



**Universidad Nacional Autónoma de México
Instituto de Neurobiología
Maestría en Ciencias (Neurobiología)**



“Evaluación conductual y habilitación de la atención selectiva visual y auditiva en lactantes con factores pre y perinatales de riesgo de daño cerebral”

***Tesis que para obtener el grado de Maestra en Ciencias
(Neurobiología)***

Presenta:

Lic. en Psic. Claudia Calipso Gutiérrez Hernández

***Directora de Tesis:
Dra. Thalía Harmony Baillet***

Juriquilla, Querétaro, 2007.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

AGRADECIMIENTOS

Esta tesis se realizó en la Unidad de Investigación en Neurodesarrollo “Augusto Fernández Guardiola”, perteneciente al Instituto de Neurobiología, UNAM, Campus Juriquilla, bajo la tutoría de la Dra. Thalía Harmony Baillet. Con el apoyo parcial de un Fondo Mixto: Qro-04-COI-16 SALUD-2002-COI-7074, IN205605 DGAPA, la beca de CONACYT No. 189281 y la beca complementaria otorgada por la UNAM No. 505003238.

Todo mi agradecimiento al Instituto de Neurobiología por brindarme abrigo durante mis estudios de Maestría y en especial a la Unidad de Investigación “Augusto Fernández Guardiola”.

Mi más sincero e infinito agradecimiento a la Dra. Thalía Harmony por guiar el inicio de mi carrera científica dentro del programa de Maestría.

A mi Comité Tutoral, al Dr. Manuel Salas mil gracias por hacer crecer mi trabajo de investigación a través de sus valiosas aportaciones, a la Dra. Gina Lorena Quirarte por la confianza que depositó en mí.

A los miembros del Jurado, a la Dra. Mari Corsi, a la Dra. Guillermina Yáñez y al Dr. Roberto Prado, por su tiempo, observaciones y comentarios.

Mi más afectuoso agradecimiento a todos los colaboradores de la Unidad de Investigación en Neurodesarrollo por el apoyo brindado a este trabajo. A la Dra. Josefina Ricardo responsable de los estudios de EEG, al Dr. Efraín Santiago por el análisis de los estudios de Potenciales Evocados, a todo el equipo Bayley comandado por la Mtra. Erminda Rodríguez de Paz, a la Unidad de Resonancia Magnética sobre todo a David Ávila Acosta y a la enfermera Ángeles Savala González, a la Dra. Eneida Porras responsable del área de neuropediatría y al Ing. Héctor Belmont en el apoyo técnico.

A la Unidad de Enseñanza, a la Quím. Leonor Casanova mil gracias por todo tu apoyo, a Magda y Yola por tener al día mis trámites y documentos.

A María del Pilar Galarza, Rafa y Nacho, por tener siempre un lugar disponible para mí en la biblioteca.

Y sobre todo a los padres de familia que autorizaron el ingreso de sus hijos al protocolo de investigación.

DEDICATORIAS

A Jeans

*Mi compañero de desvelos y anhelos, mi fuente de fortaleza y lucha,
a quien debo todo mi ser, amor este trabajo es nuestro ifinalmente aquí está!
Te lo entrego, como una muestra tangible de los tantos frutos que nuestro cariño ha dado
Gracias por llenar de luz y alegría, la opaca vida que me invadía antes de conocerte.
iMe he librado de mi caparazón, no seré más una tortuga!*

*Con todo mi amor, cariño, respeto y sobre todo agradecimiento, a mis padres por
proporcionarme las alas que me han permitido volar en busca del conocimiento.
Hasta aquí me han llevado todos los valores y la educación que me han dado, gracias.*

*A mi pequeña hermana Andreita,
quien siempre tiene una tierna caricia para mis mejillas.*

*A mi hermano Quique por quererme tanto y apoyar cada una de mis decisiones,
y a su pequeño retoño.*

A mis hermanos académicos:

Ene, toda mi admiración y agradecimiento por todo tu conocimiento compartido.

*Berta, amiga entrañable...gracias por el área preferente que ocupo en tu corazón, por
enseñarme a darle un valor justo a las cosas que hago, por creer en mí*

pero sobre todo por adentrarme en el fabuloso mundo de la "atención"

Gloria, amiga y compañera incondicional, gracias por tu tiempo, por escucharme, por enseñarme a no desistir y a encontrar siempre la mejor solución, a ti debo la clara comprensión de mi trabajo, mil gracias.

Chucho, gracias por tu cariño y tus dosis diarias de buen humor, aquí estamos y seguiremos en la batalla en beneficio de la calidad de vida de quienes más lo necesitan

¡Te quiero mucho amigo!

A mi queridísima comandante Dra. Josefina Ricardo, cubana intachable y disciplinada, quien todos, todos los días, sin falta alentó mi crecimiento profesional.

En fin a todo el laboratorio Harmony y a la Unidad de Investigación en Neurodesarrollo

¡Gracias!

Para mi griego favorito Fanis, muchas gracias mi querido Kalimera.

A Eloisa con mucho cariño.

Índice

	pp.
I. Introducción.....	2
II. Antecedentes.....	4
1. Desarrollo visual y auditivo en el hombre.....	4
1.1. Desarrollo visual.....	4
1.2. Relevancia de los movimientos oculares en la detección de objetos.....	6
1.3. Vía visual.....	8
1.4. Desarrollo auditivo.....	10
1.5. Sistema auditivo.....	11
1.6. Sistemas y vías involucradas en la ejecución del movimiento y la postura...	13
2. El proceso de atención.....	16
2.1. Concepto de atención.....	16
2.2. Principales componentes en el proceso de atención.....	17
2.3. Bases neurales de la atención.....	20
2.4. Desarrollo ontogénico de la atención.....	22
2.5. Atención selectiva auditiva.....	24
2.6. Métodos utilizados para evaluar la atención.....	25
3. Plasticidad cerebral.....	26
3.1. Definición.....	26
3.2. La plasticidad en periodos críticos de desarrollo.....	27
3.3. Plasticidad cerebral y ambientes enriquecidos.....	27
3.4. Plasticidad cerebral y rehabilitación.....	28
4. Factores de riesgo asociados al daño cerebral.....	30

5. Desarrollo infantil.....	32
III. Planteamiento del problema.....	34
IV. Hipótesis y objetivos.....	34
V. Sujetos, material y método.....	35
VI. Resultados	41
1. Diseño del instrumento.....	41
2. Diseño del programa de estimulación visuo-auditiva.....	45
3. Aplicación y prueba de la eficacia del programa de estimulación visuo-auditiva.	48
VII. Discusión.....	56
VIII. Conclusiones.....	62
IX. Referencias.....	64
X. Índice de figuras y tablas.....	70
XI. Anexos.....	71

Introducción.

La presente investigación es una aproximación al conocimiento del desarrollo mental en lactantes que han cursado con factores pre y perinatales de riesgo de daño cerebral, en la que el vehículo de estudio es un proceso cognitivo sumamente importante: *“la atención”*, definida por Posner en 1994 como el incremento en el procesamiento de estímulos relevantes. Estudiar el proceso de atención, no es tarea fácil y mucho menos en sujetos tan pequeños y que de antemano son candidatos a presentar alteraciones motoras, cognitivas, y por supuesto conductuales. El estudio de las capacidades mentales es de suma importancia, debido a que la mayoría de los métodos de evaluación y programas de intervención temprana se han enfocado principalmente en la función motora, por ser el área en que se refleja más claramente el retraso en el desarrollo. Sin embargo, la detección temprana de anomalías en el desarrollo cognitivo ofrece la posibilidad de intervenir desde los primeros meses de vida; antes de que las secuelas que el daño conlleva se establezcan irreversiblemente. Por tal motivo, el diseño y la implementación de programas que promuevan el desarrollo mental normal resulta emergente. El propósito de esta investigación es habilitar conductualmente el proceso de atención selectiva en sus modalidades visual y auditiva, en lactantes con factores pre y perinatales de riesgo de daño cerebral remitidos a la Unidad de Investigación en Neurodesarrollo “Dr. Augusto Fernández Guardiola” perteneciente al Instituto de Neurobiología, UNAM campus Juriquilla, para lo cual fue necesario establecer objetivos claros que permitieran guiar ordenadamente el desarrollo de la investigación. El punto de partida fue la construcción de una escala de evaluación que permitiera medir el proceso de atención selectiva de manera rápida y efectiva, debido a que hasta ese momento ninguna otra prueba se había diseñado con este fin. Después de una amplia revisión bibliográfica se logró construir una escala válida y confiable para evaluar la calidad de la atención selectiva de los lactantes con factores pre y perinatales de riesgo durante los primeros meses de vida, a la que se nombró *“Escala de Evaluación de la Atención Selectiva Visual y Auditiva” (EAS)*. El siguiente paso fue el diseño de un programa de intervención que permitiera habilitar en los lactantes, el desarrollo de la atención en ambas modalidades sensoriales; para lo cual nuevamente fue indispensable realizar una amplia revisión bibliográfica,

obteniendo como resultado *“El programa de estimulación visuo-auditiva para lactantes con factores de riesgo”*. Finalmente, se procedió a la aplicación del programa de estimulación en una muestra de 24 lactantes con factores pre y perinatales de riesgo de daño cerebral atendidos en la Unidad de Investigación en Neurodesarrollo, distribuidos en tres grupos: el primero, al que se llamó *experimental* quedó integrado por aquellos sujetos calificados con atención y estado de alerta cuestionables o no óptimos en la escala Bayley de desarrollo, y que recibieron estimulación; en el segundo, llamado *control con estimulación* se integró a los lactantes con atención y estado de alerta normales, quienes también recibieron estimulación. El tercer grupo se formó con aquellos lactantes en quienes se diagnosticó inicialmente atención y estado de alerta normales pero que fueron inconstantes y/o abandonaron el programa de estimulación en forma temprana, por lo que se le llamó *control sin estimulación*. Los resultados obtenidos demostraron que la habilitación del proceso de atención en lactantes con factores pre y perinatales de riesgo de daño cerebral es viable a través de la aplicación del programa de estimulación visuo-auditiva propuesto, principalmente en la modalidad auditiva.

Resumen

El principal objetivo de esta investigación, fue desarrollar una propuesta de evaluación e intervención temprana para habilitar la atención selectiva visual y auditiva de lactantes con factores pre y perinatales de riesgo de daño cerebral. Con este propósito, se diseñaron la Escala de Evaluación de la Atención Selectiva para Lactantes con Factores de Riesgo (EAS), y el programa de estimulación visuo-auditiva. Ambos se probaron en una muestra integrada por 24 lactantes, asignados a uno de tres grupos: experimental, control con estimulación o control sin estimulación. Los resultados obtenidos sugieren que la escala EAS es válida y confiable para evaluar la atención selectiva en lactantes con factores de riesgo durante los primeros 6 meses de vida, y que el programa de estimulación visuo-auditiva es útil para habilitar este proceso cognitivo, principalmente en la modalidad auditiva. El grupo en el que se observaron buenos resultados fue el control con estimulación, ya que no solo mejoró la atención selectiva auditiva sino también su desempeño mental y conductual. El grupo experimental mejoró en el área de comportamiento, mientras que en el control sin estimulación no hubo mejoría significativa. Finalmente, en la modalidad visual no hubo cambios significativos en la calidad de la atención atribuibles al programa de estimulación.

Summary

The main goal of this investigation was to develop an evaluation and early intervention proposal to habilitate the visual and auditory selective attention in human infants with pre and perinatal risk factors for brain damage. With this intention, the Scale of Evaluation of the Selective Attention for infants with risk factors (EAS), and the viso-auditory stimulation program were designed. Both were proved in a sample integrated by 24 children, assigned to one of three groups: experimental, control with stimulation or control without stimulation. The results obtained suggest that the EAS scale is valid and reliable to evaluate the selective attention in human infants with risk factors during the first 6 months of life and that the visuo-auditory stimulation program is useful to habilitate this cognitive process, mainly in the auditory modality. The better results were obtained in the control with stimulation group, because the selective auditory attention improved than the mental and behaviour performance. In the experimental group only the behaviour improved, whereas in the control without stimulation group there was no significant improvement. Finally, in the visual modality there were no significant changes in the quality of the attention attributable to the stimulation program.

Planteamiento del problema.

Existe un alto índice de bebés expuestos a factores de riesgo y que como consecuencia desarrollan daño cerebral. El diagnóstico oportuno y la intervención temprana a través del diseño y la aplicación de programas encaminados a la habilitación de las funciones motoras y cognitivas, permite aprovechar la enorme plasticidad del SNC durante los primeros años de la infancia con el fin de aminorar el establecimiento de anomalías irreversibles.

II. Antecedentes.

1. Desarrollo visual y auditivo en el hombre.

1.1. Desarrollo visual.

De acuerdo con Lewis y Maurer (2004) el desarrollo visual se puede observar claramente, a través de cambios generados durante la vida del individuo en la agudeza visual, la visión periférica y la percepción del movimiento global de los objetos.

1. Agudeza visual. Se ha definido como la capacidad del ojo para percibir la figura y forma de los objetos. En recién nacidos normales la agudeza visual es 40 veces menos eficiente que en el adulto, y a los 6 meses solo 8 veces menos, los niveles de agudeza visual adulta se alcanzan entre los 4 y 6 años de edad. La deficiencia de la agudeza visual al momento del nacimiento se atribuye a la inmadurez de la retina, debido a que el tamaño de los conos es muy pequeño y el arreglo celular aún no está bien organizado (Lewis y Maurer, 2004).

En el lactante, la agudeza visual no mejora como resultado del desarrollo cronológico, sino debido a la entrada de estímulos visuales. Se ha demostrado a través de estudios realizados en recién nacidos con cataratas congénitas intervenidos quirúrgicamente y rehabilitados a través de lentes correctores, que el grado de agudeza que presentan alrededor de los 9 meses no muestra diferencias significativas al compararse con grupos de niños normales, independientemente de la edad en que se haya realizado la intervención, lo cual sugiere, que los primeros 9 meses de vida representan un periodo crítico para el desarrollo visual (Lewis y Maurer 2004).

2. Visión periférica. La visión periférica es de gran utilidad para detectar el movimiento de los objetos; y alude a la capacidad del ojo para percibir estímulos en zonas alejadas del punto central de la visión, es decir, en los márgenes del campo visual.

En el recién nacido la fijación ocular es atraída inicialmente hacia el centro del campo visual, pero su capacidad de orientación le permite focalizar estímulos incluso hasta un ángulo de 30° en el campo temporal. La ampliación del ángulo de fijación ocurre rápidamente, ya que a los 4 meses de edad casi se alcanzan los 120° correspondientes a la visión periférica de un adulto; la rápida mejoría de la visión periférica refleja principalmente cambios en la maduración de la retina (Lewis y Maurer, 2004).

Uno de los factores que afecta gravemente el desarrollo de la visión periférica es la privación visual. Hubel y Wiesel, en 1970, fueron los primeros en demostrar que la experiencia visual durante las primeras semanas de vida es fundamental para establecer las conexiones entre el sistema visual periférico y la corteza visual. A través de sus experimentos en gatos, observaron que cuando la privación monocular ocurre dentro de las primeras semanas de vida y por un largo tiempo las conexiones entre la corteza y el ojo privado muestran deficiencias irreversibles, lo cual no sucede al privar monocularmente a los gatos en la edad adulta. La privación visual propicia la restricción del campo visual y el desarrollo anormal de los bordes temporales; lo cual interfiere con la sensibilidad para localizar objetos a lo largo del campo visual. Los estudios realizados en lactantes con cataratas bilaterales, han demostrado que las deficiencias tanto en la extensión del campo visual como en la sensibilidad para localizar objetos se pueden atenuar durante el desarrollo si son intervenidos quirúrgicamente en forma temprana (Lewis y Maurer, 2004).

3. Percepción del movimiento global de los objetos. La percepción del movimiento global de una serie de objetos, requiere la integración de sus atributos físicos (color, forma, tamaño, número, etc.) y las características de su desplazamiento (dirección, sentido, velocidad) para percibir como un todo el movimiento. Típicamente se evalúa utilizando cinematogramas de conjuntos aleatorios de puntos que se desplazan sincrónicamente en determinada dirección. Los mecanismos oculares de la percepción del movimiento están muy inmaduros durante la infancia y mejoran entre los 6 y 11 años de edad.

Al igual que en la visión periférica, la privación visual durante los primeros tres meses de vida es suficiente para alterar permanentemente la sensibilidad para percibir el movimiento global (Lewis y Maurer, 2004).

4. Nistagmo Optocinético. Es una serie de movimientos oculares reflejos provocados por un patrón repetitivo en movimiento dentro del campo visual. Conjuga un movimiento rápido en la misma dirección en la que el patrón se mueve, y un movimiento lento en sentido opuesto. Los estudios realizados en pollos, monos y humanos recién nacidos han demostrado que cuando el nistagmo se evalúa binocularmente presenta simetría en respuesta a patrones de movimiento horizontal; contrariamente, cuando la evaluación se realiza en forma monocular las tres especies responden de forma asimétrica durante la infancia temprana. La reducción en el tamaño de la asimetría podría reflejar la maduración de algunas estructuras como la región medial superior del área visual temporal y el incremento de las proyecciones corticales hacia áreas subcorticales involucradas en el nistagmo. En lactantes privados visualmente el tamaño de la asimetría suele ser mayor que en niños normales (Lewis y Maurer, 2004).

1.2. Relevancia de los movimientos oculares en la detección de objetos.

Los movimientos oculares y de la cabeza juegan un papel importante en la visión. La localización, búsqueda y seguimiento de los objetos en el campo visual se hace a través de un repertorio de movimientos oculares bien definidos. De acuerdo con Cardinali (1992) existen cinco tipos de movimientos oculares, cuya finalidad es lograr la proyección del objetivo visual sobre la fovea:

- 1) Movimientos sacádicos.** Son de tipo balístico y de alta velocidad, lo que permite dirigir rápidamente la mirada ubicando el objetivo en el campo visual.
- 2) Movimientos de persecución lenta.** Permiten la fijación del blanco en la fovea una vez que ha sido localizado, en estos movimientos la corteza visual es la responsable de analizar tanto la velocidad como la dirección.
- 3) Movimientos optocinéticos.** Tienen la función de atraer la mirada hacia objetivos en movimiento en el campo visual.

4) Reflejos vestibulo-oculomotores. Su objetivo es mantener estable la visión a pesar del movimiento de la cabeza, a partir de señales recibidas desde el laberinto.

5) Movimientos de convergencia. Permiten mantener la visión binocular al acercar o alejar los objetos.

Los movimientos oculares están bajo el control de neuronas oculomotoras presentes en los núcleos de los pares craneales III, IV y VI, que a su vez son regulados por tres núcleos premotores: los colículos superiores, la formación reticular pontina y los núcleos vestibulares (Cardinali, 1992).

Los núcleos vestibulares participan en el control de todos los movimientos oculares a excepción de los sacádicos, cuya principal regulación proviene del centro de fijación de la mirada en la formación reticular pontina (Cardinali, 1992).

Los colículos superiores traducen la información visual en comandos oculomotores mediante proyecciones recibidas de la corteza visual primaria y de las células ganglionares de la retina (que participan en el procesamiento de información sobre movimientos y formas). Además, integran información óptica, sensoriomotora y auditiva (Cardinali, 1992).

Asimismo, cabe mencionar que las regiones premotoras anteriormente mencionadas están bajo el control de dos áreas corticales: el campo visual frontal (contribuye con la iniciación de los movimientos oculares de fijación), y el campo visual occipital (importante para los movimientos de seguimiento lento).

