Winkler, 2000; Escera, Yago, y Alho, 2001; Wetzel, Berti, Widmann, y Schröger, 2004). La presencia de este procesamiento de reorientación en niños sanos muestra una capacidad funcional efectiva para reorientar su atención hacia el estímulo o tarea después de una distracción (Wetzel, Berti, Widmann, y Schröger, 2004). La negatividad tardía o LN también se ha denominado como componente negativo central o Nc y se ha propuesto como un análogo de la RON en niños (Kushnerenko, Van den Bergh, y Winkler, 2013; Määttä et al., 2005). Tomando esto en cuenta podría sugerirse que los lactantes de la muestra son capaces de llevar a cabo un procesamiento de reorientación de manera efectiva. Este componente Nc coincide con el encontrado en lactantes de 8 meses con lesión de sustancia blanca que llevaron tratamiento (Gutiérrez et al., 2018)

### **Diferencias entre estímulos**

Las diferencias entre los estímulos se observaron en el componente negativo (Nc) de manera semejante a lo obtenido en una ventana de 495-550 ms por Gutiérrez et al. (2018) en la cual también se observa este componente, siendo mayor la respuesta al estímulo desviado que al estándar en los electrodos F4, C3 y Cz en este estudio y sólo en F8 en el trabajo antes mencionado, esta diferencia respecto a los electrodos podría deberse al tipo de población que cada estudio maneja, observándose un procesamiento bilateral en lactantes con factores de riesgo y unilateral en aquellos con lesión en sustancia blanca.

Las diferencias entre las respuestas a los estímulos en los componentes positivos no fueron significativas, lo cual coincide con lo encontrado por Gutiérrez et al. (2018) en los grupos de lactantes de 8 meses con daño en SB con y sin tratamiento obteniendo una diferencia significativa en el componente positivo sólo en el grupo sano, resultados que los autores atribuyen al hecho de que las redes involucradas en la atención involuntaria están organizadas de manera diferente entre estos grupos con base en que el componente Nc es mayor en el grupo con tratamiento y el positivo en el grupo sano y haciendo mención al trabajo realizado por Kushnerenko, et al. (2002a) en el que se observa que el curso de maduración del pico positivo

es mayor a los 3 meses de edad y disminuye entre los 6 y 9 meses mientras que el pico negativo se comporta de manera contraria con lo que se puede inferir que la Nc observada en el grupo con tratamiento muestra una mejor maduración de la respuesta que en los lactantes sanos. De acuerdo con esto y aunque podría parecer que al no encontrar diferencias significativas en los componentes positivos se contradice lo propuesto anteriormente respecto a la capacidad conservada de los lactantes de la muestra para discriminar entre los estímulos lo cierto es que tanto los componentes positivos (P2 y P3) como los negativos (Nc) son respuestas relacionadas con la atención involuntaria (Richards, 2003) evocada mediante el registro de los PREs llevado a cabo en este estudio.

### **Correlación entre PREs y EEAS**

La correlación de las amplitudes de los PREs y la puntuación de la escala auditiva de la EEAS sólo se realizó con los electrodos en los cuales se observó una diferencia significativa entre las respuestas al estímulo desviado y estándar encontrando una correlación positiva de la evaluación conductual con la amplitud de F4, lo que significaría que si la amplitud en este electrodo aumenta también lo hará la puntuación en la escala. A pesar de que las evaluaciones demandan diferentes tipos de respuesta, ya que el registro de los PREs es una respuesta pasiva de la atención involuntaria mientras que la evaluación conductual requiere de una respuesta semi-voluntaria y activa asociada a una ejecución motora (Gutiérrez et al., 2018), el registro de la respuesta electrofisiológica muestra la presencia de un procesamiento de orientación a los estímulos lo cual es medido con la escala y en el caso de los lactantes de la muestra, coincide con una clasificación normal de la respuesta conductual.

### **Resultados de hitos motores**

Los hitos motores gruesos y finos considerados para este estudio fueron aquellos con una edad límite para su consolidación de 8 meses de edad corregida o anterior a ésta, dichos hitos motores consideran el control postural de la cabeza y tronco (control cefálico, sobre el abdomen levanta el tórax, reacciones de protección en posición sedente y sedestación sin apoyo) y los primeros hitos de locomoción (cambio de decúbito prono a supino, cambio de sedente a decúbito prono y el patrón de arrastre) para el desarrollo motor grueso, sin embargo se encontró que la mayoría de los lactantes habían consolidado los hitos motores gruesos solo hasta “cambio de decúbito prono a decúbito supino”. Dentro de los hitos motores finos se examinaron aquellos que cumplieran con el criterio de los 8 meses, éstos consideran el principio de las habilidades para alcanzar un objeto y manipularlo (llevar las manos a la línea media, sostener un objeto, estirar las manos para tomarlo, transferirlo entre las manos y examinarlo) en las cuales se observó un mejor desempeño de los lactantes de la muestra en comparación con la motricidad gruesa.

La edad de consolidación de los hitos motores en la muestra se observa con retraso respecto a los rangos de normalidad señalados en el FEDP, con excepción del control cefálico, sin embargo se ha reportado que en una población de lactantes con factores de riesgo es relativamente normal una consolidación posterior (Barrera, 2007).

El objetivo de este estudio consistió en determinar si existe una correlación entre el desempeño motor y de atención selectiva en un grupo de lactantes de 8 meses con factores de riesgo, para lo cual se tomó en cuenta que las habilidades motoras a esta edad son de gran importancia para el desarrollo ulterior, incluso pueden resultar predictivas de éste. Linke et al. (2018) describen que las vías sensoriomotoras, de atención ventral y la vía frontoparietal, contribuyen a las habilidades motoras en esta edad, lo cual coincide con otras investigaciones (Bell y Wolfe, 2007) que señalan la edad de 8 meses como crucial para la adquisición de habilidades motoras complejas, incluso antes de la expresión conductual de habilidades ejecutivas (Linke et al., 2018), relacionando esta adquisición con un patrón más maduro de la actividad cerebral (Bell y Wolfe, 2007). Se han descrito cambios cualitativos en los componentes motivacionales y emocionales de la atención durante el segundo semestre de vida que están relacionados con los primeros tipos de regulación voluntaria de la actividad (Bezrukikh et al., 2009).

### **Correlación entre PREs e hitos motores**

Los resultados de la correlación entre la motricidad fina y los PREs no fueron significativos, sin embargo se obtuvo una correlación positiva significativa entre la amplitud de Cz y la motricidad gruesa, específicamente con el hito “cambio de decúbito prono a decúbito supino” la cual hace referencia a que si la amplitud aumenta también lo hará la puntuación designada al hito motor. En relación a esto se ha mencionado que la habilidad para cambiar de posición en decúbito es un antecedente para el desarrollo del patrón de arrastre ya que cuando los lactantes se encuentran en posición prona pueden explorar el arrastre dirigido a un objetivo (Hadders-Algra, 2018) incrementando sus habilidades de comunicación y espaciales incluyendo la alerta hacia los peligros lo que conlleva a cambios socio-emocionales (Anderson et al., 2013).

Se ha descrito que en lactantes de 4 meses suele ser más desafiante el alcance de un objeto en decúbito supino que en posición sedente con apoyo debido a que la primera involucra una mayor serie de movimientos en comparación con la segunda posición, sin embargo alrededor de los 6 meses el número de movimientos necesarios para alcanzar un objetivo disminuye considerablemente y desaparece la ventaja entre una posición y otra, señalando con esto que el lactante será más capaz de seleccionar un movimiento eficiente para tomar los objetos conforme crezca (Hadders-Algra, 2018). De acuerdo con esto y con base al electrodo en que la respuesta fue observada se podría inferir que la correlación entre Cz y el cambio de posición o patrón de

rodado indicaría el desarrollo de la capacidad en los lactantes de la muestra para seleccionar movimientos o estrategias eficaces que permitan alcanzar un objetivo el cual implicaría un procesamiento atencional.

### **Correlación entre hitos y EEAS**

Los resultados de la correlación entre la motricidad gruesa y la escala auditiva de la EEAS no fueron significativos, de manera contraria se obtuvo una correlación positiva significativa con la motricidad fina en el hito de “lleva las manos a la línea media” lo que señala que en este hito ambas puntuaciones se comportaran de manera semejante, es decir, si una aumenta también lo hará la otra.

Se ha descrito que las habilidades motoras finas resultan predictivas del desarrollo cognitivo y habilidades visoespaciales en edades preescolares y escolares (Choi, Leech, Tager-flusberg, y Nelson, 2018; Fischer, Suggate, Schmir, y Stoeger, 2018; Kim, Duran, Cameron, y Grissmer, 2018; Idiazábal-Alecha y Guerrero-Gallo, 2006). En el lactante se puede observar el uso de las manos y la manipulación de los objetos como una manera de explorar el medio y una forma inicial de cognición, ya que durante el segundo semestre de vida el lactante será capaz de examinar los objetos de manera sistemática y de procesar información de manera simultánea (Avaria, 2005) relacionándose con el sentido de permanencia de los objetos (Bezrukikh et al., 2009). Por otro lado se menciona que las mejoras iniciales en la habilidad para alcanzar objetos proviene del control postural del tronco, la coordinación oculo-manual y los ajustes en la velocidad y fuerza muscular (Nelson y Luciana, 2008). De acuerdo con esto la correlación encontrada podría sugerir que en los lactantes en la muestra se observa un óptimo desempeño inicial en la habilidad para alcanzar los objetos, ya que con este hito se establecieron las bases para habilidades visomotoras posteriores (Avaria, 2005) a través del desarrollo de la selección de movimientos eficaces (Hadders-Algra, 2018; Nelson y Luciana, 2008).