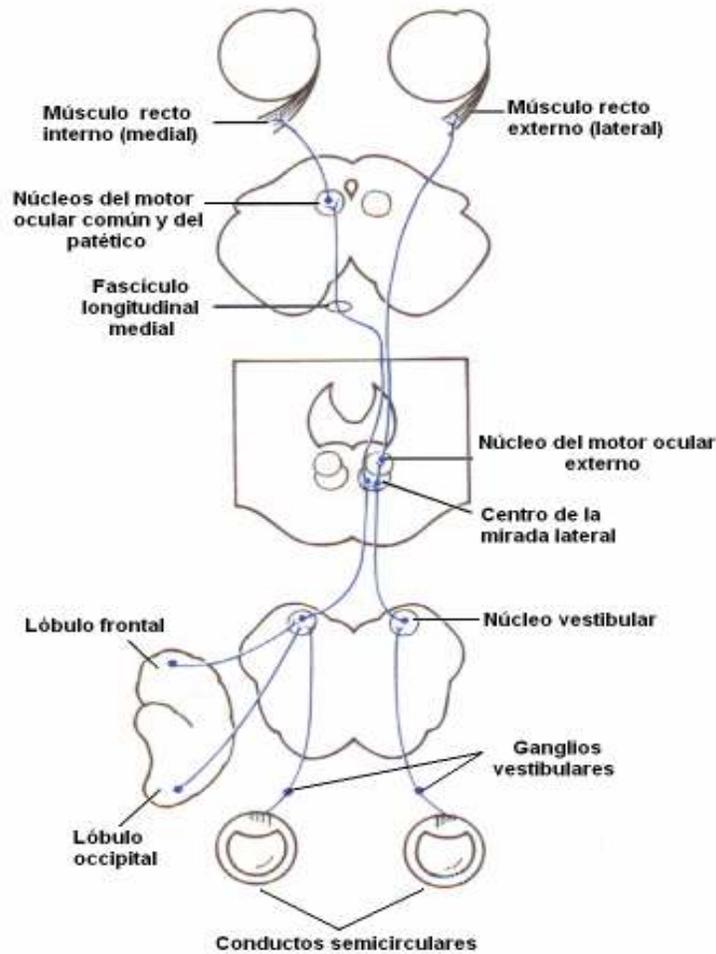


Figura 1. Circuito del movimiento ocular conjugado a la derecha. Las regiones del lóbulo frontal contralateral (al área del campo ocular) participa en los movimientos voluntarios de los ojos, por medio de conexiones polisinápticas hacia los centros de la mirada lateral (en la formación reticular pontina), mientras que las regiones del lóbulo occipital participan en el seguimiento visual y tienen también conexiones con el centro de convergencia en el pretectum, justo arriba de los tubérculos cuadrigéminos. (modificada de Waxman, 2004).

1.3 Vía visual.

El procesamiento de la información en la vía visual se realiza de manera jerárquica, a través de por lo menos ocho estaciones de relevo. La retina procesa un número importante de impulsos visuales mediante sinapsis generadas entre los distintos tipos de células.

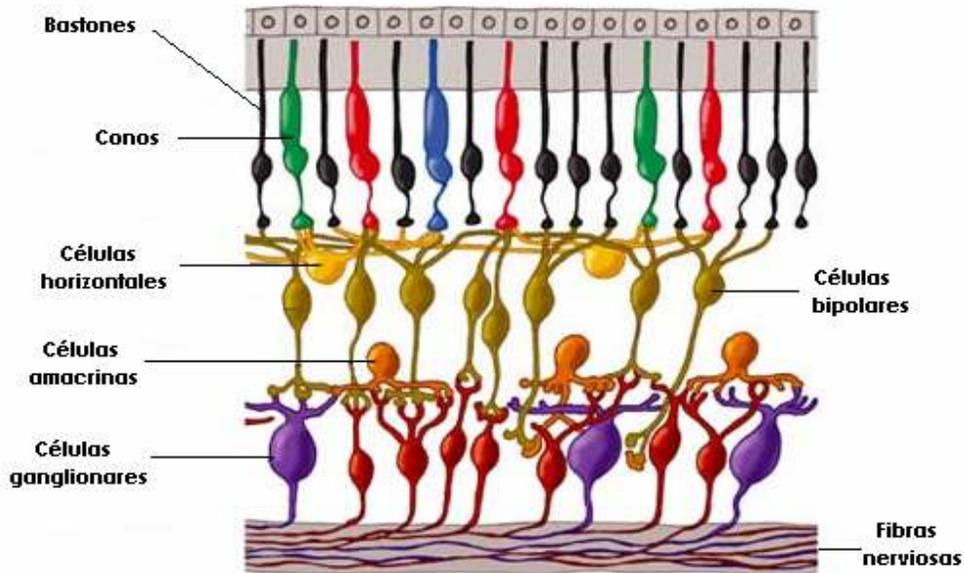


Figura 2. Células de la retina. Los conos y bastones realizan sinapsis con las células bipolares, y las células bipolares con las células ganglionares; cuyos axones convergen para salir del ojo dentro del nervio óptico. Las células horizontales, conectan a las células receptoras (conos y bastones) entre sí, y las células amacrinas a las células ganglionares (modificada de Dowling y Boycott, 1996).

El nervio óptico está formado por casi un millón de fibras que se originan en la capa celular ganglionar interna de la retina (ver figura 2), las fibras de la mitad nasal de la retina se decusan en el quiasma óptico, mientras que la mitad temporal no, después de viajar por el quiasma óptico, los axones de las células ganglionares siguen en dirección central por la cintilla óptica, la cual porta los axones tanto al núcleo geniculado lateral como al colículo superior. Los axones de las células del núcleo geniculado lateral se proyectan por medio de las radiaciones ópticas hacia el lóbulo occipital. Los axones de las células ganglionares retinianas de la cintilla óptica se proyectan hacia el geniculado lateral y al colículo superior (ver figura 3). El colículo superior adicionalmente, recibe eferencias de la corteza visual que se proyectan a través del tracto tectoespinal a la médula para controlar los movimientos reflejos de la cabeza, cuello y ojos como respuesta a estímulos visuales (Cardinali, 1992).

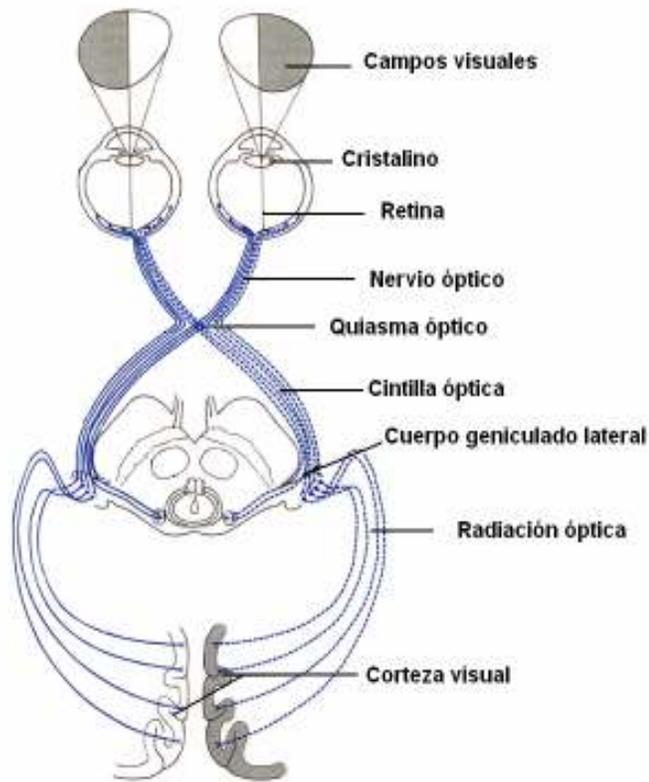


Figura 3. Vía visual. Las líneas continuas representan fibras que se proyectan desde la retina hasta la corteza occipital, y que conducen impulsos aferentes desde la mitad derecha del campo visual. Las líneas punteadas muestran la vía desde la mitad izquierda de los campos visuales (modificada de Waxman, 2004).

1.4. Desarrollo auditivo.

El sistema auditivo empieza a ser funcional en el ser humano en el último trimestre de la gestación y mejora rápidamente durante el primer año de vida. Un recién nacido es capaz de percibir estímulos auditivos, localizarlos rudimentariamente y procesar patrones complejos de lenguaje (Saunders, Doan y Coen, 1993, citados en Aslin y Hunt, 2001).

Los estudios realizados en fetos y bebés prematuros sugieren que un estímulo auditivo puede generar cambios en la frecuencia cardíaca, parpadeos y respuestas motoras gruesas desde las 28 semanas de gestación (Aslin y Hunt, 2001).

Durante la vida postnatal los umbrales absolutos para percibir los sonidos mejoran y es común que las respuestas del neonato ante estímulos auditivos estén reguladas por factores relacionados con la atención y la motivación.

Las voces y sonidos emitidos por la madre gestante permiten tanto el funcionamiento del sistema auditivo del feto en el útero, como la codificación y retención de dichos sonidos durante las etapas pre y perinatal, generando preferencias auditivas que le permiten al neonato diferenciar la voz de su madre (DeCasper y Fifer en 1980, citados por Aslin y Hunt, 2001). Alrededor de los 6 meses de edad, la capacidad de los lactantes para procesar información relacionada con la discriminación de intensidades y frecuencias es muy similar a la del adulto. Durante el primer año de vida los lactantes muestran una gran variedad de preferencias a los sonidos presentes en su ambiente natural, inducidas por una experiencia auditiva pasiva que formará las bases de una amplia gama de efectos específicos en su lenguaje (Aslin y Hunt, 2001).

1.5. Sistema auditivo.

De acuerdo con Cardinali (1992) las señales auditivas son transportadas desde el oído interno hasta la corteza cerebral a través de una vía polisináptica constituida por componentes tanto cruzados como no cruzados.

Los axones que llevan la información auditiva se originan en las células nerviosas bipolares del ganglio coclear y recorren en su trayecto al VIII par craneal; estos axones terminan en los núcleos cocleares dorsal y ventral del tallo cerebral donde hacen sinapsis. Las neuronas de estos núcleos envían sus axones en dirección rostral, de manera cruzada y no cruzada; las primeras ascienden por los núcleos cocleares hacia ambos lados, mientras que las fibras cruzadas atraviesan el cuerpo trapezoide (algunas de ellas entran en sinapsis en los núcleos olivares superiores). Las fibras ascendentes recorren los lemniscos laterales, dentro del tallo cerebral, y se dirigen de manera rostral hacia el colículo inferior para proyectarse después hacia el cuerpo geniculado medial. Dado que algunos axones se cruzan y otros no, tanto los colículos inferiores como los núcleos geniculados mediales reciben impulsos derivados de ambos oídos. Las fibras que emergen desde el geniculado medial se

proyectan hacia la corteza auditiva primaria localizada entre las partes superiores y medias de la circunvolución temporal superior (Cardinali, 1992).

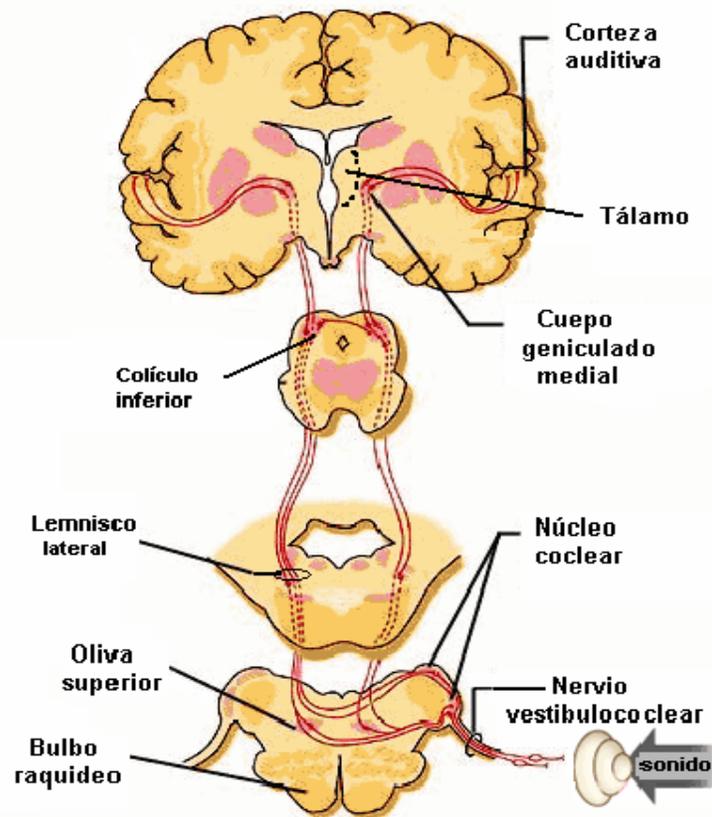


Figura 4. Vía auditiva. En el esquema se muestran sólo los tractos nerviosos originados desde el oído derecho, la parte dorsal del núcleo coclear y la oliva superior proyectan ipsi y contralateralmente a los núcleos lemniscales y a los colículos inferiores. Las proyecciones ascienden hasta el geniculado medio, donde fibras de tercer orden se proyectan hacia la corteza (modificada de Cardinali, 1992).

Elbert, Heim y Rockstroh (2001) refieren que todos los sujetos presentan una organización tonotópica en la corteza auditiva, y que los cambios en las zonas de representación dependen de los estímulos presentes en el ambiente natural en el que se escuchan repetidamente.

1.6. Sistemas y vías involucradas en la ejecución del movimiento y la postura.

Las respuestas ante estímulos visuales y auditivos están muy relacionadas con la ejecución de movimientos sumamente precisos (movimientos oculares, extensión del cuello, rotación de la cabeza, giro del tronco, etc.), que permiten su correcta localización, para tal efecto, es necesaria la participación de sistemas especializados que regulen las respuestas motoras ante fenómenos como el seguimiento visual y la localización de diversas fuentes de sonido (Cardinali, 1992).

La posición de nuestro cuerpo en el espacio varía dependiendo de los movimientos que realizamos. Tanto el mantenimiento del equilibrio postural como del movimiento, requieren de una programación anticipada y de mecanismos de regulación, que permiten integrar la información recibida a través de diversas modalidades sensoriales (propiocepción, exterocepción, posición de la cabeza y visión). La visión y la posición de la cabeza están muy relacionadas, ya que un cambio en la posición de la cabeza conlleva a un desplazamiento de la información visual de referencia y viceversa (Cardinali, 1992).

Los impulsos motores voluntarios se propagan desde las cortezas motora primaria, premotora y somatosensorial hacia las neuronas somáticas eferentes que inervan a los músculos esqueléticos a través de la vía piramidal principalmente. El tracto piramidal desciende atravesando la cápsula interna, la porción media de los pedúnculos cerebrales y la protuberancia en forma ipsilateral. Alrededor del 80% de los axones de las neuronas motoras superiores se decusan en el bulbo raquídeo. Los axones cruzados forman el haz corticoespinal lateral en los cordones blancos laterales de la médula espinal; lugar donde las neuronas motoras inferiores reciben estos impulsos y proyectan sus axones hacia afuera de la médula espinal a través de los nervios raquídeos para terminar en los músculos esqueléticos, controlando la contracción muscular de las extremidades distales (Tortora y Reynolds, 1999).

Los axones que no se decusan a nivel del bulbo forman el haz corticoespinal anterior en los cordones blancos anteriores de la médula, algunos de los axones se cruzan en ésta y establecen sinapsis con neuronas motoras inferiores y/o interneuronas,

cuyos axones terminan en los músculos esqueléticos responsables del control del cuello y parte del tronco (Tortora y Reynolds, 1999).

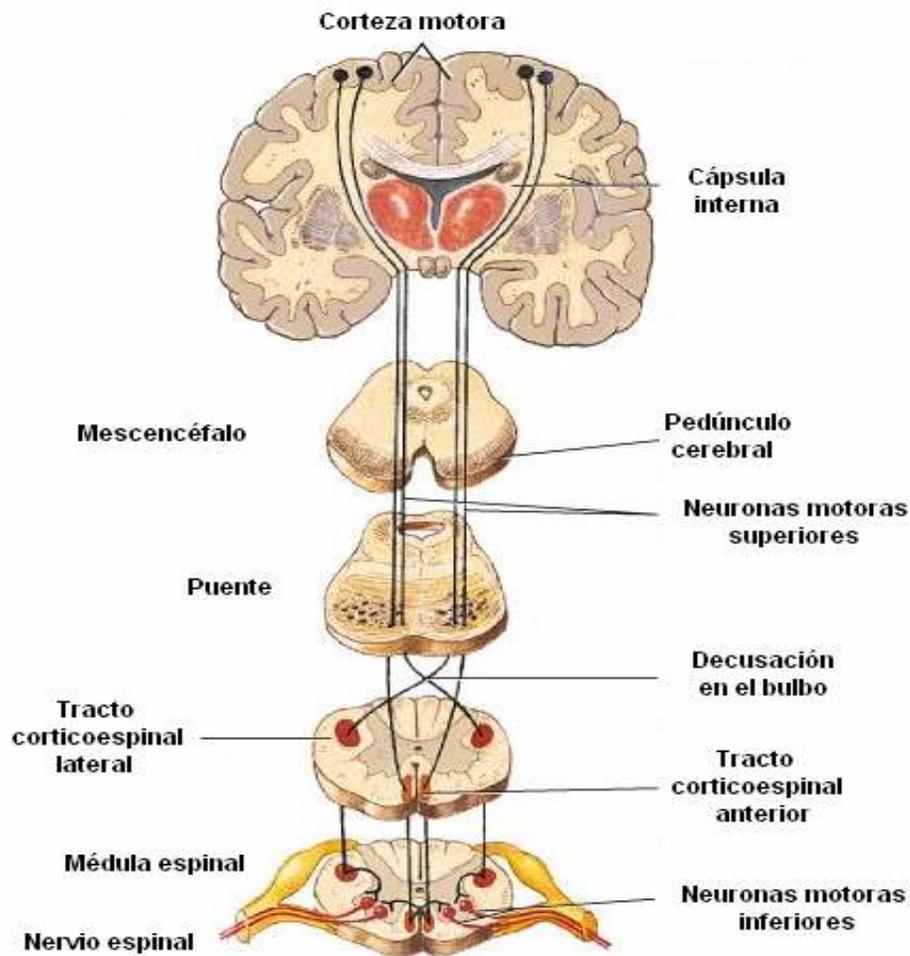


Figura 5. Fascículos corticoespinales lateral y anterior (modificada de Tortora y Reynolds, 1999).

Los fascículos corticobulbares constituyen otra de las vías directas involucradas en el control de los movimientos voluntarios. Las fibras corticobulbares, acompañan a las corticoespinales desde la corteza motora hasta el tallo cerebral, lugar en el que se decusan para acabar en los núcleos de los pares craneales, llevando impulsos que controlan los movimientos voluntarios de la cabeza y el cuello (Tortora y Reynolds, 1999).

Vías indirectas.

Además de las vías directas, existen otras indirectas (extrapiramidales) integradas por el resto de los fascículos descendentes que no son ni corticoespinales ni corticobulbares. Éstas siguen circuitos polisinápticos complejos e involucran a estructuras como: la corteza motora, los ganglios de la base, el tálamo, el cerebelo, la sustancia reticular y los núcleos del tallo cerebral (Tortora y Reynolds, 1999).

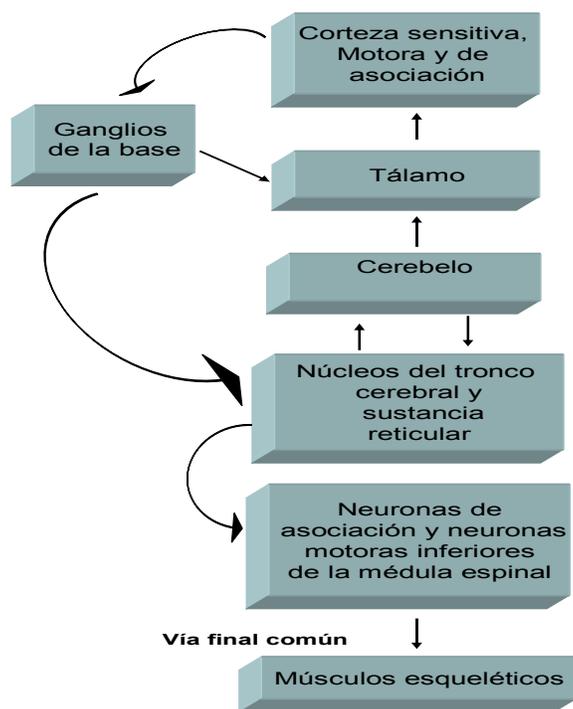


Figura 6. Vías indirectas para la coordinación y control del movimiento (modificada de Tortora y Reynolds, 1999).

Los ganglios de la base tienen muchas conexiones con otras zonas del cerebro que ayudan a programar los movimientos habituales o automáticos como la risa y el mantenimiento del tono muscular. Asimismo, inhiben selectivamente a otros circuitos motores de naturaleza excitatoria. El circuito establecido entre la corteza cerebral, los ganglios de la base y el tálamo interviene en la planeación y programación del movimiento, así como en su generación (Tortora y Reynolds, 1999).

El cerebelo facilita el aprendizaje y la ejecución de movimientos rápidos y coordinados muy especializados, además de mantener la postura y el equilibrio. Recibe impulsos de la corteza y los ganglios basales (que intervienen en la planeación del movimiento), y de los músculos y articulaciones a través de los fascículos espinocerebelosos anteriores y posteriores. El fascículo vestibulocerebeloso le transmite información relacionada con el equilibrio, además, los impulsos nerviosos provenientes de los ojos y los oídos también llegan al cerebelo (Tortora y Reynolds, 1999).