## Conclusión

Los resultados obtenidos en el estudio de manera general muestran una correlación entre las respuestas electrofisiológica y conductual de atención selectiva y el desempeño motor de lactantes de 8 meses con factores de riesgo para daño neurológico. Estas correlaciones sólo fueron observadas con los electrodos en los que se encontró una diferencia significativa de la respuesta electrofisiológica entre dos estímulos diferentes. Con base en esto y lo discutido anteriormente se acepta la hipótesis de que existe una correlación entre la respuesta conductual y electrofisiológica de atención selectiva auditiva para el electrodo F4 en un rango de latencia de 400-500ms. En cuanto a la relación entre el desempeño motor y la respuesta de atención se acepta la hipótesis de una relación entre la motricidad gruesa y la respuesta electrofisiológica así como de la motricidad fina y la respuesta conductual, las cuales como se ha mencionado en la discusión presentan características específicas de acuerdo al tipo de motricidad y a la respuesta de atención con la que se relaciona y en el caso de la electrofisiológica estas características dependerán de los electrodos en que se presente y del rango de latencia.

## Limitaciones del estudio

De acuerdo a lo observado durante la realización de este estudio se sugiere un seguimiento longitudinal para trabajos posteriores para describir el desarrollo de este proceso atencional durante el primer año de vida. También se recomienda incluir a lactantes con factores de riesgo con diferentes clasificaciones en la EEAS así como verificar si las correlaciones siguen al desarrollo psicomotor.

Debido a que los instrumentos utilizados se encuentran en proceso de validación se sugiere realizar una correlación con las evaluaciones de la escala Bayley para verificar los resultados y realizar una comparación de los mismos.

A pesar de que los PREs son altamente reproducibles, la muestra de este estudio representó un desafío al realizarlos en vigilia, ya que al realizar el análisis, la edición y selección de resultados de algunos participantes quedan excluidos debido a problemas durante el registro lo que resulta también en una disminución de la muestra.

Finalmente se recomienda incrementar la muestra de lactantes con factores de riesgo para daño cerebral en estudios posteriores para obtener resultados más concretos sobre el tema.

## Referencias bibliográficas

- Alcaraz Romero, V. M., & Gumá Díaz, E. (2001). *Texto de Neurociencias cognoscitivas*. México: Manual Moderno.
- Alvarado Ruíz, G. A., Martínez Vázquez, R. I., Solís Chan, M., Plaza, M., Gómez Ramírez, D. B., Mandujano Valdés, M. A., & Sánchez Pérez, C. (2009). Los reflejos primitivos en el diagnóstico clínico de neonatos y lactantes. *Revista de Ciencias Clínicas*, 9(1), 15–26. <https://doi.org/616-21>
- Anderson, D. I., Campos, J. J., Witherington, D. C., Dahl, A., Rivera, M., He, M., ... Barbu-Roth, M. (2013). The role of locomotion in psychological development. *Frontiers in Psychology*, 4(JUL), 1–17. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00440>
- Angel-Alvarado, R. (2016). El desarrollo auditivo en la primera infancia: Compendio de evidencias científicas relevantes para el profesorado. *Revista Electrónica Educare*, 21(1), 1. <https://doi.org/10.15359/ree.21-1.4>
- APA Dictionary of Psychology. (2018). Retrieved from <https://dictionary.apa.org/attention>
- Avaria, M. de los Á. (2005). Aspectos biológicos del desarrollo psicomotor. *Rev. Ped. Elec.*, 2(1), 36–46.
- Avecilla-Ramírez, G., Harmony, T., Porrás-Kattz, E., Ricardo-Garcell, J., Fernández-Bouzas, A., & Santiago, E. (2010). Electrophysiological Indicators of the phonetic perception. *Ciencia UAQ*, 3(1), 14–26.
- Barajas Muñoz, A. (2006). *La relación Alertamiento - Atención Selectiva a través de variables electroencefalográficas y conductuales*.
- Barrera Reséndiz, J. (2015). *Terapia neurorehabilitatoria* (Primera ed). México: LIBRUNAM.
- Barrera Reséndiz, J. E. (2007). *Evaluación del desarrollo en lactantes afectados por asfixia y prematuridad tratados con terapia de neurorehabilitación*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Barrio Tarnawiecki, C. (2000). Desarrollo de la percepción auditiva fetal: La estimulación prenatal. *Paediatrics*, 3(2), 11–15. Retrieved from [http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/paediatrics/v03\\_n2/pdf/desarrollo\\_fetal.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/paediatrics/v03_n2/pdf/desarrollo_fetal.pdf)
- Bautista González, G. A. (2017). *Normalización y correlación de las categorías de motricidad gruesa y lenguaje del formato de evaluación del desarrollo psicomotriz*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Bayley, N. (2015). *Escalas Bayley de desarrollo infantil-III. Manual de aplicación*. (Pearson, Ed.) (tercera ed). Madrid: PsychCorp.
- Bayona, F. (2012). Desarrollo embrionario del sistema nervioso central y órganos de los sentidos : revisión. *Univ. Odontol.*, 31(66), 125–132.
- Bell, M. A., & Wolfe, C. D. (2007). Changes in brain functioning from infancy to early childhood : evidence from EEG power and coherence during working ,memory tasks. *Developmental Neuropsychology*, 31(1), 21–38. <https://doi.org/10.1080/87565640709336885>