Los impulsos motores extrapiramidales procedentes del encéfalo fluyen a lo largo de cinco fascículos de la médula espinal, originados en los núcleos del tronco cerebral: rubroespinal, reticuloespinal lateral, reticuloespinal anterior, tectoespinal y vestibuloespinal. Los tres primeros están involucrados en el movimiento voluntario de las extremidades. El tectoespinal, recibe impulsos visuales que gobiernan los movimientos reflejos de los ojos y del cuello; y al vestibuloespinal llega información procedente del aparato vestibular relacionada con el equilibrio (Waxman, 2004).

2. El proceso de atención.

2.1 Concepto de atención.

Históricamente, Leibniz (1646-1716) fue el primero en describir explícitamente algún fenómeno que pudiera ser llamado de atención, al señalar que este proceso puede ser voluntariamente enfocado hacia ciertos estímulos; a lo que llamó: “un acto de querer”, o bien, pasivo, cuando un estímulo captura nuestra atención automáticamente (Zomerén y Brouwer, 1994). Más tarde, alrededor de 1890, William James define la atención como: “Una toma de posesión de la mente de forma clara y vívida de uno entre varios objetos o trenes de pensamiento simultáneos” (citado en LaBerge, 1990). En años más recientes, Posner (1994) define a este proceso desde el punto de vista de las neurociencias cognitivas como “el incremento en el procesamiento de estímulos relevantes”.

Actualmente, la atención se entiende como un proceso mediante el cual se realiza una selección de estímulos relevantes tanto del medio externo como interno en un determinado momento.

2.2. Principales componentes del proceso de atención.

De acuerdo con Leclercq (2002) la atención puede tener varias modalidades, entre las cuales destaca a las siguientes:

1. Atención selectiva. Se refiere a la habilidad de los sujetos para procesar selectivamente algunos eventos en detrimento de otros.

La selectividad de la atención visual está dada por la orientación de los ojos en una dirección en particular (Ruff y Klevjord, 1996). La atención selectiva visual implica varios procesos como: focalización, orientación y funciones integrativas.

La focalización permite atender a un estímulo particular del medio, depende de la disposición espacial de los objetos, del número de distractores, y de la frecuencia y la cronología en la presentación de los estímulos. La orientación consta de tres momentos: la desfocalización del punto actual de focalización, el desplazamiento de la atención a otra localización espacial y la focalización hacia el nuevo punto de anclaje. Finalmente, la función integrativa de la percepción por la atención representa el mecanismo mediante el cual todas las características del estímulo se combinan para formar el objeto percibido (Ruff y Klevjord, 1996).

En la modalidad auditiva el modelo de filtro de Broadbent ha sido uno de los más aceptados para explicar el proceso selectivo de la atención, al proponer que los estímulos presentados de manera simultánea llegan paralelamente a los receptores sensoriales y desde ahí son transferidos a la memoria a corto plazo; hasta este punto toda la información que llega es procesada superficialmente en paralelo. Posteriormente, el sistema tiene que seleccionar entre todos los estímulos que entran debido a que su capacidad es limitada; la selección puede operar en función de las características físicas de los estímulos y/o ajustarse a probabilidades condicionales de eventos pasados almacenados en la memoria a largo plazo. Los

estímulos que no pasan por el filtro se mantienen temporalmente en la memoria a corto plazo y desaparecen rápidamente al no ser procesados (Leclercq, 2002).

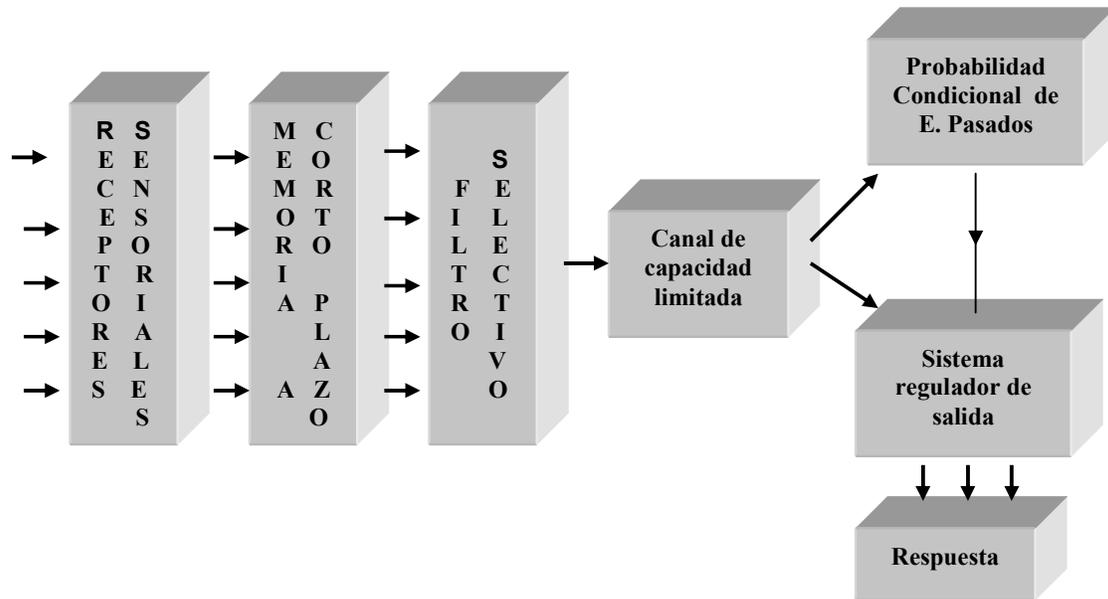


Figura 7. Modelo del Filtro de Broadbent (modificada de Leclercq, 2002).

Posteriormente, Treisman (citado por Leclercq, 2002) retoma el trabajo de Broadbent y propone un nuevo modelo al que denominó de "atenuación". A diferencia de Broadbent, Treisman menciona que el filtro no es rígido, sino flexible, motivo por el cual, los mensajes irrelevantes no son excluidos por el sistema sino atenuados. De acuerdo con este modelo los mensajes ingresan a través de dos canales: un canal atendido y otro inatendido, y llegan hasta un filtro acústico que analiza los estímulos sensoriales por sus características físicas (intensidad, tonalidad, localización, etc.). Después de que la información pasa por este primer filtro, el atenuador trabaja sólo con los mensajes del canal inatendido que tienen bajo umbral de activación y que estarán disponibles para un procesamiento posterior. Por lo tanto, un estímulo no atendido con significado relevante para el sujeto podrá ser procesado selectivamente cuando se requiera (Leclercq, 2002).

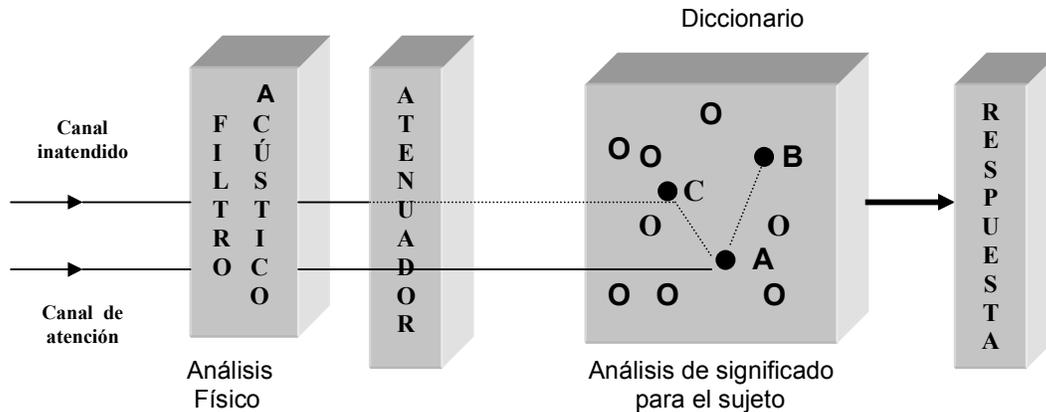


Figura 8. Modelo de atenuación de Treisman (modificada de Leclercq, 2002).

2. Atención dividida. Requiere dividir la atención en dos o más estímulos diferentes de una misma modalidad sensorial o de varias.

3. Fase de alerta. Refleja la optimización del estado de preparación.

4. Atención sostenida. Se refiere a la capacidad de mantener un nivel de atención suficiente y eficaz en tareas de larga duración.

2.3. Bases neurales de la atención.

Uno de los modelos más utilizados en el estudio de la atención ha sido el propuesto por Posner y Petersen (1990). Este modelo se apoya sólidamente en las bases neurales responsables de los mecanismos implícitos en el proceso de atención en la modalidad visual, específicamente al detectar la posición de los objetos en el espacio.

De acuerdo con Posner (1994) no es posible explicar completamente como funciona el sistema de atención, pero sí se puede conocer acerca de las áreas que se activan al realizar funciones específicas como la orientación, la detección y el mantenimiento del estado de alerta. Asimismo, propone la división anatómica del sistema de atención en posterior y anterior.

El sistema posterior se enciende durante la orientación viso-espacial, mediante disparos neuronales localizados en tres áreas específicas: la corteza parietal posterior, el colículo superior y el núcleo pulvinar del tálamo (Posner y Dehaene, 1994).

La corteza parietal posterior participa en la desfocalización de un punto, es decir, libera la atención. Los pacientes con lesiones en esta área, presentan un incremento importante en los tiempos de reacción en respuesta a estímulos localizados en el espacio en sitios opuestos al lugar de la lesión, así como deficiencia para descomprometer la atención en forma contralateral (Posner y Petersen, 1990; Posner, 2006).

El colículo superior participa en los cambios de atención de un estímulo a otro y cuando se le lesiona los tiempos de reacción para cambiar el foco de atención se incrementan del lado opuesto a la lesión (Posner y Petersen, 1990).

La lesión del núcleo pulvinar dificulta la focalización del nuevo estímulo en forma contralateral a la lesión, lo cual limita la capacidad de atender a nuevas señales localizadas en otros sitios (Posner, Petersen, Fox y Marcus, 1988).

El sistema anterior se activa durante tareas en las que dos estímulos entran en competencia para ser detectados por el sujeto. Las redes neurales implícitas en este proceso se localizan en la porción anterior del cíngulo y la corteza prefrontal lateral (Posner, 2006).

El cíngulo anterior está implicado en numerosas actividades que requieren la selección de objetivos entre estímulos en competencia, confiriendo a esta estructura funciones ejecutivas. Anatómicamente, la región dorsal del cíngulo anterior conecta a la región parietal posterior con áreas frontales, mientras que la parte ventral tiene fuerte conexión con áreas subcorticales del sistema límbico (Posner, 2006). Mientras tanto, el lóbulo frontal mantiene la representación del objeto que se percibe mediante la activación de la memoria de trabajo. De esta forma, es como la red anterior de atención se activa durante tareas que requieren detectar estímulos

visuales que requerirán ser discriminados a partir de su color, forma, movimiento o significado (Posner y Petersen, 1990).

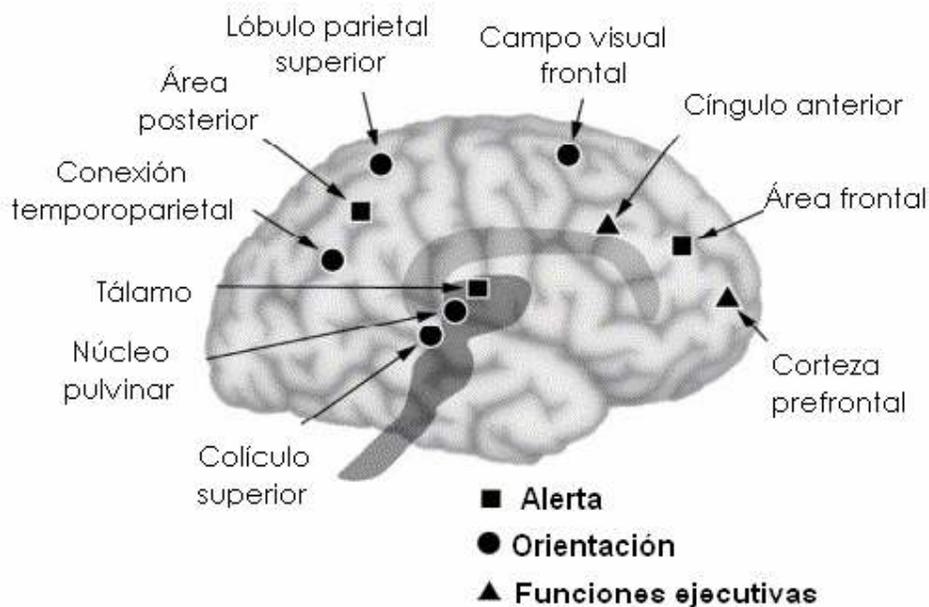


Figura 9. Áreas corticales involucradas en la atención (modificada de Posner, Sheese, Odludas y Tang, 2006).

Finalmente, el mantenimiento del estado de alerta depende del sistema reticular ascendente, y permite al sujeto responder rápidamente a los estímulos u objetivos que se le presentan. La red anatómica responsable del estado de alerta parece tener una organización asimétrica, ya que las lesiones del área frontal derecha afectan su mantenimiento en mayor medida que las producidas en el lóbulo frontal izquierdo (Posner y Petersen, 1990). Asimismo, diversos estudios han reportado a la noradrenalina como el neurotransmisor responsable del mantenimiento del estado de alerta (Colombo, 2001).

Los estudios realizados a últimas fechas por Posner (2006) han propuesto una relación directa entre los siguientes factores genéticos: el gen del receptor para dopamina D4 (DRD4), el gen de la monoaminoxidasa (MAOA) y el gen de la catecol-o-metil transferasa (COMT), y la función ejecutiva de la atención. A pesar de que los resultados son preliminares, este hallazgo representa el primer acercamiento a las

bases genéticas de las redes neurales responsables del proceso cognitivo de atención.

De acuerdo con este mismo autor, la relación entre los factores genéticos y el funcionamiento de la atención ejecutiva no significa que el sistema no sea influido por la experiencia, ya que varios programas de entrenamiento diseñados para rehabilitar la atención ejecutiva, han logrado mejorar notablemente su calidad en pacientes con lesiones cerebrales o con Trastornos por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH). Por lo tanto, la participación de los factores genéticos y la experiencia del sujeto están íntimamente relacionados (Posner, 2006).

2.4. Desarrollo ontogénico de la atención.

El estudio ontogénico de la atención se ha centrado básicamente en la modalidad visual. El trabajo de Colombo (2001) sobre el desarrollo de la atención visual durante la edad infantil aporta importantes hallazgos en relación al mantenimiento del estado de alerta, la orientación espacial, la atención a las características de los objetos y la atención dividida.

1. Mantenimiento del estado de alerta. El estado de alerta se encuentra presente incluso en prematuros de 30 semanas de edad gestacional. Durante el primer mes de vida los estímulos endógenos son los principales responsables de provocar dicho estado en el lactante, entre los 2 y los 3 meses de edad el estado de alerta es más observable, y muestra un incremento significativo entre los 10 y los 12 meses.

2. Orientación viso-espacial. La orientación viso-espacial se caracteriza por la presencia de movimientos oculares de persecución lenta conjugados con movimientos sacádicos, estos movimientos son observables rudimentariamente incluso desde el nacimiento y muestran grandes cambios entre los 2 y 3 meses de edad, siendo a los 6 meses cuando alcanzan un mejor desarrollo.

3. Atención a las características de los objetos. Las funciones relacionadas con la percepción de objetos están posiblemente presentes desde el nacimiento aunque en forma rudimentaria, pero no es sino hasta los 4 meses de edad cuando los

lactantes son capaces de procesar características relacionadas con el color y la forma de los objetos como entidades separadas. Se ha descrito, que el sustrato neural responsable del análisis del color y la forma de los objetos se extiende desde la corteza occipital hasta las áreas visuales localizadas en las regiones inferior y posterior del lóbulo temporal.

4. Atención dividida. Aparece entre los 3 y 6 meses de edad y se consolida durante el resto del primer año de vida, implica un proceso dirigido internamente por el sujeto, que ocurre cuando dos estímulos se presentan simultáneamente y se toma la decisión de atender a uno de ellos en detrimento del otro. Esta decisión, dependerá en gran medida del número de distractores presentes en torno al objetivo, o bien, de la familiaridad que pudiera tenerse con alguno de los estímulos. Entre los sustratos anatómicos involucrados en esta función podemos mencionar al cíngulo anterior, a los campos visuales frontales, a la corteza prefrontal, y a la corteza del cíngulo; esta última se encarga de regular la ejecución de los movimientos sacádicos.

Otra aportación importante para el estudio de la atención ha sido el trabajo realizado por Aslin, quien en 1980 reportó una serie de hallazgos relacionados con la habilidad de los lactantes para atender a estímulos visuales. Sus observaciones, le permitieron detectar en los bebés la ejecución de movimientos sacádicos al rastrear un estímulo desplazado lentamente dentro de su campo visual desde las 5 semanas de edad, mostrando preferencia para orientar su atención hacia el campo visual temporal. Además, notó que desde el nacimiento hasta los 3 meses de edad aproximadamente, preferían estímulos de alto contraste y mantenían por mayor tiempo la fijación en el contorno del estímulo que en los detalles al centro del mismo. Aslin menciona que durante el primer mes de vida el lactante experimenta periodos de fijación prolongada (algunas veces por más de 30 minutos), por lo cual la capacidad para desfocalizar su atención es sumamente limitada. La persecución y el rastreo de los estímulos visuales se inicia a los 2 meses de edad, y entre los 3 y los 6 meses los movimientos oculares son más rápidos e incluso anticipatorios a la futura localización del estímulo.

2.5. Atención selectiva auditiva.

El sustrato neural responsable de la atención selectiva auditiva se ha atribuido a algunas áreas de la corteza cerebral como la región parietal izquierda, el área frontal y la parte medial del lóbulo temporal, lo cual apoya la idea de que estas estructuras anatómicas participan en el funcionamiento de una red de atención multimodal. Asimismo se ha propuesto que la atención selectiva auditiva depende tanto de la localización como de la frecuencia con que se presenta el estímulo sonoro (Zatorre, Mondor y Evans, 1999).

Woods, Alho y Algazi (1994) reportaron diferencias en la distribución de los potenciales relacionados a eventos al contrastar la atención del sujeto al localizar el estímulo auditivo, contra la atención a la frecuencia de exposición al mismo.

Ellos observaron que las neuronas participantes en cada una de las condiciones son diferentes y sensibles a características acústicas específicas, además de pertenecer a distintas áreas corticales, lo que sugiere que los mecanismos neurales involucrados en la atención de las diversas dimensiones del estímulo auditivo son diferentes.

La manipulación sensorial en la localización acústica a diferentes edades, sugiere que la experiencia induce cambios plásticos en el mapa espacial auditivo del colículo superior, núcleo multisensorial del cerebro medio involucrado en el control de movimientos de orientación que permiten cambiar la atención hacia un estímulo novedoso (King, et al. 2001).

Zatorre, Mondor y Evans (1999) realizaron un estudio sobre los sistemas neurales involucrados en la atención selectiva auditiva, en el que utilizaron varios tonos, diferentes frecuencias, así como distintas localizaciones de los estímulos. Lo que encontraron fue que durante las tareas asignadas a los sujetos se observaba un incremento en la actividad de redes especializadas: regiones del hemisferio izquierdo, principalmente en el área parietal izquierda superior, la región frontal izquierda dorsolateral y el lóbulo temporal, así como en la corteza auditiva bilateral y

la región izquierda del tálamo; está última posiblemente relacionada con un mecanismo de alerta no específico.

2.6. Métodos utilizados para evaluar la atención.

1. Medidas psicofisiológicas. De acuerdo con Richards (2001) las medidas psicofisiológicas más utilizadas en el estudio de la atención y el desarrollo cerebral infantil son: el electroencefalograma y los potenciales evocados.

2. Medidas conductuales. Ruff y Klevjord (1996) proponen los siguientes indicadores para medir conductualmente la atención:

- Expresión facial: elevación de las cejas, aparición de surcos en la frente, apertura y cierre de la boca, muecas y movimiento de los labios.
- Actividad motora: reducción del movimiento general del cuerpo, parpadeo y movimientos oculares.
- Desempeño en tareas: a través de la medición de los tiempos de reacción, del número de errores, de los aciertos, etc.

3. Plasticidad cerebral.

3.1. Definición.

La plasticidad cerebral se refiere a la habilidad del cerebro para cambiar persistentemente su estructura y función. Dicha habilidad está determinada genéticamente y puede presentarse en respuesta a cambios generados en el medio ambiente (Maquet, Smith y Stickgold, 2003).

Wang, Merzenich, Sameshima y Jenkins (1995) mencionan que la plasticidad cerebral representa la adaptación funcional del SNC para minimizar los efectos de las alteraciones estructurales o fisiológicas, sin importar la causa de origen. Este

cambio se lleva a cabo gracias a la capacidad del sistema nervioso para experimentar cambios estructurales y funcionales detonados por influencias endógenas o exógenas, que pueden ocurrir en cualquier momento de la vida.

La plasticidad cerebral a escala macroscópica implica mecanismos de reorganización en la arquitectura morfológica del cerebro y microscópicamente alteraciones en la eficacia sináptica, formación sináptica, plasticidad sináptica, densidad de las espinas y alteraciones en la longitud de las dendritas. Las redes neurales pueden ser particularmente plásticas en periodos “sensitivos” durante el desarrollo de las estructuras corticales, manteniendo la habilidad para alterar su arquitectura a lo largo de toda la vida del individuo (Elbert, Heim y Rockstroh, 2001).

3.2. La plasticidad en periodos críticos de desarrollo.

El origen del término “periodo crítico” se remonta a los años 30’s, época en que Lorenz (1937) a través de sus estudios realizados en gansos describió el fenómeno de la “impronta”, ubicándolo dentro de un periodo sensitivo de desarrollo inmediato al momento del nacimiento. Posteriormente, Hubel y Wiesel en 1970 (a quienes ya nos referimos anteriormente) demostraron la existencia de un periodo vulnerable y crítico entre las 10 y las 12 semanas de desarrollo en gatos al que llamaron “periodo susceptible”.

Hoy en día el término de “periodo sensitivo” se aplica para hacer referencia a un periodo limitado durante el desarrollo, en el que los efectos de la experiencia son excepcionalmente fuertes para el cerebro. Así, el periodo crítico representa un periodo sensitivo durante el cual los cambios generados en la función cerebral resultan irreversibles (Knudsen, 2004).

3.3. Plasticidad cerebral y ambientes enriquecidos.

Uno de los primeros experimentos en demostrar una relación consistente entre las condiciones ambientales y los cambios plásticos fue el realizado por Krech, Rosenzweig y Bennett (1960), al observar alteraciones a nivel anatómico y químico

en los cerebros de animales expuestos a una condición particular a la que denominaron “ambiente enriquecido”.

En estudios posteriores se enfatizó más acerca de los efectos de los ambientes enriquecidos en aspectos más específicos como: el tamaño del soma, el número y la longitud de las dendritas, los tipos y el número de espinas dendríticas, el espesor sináptico, el diámetro capilar, así como la identificación de diferentes tipos de glia, alternando variables relacionadas con el género, la edad y el tiempo de exposición al ambiente (Schapiro y Vukovich, 1970; Diamond, 2001).

Los estudios de Diamond (2001) en animales lesionados expuestos a ambientes enriquecidos reportan no solo incremento significativo en las ramificaciones dendríticas corticales en forma bilateral, sino también reestablecimiento de la función motora perdida.

No obstante, los estudios sobre plasticidad y ambientes enriquecidos en los últimos años se han extendido al área clínica, principalmente durante etapas tempranas de desarrollo. Nelson et al. (2001) estudiaron a 37 recién nacidos prematuros y/o con daño severo en el SNC, asignados aleatoriamente a un grupo con estimulación multisensorial (auditiva, táctil, visual y vestibular) o a uno control, desde el nacimiento hasta los 2 meses de edad corregida. Sus resultados mostraron un mejor desempeño tanto motor como cognitivo en los lactantes expuestos a estimulación multisensorial, al aplicar la escala Bayley de desarrollo a los 12 meses de edad corregida.

3.4. Plasticidad cerebral y habilitación .

Desde los planteamientos de Ferenc Katona (1999) la habilitación es un proceso de prevención sobre la evolución anormal de una función cuya maduración está en riesgo. Ante todo, es muy importante diferenciar la habilitación de la rehabilitación, ya que esta última involucra acciones más relacionadas con la reorganización o el reestablecimiento de una función que ha sido afectada. En estas definiciones están presentes dos momentos cruciales en el proceso del daño: antes de la secuela (habilitación), y cuando la secuela se está estableciendo (rehabilitación). Las

características de cada una son distintas pero ambas implican la participación de la plasticidad cerebral (Pérez y Sanabria, 2004).

De acuerdo con Katona (1999) la intervención temprana podría prevenir las secuelas de un daño o lesión, estableciendo bases fisiológicas que permitan el desarrollo de funciones normales, o bien, lograr un nivel funcional adecuado que facilite la rehabilitación posterior. La base neurofisiológica de estos procesos, se encuentra en la activación funcional de las estructuras del SNC que participan en la respuesta motora a estímulos de los receptores vestibulares producidos por la gravedad. Los estudios de Katona se han enfocado principalmente al aspecto motor, sin embargo sus conceptos sobre plasticidad cerebral y habilitación pueden ser aplicables en el área cognoscitiva.

El diagrama de Katona propuesto en 1999 grafica claramente la estrecha relación que existe entre el desarrollo sensoriomotriz y la plasticidad neuronal en función de la edad cronológica.



Figura 10. Desarrollo sensoriomotriz y plasticidad neuronal durante la niñez temprana (modificada de Katona, 1999).

No obstante, a pesar de que la capacidad del cerebro para adaptarse y compensar los efectos de una lesión, es mayor durante los primeros años de la vida, existen probabilidades de recuperación en todas las edades. Los cambios plásticos

experimentados por los sujetos después de un trauma producen una mejoría funcional clínica, que se puede observar en forma clara en la recuperación paulatina de las funciones perdidas (Wang, Merzenich, Sameshima, Jenkins, 1995).

4. Factores de riesgo asociados al daño cerebral.

El desarrollo del ser humano tiene influencia directa del medio ambiente, por ello es importante identificar factores de riesgo amenazantes para el desarrollo normal del SNC. Durante la etapas prenatal y perinatal, los factores de riesgo se relacionan básicamente con enfermedades maternas (cardiopatías, insuficiencia cardíaca, hipertensión arterial, anemia, problemas renales, enfermedades infecciosas, diabetes, desnutrición, etc.), con complicaciones durante el embarazo y/o durante el parto (amenaza de aborto, desprendimiento prematuro de la placenta, preeclampsia, parto prematuro o postérmino, etc.) o bien, con problemáticas relacionadas con el neonato (bajo peso al nacer, prematurez, Apgar menor a 6, etc.) Asimismo, la edad de la madre (<15 y >35 años), el bajo o elevado peso corporal (<45 y >90 kilogramos), problemas en embarazos previos (abortos, embarazos múltiples, partos asistidos con fórceps, etc.), así como los factores genéticos y la incompatibilidad sanguínea son factores considerados de alto riesgo. Otros factores que podrían afectar el desarrollo del SNC son: el alcoholismo, el tabaquismo, el consumo de drogas y la exposición a agentes teratógenos (Weingold y Dilts, 2005).

La prematurez y el bajo peso al nacer son dos factores de riesgo que comúnmente están asociados. La Organización Mundial de la Salud (OMS) menciona que un recién nacido pretérmino es aquel que nace antes de las 37 semanas cumplidas. Sin embargo, la Academia Americana de Pediatría propone el límite a las 38 semanas, por el reconocido mayor riesgo de patología entre las 37 y 38 semanas. Los recién nacidos con un peso menor a los 1500 g están en riesgo de morbilidad, retardo en el desarrollo, deficiencias neurosensoriales, retardos cognitivos, dificultades escolares o alteraciones en el comportamiento. En contraste con la mejoría en la sobrevivencia de bebés prematuros, la frecuencia de parálisis cerebral y alteraciones del desarrollo neurológico en la infancia no se ha modificado, ya que la prevalencia de parálisis cerebral, hidrocefalia, microcefalea, ceguera y sordera aumenta a medida que el peso al nacer disminuye (Burgos, 2001).

Tanto la prematurez como el bajo peso al nacer son factores de riesgo que pueden traer consigo dos patologías muy comunes: la hemorragia intraventricular (HIV) y la leucomalacia periventricular (LPV). Las formas más graves de hemorragia provocan el establecimiento de secuelas motoras importantes e hidrocefalia, mientras que las menos graves, pueden producir deficiencia intelectual y problemas de aprendizaje o de conducta (Huppi, 2004). Asimismo, la desnutrición prenatal y perinatal puede producir efectos severos en el desarrollo intelectual, debido a una disminución del número de neuronas y sinapsis (Cintra y Galván, 1991).

La asfixia perinatal es otro factor de riesgo frecuente que se define fisiológicamente como la insuficiencia de oxígeno en el sistema circulatorio del feto o del neonato, provocada por un desequilibrio pulmonar relacionado con el descenso del nivel de oxígeno en la sangre, asociado habitualmente a la elevación de CO₂ y la disminución del flujo sanguíneo (González y Moya, 1996; Hübner, 2001). El estado de asfixia puede ser provocado por la interrupción de la circulación umbilical, alteraciones en el intercambio y el flujo placentario, deterioro de la oxigenación materna e incapacidad del recién nacido para establecer una transición exitosa de la circulación fetal a la cardiopulmonar neonatal (Hübner, 2001).

La asfixia perinatal es progresiva, pero también potencialmente reversible; un estado de asfixia aguda puede ser letal en menos de 10 minutos, mientras que la asfixia moderada puede empeorar progresivamente alrededor de los 30 minutos ó más. Cuando la asfixia es severa la reversión espontánea es muy difícil debido los daños circulatorios y neurológicos que la acompañan. La asfixia perinatal severa trae como consecuencia anomalías en el desarrollo cognitivo y motor, provocando alteraciones neurológicas como la parálisis cerebral, la epilepsia y el retraso mental (Volpe, 2003).

Conocer los factores de riesgo neurológico pre, peri y postnatales, y sus consecuencias, tiene la finalidad de intervenir de forma inmediata, auxiliando al neonato en la prevención del daño del SNC, para que su desarrollo sea lo más normal posible (Harmony, 1996).

5. Desarrollo infantil.

El estudio del desarrollo infantil ha sido abordado a lo largo de la historia desde diferentes perspectivas, generando a su paso una gran diversidad teórica que facilita la comprensión del desarrollo humano durante la etapa infantil. Las principales aportaciones han surgido de teorías como la psicoanalítica, concentrada particularmente en las emociones y las pulsiones inconscientes; la cognoscitiva, enfocada en el análisis de los procesos de pensamiento; la teoría del aprendizaje, encargada del estudio de la conducta observable; y finalmente, la teoría evolutiva también llamada sociobiológica, que considera los fundamentos tanto evolutivos como biológicos de la conducta.

En este trabajo, para fines prácticos, sólo se retomó la teoría evolutiva, específicamente la propuesta de Gesell (1940), conocida como “Teoría del crecimiento”. Gesell fue un estudioso del desarrollo, dedicado al análisis de la interacción entre el desarrollo físico y mental. A través de sus estudios, diseñó un diagrama en el cual se representan las tendencias generales del desarrollo desde la concepción hasta los 5 años de edad en campos de la conducta que consideró representativos de los diferentes aspectos del crecimiento (desarrollo motor, conducta adaptativa, conducta personal social y lenguaje).

El diagrama de Gesell y Amatruda (1941) permite observar sistemáticamente el desarrollo de la conducta (figura 11), pero cuando alguno de los objetivos no se cumple en el tiempo programado, se puede sospechar de desvíos en el desarrollo debido a la presencia de alguna o varias de estas causas: malformaciones, aplasia, traumatismos, hemorragias, infecciones, asfixia, intoxicaciones, prematurez, deficiencia endocrina, insuficiencias sensoriales y motoras, etc.



Figura 11. Diagrama de desarrollo infantil (modificado de Gesell y Amatruda, 1941). En el se observa cómo el crecimiento y la maduración física se relacionan con el desarrollo conductual.

Hipótesis y objetivos.

- 1) La atención selectiva visual aumentará con la aplicación de un programa de estimulación visuo-auditiva en lactantes con factores pre y perinatales de riesgo de daño cerebral con atención deficiente a los 6 meses de edad corregida.
- 2) La atención selectiva auditiva aumentará con la aplicación de un programa de estimulación visuo-auditiva en lactantes con factores pre y perinatales de riesgo de daño cerebral con atención deficiente a los 6 meses de edad corregida.

Objetivo General:

Promover la habilitación de la atención selectiva visual y auditiva aplicando un programa estimulación visuo-auditiva en lactantes con factores pre y perinatales de riesgo de daño cerebral con atención deficiente.

Objetivos Específicos:

- 1) Diseñar un instrumento de medición que permita evaluar el desarrollo de la atención selectiva visual y auditiva en lactantes con factores pre y perinatales de riesgo de daño cerebral.
- 2) Diseñar, aplicar y probar un programa de estimulación visuo-auditiva que permita habilitar la atención selectiva en lactantes con factores pre y perinatales de riesgo de daño cerebral con atención deficiente.
- 3) Comparar la efectividad del programa de estimulación visuo-auditiva en la habilitación de la atención selectiva, en tres grupos diferentes: 1) *Experimental*, lactantes con factores pre y perinatales de riesgo de daño cerebral con *atención deficiente*, habilitados con el programa de estimulación; 2) *Control con estimulación*, lactantes con factores pre y perinatales de riesgo de daño cerebral con *atención normal*, habilitados con el programa de

estimulación; y, 3) *Control sin estimulación*, lactantes con factores pre y perinatales de riesgo de daño cerebral con *atención normal*, que desertaron tempranamente del programa de estimulación.

Sujetos, material y método.

Este proyecto se apegó en todas sus fases a los principios éticos de investigación clínica que involucra a sujetos humanos, postulados por la Asociación Médica Mundial en 1964 en “La declaración de Helsinki”. Con el tratamiento que se ofrece existe la probabilidad razonable de que la población de lactantes con factores pre y perinatales de riesgo de daño cerebral se beneficie de los resultados. La participación de los lactantes en este proyecto, al igual que en todos los desarrollados en la Unidad de Investigación en Neurodesarrollo fue autorizada mediante el consentimiento informado de los padres de familia y/o tutores (anexo 8).

Criterios de inclusión:

- Factor de riesgo: Asfixia, prematuridad, parto múltiple, sufrimiento fetal, circular del cordón, amenaza de aborto, amenaza de parto prematuro, hiperbilirrubinemia, septicemia, ictericia.
- Sexo: masculino o femenino.
- Edad: ≤ 2 meses de edad corregida.
- Integrados al programa de habilitación Katona.
- Sin deficiencias visuales y/o auditivas severas; las deficiencias fueron descartadas a través de la valoración clínica neuropediátrica y los Potenciales Evocados en ambas modalidades.
- Contar con el consentimiento informado de los padres y/o tutores para integrar a los lactantes al protocolo (anexo 8).
- Estudios actualizados: Valoración Neuropediátrica, Resonancia Magnética, Potenciales Evocados Auditivos y Visuales, Electroencefalograma y escala de desarrollo de Bayley.

La muestra quedó integrada por un total de 24 sujetos: 15 de sexo masculino y 9 de sexo femenino, agrupados de la siguiente manera:

Tabla 1. Características de los grupos.

Grupo Experimental con programa de estimulación viso-espacial	Grupo Control con programa de estimulación viso-espacial	Grupo Control sin programa de estimulación viso-espacial
N = 8 Masculino=5 Femenino=3 Atención: Deficiente * La atención y el estado de alerta en los bebés fueron calificados como anormales al aplicar la subescala de atención de la prueba Bayley de desarrollo.	N = 8 Masculino=5 Femenino=3 Atención: Normal * La atención y el estado de alerta en los bebés fueron calificados como normales al aplicar la subescala de atención de la prueba Bayley de desarrollo.	N = 8 Masculino=5 Femenino=3 Atención: Normal * La atención y el estado de alerta en los bebés fueron calificados como normales al aplicar la subescala de atención de la prueba Bayley de desarrollo.

Instrumentos

1. Escala Bayley de desarrollo infantil.

Es un instrumento que permite medir el nivel de desarrollo infantil desde el primer mes de edad y hasta los tres años y medio en forma cualitativa y cuantitativa.

La Escala Bayley de desarrollo está constituida a su vez por tres subescalas:

- A) Mental (ME).** La escala contiene reactivos que permiten medir procesos mentales como: memoria, habituación y solución de problemas.
- B) Motora (MO).** La escala integra reactivos que facilitan la medición tanto de la motricidad fina como gruesa.
- C) De comportamiento (C).** La escala mide aspectos relacionados con la conducta observada durante la ejecución de las tareas.

Dentro de la escala de comportamiento existe una pequeña sección de la prueba diseñada para calificar el índice de **Alerta y Atención (A)** en el lactante única y exclusivamente en los primeros 6 meses de edad durante la ejecución de tareas; la puntuación obtenida permite evaluar cualitativamente la atención del bebé y clasificarla como normal, cuestionable o no óptima (Bayley, 1993).

Las respuestas del niño en las subescalas mental, motora y conductual se califican utilizando la siguiente clave:

AC = Acreditada. Cuando el lactante realiza la actividad durante la evaluación.

NC = No acreditada. Cuando no realiza la actividad durante la evaluación.

RF = Se niega a hacer la tarea. El lactante se muestra indispuesto o inquieto.

RPT = Reporta el cuidador. Cuando la madre comenta que realiza la actividad en casa a pesar de que durante la evaluación no la haya realizado.

La suma de las respuestas acreditadas permite identificar el nivel de desarrollo del niño y traducirlo a términos cualitativos: Desarrollo Acelerado (**DA**), Desarrollo Normal (**N**), Retraso Moderado (**RM**), Retraso Significativo (**RS**), Comportamiento Cuestionable (**C**), No Óptimo (**NO**).

2. Escala de Evaluación de la Atención Selectiva Visual y Auditiva para Lactantes con factores pre y perinatales de riesgo de daño cerebral (EAS).

La escala EAS fue diseñada durante la presente investigación con el objetivo de contar con un instrumento válido y confiable, que permitiera evaluar el desarrollo de la atención selectiva visual y auditiva durante los primeros 6 meses de edad en lactantes que cursaron con factores pre y perinatales de riesgo de daño cerebral. Está integrada por un total de 46 indicadores: 32 visuales y 14 auditivos, que se califican asignando los siguientes valores: **0**, cuando la conducta está ausente; **1**, cuando inicia; **2** cuando está en proceso de consolidación; y **3**, cuando la conducta es ejecutada satisfactoriamente. Los puntajes crudos, obtenidos tanto en la escala visual como en la auditiva permiten clasificar la atención del lactante como normal o deficiente (Ver anexo 5).

***Nota:** Todos los detalles del diseño de este instrumento se explican ampliamente en la sección de resultados.*

Variables.

Variables dependientes:

- Respuestas conductuales medidas con la escala Bayley de desarrollo en las subescalas mental, motora y de comportamiento.
- Respuestas en las conductas evaluadas con la escala de medición de la atención selectiva visual y auditiva para lactantes con factores de riesgo.

Variable independiente:

- Aplicación del programa de estimulación sensorial visual y auditiva.

Pruebas estadísticas utilizadas.

1. Prueba Chi² .

Esta prueba comúnmente es utilizada para evaluar la significación de las diferencias entre dos o más grupos independientes (Siegel y Castellan, 2001), en esta investigación se aplicó para observar las diferencias en la calidad de la atención en cada uno de los grupos; comparando la evaluación cualitativa obtenida en la escala EAS antes de la aplicación del programa contra la registrada a los 6 meses, y para comparar el desempeño de los lactantes en la escala Bayley de desarrollo en las áreas motora, mental y de comportamiento antes y al final del programa de estimulación visuo-auditiva.