- Benavides, H., & Sánchez, M. del C. (n.d.). Desarrollo del niño normal de 1 a 24 meses. Manual.
- Benedet, M. J. (2002). *Aplicaciones a la clínica y a la investigación Fundamento Neuropsicología contivia. Aplicaciones a la clínica y a la investigación Fundamento teórico y metedológico de la Neuropsicología Cognitiva.*
- Berényi, M. (2018). How Early is Too Early ? *Developments in Health Sciences*, 1(1), 24–26. <https://doi.org/10.1556/2066.1.2018.10>
- Bezrukikh, M. M., Machinskaya, R. I., & Farber, D. A. (2009). Structural and functional organization of a developing brain and formation of cognitive functions in child ontogeny. *Human Physiology*, 35(6), 658–671. <https://doi.org/10.1134/S0362119709060024>
- Broadbent, D. E. (1958). *Perception and Communication* (primera ed). London: Pergamon Press.
- Carlson, N. (1996). Capítulo 7: Audición, los sentidos corporales y los sentidos químicos. In *Fundamentos de psicología fisiológica* (3a edición). Prentice-Hall Hispanoamericana.
- Choi, B., Leech, K. A., Tager-flusberg, H., & Nelson, C. A. (2018). Development of fine motor skills is associated with expressive language outcomes in infants at high and low risk for autism spectrum disorder, 1–11.
- Colombo, J. (2001). The Development of Visual Attention in Infancy. *Annual Review of Psychology*, 52(June), 337–67. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.52.1.337>
- Crowley, K. E., & Colrain, I. M. (2004). A review of the evidence for P2 being an independent component process: Age, sleep and modality. *Clinical Neurophysiology*, 115(4), 732–744. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2003.11.021>
- Drake, R. L., Vogl, W., & Mitchel, A. W. (2005). *Anatomía para estudiantes* (Primera ed). Madrid, España: Elsevier.
- Duncan, C. C., Barry, R. J., Connolly, J. F., Fischer, C., Michie, P. T., Näätänen, R., ... Van Petten, C. (2009). Event-related potentials in clinical research: Guidelines for eliciting, recording, and quantifying mismatch negativity, P300, and N400. *Clinical Neurophysiology*, 120(11), 1883–1908. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2009.07.045>
- Eimer, M., Nattkemper, D., Schröger, E., & Prinz, W. (1996). Chapter 5. Involuntary Attention. In *Handbook of perception and action* (Vol. III, pp. 155–184). Academic Press Ltd.
- Erazo Santander, O. A. (2016). Identificación, descripción y relaciones entre la integración sensorial, atención y conducta. *Revista Colombiana de Ciencias Sociales*, 7(1), 21–48.
- Escera, C., Alho, K., Schröger, E., & Winkler, I. (2000). Involuntary attention and distractability as evaluated with event-related potentials. *Audiol Neurootol*, 5, 151–166. <https://doi.org/10.1159/000013877>
- Escera, C., Yago, E., & Alho, K. (2001). Electrical responses reveal the temporal dynamics of brain events during involuntary attention switching. *The European Journal of Neuroscience*, 14(5), 877–883. <https://doi.org/10.1046/j.0953-816x.2001.01707.x>

- Fan, J., & Posner, M. (2004). Human attentional networks. *Psychiatrische Praxis, Supplement*, 31(2). <https://doi.org/10.1055/s-2004-828484>
- Feigelman, S. (2007). Growth, development and behavior. The first year. In R. Kliegman (Ed.), *Nelson Textbook of pediatrics* (18th ed., pp. 43–47). United States of America: Elsevier.
- Fellman, V., Kushnerenko, E., Mikkola, K., Ceponiene, R., Leipälä, J., & Näätänen, R. (2004). Atypical Auditory Event-Related Potentials in Preterm Infants during the First Year of Life: A Possible Sign of Cognitive Dysfunction? *Pediatric Research*, 56, 291. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1203/01.PDR.0000132750.97066.B9>
- Fernández-Tresguerres Hernández, J. (2010). *Fisiología humana* (4a edición). McGraw-Hill.
- Fernandez, A. L. (2014). Neuropsicología de la atención. Conceptos, alteraciones y evaluación. *Revista Argentina de Neuropsicología*, 25(December 2014), 1–28.
- Ferriero, D. M. (2016). The Vulnerable Newborn Brain: Imaging Patterns of Acquired Perinatal Injury. *Neonatology*, 109, 345–351. <https://doi.org/10.1159/000444896>
- Fischer, U., Suggate, S. P., Schmir, J., & Stoeger, H. (2018). Counting on fine motor skills: links between preschool finger dexterity and numerical skills. *Developmental Science*, 21(4). <https://doi.org/10.1111/desc.12623>
- Galán, L., Biscay, R., Rodríguez, J. L., & Pérez-Abalo, Maria Cecilia Rodríguez, R. (1997). Testing topographic differences between event related brain potentials by using non-parametric combinations of permutation tests. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 102(3), 240–247. [https://doi.org/10.1016/S0013-4694\(96\)95155-3](https://doi.org/10.1016/S0013-4694(96)95155-3)
- García, J., & Fuentes, L. (2008). Qué aporta el estudio del devenir histórico a la atención como constructo psicológico. *Revista de Historia de La Psicología*, 29(1), 99–126. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=psyh&AN=2008-04928-004&site=ehost-live>
- García Pérez, M., & Martínez Granero, M. (2016). Desarrollo psicomotor y signos de alarma. *Curso de Actualización Pediatría 2016. Madrid*, 81–93.
- Gesell, A., Ilg, F., & Bates Ames, L. (1985). *El niño de 1 a 5 años* (6a edición). España: Paidós.
- Gómez-Pérez, E., Ostrosky-Solís, F., & Próspero- García, O. (2003). Desarrollo de la atención , la memoria y los procesos inhibitorios : relación temporal con la maduración de la estructura y función cerebral. *Revista de Neurología*, 37(6), 561–567.
- González Palmerín, D. V. (2017). *Normalización y correlación de las categorías de motricidad fina y cognoscitivo del formato de evaluación de desarrollo psicomotriz*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Gutiérrez-Hernández, C. C. (2007). *Evaluación conductual y habilitación de la atención selectiva visual y auditiva en lactantes con factores pre y perinatales de riesgo de daño cerebral*. Universidad Nacional Autónoma de México.