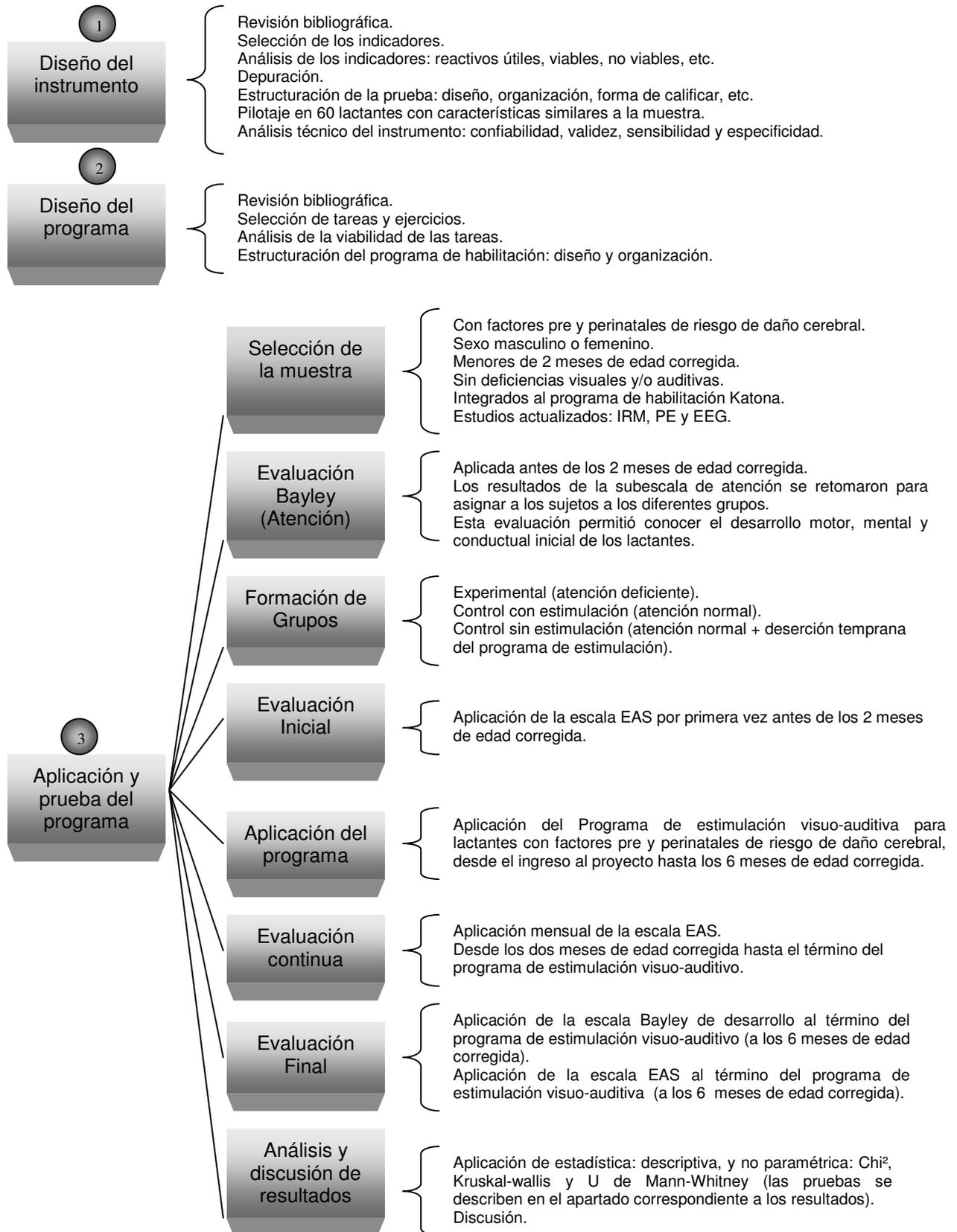
2. Prueba Kruskal-Wallis.

La prueba Kruskal-Wallis es una herramienta estadística útil para observar diferencias entre grupos pequeños (Siegel y Castellan, 2001), que permitió detectar diferencias tanto en las mediciones iniciales como en las realizadas al final de la aplicación del programa de estimulación visuo-auditiva.

3. U de Mann-Whitney.

La U de Mann-Whitney es una prueba no paramétrica que puede utilizarse para evaluar si dos grupos independientes fueron extraídos de la misma población (Siegel y Castellan, 2001). En este estudio se utilizó después de haber obtenido diferencias entre grupos a través de la aplicación de la prueba Kruskal-Wallis, para precisar entre que grupos explícitamente recaían las diferencias, haciendo las siguientes comparaciones: experimental/control con estimulación, experimental/control sin estimulación, y control con estimulación/control sin estimulación.

Diseño experimental:



Resultados.

Los resultados que a continuación se presentan integran los hallazgos obtenidos en relación al diseño del instrumento EAS y el programa de estimulación visuo-auditivo. Además, se exponen los resultados generados al probar y aplicar el programa de estimulación visuo-auditiva en tres grupos de lactantes con factores pre y perinatales de riesgo de daño cerebral.

1. Diseño del instrumento.

El diseño de la escala EAS, inició con una amplia revisión bibliográfica sobre el desarrollo infantil y el proceso de atención durante los primeros meses de vida, y la consulta de escalas de desarrollo y programas de estimulación previamente diseñados como: la Guía Portage de Educación Temprana de Bluma, Shearer, Forman y Hillard (1995); la Escala Denver de Desarrollo revisada por Frankenburg, Fandal y Trotón (1987); la Escala de Maduración de Matas et al., (1997); la Escala de Desarrollo Infantil de Bayley (1993); el Instrumento de Valoración Neuroconductual del Desarrollo del Lactante (VANEDELA) revisada por Benavides, Sánchez y Mandujano (1985); y la Guía de Estimulación Temprana de la Secretaría de Salud en México (2002). Esto con la finalidad de seleccionar aquellos indicadores relacionados con la promoción del proceso de atención.

La escala EAS permite evaluar continuamente el desarrollo de la atención selectiva durante los primeros 6 meses de edad en lactantes con factores pre y perinatales de riesgo de daño cerebral. Está integrada por un total de 46 indicadores: 32 visuales y 14 auditivos agrupados por edades: 1 mes, 8 visuales y 4 auditivos; 2 meses, 6 visuales y 3 auditivos; 3 meses, 3 visuales y 2 auditivos; 4 meses, 7 visuales y 3 auditivos; 5 meses, 3 visuales y 1 auditivo; y 6 meses, 5 visuales y 1 auditivo. El grado de dificultad de cada reactivo es directamente proporcional a la madurez y el crecimiento del lactante.

Los reactivos correspondientes a la modalidad visual cumplieron con varios objetivos:

- 1) Evaluar la capacidad del lactante para detectar y observar estímulos focalizándolos selectivamente (reactivos: 1, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 17 y 22).
- 2) Evaluar la capacidad del lactante para localizar y seguir estímulos orientado su atención en forma selectiva (reactivos: 2, 7, 11, 12, 13, 14, 15, 16 y 24).
- 3) Evaluar la capacidad del lactante para detectar, localizar y seguir objetos con movimientos coordinados de ojo-mano (reactivos: 18, 19, 20, 21, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31 y 32).

De igual manera en la modalidad auditiva también se cumplió con los siguientes objetivos:

- 1) Evaluar la capacidad del lactante para detectar estímulos auditivos focalizando su atención selectivamente (reactivos: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 14).
- 2) Evaluar la capacidad del lactante para localizar y seguir estímulos auditivos orientando su atención en forma selectiva (reactivos: 8, 9, 10, 11, 12 y 13).

La calidad de la respuesta para cada reactivo se evaluó asignando los siguientes valores:

- 0 = Conducta ausente
- 1 = Inicio de la conducta
- 2 = En proceso de consolidación
- 3 = Conducta ejecutada satisfactoriamente

A pesar de que la escala fue diseñada para aplicarse durante los primeros 6 meses de edad corregida, el formato utilizado permite evaluar al lactante dando un margen de edad suficiente para poder observar el logro objetivos después de ésta edad (anexo 5).

Una vez que la prueba quedó estructurada se realizó el análisis técnico, que inició con el piloteo del instrumento en un grupo de 60 lactantes con factores de riesgo, de 1 a 6 meses de edad y con características similares a la población de estudio. Los resultados obtenidos se utilizaron para medir la validez, confiabilidad, sensibilidad y especificidad del instrumento.

La validez es una prueba de exactitud que responde a la pregunta ¿estamos midiendo lo que creemos que estamos midiendo? La escala EAS, cuenta con “validez de contenido”. Para que un instrumento cumpla con este tipo de validez es necesario que el investigador se pregunte si el contenido del instrumento de medición es representativo de la propiedad a medir (Kerlinger y Lee, 1986).

Por lo tanto, en la validez de contenido el buen juicio del investigador es indispensable para integrar al instrumento indicadores precisos que permitan medir el atributo deseado.

A diferencia de la validez, la confiabilidad hace referencia a la precisión con que mide un instrumento, y está relacionada con conceptos de reproductibilidad, estabilidad, consistencia, expresados en el siguiente enunciado:

“Si se mide el mismo conjunto de objetos una y otra vez, con el mismo instrumento de medición o uno comparable los resultados que se obtienen son iguales o similares” (Kerlinger y Lee, 1986).

En términos estadísticos, la confiabilidad se puede definir como la proporción de la varianza del error con respecto a la varianza total producida por un instrumento de medición, restado de 1; donde 1, denota una confiabilidad perfecta, expresada bajo la siguiente fórmula:

$$rtt = 1 - (Ve / V ind)$$

donde *rtt* es el coeficiente de confiabilidad, *Ve* es la varianza resultante del error y *V ind* es la varianza resultante de las diferencias individuales.

Al correr la prueba de confiabilidad, la escala EAS obtuvo un índice de confiabilidad de 0.98 tanto en la subescala visual como en la auditiva, lo cual nos indicó de acuerdo a la definición, que es un instrumento altamente confiable.

Finalmente, la sensibilidad se puede definir como la probabilidad de que una prueba clasifique correctamente a un individuo enfermo, y la especificidad como la probabilidad de clasificar correctamente a una persona sana (Kerlinger y Lee, 1986).

Las curvas de Características Operativas para el Receptor (curvas COR) son una herramienta muy útil para detectar tanto la especificidad como la sensibilidad de una prueba, ya que permiten determinar el punto de corte exacto en el que ambos parámetros están en balance. Al construir una curva COR lo deseable es que el área bajo la curva estimada sea lo más cercana a 1, ya que a medida que la cercanía a 1 aumenta y la lejanía a 0.5 es mayor, los niveles de especificidad y sensibilidad son mejores. Las áreas cercanas a 0.5 indican que la prueba incluye tantos aciertos positivos como falsos positivos.

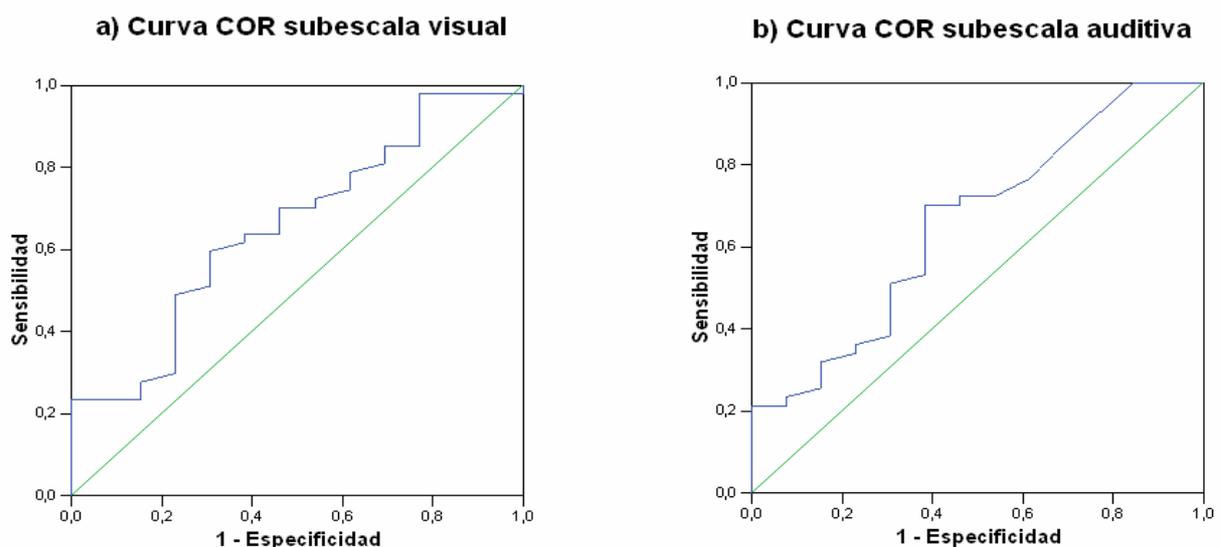


Figura 12. Curvas COR del instrumento EAS. La figura **a** muestra la curva correspondiente a la modalidad visual, el valor del área bajo la curva fue de 0.655. La figura **b** corresponde al aspecto auditivo, el valor del área bajo la curva en esta última fue 0.655. De acuerdo con la literatura, todos los valores bajo la curva cercanos a 1 denotan niveles de sensibilidad y especificidad aceptables, y entre más lejana se encuentre la curva COR con respecto a la línea diagonal mayor equilibrio entre ambos parámetros.

Para correr las curvas COR de la escala EAS se utilizó el paquete estadístico SPSS. Los resultados obtenidos mostraron un área bajo la curva de 0.655 en la subescala visual, y de 0.655 en la auditiva.

El análisis técnico concluyó al correr las curvas COR para detectar los puntos de corte exactos para cada mes de edad, esto con el objetivo de determinar la

puntuación con la cual la atención selectiva del lactante podría calificarse como normal o deficiente, utilizando como estándar de oro la clasificación de la atención y el estado de alerta, obtenida por los lactantes en la escala Bayley de desarrollo (sección contenida dentro de la subescala de comportamiento). Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

EDAD CORREGIDA	PUNTAJE EN LA ESCALA VISUAL	PUNTAJE EN LA ESCALA AUDITIVA
1 mes	≤ 5 Atención deficiente	≤ 4 Atención deficiente
2 Meses	≤ 10 Atención deficiente	≤ 6 Atención deficiente
3 Meses	≤ 29 Atención deficiente	≤ 16 Atención deficiente
4 Meses	≤ 35 Atención deficiente	≤ 20 Atención deficiente
5 Meses	≤ 38 Atención deficiente	≤ 32 Atención deficiente
6 Meses o más	≤ 67 Atención deficiente	≤ 33 Atención deficiente

Tabla 2. Parámetros para la clasificación de la atención selectiva visual y auditiva.

2. Diseño del programa de estimulación visuo-auditiva.

El diseño del programa al igual que el de la escala EAS comenzó con una amplia revisión bibliográfica sobre: el desarrollo de la atención durante la infancia, las teorías de desarrollo, las escalas de desarrollo infantil y los programas de estimulación previamente diseñados. Esto con el propósito de seleccionar tareas y ejercicios que cumplieran el objetivo de habilitar el proceso de atención selectiva visual y auditiva en los lactantes con factores pre y perinatales de riesgo de daño cerebral. Una vez que las tareas fueron seleccionadas se analizó su funcionalidad y finalmente se procedió a la estructuración y organización del programa. A continuación se describe a detalle:

Nombre del programa: “Programa de estimulación visuo-auditiva para lactantes con factores pre y perinatales de riesgo de daño cerebral”.

Objetivo: Habilitar el proceso cognitivo de atención selectiva visual y auditiva en lactantes con factores pre y perinatales de riesgo de daño cerebral.

Tipo de programa: Conductual.

Duración: 4 a 6 meses.

Aplicación: Diaria de 3 a 5 veces.

Término del programa: a los 6 meses de edad corregida.

Estructura del programa: Está integrado por un total de 75 actividades distribuidas en 6 planes de intervención organizados por edades (el nivel de complejidad de las tareas está en función de la edad de los lactantes); 50 de ellas fueron diseñadas para estimular la atención visual y 25 para estimular la atención auditiva. Las actividades están descritas en forma clara, cuentan con una clave ej. **P1V1** (pertenece al Plan 1, **P1**; a la modalidad visual, **V**; y es la número **1**), indican el material requerido y el tiempo de exposición al estímulo y/o el número de repeticiones, y la posición en que se sugiere colocar al lactante (ver Anexo 6). Cada plan de intervención se describe en seguida:

a) Plan de estimulación 1. Su objetivo principal es estimular la detección selectiva de objetos y sonidos, consta de 10 actividades diseñadas para estimular la atención visual y 6 para estimular la atención auditiva durante el primer mes de edad corregida.

b) Plan de estimulación 2. Tiene por objetivo facilitar la detección, el seguimiento y la localización de objetos y sonidos selectivamente, contiene 9 actividades para estimular la atención visual y 4 para estimular la atención auditiva durante el segundo mes de edad corregida.

- c) **Plan de estimulación 3.** Consta de 7 actividades para estimular la atención visual y 3 para estimular la atención auditiva durante el tercer mes de edad corregida. Su objetivo principal es promover la detección, el seguimiento y la localización de objetos y sonidos direccionando el cuello y la cabeza.
- d) **Plan de estimulación 4.** Diseñado para aplicarse durante el cuarto mes de edad corregida, contiene 12 actividades para estimular la atención visual y 5 para estimular la atención auditiva, y cumple con los objetivos de mejorar el seguimiento y la localización de estímulos visuales y sonoros, e iniciar la prensión de objetos con movimientos coordinados de ojo-mano.
- e) **Plan de estimulación 5.** Está integrado por 5 actividades para estimular la atención visual y 2 para estimular la atención auditiva. Tiene el propósito de mejorar la prensión de objetos, y la localización de la voz humana a los 5 meses de edad corregida.
- f) **Plan de estimulación 6.** Su objetivo es consolidar la detección, el seguimiento, la localización y la prensión de objetos y juguetes sonoros, en los lactantes de 6 meses. Contiene 7 actividades para estimular la atención visual y 4 para estimular la atención auditiva.

Aspectos a considerar para su aplicación:

- **Estado predominante en el lactante:** alerta, dispuesto, tranquilo.
- **Condiciones del espacio:** libre de distractores, iluminado, de preferencia cerrado.
- **Requisitos previos:** evaluación inicial de la atención mediante la aplicación de la escala EAS, y haber descartado alteraciones visuales y auditivas importantes (mediante la exploración neuropediátrica y potenciales).
- **Elaboración del programa de intervención individualizado:** elaborar un programa personalizado para cada niño, considerando la condición inicial de la atención selectiva, de tal manera que las tareas contenidas estén en función de sus capacidades. El programa debe especificar además,

duración del programa, el nombre de las actividades, su objetivo, el número de repeticiones o bien el tiempo de exposición a cada tarea, observaciones, etc. (Ver anexo 7).

- **Entrenamiento a padres:** realizar las actividades contenidas en el programa individual del lactante en presencia de los padres, para mostrarles claramente los ejercicios que deberán repetir en casa. Esto tendrá que hacerse cada vez que el programa se modifique. Es importante proporcionar una copia de las actividades para que sirva de guía a los padres.
- **Evaluación continua:** los avances se evalúan mensualmente aplicando la escala EAS.
- **Modificación del programa:** Las modificaciones se realizan mensualmente con base en los avances y limitaciones observados durante la evaluación continua.
- **Fin del programa:** a los 6 meses de edad corregida.

3. Aplicación y prueba de eficacia del programa de estimulación visuo-auditiva.

Como se mencionó en la sección correspondiente al método, el programa de estimulación visuo-auditivo se probó básicamente en dos grupos: el experimental y el control con estimulación; y en un tercer grupo (control sin estimulación) sólo se evaluó la calidad de la atención inicial comparándola contra desarrollada a los 6 meses de edad. Para comprobar la eficacia del programa se analizaron los resultados de las pruebas aplicadas: la escala EAS y la escala Bayley.

Como se ha mencionado anteriormente la asignación de los lactantes a la condición experimental o control dependió del diagnóstico de la atención y el estado de alerta obtenido en la subescala de comportamiento de la prueba Bayley. Por supuesto en la evaluación inicial la diferencia en la calidad de la atención entre el grupo experimental y los controles fue significativa ($p=0.000$; ver anexo 9b).

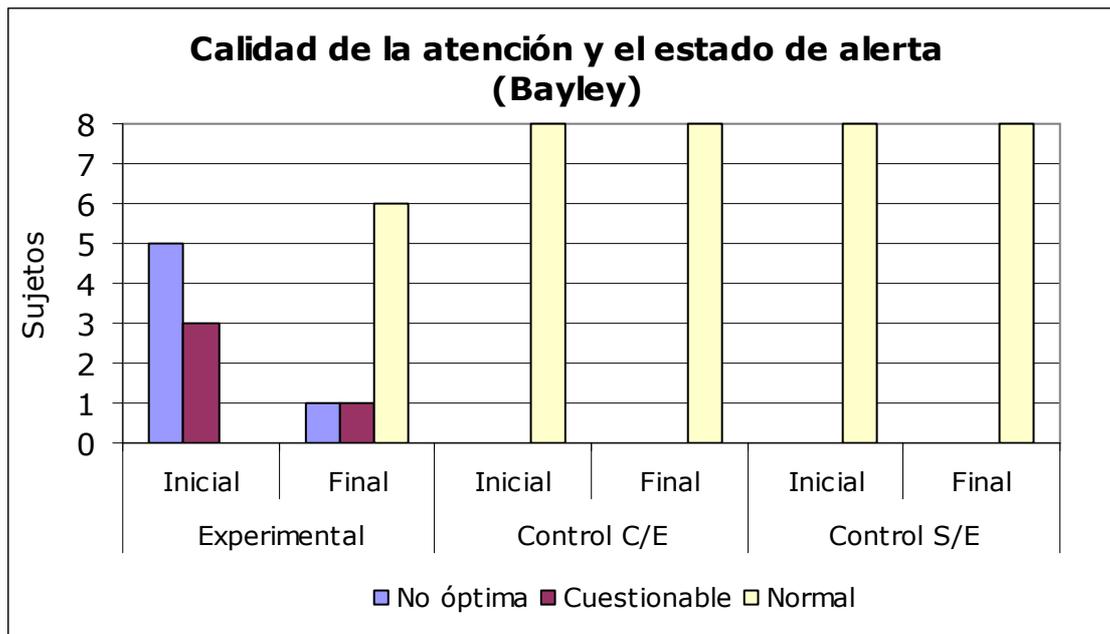


Figura 13. Calidad de la atención y el estado de alerta. En 5 sujetos del grupo experimental la calidad no fue óptima y en 3 más fue cuestionable. En los grupos control C/E y control S/E la calidad de la atención fue normal. A los 6 meses, 6 lactantes del grupo experimental se normalizaron.

Para facilitar el análisis de los resultados, en primera instancia se discutirán los correspondientes a la atención selectiva en la modalidad visual (figura 14). Una vez que los grupos quedaron integrados se aplicó la escala EAS para evaluar la calidad inicial de la atención selectiva visual; los resultados obtenidos permiten observar que en la evaluación inicial hubo lactantes con atención selectiva deficiente en los tres grupos, principalmente en los grupos experimental y control sin estimulación; estadísticamente no hubo diferencia significativa en la calidad inicial de la atención visual entre grupos (ver anexo 9b). Los resultados de la aplicación de la escala EAS a los 6 meses de edad corregida indicaron que los cambios suscitados fueron pocos, y estadísticamente no significativos en ninguno de los tres grupos (ver anexo 9a); entre grupos tampoco hubo diferencias significativas a esta edad (ver anexo 9b).

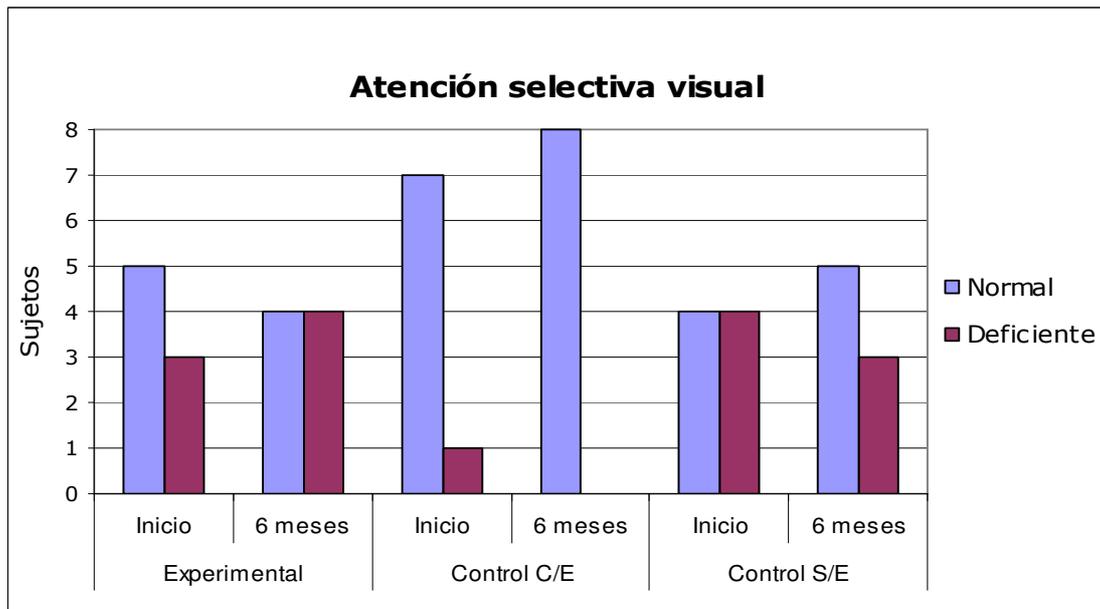


Figura 14. Evaluación de la atención selectiva visual medida a través de la escala EAS. En el grupo experimental la atención visual inicial fue deficiente en 3 lactantes y a los 6 meses en 4, en el grupo control con estimulación (C/E) solo uno tuvo atención deficiente al principio, y todos atención normal a los 6 meses de edad, mientras que en el grupo control sin estimulación (S/E) 3 continuaron presentando atención deficiente.

En cuanto a la modalidad auditiva, al aplicar la escala EAS hubo lactantes con atención inicial deficiente en los tres grupos de estudio, principalmente en el experimental (figura 15), al igual que en el área visual la diferencia tampoco fue significativa entre los grupos (anexo 9b). No obstante, en la evaluación realizada a los 6 meses de edad corregida si se encontraron diferencias significativas entre los grupos ($p=0.05$; ver anexo 9b), específicamente entre los controles ($p=0.012$). Sólo en el grupo control con estimulación hubo diferencia significativa entre la calidad inicial de la atención y la reportada a los 6 meses ($p=0.05$; ver anexo 9a).

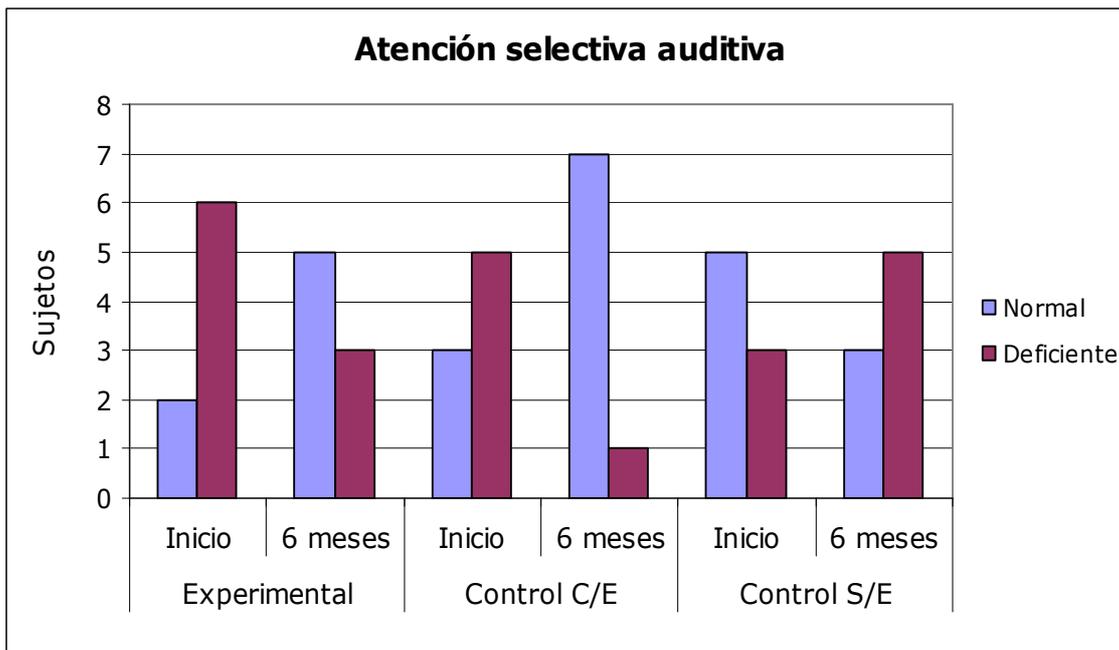


Figura 15. Evaluación de la atención selectiva auditiva medida a través de la escala EAS. En el grupo experimental la atención auditiva inicial fue deficiente en 6 de los sujetos y a los 6 se redujo a 3. En el control C/E, 5 presentaron atención deficiente al principio, y a los 6 solo 1. En el grupo Control S/E el número de lactantes con atención deficiente incrementó a los 6 meses.

Al observar que a los 6 meses de edad corregida no todos los lactantes habían mejorado la calidad de la atención selectiva, se tomó la decisión de continuar con la aplicación del programa de estimulación visuo-auditiva después de esta edad; retomando las actividades de los planes de intervención que hasta ese momento no habían sido desempeñadas satisfactoriamente por los sujetos. La evaluación de atención aplicando la escala EAS también se siguió realizando, con la finalidad de determinar la edad en que los lactantes eran capaces de responder adecuadamente a todos los reactivos contenidos en la misma.

En la figura 16, se grafica el seguimiento mensual del desarrollo de la atención selectiva en la modalidad visual. El grupo en el que se desarrollo más rápidamente la atención fue el control con estimulación, debido a que los puntajes obtenidos desde la primera evaluación fueron superiores en comparación con los otros grupos, y el logro del total de los objetivos de la escala EAS (96 puntos) sucedió en promedio a los 8 meses de edad corregida. No obstante, en el grupo experimental también hubo resultados muy satisfactorios, pero requirió más tiempo para lograr el total de los objetivos de la escala (10 meses en promedio). Finalmente, en el grupo

sin estimulación, el desarrollo de la atención hasta los 6 meses fue mejor que la del grupo experimental, pero no tan buena como la del control con estimulación; el promedio de edad en que cumplieron con todos los objetivos fue a los 10 meses también. Estas diferencias fueron estadísticamente significativas ($p=0.013$), principalmente entre los grupos control con estimulación y control sin estimulación ($p=0.002$) (ver anexo 9b).

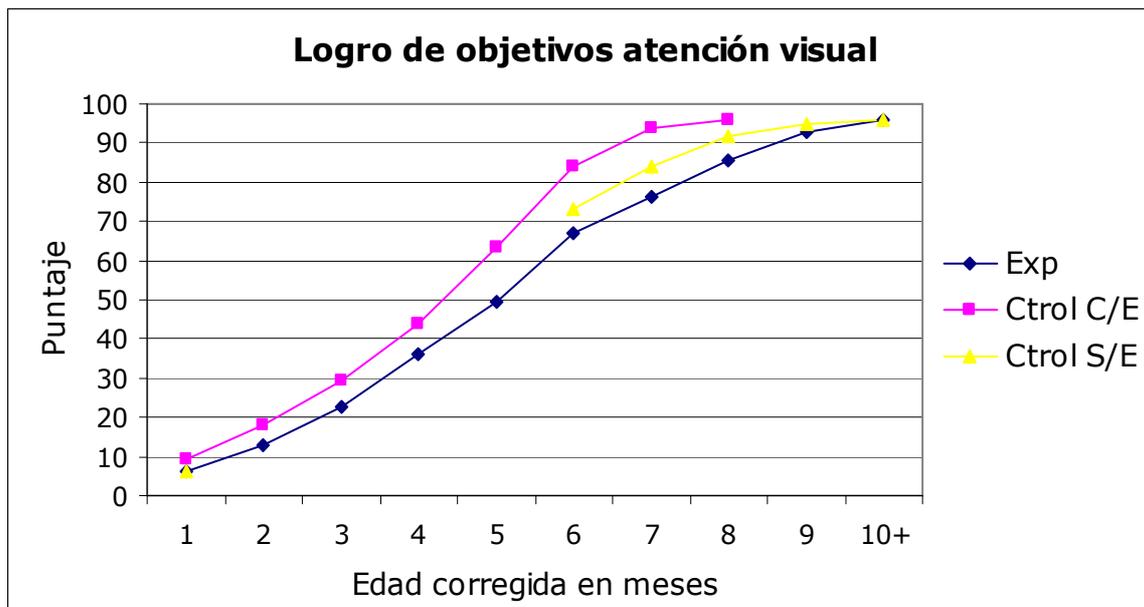


Figura 16. Logro de objetivos escala EAS visual. Se presenta el seguimiento del desarrollo de la atención hasta que los lactantes logran consolidar todos los objetivos de la escala (promedios). El grupo control C/E logró todos los objetivos alrededor de los 8 meses, el experimental a los 10; y el grupo control S/E también a los 10.

El seguimiento del desarrollo de la atención selectiva auditiva se muestra en la figura 17. Nuevamente se observó una mejoría paulatina en los tres grupos, principalmente en el control con estimulación, ya que los puntajes fueron superiores y el logro total de los objetivos (42 puntos) se dio a los 7 meses (antes que en la modalidad visual). El grupo experimental logró todos los objetivos a los 9 meses (antes que en la modalidad visual), y el grupo sin estimulación concluyó con los objetivos alrededor de los 10. Estas diferencias al igual que en la modalidad visual fueron estadísticamente significativas ($p=0.010$); específicamente entre los grupos controles ($p=0.003$; ver anexo 9b).

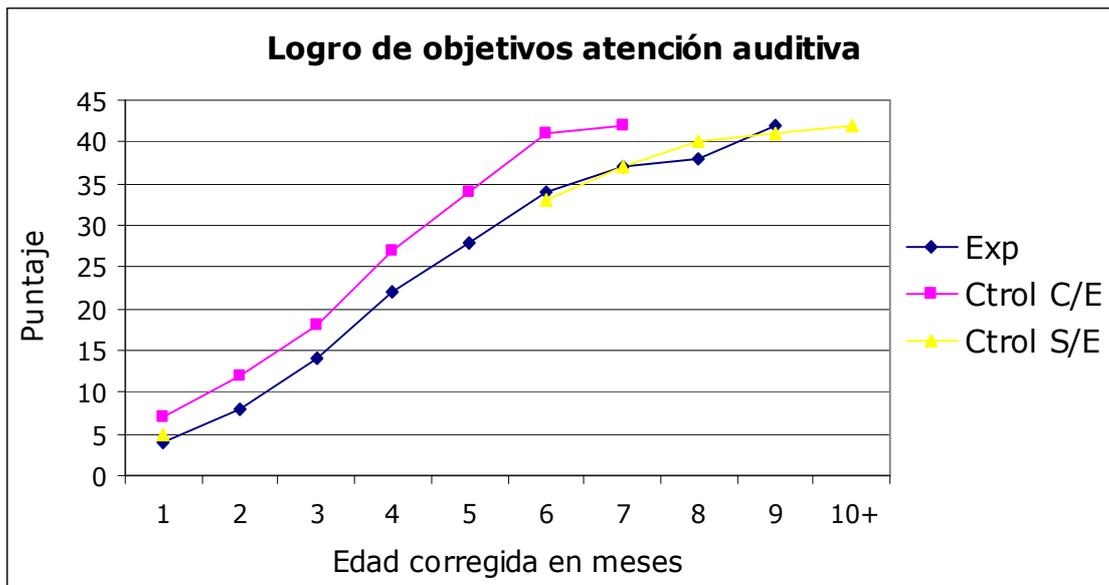


Figura 17. Logro de objetivos escala EAS auditiva. Se presenta el seguimiento del desarrollo de la atención hasta que los lactantes logran consolidar todos los objetivos de la escala (promedios). El grupo control C/E nuevamente es el primero en lograr todos los objetivos.

La aplicación de la escala Bayley de desarrollo permitió observar el efecto del programa de estimulación visuo-auditivo en el desempeño mental, el comportamiento y el desarrollo motor de los lactantes, a continuación se describen los resultados.

En la figura 18 se muestran los cambios cualitativos relacionados con el aspecto mental, comparando la evaluación inicial; en la que se observan diferencias entre grupos ($p=0.018$), básicamente entre el experimental y el control sin estimulación ($p=0.007$; ver anexo 9b), contra la final (en esta no hubo diferencia). Los datos obtenidos indicaron que en el grupo experimental, al inicio solo 2 lactantes tuvieron desempeño mental normal, cifra que aumentó a 4 al final del programa (reduciéndose el índice de retraso moderado), no obstante, un lactante diagnosticado con retraso moderado inicialmente, al final presentó retraso significativo; la ligera mejoría en este grupo estadísticamente no fue significativa ($p=1.00$; ver anexo 9a). En el grupo control con estimulación, los resultados son muy satisfactorios, ya que al inicio solo un bebé presentó desarrollo normal, 6 retraso moderado y 1 retraso significativo, y al término del programa 6 tuvieron desarrollo mental normal, solo uno retraso significativo, e incluso 1 lactante logró un desarrollo acelerado; a diferencia del grupo experimental, en éste los cambios fueron

significativos estadísticamente ($p=0.025$; ver anexo 9a). Finalmente, en el grupo sin estimulación, en la evaluación inicial 6 bebés se diagnosticaron con desarrollo mental normal y 2 con retraso moderado, y en la última evaluación solo 3 lactantes presentaron un desarrollo mental normal, 4 retraso moderado y 1 retraso significativo; siendo el grupo con menos mejoría, no obstante, estos cambios no fueron significativos ($p=1.00$; ver anexo 9a).

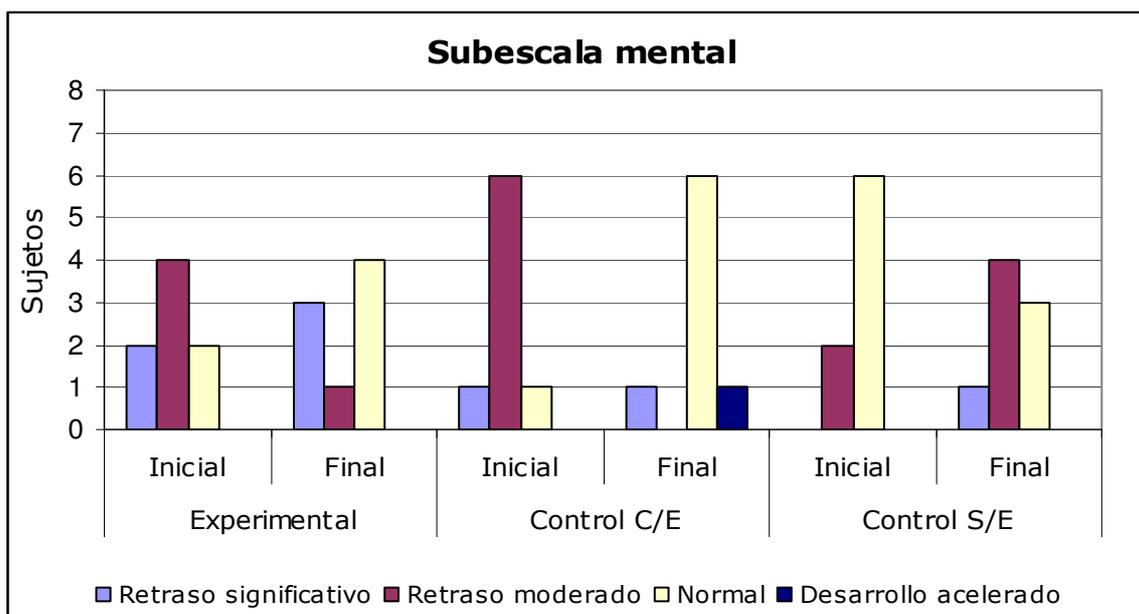


Figura 18. Aspecto mental. En el grupo experimental, aumentó el número de lactantes con desarrollo mental normal, al igual que en el control C/E (incluso un bebé presentó desarrollo acelerado). En el grupo control S/E, el desarrollo mental normal disminuyó, aumentó el número de lactantes con retraso moderado e inclusive un bebé presentó retraso significativo.

Los resultados correspondientes a la subescala de comportamiento se muestran en la figura 19. La condición inicial de la calidad del comportamiento fue significativamente diferente entre grupos ($p=0.001$), específicamente entre el grupo experimental y los controles (control con estimulación $p=0.007$ y control sin estimulación $p=0.002$; ver anexo 9b). Por el contrario, la evaluación final no mostró diferencias. En el grupo experimental se observaron cambios importantes después de la aplicación del programa de estimulación visuo-auditiva, ($p= 0.01$; ver anexo 9a), ya que al principio del programa todos los lactantes presentaron comportamiento no óptimo, y al término del mismo 6 fueron calificados como normales y 2 siguieron en la misma condición. En el grupo control con estimulación, la calidad el comportamiento inicial no fue tan malo, ya que en 7 fue cuestionable y

en 1 normal, después de la aplicación del programa hubo 2 cuestionables y 6 fueron normales. Los cambios en la calidad del comportamiento en este grupo al igual que en el anterior fueron estadísticamente significativos ($p=0.025$; ver anexo 9a). Finalmente, en el grupo sin estimulación a pesar de que en la evaluación inicial presentaban mejores condiciones de comportamiento que los grupos anteriores (4 normales y 4 cuestionables), en la evaluación final 4 fueron normales, 2 continuaron con comportamiento cuestionable, y en 2 el comportamiento no fue óptimo; dichos cambios no fueron significativos $p=1.00$.