- Gutiérrez-Hernández, C. C., & Harmony, T. (2007). Evaluación conductual de la atención selectiva visual y auditiva en lactantes con factores pre y perinatales de riesgo de daño cerebral. *Revista de Neuropsicología*, 2(1), 3–9.
- Gutiérrez-Hernández, C. C., Harmony, T., Avecilla-Ramírez, G. N., Barrón-Quiroz, I., Guillén-Gasca, V., Trejo-Bautista, G., & Bautista-Olvera, M. M. (2017). Infant Scale of Selective Attention: A Proposal to Assess Cognitive Abilities. *Revista Evaluar*, 17(1), 94–106. Retrieved from <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revaluar/article/view/17077/16708>
- Gutiérrez Hernández, C. C., Harmony, T., & Carlier, M. E. M. (2018). Behavioral and electrophysiological study of attention process in preterm infants with cerebral white matter injury. *Psychology & Neuroscience*, 11(2), 132–145. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1037/pne0000127>
- Hadders-Algra, M. (2018). Early human motor development: From variation to the ability to vary and adapt. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 90(2010), 411–427. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2018.05.009>
- Harmony, T., Barrera-Reséndiz, J., Juárez-Colín, M. E., Carrillo-Prado, C., del Consuelo Pedraza-Aguilar, M., Asprón Ramírez, A., ... Ricardo-Garcell, J. (2016). Longitudinal study of children with perinatal brain damage in whom early neurohabilitation was applied: Preliminary report. *Neuroscience Letters*, 611, 59–67. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2015.11.013>
- Hillyard, S. A., & Picton, T. W. (2011). Electrophysiology of Cognition. In *Handbook of physiology - The nervous system V* (pp. 519–584). <https://doi.org/10.1002/cphy.cp010513>
- Hinojosa-Rodríguez, M., Harmony, T., Carrillo-Prado, C., Van Horn, J. D., Irimia, A., Torgerson, C., & Jacokes, Z. (2017). Clinical neuroimaging in the preterm infant: Diagnosis and prognosis. *NeuroImage: Clinical*, 16, 355–368. <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2017.08.015>
- Hüg, M. X., & Arias, C. (2009). Estudios sobre localización auditiva en etapas tempranas del desarrollo infantil. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 41(2), 225–242.
- Idiazábal-Alecha, M. A., Guerrero-Gallo, D., & Sánchez-Bisbal, M. M. (2006). Procesamiento del lenguaje en el trastorno por déficit de atención con hiperactividad. *Rev Neurol*, 42(Supl 2), 29–36.
- Inder, T. E., & Volpe, J. J. (2000). Mechanisms of perinatal brain injury. *Seminars in Neonatology*, 5(1), 3–16. <https://doi.org/10.1053/siny.1999.0112>
- James, W. (1890). *The principles of psychology. Volume 1*. New York: H. Holt.
- Karns, C. M., Isbell, E., Giuliano, R. J., & Neville, H. J. (2016). Auditory attention in childhood and adolescence: An event-related potential study of spatial selective attention to one of two simultaneous stories. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 13, 53–67. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2015.03.001>. Auditory
- Kim, H., Duran, C. A. K., Cameron, C. E., & Grissmer, D. (2018). Developmental Relations Among Motor and Cognitive Processes and Mathematics Skills. *Child Development*, 89(2), 476–494. <https://doi.org/10.1111/cdev.12752>
- Kushnerenko, E., Čeponienė, R., Balan, P., Fellman, V., Huotilainen, M., &