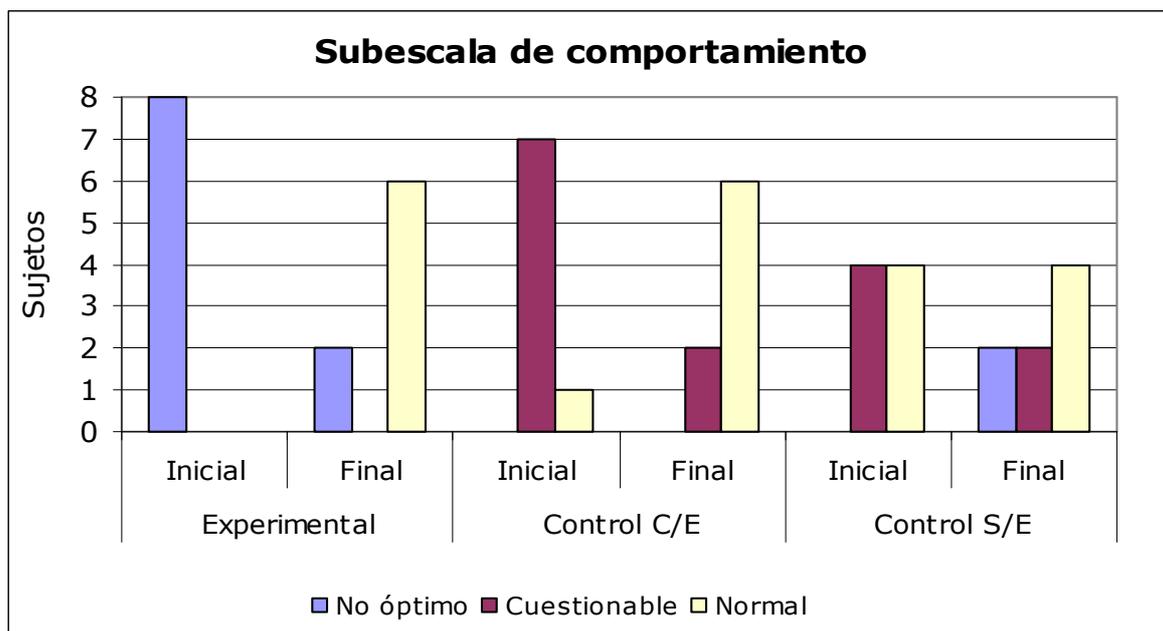


Figura 19. Comportamiento. En el grupo experimental, al principio el comportamiento no fue óptimo, pero al final del tratamiento la gran mayoría tuvo comportamiento normal, en el grupo control C/E, la mayoría de los lactantes mostró comportamiento cuestionable que evolucionó a normal en la segunda evaluación. Finalmente, en el grupo control S/E se observó cierto deterioro a través del tiempo.

Por último, en la figura 20 se muestran los resultados obtenidos en el área motora. En el grupo experimental, al principio 6 lactantes tuvieron algún tipo de retraso y 2 fueron normales; al final solo 1 fue normal; en el control con estimulación, no hubo cambios; y en el grupo sin estimulación, todos los bebés tuvieron algún retraso en la última evaluación. Al realizar comparaciones entre grupos sólo hubo diferencia en la evaluación inicial ($p=0.025$), principalmente entre el experimental y el control sin estimulación ($p=0.014$; ver anexo 9b). El único grupo en el que se observaron cambios significativos fue el control sin estimulación ($p=0.05$; ver tabla 3), debido a que en la evaluación inicial la motricidad fue mejor.

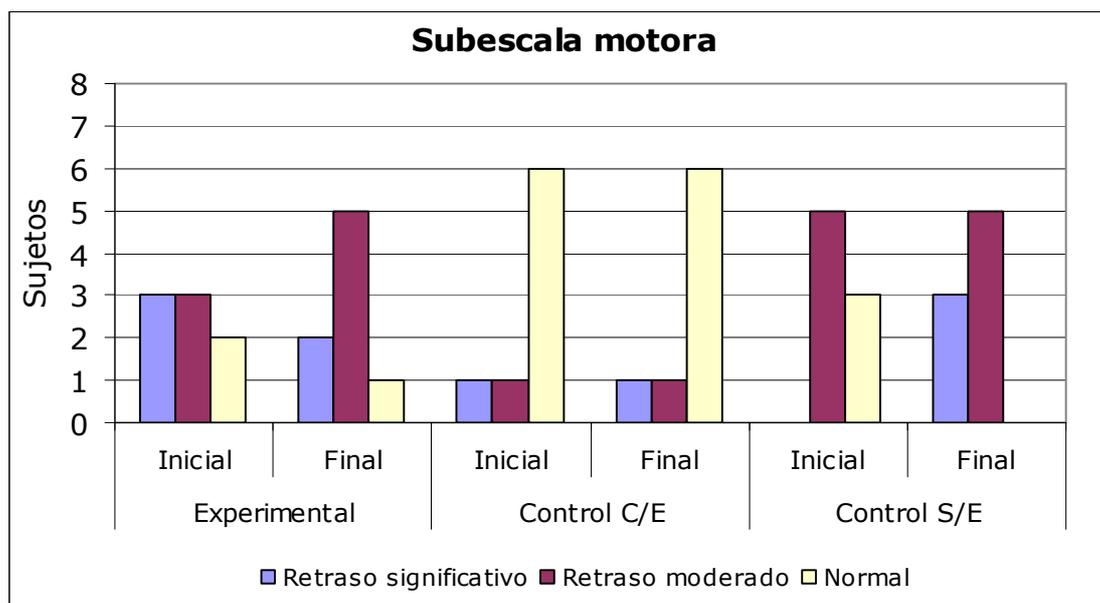


Figura 20. Aspecto motor. En el grupo experimental, disminuyó el número de lactantes con retraso motor significativo, pero también el de normales, además, aumentó el retraso moderado. En el grupo control C/E, no se observaron diferencias. En el control S/E hubo claro deterioro del desarrollo motor.

Discusión

El primer logro importante de esta investigación fue el diseño de la escala EAS, propuesta para evaluar la calidad de la atención selectiva en lactantes con factores pre y perinatales de riesgo de daño cerebral durante los primeros 6 meses de edad, dado que no existen precedentes de alguna otra escala que pueda medir este proceso. Los 46 indicadores que la integran se extrajeron de escalas previamente diseñadas para medir el desarrollo infantil como: la escala Bayley, la escala de desarrollo de Denver, y la prueba VANEDELA. Esto fue una ventaja para el estudio, ya que en cierta forma todos los reactivos seleccionados para integrar la escala EAS habían sido probados previamente en lactantes sanos; para evaluar su desempeño motor y mental, pero no para medir la atención selectiva. El sustento teórico avalado por los estudios de Lewis y Maurer (2004) sobre el desarrollo ontogénico de la atención y los de Aslin (1980) sobre la detección de objetos facilitó la selección del conjunto de reactivos integrados a la prueba. No obstante, como toda escala nueva requiere de toda una serie de estudios sistemáticos que permitan confirmar su validez y confiabilidad. En este estudio, ciertamente se ha iniciado con el análisis

técnico de la prueba, sin embargo el pilotaje se hizo en una población realmente pequeña (60 sujetos), y aunque el nivel de confiabilidad reportado fue muy bueno, se considera pertinente aumentar el tamaño de la muestra en futuras investigaciones para obtener índices de validez y confiabilidad más certeros. Asimismo aunque los resultados obtenidos hasta ahora permiten clasificar la atención de los lactantes como normal o deficiente, no son suficientes para establecer que los índices de especificidad y sensibilidad sean seguros, por lo que la posibilidad de calificar atención de los lactantes erróneamente es aún muy grande, nuevamente el aumento en el tamaño de la muestra es la solución más viable, sin embargo, considerar la posibilidad de utilizar un estándar de oro alternativo y diferente a la escala Bayley aumentaría la probabilidad de que los niveles de sensibilidad y especificidad sean más certeros. Otro aspecto más que cabe destacar es que aparentemente el instrumento puede ser aplicado después de los 6 meses de edad en los lactantes con factores pre y perinatales de riesgo, ya que durante la aplicación realizada en la muestra integrada por 24 lactantes, se observó que con frecuencia el desempeño del total de los objetivos de la escala EAS se lograba después de esta edad, principalmente en la modalidad visual. Esto de ninguna manera es un fenómeno aislado, ya que en otros estudios como los de Nelson (2001) y Barrera (2007) se ha reportado que los lactantes con factores de riesgo comúnmente presentan retraso en las áreas de desarrollo: mental, conductual y/o motora. La emergencia de contar con instrumentos que permitan detectar en forma temprana anomalías en el desarrollo del lactante es de suma importancia, debido a que como algunos autores mencionan, la probabilidad de que factores de riesgo de daño cerebral como la asfixia y la prematurez puedan afectar el desarrollo de los procesos mentales o intelectuales es elevada (Huppi, 2004; Volpe, 2003).

En resumen, la propuesta de la escala EAS como prueba para evaluar la atención selectiva de los lactantes con factores pre y perinatales de riesgo de daño cerebral es viable, pero es necesario probarla en muestras más grandes (no solo pertenecientes a la población de lactantes con factores de riesgo sino también a la de bebés sanos); considerando la inclusión de lactantes de mayor edad. El formato propuesto para aplicar la escala ya tiene contemplada ésta última posibilidad, dando como margen hasta los 10 meses.

El segundo logro de la presente investigación fue el diseño del programa de estimulación visuo-auditiva propuesto para habilitar la atención selectiva en los lactantes con factores de riesgo durante los primeros 6 meses de edad, ya que al igual que en el caso de la escala EAS, hasta ahora no hay antecedentes de que exista algún otro programa de estimulación diseñado para cumplir con este fin.

Como sucedió con la escala, las actividades integradas al programa propuesto fueron tomadas de programas de estimulación previamente diseñados como: La guía Portage, la escala de Maduración de Matas y la guía de estimulación temprana de la Secretaría de Salud. Por lo tanto, todas las actividades contenidas dentro de los diferentes planes de intervención que integraron el programa, ya habían sido probadas y aplicadas previamente en poblaciones de niños sanos para favorecer su desarrollo integral (motor, mental, conductual, social, autocuidado y lenguaje), pero no específicamente para estimular el proceso de atención. Las actividades seleccionadas se adaptaron para estimular el desarrollo de habilidades para facilitar la detección, el rastreo y la localización de objetos; atendiendo a ellos de manera selectiva. Para esto fue necesario tomar en cuenta la evolución de la capacidad visual descrita por Lewis y Maurer (2004) en términos de: agudeza visual, visión periférica y movimientos oculares; el desarrollo ontogénico de la atención descrito por Colombo (2001); y los hallazgos de Aslin (1980). Las actividades sugeridas para la habilitación de la atención selectiva auditiva en su mayoría cumplieron con el propósito de detectar y localizar sonidos con diferentes características físicas, utilizando como material toda una gama de juguetes sonoros y por supuesto, la voz humana. A pesar de que cada plan de intervención fue diseñado para ser aplicado en una edad determinada, la verdadera guía para la asignación y aplicación de actividades fue la escala EAS, ya que por ejemplo: si en un bebé de 5 meses se observaba un nivel de atención correspondiente a los 2 meses, el programa personalizado que se proporcionaba incluía actividades no solo del plan 5, sino también de los planes 2, 3 y 4; y éste se modificaba en función de los logros del lactante. Esto permitió dar flexibilidad al programa respetando la cronología en el desarrollo de la atención de cada uno de los lactantes. Al igual que sucedió con la escala EAS, una vez que el programa se aplicó en la muestra se observó que muchos de ellos a los 6 meses aún no eran capaces de desempeñar satisfactoriamente todas las actividades contenidas en los diferentes planes de

intervención, por lo que se decidió continuar con la aplicación del programa visuo-auditivo hasta que los bebés concluyeron plenamente con sus programas personalizados. En resumen, el programa de estimulación visuo-auditiva propuesto, es viable para habilitar la atención de los lactantes con factores pre y perinatales de riesgo de daño cerebral no solo durante los primeros 6 meses de vida, sino incluso después. Por lo que en investigaciones subsecuentes se podría ampliar el margen de edad para la aplicación del mismo, aumentar el número de la muestra o bien probarlo en niños normales con la finalidad de observar posibles diferencias al comparar el desempeño de los niños sanos contra la de niños que cursaron con factores de riesgo.

Finalmente, probar la funcionalidad de la escala EAS y la efectividad del programa de estimulación visuo-auditiva en una muestra representativa de lactantes con factores pre y perinatales de riesgo de daño cerebral, brindó una oportunidad de aproximación más profunda al estudio de la atención selectiva. Los resultados obtenidos a este respecto confirman que efectivamente la necesidad de implementar una herramienta que permita evaluar confiablemente la calidad de la atención en los lactantes con factores de riesgo resulta emergente, dada la importancia de este proceso para el desarrollo de habilidades mentales más complejas implícitas en el aprendizaje. La escala Bayley aunque en cierta forma cumple con este propósito no es suficiente para satisfacer plenamente esta necesidad. Asimismo, la implementación de un programa de estimulación diseñado explícitamente para habilitar el proceso de atención selectiva en lactantes con factores de riesgo, ofrece la posibilidad tangible de intervenir tempranamente en la habilitación de los procesos cognitivos, antes de que las secuelas del daño se hayan establecido. A este respecto los resultados obtenidos tras la aplicación del programa demuestran que a nivel auditivo la habilitación del proceso de atención sucede de manera más rápida, ya que a los 6 meses de edad los lactantes expuestos al programa visuo-auditivo mejoraron notablemente la calidad de su atención (incluso cuando fueron clasificados previamente como lactantes con atención deficiente) en comparación con aquellos a quienes se estimuló pobremente debido a la deserción temprana del programa. Esto confirma la hipótesis de que la aplicación un programa de estimulación visuo-auditiva favorece el aumento o bien la mejoría de la atención

selectiva auditiva a los 6 meses de edad corregida, y que esta mejoría no es atribuible a factores inherentes al desarrollo del lactante.

Contrariamente, en la modalidad visual la calidad de la atención selectiva no mostró diferencias importantes al comparar el desempeño de los grupos estimulados con el programa visuo-auditivo contra aquellos que desertaron tempranamente del programa. Con esto se rechaza la hipótesis de que la aplicación del programa de estimulación viso-auditiva aumenta o bien mejora la atención selectiva visual a los 6 meses de edad. Es posible que las diferencias encontradas entre la modalidad visual y la auditiva se deban a tres factores: 1) que la atención selectiva visual requiera de mayor tiempo para ser habilitada, principalmente en quienes la atención ha sido clasificada previamente como deficiente; 2) que la mejoría en la calidad de la atención en esta modalidad sea atribuible a cuestiones inherentes a la maduración del sujeto; o bien, 3) que sea necesario revisar los niveles de sensibilidad y especificidad de la escala EAS (utilizada como referente para clasificar la calidad de la atención de los lactantes), en esta modalidad como se mencionó anteriormente.

No obstante, dado que la escala EAS es un instrumento de valoración nuevo se considero necesario contar con una prueba alterna que permitiera observar los cambios generados tras la aplicación del programa de estimulación visuo-auditiva, y que mejor que la escala Bayley de desarrollo infantil.

Retomar los reactivos integrados a la subescala mental fue de suma importancia, debido a que varios de ellos están diseñados para evaluar en los bebés la habilidad para habituarse a estímulos familiares visuales y/o auditivos, y la preferencia de estímulos en función de sus características físicas: color, forma y sonido (Bayley 1993). Los resultados obtenidos permiten observar una clara mejoría en el desarrollo mental en los grupos control con estimulación y experimental a los 6 meses de edad corregida, lo que sugiere que la adherencia al programa de habilitación de la atención podría favorecer el desarrollo mental temprano. Esto era de esperarse debido a que en un estudio previo se habían demostrado ya, los beneficios de la estimulación multisensorial en el desempeño tanto motor como cognitivo de los lactantes (Nelson, 2001).

La subescala de comportamiento contiene reactivos que miden aspectos cualitativos de la conducta observada durante la ejecución de las tareas, entre los que destacan: el estado de alerta, la atención, el nivel de interés y compromiso con las tareas, y el estado emocional; facilitando la caracterización de los niños enfermos (Bayley, 1993). Para fines del presente estudio los cambios suscitados en esta subescala resultan de suma importancia sobre todo para observar el desarrollo del grupo experimental. Los resultados obtenidos efectivamente confirman que al igual que en la escala mental, el programa de estimulación visuo-auditiva contribuye mejorando la calidad de la atención y el estado de alerta en los lactantes con factores de riesgo, y que esta mejoría se ve claramente reflejada en el comportamiento integral del lactante.

Finalmente, al analizar los resultados obtenidos en la subescala motora, pese a que algunas actividades contenidas en el programa visuo-auditivo tienen la finalidad de localizar objetos ejecutando respuestas motoras finas que implican coordinación ojo-mano, no hubo diferencias significativas entre grupos en el desempeño motor a los 6 meses de edad corregida. Esto es comprensible debido a que el objetivo del programa no es estimular la motricidad. En un estudio previo se ha demostrado efectividad de la terapia Katona (terapia diseñada básicamente para favorecer el desarrollo motor) en la habilitación motora de lactantes con factores de riesgo Barrera (2007). Con base en lo anterior el deterioro motor observado en el grupo control sin estimulación puede atribuirse a que los lactantes no solo fueron inconstantes y/o desertaron del programa de estimulación visuo-auditivo, sino también de la terapia Katona.

La originalidad de este trabajo ofrece una posibilidad tangible de intervenir tempranamente en la habilitación de los procesos cognitivos, antes de que las secuelas del daño se hayan establecido. No es desconocido que la gran mayoría de niños con antecedentes de factores de riesgo, durante los años escolares presenten retraso no solo en el aspecto motor, sino también en su desempeño mental, y aunque la intervención a esta edad es viable, el costo de en términos económicos, humanos y sociales es muy elevado, y los beneficios en la calidad del desarrollo a menudo son no solo pocos, sino también lentos, debido a la disminución de la capacidad del SNC para experimentar cambios plásticos (Katona, 1999).

Conclusiones.

La escala EAS propuesta es una herramienta diagnóstica útil, válida y confiable para medir el proceso cognitivo de atención selectiva en las modalidades visual y auditiva en lactantes con factores pre y perinatales de riesgo de daño cerebral durante los primeros 6 meses de vida. No obstante requiere ser probada en la población de lactantes normales para establecer niveles de confiabilidad más seguros.

El programa de estimulación visuo-auditivo que se propone, cuenta con actividades útiles que promueven la habilitación del proceso cognitivo de atención selectiva en lactantes con factores pre y perinatales de riesgo de daño cerebral diagnosticados con atención deficiente, sin embargo 6 meses de estimulación pueden no ser suficientes para lograr cambios significativos en la calidad de la atención, principalmente en la modalidad visual.

La atención selectiva al igual que otros procesos mentales, sucede paralelamente con la maduración natural del lactante al estar en contacto con el ambiente, no obstante, el proporcionar herramientas a través de un programa de estimulación puede ayudar a que dicho proceso se desarrolle normalmente en quienes han cursado con factores pre y perinatales de riesgo de daño cerebral, en forma más rápida y eficiente.

Los reactivos propuestos para evaluar la atención y el estado de alerta contenidos en la subescala de comportamiento de la prueba Bayley no son suficientes ni determinantes para diagnosticar la atención de los lactantes con factores pre y perinatales de riesgo de daño cerebral como normal o deficiente, pero el uso conjunto con la escala EAS podría garantizar un diagnóstico de la calidad de la atención más seguro.

La asociación de la terapia Katona con el programa de estimulación visuo-auditiva promueven el desarrollo de los lactantes con factores pre y perinatales de riesgo en las áreas: mental, motora y de comportamiento; siendo esta última en la que mayor impacto tiene el programa propuesto para habilitar la atención.

Anexo 1. Datos generales de la muestra.