- Näätänen, R. (2002). Maturation of the auditory event-related potentials during the first year of life. *NeuroReport*, 13(1), 47–51. <https://doi.org/10.1097/00001756-200201210-00014>
- Kushnerenko, E., Ceponienė, R., Balan, P., Fellman, V., & Näätänen, R. (2002). Maturation of the auditory change detection response in infants : a longitudinal ERP study. *NeuroReport*, 13(15).
- Kushnerenko, E. V., Van den Bergh, B. R. H., & Winkler, I. (2013). Separating acoustic deviance from novelty during the first year of life: A review of event-related potential evidence. *Frontiers in Psychology*, 4(SEP), 1–16. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00595>
- Leclercq, M. (2002). Theoretical aspects of the main components and functions of attention. In *Applied neuropsychology of attention* (pp. 3–35). New York, USA: Psychology Press.
- Lee, A. K., Larson, E., Maddox, R. K., & Shinn-Cunningham, B. G. (2014). Using neuroimaging to understand the cortical mechanisms of auditory selective attention. *Hear Res*, 307. <https://doi.org/10.1016/j.heares.2013.06.010>.
- Linke, A. C., Wild, C., Zubiaurre-Elorza, L., Herzmann, C., Duffy, H., Han, V. K., ... Cusack, R. (2018). Disruption to functional networks in neonates with perinatal brain injury predicts motor skills at 8 months. *NeuroImage: Clinical*, 18, 399–406. <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2018.02.002>
- Määttä, S., Saavalainen, P., Könönen, M., Pääkkönen, A., Muraja-Murro, A., & Partanen, J. (2005). Processing of highly novel auditory events in children and adults: An event-related potential study. *NeuroReport*, 16(13), 1443–1446. <https://doi.org/10.1097/01.wnr.0000177014.36979.3f>
- Medina Alva, M., Caro-Kahn, I., Muñoz Huerta, P., Leyva Sánchez, J., Moreno Calixto, J., & Vega Sánchez, S. (2015). Neurodesarrollo infantil: características normales y signos de alarma en el niño menor de cinco años. *Rev Peru Med Exp Salud Pública*, 32(3), 565–573.
- Mueller, V., Brehmer, Y., von Oertzen, T., Li, S. C., & Lindenberger, U. (2008). Electrophysiological correlates of selective attention: A lifespan comparison. *BMC Neuroscience*, 9, 1–21. <https://doi.org/10.1186/1471-2202-9-18>
- Munar, E., Rosselló, J., Mas, C., Morente, P., & Quetgles, M. (2002). El desarrollo de la audición humana. *Psicothema*, 14(2), 247–254.
- Nelson, C., & Luciana, M. (2008). *Handbook of developmental cognitive neuroscience* (2a Ed.). Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology.
- Pang, E. W., Edmonds, G. E., Desjardins, R., Khan, S. C., Trainor, L. J., & Taylor, M. J. (1998). Mismatch negativity to speech stimuli in 8 month-old infants and adults. *International Journal of Psychophysiology*, 29, 227–236.
- Pelayo-González, H. J., Solovieva, Y., Marroquín-Andrade, O. M., Corona, T., & Quintanar, L. (2013). Propuesta de prevención interactiva para bebés con factores de riesgo neurológico. *Ciencias Clínicas*, 14(1), 21–29.
- Pelayo González, H. J., Reyes Meza, V., Sánchez Hernández, Y., & Jimeno Arce, R. M. (2016). Efectos en el neurodesarrollo de un programa de intervención en niños prematuros. *Neuropsicología Clínica*, 11.
- Petersen, S. E., & Posner, M. (2012). The attention system of the human brain:

- 20 years after. *Annual Review of Neuroscience*, 21(35), 73–89.  
<https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-062111-150525>.The
- Polich, J., & Kok, A. (1995). Cognitive and biological determinants of P300: An integrative review. *Biological Psychology*, 41(95), 103–146.
- Porrás-Kattz, E., & Harmony, T. (2007). Neurohabilitación: un método diagnóstico y terapéutico para prevenir secuelas por lesión cerebral en el recién nacido y el lactante. *Boletín Médico Del Hospital Infantil de México*, 64, 125–135. Retrieved from  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1665-11462007000200008&lng=pt&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-11462007000200008&lng=pt&nrm=iso&tlng=es)
- Posner, M. (2012). Attention networks past and future. *NeuroImage*, 61(March), 450–456. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.12.040>
- Posner, M. I., Rothbart, M. K., Sheese, B. E., & Voelker, P. (2014). Developing Attention : Behavioral and Brain Mechanisms, (October 2017), 0–9.  
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-397267-5.00059-5>
- Posner, M. I., Rothbart, M. K., & Voelker, P. (2016). Developing brain networks of attention. *Current Opinion in Pediatrics*, 28(6), 720–724.  
<https://doi.org/10.1097/MOP.0000000000000413>
- Posner, M. I., Sheese, B. E., Odludaş, Y., & Tang, Y. (2006). Analyzing and shaping human attentional networks. *Neural Networks*, 19(9), 1422–1429.  
<https://doi.org/10.1016/j.neunet.2006.08.004>
- Reyes Contreras, G., Parodi Carvajal, A., & Ibarra, D. B. (2006). Factores de riesgo en niños con parálisis cerebral infantil en el Centro de Rehabilitación Infantil Teletón, Estado de México. *Rehabilitación (Madr., Ed. Impr.)*, 40(1), 14–19. Retrieved from <http://search.bvsalud.org/portal/resource/en/ibc-043291>
- Richards, J. E. (2003). Attention affects the recognition of briefly presented visual stimuli in infants: An ERP study. *Developmental Science*, 6(3), 312–328.  
<https://doi.org/10.1111/1467-7687.00287>
- Rico Bañón, D. (2009). *Instrumentos de evaluación y diagnóstico en la edad comprendida de 0 a 6 años: Descripción, utilización y grado de satisfacción en los Centros de Atención Temprana de la Comunidad Valenciana*. Retrieved from [http://roderic.uv.es/bitstream/handle/10550/21340/proyecto\\_version\\_final.pdf](http://roderic.uv.es/bitstream/handle/10550/21340/proyecto_version_final.pdf)
- Ritter, W., Ford, J. M., Gaillard, A., Harter, M. R., Kutas, M., Näätänen, R., ... Rohrbaugh, J. (1984). The relation of negative potentials and cognitive processes. In *Annals New York academy of sciences* (pp. 24–38).
- Rodríguez, A., Grenier, M., Albite, A., Díaz, E., González, J., & Gómez, A. (2012). *Lecturas de psicología preescolar*. La Habana: Pueblo y Educación.
- Rosenzweig, M. R., & Leiman, A. (1992). *Psicología fisiológica* (segunda ed). Madrid: McGraw-Hill.
- Rueda, M. R., & Posner, M. I. (2013). Development of attentional networks. *The Oxford Handbook of Developmental Psychology*, (January 2013), 683–705.
- Ruff, H. A., & Rothbart, M. K. (1996). *Attention in early development: themes and variations*. New York: Oxford University Press. Retrieved from  
<http://www.oxfordscholarship.com.pbidi.unam.mx:8080/view/10.1093/acprof:>

- oso/9780195136326.001.0001/acprof-9780195136326-miscMatter-1
- Salinas-Álvarez, M. D. L., & Peñaloza-Ochoa, L. (2007). Frecuencia de desviaciones del neurodesarrollo a los 18 meses de edad en pacientes con alto riesgo neurológico que acuden a estimulación temprana. *Bol. Med. Hosp. Infant. Mex.*, *64*(162), 214–220. Retrieved from <http://www.medigraphic.com/pdfs/bmhim/hi-2007/hi074c.pdf>
- Silva Pereyra, J. (2011). *Métodos en neurociencias cognoscitivas*. México: Manual Moderno.
- Solís-Vivanco, R., Ricardo-Garcell, J., & Rodríguez-Agudelo, Y. (2009). La Atención Involuntaria : Aspectos clínicos y electrofisiológicos. *Rev. Ecuat. Neurol.*, *18*(1–2).
- Thiele, A., & Bellgrove, M. A. (2018). Neuromodulation of Attention. *Neuron*, *97*(4), 769–785. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2018.01.008>
- Thierry, G. (2004). The Use of Event-Related Potentials in the Study of Early Cognitive Development. *Infant and Child Development*, *14*(1), 85–94. <https://doi.org/10.1002/icd>.
- Uylings, H. B. M. (2006). Development of the human cortex and the concept of “critical” or “sensitive” periods. *Language Learning*, *56*(SUPPL. 1), 59–90. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9922.2006.00355.x>
- Vericat, A., & Orden, A. B. (2013). Psychomotor development and its disorders: between normal and pathological development. *Ciencia & Saude Coletiva*, *18*(10), 2977–84. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24061024>
- Wetzel, N., Berti, S., Widmann, A., & Schröger, E. (2004). Distraction and reorientation in children: A behavioral and ERP study. *NeuroReport*, *15*(8), 1355–1358. <https://doi.org/10.1097/01.wnr.0000129858.40478.be>
- Wright, S. P., Westfall, P. H., & Young, S. S. (1993). On adjusting p-values for multiplicity. *Biometrics*, *49*(3), 941-944 EP-.

## Anexos

### Anexo 1. Hitos motores gruesos.

SUBESCALAS DE EVALUACIÓN DE DESARROLLO PSICOMOTRIZ 1 A 36 MESES										
FECHAS DE EVALUACIÓN										
EDAD	MOTOR GRUESO/MOVIMIENTOS POSTURALES	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2-4	Control cefálico *									
2-4	Sobre el abdomen levanta tórax apoyando brazos									
4-5	Sentado con reacción de protección delantera									
4-6	Cambio de decúbito prono a decúbito supino									
5-8	Sentado sin apoyo*									
7-8	Reacciones de protección laterales y delanteras*									
7-8	Cambio de posición sedente a decúbito prono									
7-8	Patrón de arrastre*									
8-9	Cambio de posición cuatro puntos a hincado									
8-10	Patrón de gateo independiente*									
10-11	Gateo en diferentes niveles (colchón, planos, etc.)									
10-14	Transición gateo a bipedestación*									
11-15	Comienza el patrón de marcha*									
13-15	Se pone de pie momentáneamente sin apoyarse									

### Anexo 2. Hitos motores finos.

EDAD	MOTOR FINO	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2-4	Lleva las manos a la línea media*									
2-4	Sostiene y mantiene firmemente un objeto con la mano									
3-6	Se estira para tomar un objeto con ambas manos									
4-6	Estruja papel, sábanas, ropa, etc.*									
4-8	Toma un objeto y lo transfiere entre sus manos*									
5-8	Toma objetos que están a su alcance y los examina									



**Anexo 3. Escala de Evaluación de Atención Selectiva (EEAS), área de registro de puntuaciones.**

Escala de Evaluación de la Atención Selectiva Visual y Auditiva (EEAS)					
Nombre:		Semanas De Gestación:		Fecha Inicio EEAS:	
Factores de Riesgo:		Área:		Fecha de Nacimiento:	
				Fecha Edad Corregida:	

Mes de evaluación	Fecha de evaluación	Puntuación Escala visual	Percentil	Clasificación	Puntuación Escala auditiva	Percentil	Clasificación	Puntuación Total	Percentil	Clasificación
1 MES										
2 MESES										
3 MESES										
4 MESES										
5 MESES										
6 MESES										
7 MESES										
8 MESES										



Anexo 5. Valores de normalidad de la subescala auditiva (EEAS).

	Escala auditiva								
	1m	2m	3m	4m	5m	6m	7m	8m	
<b>N</b>	4	19	29	33	38	45	23	9	
<b>Promedio</b>	7.5	8.4	13.0	19.6	21.9	24.9	26.3	25.6	
<b>Desv. estándar</b>	7.0	4.0	5.5	6.0	5.9	3.8	2.3	3.3	
<b>Mínimo</b>	4	1	2	4	4	9	20	19	
<b>Máximo</b>	18	18	22	28	28	28	28	28	
<b>Percentiles</b>									
<b>Deficiente</b>	10	4	4	4	10	13	20	22	19
	20	4	4	10	15	17	23	25	21
<b>Normal</b>	25	4	6	11	16	18	23	25	24
	30	4	6	11	17	19	24	25	26
	40	4	7	12	20	23	26	26	26
	50	4	8	13	21	24	26	28	26
	60	4	9	14	22	25	26	28	28
	70	11	10	16	24	26	28	28	28
	75	15	11	18	24	26	28	28	28
<b>Acelerado</b>	80	18	12	18	24	26	28	28	28
<b>Desempeño</b>	90	18	14	20	27	28	28	28	28
	100	18	18	22	28	28	28	28	28

Anexo 6. Consentimiento informado.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN EN NEURODESARROLLO  
"DR. AUGUSTO FERNÁNDEZ GUARDIOLA"



CONSENTIMIENTO INFORMADO Y AUTORIZACIÓN DE INGRESO AL PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN "DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO DE NIÑOS CON FACTORES DE RIESGOS PRENATALES Y PERINATALES PARA DAÑO CEREBRAL".

Juriquilla, Querétaro, de \_\_\_\_\_ del 20 \_\_\_\_\_

Mi hij@ \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ meses de edad ha sido aceptado para ingresar al protocolo de investigación "Diagnóstico y tratamiento de niños con factores de riesgo prenatales y perinatales para daño cerebral" que se realiza en la Unidad de Investigación en Neurodesarrollo "Dr. Augusto Fernández Guardiola" del Instituto de Neurobiología de la UNAM.

Me comprometo a acudir a todas las citas que se programarán para realizar las diversas valoraciones clínicas de Neuropediatría, Neurodesarrollo, neurofisiología, nutrición, imagen, psicomotriz, lenguaje y de atención que el protocolo le ofrece a mi hij@. He sido informado que se me proporcionarán fotocopias de los resultados de los estudios que se le realicen. Estoy consciente de que esta Unidad es parte de la UNAM, que tiene por objetivo desarrollar profesionistas capacitados en cada una de las áreas, por lo que **asumo** que, durante **8 años**, (ó el tiempo que se prolongue el programa), podrán trabajar con mi hijo **bajo supervisión**: estudiantes, practicantes, alumnos de servicio social y voluntarios que estén **autorizados por parte de los responsables de área**.

Me han informado y entiendo la importancia de la investigación que realiza en esta Unidad, y que es una gran oportunidad para mi bebé el haber sido aceptado en el protocolo de investigación, ya que no todos los bebés en riesgo de daño neurológico pueden ingresar, por lo cual me comprometo a cumplir con todas las obligaciones que se me asignen y me fueron entregados en el reglamento y a **realizar los estudios en tiempo y forma como lo indica el Protocolo**, y que en caso de no contar con los iniciales antes de los 3 meses de edad corregida incluyendo la **RESONANCIA MAGNETICA** será causa de baja de Protocolo de Investigación.

Entiendo que en caso de haber algún retraso en el pago del donativo que se me asigne por parte de Trabajo Social, acepto que habrá una penalización de \$100 por cada mes de retraso, así como la suspensión temporal de servicio hasta tener al corriente los donativos.

Acepto todas las obligaciones y beneficios que sugiere el protocolo de investigación y me comprometo a seguir todas las indicaciones del mismo para que la probabilidad de éxito en la recuperación de mi hijo sea mayor.

Nombre de la madre

Nombre del padre

Firma

Firma

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPIRITU"