1. Datos generales del grupo experimental.

	S	EG	Diagnóstico	PEV	PEA	Bayley inicial			Ultimo Bayley				
						A	MO	ME	CO	A	MO	ME	CO
1	F	33	Prematurez , Hipotrofia toxemia materna líquido amniótico hemorrágico Septicemia hiperbilirrubinemia	Normal	PEATC Normal PEAee Normal	NO	RS	RM	NO	N	N	N	N
2	M	36	Neumonía Ictericia prematurez	Normal	PEATC Normal PEAee Normal	C	RS	RS	NO	C	RS	RS	NO
3	M	38	Parto distócico gemelar GII asfisia perinatal	Normal	PEATC Normal PEAee Normal	NO	RS	RM	NO	N	RM	RS	N
4	F	36	Prematurez Parto gemelar	Normal	PEATC Normal PEAee Normal	C	RM	N	NO	N	RM	N	N
5	M	36	Prematurez Síndrome de la neurona motora superior probable hidrocefalia congénita	No concluyentes	PEATC Normal PEAee hipoacusia Superficial derecha	NO	RM	RS	NO	NO	RS	RS	NO
6	F	40	Circular del cordón en el cuello	Normal	PEATC Normal PEAee hipoacusia Superficial Derecha	NO	RM	RM	NO	N	RM	N	N
7	M	28	Prematurez asfisia sepsis	Normal	PEATC Normal PEAee Normal	C	N	N	NO	N	RM	N	N
8	M	33	Prematuro GII (gemelo obitado)	Normal	PEATC normal PEAee anormal hipoacusia superficial bilateral	NO	N	RM	NO	N	RM	RM	N

2. Datos generales del grupo control con estimulación.

	S	EG	Diagnóstico	PEV	PEA	Bayley inicial				Último Bayley			
						A	MO	ME	CO	A	MO	ME	CO
1	M	38	Sufrimiento fetal agudo	Normal	PEATC Normal PEAee Normal	N	N	N	C	N	N	N	C
2	F	38	Asfixia perinatal hiperbilirrubinemia	Normal	PEATC Normal PEAee normal	N	N	RM	C	N	N	N	N
3	M	33	Asfixia Prematurez neumonía	Normal	PEATC normal PEAee normal	N	N	RM	C	N	N	DA	N
4	M	37	Prematuro Amenaza de aborto	Normal	Normal	N	RS	RS	C	N	RS	N	N
5	F	36	Prematurez Evento vascular cerebral crisis convulsivas neonatales Clonus bilateral agotable	No concluyentes	PEATC Normal PEAee normal	N	RM	RM	C	N	RM	N	N
6	M	36	Prematurez	Normal	PEATC anormal retardo en conducción periférica PEAee anormal hipoacusia Leve derecha hipoacusia Moderada Izquierda	N	N	RM	C	N	N	RS	C
7	M	40	Asfixia Severa Septicemia, Eutrófico con factores de riesgo perinatal	Normal	PEATC normal PEAee normal	N	N	RM	C	N	N	N	N
8	F	33	Prematurez eutrófico. 2ª. Gemelar Sepsis neonatal	Normal	PEATC Normal PEAee Normal	N	N	RM	N	N	N	N	N

3. Datos generales del grupo control sin estimulación.

	S	EG	Diagnóstico	PEV	PEA	Bayley inicial				Ultimo Bayley			
						A	MO	ME	CO	A	MO	ME	CO
1	M	30	Prematurez asfixia perinatal	No concluyentes	PEATC Normal PEAee Normal	N	RM	N	N	N	RS	RM	NO
2	M	40	Sufrimiento fetal crónico agudizado asfixia perinatal severa	Normal	PEATC Normal PEAee Normal	N	N	N	N	N	RM	N	N
3	F	38	Asfixia perinatal recuperada prematurez Hiperbilirrubinemia ictericia amenaza de parto prematuro	Normal	PEATC Normal PEAee alteración mínima izquierda	N	RM	RM	C	N	RS	RM	C
4	M	35	Prematurez Amenaza de aborto asistencia respiratoria casco cefálico GI	Normal	PEATC Normal PEAee Normal	N	RM	N	C	N	RM	N	NO
5	M	38	Asfixia sepsis neonatal Eutrófico	Normal	PEATC anormal hipoacusia leve derecha PEAee anormal hipoacusia leve derecha	N	N	RM	N	N	RM	N	N
6	F	31	Prematurez preeclampsia	Normal	PEATC anormal en grado leve derecho PEAee anormal en grado leve derecho aumento del umbral auditivo	N	RM	N	C	N	RM	RM	C
7	F	40	Asfixia perinatal trauma parto distócico sufrimiento fetal agudo crisis convulsivas neonatales	Normal	PEATC Normal PEAee anormal hipoacusia leve izquierda	N	RM	N	C	N	RS	RM	N
8	M	38	Parto Gemelar GI	Normal	PEATC Normal PEAee Normal	N	N	N	N	N	RM	RS	N

ABREVIATURAS:

S = Sexo
EG = Edad gestacional
PEV = Potenciales Evocados Visuales
PEA = Potenciales Evocados Auditivos
MO = Escala Motora
ME = Escala Mental
CO = Escala de comportamiento
N = Normal
RM = Retraso moderado
RS = Retraso significativo
A = Atención
C = Cuestionable
NO = No óptimo

Anexo 4. Edad en que los lactantes de los tres grupos de estudio lograron el total de los objetivos contenidos en la escala EAS.

	Atención Selectiva Visual				Atención Selectiva Auditiva			
	Experimental	Control con estimulación	Control sin estimulación	Experimental	Control con estimulación	Control sin estimulación	Experimental	Control con estimulación
1	8 meses	8 meses	10 meses o más	6 meses	6 meses	8 meses	6 meses	8 meses
2	10 meses o más	6 meses	9 meses	9 meses	6 meses	9 meses	6 meses	9 meses
3	7 meses	7 meses	8 meses	6 meses	5 meses	6 meses	6 meses	6 meses
4	6 meses	6 meses	8 meses	6 meses	6 meses	8 meses	6 meses	8 meses
5	10 meses o más	8 meses	8 meses	9 meses	5 meses	8 meses	5 meses	8 meses
6	6 meses	6 meses	10 meses o más	6 meses	6 meses	10 meses o más	6 meses	10 meses o más
7	9 meses	7 meses	8 meses	9 meses	6 meses	8 meses	6 meses	8 meses
8	8 meses	7 meses	8 meses	7 meses	7 meses	8 meses	7 meses	8 meses

ANEXO 5. ESCALA DE EVALUACIÓN DE LA ATENCIÓN SELECTIVA VISUAL Y AUDITIVA (EAS)

Datos Generales									
Nombre:						H		Fecha actual	
Diagnóstico:						M		Fecha de nac.	
Evaluación Inicial		Visual	Puntaje	Clasificación		S.G			
		Auditiva	Puntaje	Clasificación		Edad corregida			

	ATENCIÓN VISUAL PUNTUACIÓN EN BRUTO	CLASIFICACIÓN	ATENCIÓN AUDITIVA PUNTUACIÓN EN BRUTO	CLASIFICACIÓN
1 MES				
2 MESES				
3 MESES				
4 MESES				
5 MESES				
6 MESES				
7 MESES				
8 MESES				
9 MESES				
10 MESES				

**EDAD EN QUE ALCANZÓ TODOS LOS OBJETIVOS DE LA ESCALA VISUAL
EDAD EN QUE ALCANZÓ TODOS LOS OBJETIVOS DE LA ESCALA AUDITIVA**

CONDUCTA A ESTIMULAR

		EDAD MESES										OBSERVACIONES
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
		MODALIDAD VISUAL										
1		Contacto visual con el adulto										
2		Contacto visual con el adulto al desplazarse										
3		Contemplación de tarjetas (25-30 cm.) en la línea media										
4		Contemplación de tarjetas (90 cm.) en la línea media.										
5	1	Observación de tarjetas (25-30 cm.) a la derecha.										
6	M	Observación de tarjetas (25-30 cm.) a la izquierda.										
7	E	Seguimiento de tarjetas de la línea media a la derecha y a la izquierda y viceversa										
8	S	Observación de un anillo cercano (25-30 cm.) en la línea media por 3 seg.										
9		Observación de su imagen frente al espejo (distancia 20 cm.)										
10		Fijación discriminativa entre dos tarjetas										
11	M	Seguimiento del desplazamiento de tarjetas aumentando la distancia (45-90 cm.)										
12	E	Seguimiento del desplazamiento del anillo horizontalmente										
13	S	Seguimiento del desplazamiento del anillo verticalmente										
14	E	Seguimiento del desplazamiento del anillo circularmente										
15	S	Seguimiento del desplazamiento de la tarjeta de derecha a izquierda girando completamente la cabeza										
16	M	Seguimiento del desplazamiento de la tarjeta arriba-abajo flexionando y extendiendo completamente el cuello										
17	E	Observación de un cubo pequeño por 3 seg.										
18	S	Observación prensión y manipulación de un anillo										
19		Observación, prensión y manipulación de un anillo oscilante										
20		Seguimiento visual y prensión de una varilla										
21	M	Seguimiento visual del trayecto de una pelota, con intento de tomarla										
22	E	Observación de una ficha										
23	S	Observación y aproximación a su imagen frente al espejo										
24	S	Seguimiento de la caída de un globo										

		MODALIDAD VISUAL (continuación)									
25	5	Alcanzar cubos colocado sobre la mesa									
26	M	Localización de una pelota oculta									
27	E	Observación, manipulación de la cuerda atada al anillo									
	S										
28	6	Búsqueda del rostro familiar oculto									
29	M	Estirar la mano al observar su imagen frente al espejo									
30	E	Tomar una pastilla y llevarla a la boca									
31	S	Tomar objetos y golpearlos sobre la mesa									
32	E	Tomar dos cubos con las manos									
	S										
		TOTAL									
MODALIDAD AUDITIVA											
1	1	Respuesta a la voz humana									
2	M	Respuesta ante el sonido de una campana (30-45 cm)									
3	E	Respuesta ante el sonido de una campana a la derecha									
4	S	Respuesta ante sonidos de una campana a la izquierda									
5	2	Respuesta ante la voz humana girando la cabeza									
6		Respuesta ante sonidos de la campana girando la cabeza									
7	M	Respuesta al escuchar su nombre									
8		Respuesta ante la voz humana, buscando el origen de donde procede									
9	3	Respuesta discriminativa ante dos estímulos auditivos diferentes									
	M										
10	4	Respuesta ante el sonido de una sonaja que él agita									
11	M	Seguimiento del sonido de una campana en dirección arriba-abajo									
12	E	Seguimiento del sonido de una campana en dirección derecha izquierda									
	S										
13	5	Búsqueda de sonidos sentado con movimientos oculares									
	M										
14	6	Repetición de sonidos cuando se le habla									
	M										
		TOTAL									

0	CONDUCTA AUSENTE	1	INICIO DE LA CONDUCTA	2	EN CONSOLIDACIÓN	3	EJECUTADA SATISFACTORIAMENTE

ANEXO 6. PROGRAMA DE ESTIMULACIÓN VISUO-AUDITIVA PARA LACTANTES CON FACTORES PRE Y PERINATALES DE RIESGO DE DAÑO CEREBRAL.

Plan de estimulación 1. Detección de objetos y sonidos.

Edad: 0-1 meses

No	Actividad	Clave	Material	Repetición	Posición
Modalidad visual					
1	Aproximar y alejar el rostro gesticulando dentro y fuera del campo visual del niño en repetidas ocasiones para que pueda observarlo.	P1V1	Ninguno	5-10 veces	Supina en brazos
2	Acercar objetos vistosos a su campo visual a 25 ó 30 cm. en la línea media.	P1V2	Juguetes llamativos de preferencia grandes, tarjetas	10-20 seg. 5-10 veces	Supina
3	Atar una cuerda a un anillo de 20 cm. de diámetro y acercarlo sin balancearlo al campo visual del bebé para que lo observe fijamente por 3 seg. Puede intentarlo en la línea media, a la derecha y a la izquierda.	P1V3	Anillo con cuerda	10-20 seg. 5-10 veces	Supina
4	Colocar un objeto grande (25 cm.) a 90 cm. de distancia para que el lactante pueda observarlo, evite desplazar el objeto, ya que lo que interesa es que lo fije.	P1V4	Juguetes llamativos de preferencia grandes, tarjetas	10-20 seg. 5-10 veces	Supina
5	Colocar y/o colgar un objeto llamativo a nivel de los ojos del bebé (25-30 cm.) a la derecha.	P1V5	“ “	10-20 seg. 5-10 veces	Supina
6	Colocar y/o colgar un objeto llamativo al nivel de los ojos del bebé (25-30 cm.) a la izquierda.	P1V6	“ “	10-20 seg. 5-10 veces	Supina
7	Colocar y/o colgar un objeto llamativo al nivel de los ojos del bebé (25-30 cm.) al centro.	P1V7	“ “	10-20 seg. 5-10 veces	Supina
8	Desplazar un objeto llamativo de la línea media a la derecha y viceversa para que lo siga.	P1V8	“ “	5-10 veces	Supina
9	Desplazar un objeto llamativo de la línea media a la izquierda y viceversa para que lo siga.	P1V9	Ninguno	5-10 veces	Supina
10	El examinador o la madre se desplazarán dentro del campo visual del bebé para que los siga con la vista.	P1V10	Juguetes llamativos de preferencia grandes, tarjetas	5-10 veces	Supina

Plan de estimulación 1. Detección de objetos y sonidos. (Continuación)

Edad: 0-1 mes

No	Actividad	Clave	Material	Repetición	Posición
Modalidad auditiva					
1	Platicarle constantemente sobre lo que sucede a su alrededor variando el tono de voz y/o cantarle, colóquese cerca su campo visual para que pueda verlo cuando le hable. Si no voltear, puede direccionar su barbilla orientando su cara hacia usted.	P1A1	Ninguno	Todo el tiempo	Supina en brazos
2	Imitar cada sonido gutural que el bebé emita para provocar que lo repita.	P1A2	Ninguno	5-10 veces	Supina en brazos
3	Sonar un juguete a una distancia de 30 a 45 cm. del bebé.	P1A3	Juguetes sonoros llamativos	“ “	Supina
4	Aplaudir o golpear un objeto, aumentando la distancia de exposición al sonido, en la medida en que el bebé incrementa su atención.	P1A4	“ “	“ “	Supina
5	Sonar objetos diferentes a su derecha.	P1A5	“ “	“ “	Supina
6	Sonar objetos diferentes a su izquierda.	P1A6	“ “	“ “	Supina

Plan de estimulación 2. Detección y localización objetos y sonidos.

Edad: 1-2 meses

No	Actividad	Clave	Material	Repetición	Posición
Modalidad visual					
1	Desplazar un anillo con cuerda lentamente en dirección horizontal, y aumentar la velocidad a medida que el lactante mejora su respuesta.	P2V1	Anillo con cuerda	5-10 veces	Supina
2	Desplazar el anillo lentamente dentro de su campo visual en dirección vertical, y aumentar la velocidad a medida que el lactante mejora su respuesta.	P2V2	“ “	“ “	Supina

Plan de estimulación 2. Detección y localización objetos y sonidos. (Continuación)

Edad: 1-2 meses

No	Actividad	Clave	Material	Repetición	Posición
3	Desplazar el anillo lentamente dentro de su campo visual siguiendo un trayecto circular, aumentar la velocidad a medida que el lactante mejora su respuesta.	P2V3	“ “	“	Supina
4	Sostenga la cabeza del bebé sobre la mano y desplace el anillo en forma aérea.	P2V4	“ “	“	Supina
5	Presentar 2 objetos simultáneamente para que fije y acomode selectivamente uno de ellos.	P2V5	Juguetes llamativos y tarjetas	5-10 veces	Supina
6	Mover lentamente algún objeto dentro de su campo visual a una distancia de 30 a 45 cm., aumentándola gradualmente.	P2V6	“ “	“	Supina
7	Mostrarle como puede observar sus manos acercándose a su campo visual.	P2V7	Ninguno	“	Supina
8	Sostener un espejo frente a su cara a 20 cm. de distancia para que observe su imagen.	P2V8	Espejo	10-30 seg. 5-10 veces	Supina
9	Colgar cintas de colores y objetos brillantes.	P2V9	Listones y juguetes colgantes		Supina
Modalidad auditiva					
1	Hablarle con la intención de que responda a la voz girando la cabeza.	P2A1	Ninguno	5-10 veces	Supina
2	Sonar diversos objetos sobre sus orejas, para que localice el sonido girando la cabeza, cuando alcance el objeto visualmente desplácelo más, sin dejar de sonarlo hasta que nuevamente salga de su campo visual.	P2A2	Juguetes sonoros llamativos	5-10 veces	Supina en brazos
3	Colocar una sonaja ligera en su mano.	P2A3	Sonaja	10-20 seg. 5-10 veces	Supina
4	Hablarle siempre por su nombre para que se identifique con la entonación, intensidad y frecuencia.	P2A4	Ninguno	Todo el tiempo	Supina

Plan de estimulación 3. Detección y localización objetos y sonidos direccionando el cuello y la cabeza.

Edad: 2-3 meses

No	Actividad	Clave	Material	Repetición	Posición
Modalidad visual					
1	Aparezca y desaparezca de su campo visual, integre a varios miembros de la familia para que al mismo tiempo los busque e identifique.	P3V1	Ninguno	5-10 veces	Supina o sentado con apoyo
2	Desplazar un anillo con cuerda de derecha a izquierda para que lo siga girando la cabeza, se recomienda aumentar la amplitud y velocidad del desplazamiento en función de la mejoría del control muscular del cuello.	P3V2	Anillo con cuerda	“ “	Sentado con apoyo
3	Desplazar el anillo de arriba hacia abajo para que lo siga flexionando y extendiendo el cuello, es recomendable aumentar la amplitud y velocidad del desplazamiento en función de la mejoría del control muscular del cuello.	P3V3	“ “	“ “	Sentado con apoyo
4	Presentar más de 2 objetos simultáneamente para que los fije y los acomode selectivamente.	P3V4	Juguetes llamativos y tarjetas	“ “	Supina o sentado con apoyo
5	Presentar un cubo (2X2 cm.) por espacio de 3 seg. para favorecer la detección de objetos pequeños.	P3V5	Cubo pequeño de 2X2	“ “	Supina o sentado con apoyo
6	Presentar tarjetas de figuras al azar, acercándolas (9 cm.) y alejándolas (50 cm.) con para que enfoque la visión ejecutando movimientos de convergencia.	P3V6	Tarjetas	“ “	Supina o sentado con apoyo
7	Presentar una tarjeta durante 5 seg., retirarla, y volverla a presentar junto con otra novedosa, para que las discrimine.	P3V7	Tarjetas	“ “	Supina o sentado con apoyo
Modalidad auditiva					
1	Hablar desde diferentes puntos para que identifique la fuente del sonido girando el cuello y la cabeza.	P3A1	Ninguno	5-10 veces	Supina o sentado con apoyo
2	Sonar dos objetos diferentes, uno con cada mano para que el bebé vuelva la vista hacia el sonido en forma discriminativa.	P3A2	Juguetes sonoros llamativos	“ “	Supina o sentado con apoyo
3	Sonar diversos objetos azarosamente a la derecha o la izquierda, cerca de la oreja para que localice el sonido girando la cabeza, cuando alcance el objeto visualmente desplácelo más, sin dejar de sonarlo para que nuevamente salga de su campo visual.	P3A3	“ “	“ “	Sentada

Plan de estimulación 4. Seguimiento, localización y prensión de objetos y juguetes sonoros.

Edad: 3-4 meses

No	Actividad	Clave	Material	Repetición	Posición
Modalidad visual					
1	Desplazar lentamente un anillo al alcance del bebé para que lo siga, lo tome y lo manipule.	P4V1	Anillo con cuerda	5-10 veces	Supina o sentado con apoyo
2	Colocar un anillo suspendido que oscile en el aire para que trate de alcanzarlo, agarrarlo y llevarse a la boca.	P4V2	“ “	5-10 veces	Sentado con apoyo
3	Trasladar una varilla en diferentes direcciones para que la siga y trate de tomarla.	P4V3	Varilla de plástico	5-10 veces	Supina o sentado con apoyo
4	Rodar una pelota sobre la mesa, para que realice el seguimiento y trate de alcanzarla con la mano.	P4V4	Pelota pequeña	“ “	Sentado con apoyo o prona
5	Colocar una ficha sobre la mesa para que la observe durante al menos 3 seg.	P4V5	Fichas de plástico	“ “	Sentado con apoyo o prona
6	Sentar al bebé frente al espejo, mostrándole donde está su imagen y para que se aproxime a ella.	P4V6	Espejo	10-30 seg. 5-10 veces	Sentado con apoyo
7	Presentar un cubo (2 cm.) para que fije la vista en él.	P4V6	Cubos pequeños	5-10 veces	Prona
8	Desplazar un objeto en dirección arriba-abajo, para que el niño observe y siga el movimiento elevando la cabeza y el cuello.	P4V6	Juguetes llamativos y tarjetas	5-10 veces	Prona
9	Desplazar un objeto en dirección derecha-izquierda, para que el niño observe y siga el movimiento elevando el cuello y la cabeza.	P4V6	“ “	5-10 veces	Prona
10	Colocar la cara a nivel de los ojos del niño y mover la cabeza de modo que él mueva la suya manteniendo el contacto visual.	P4V6	Ninguno	10-20 seg. 5-10 veces	Prona
11	Arrojar un globo al aire para que el niño observe como cae lentamente moviendo el cuello y la cabeza.	P4V6	Globos de colores	5-10 veces	Sentado con apoyo o prona
12	Utilizar un cochecito para que el niño siga su recorrido girando el cuello y la cabeza.	P4V6	Cochecito	“ “	Sentado con apoyo o Prona

Plan de estimulación 4. Seguimiento, localización y prensión de objetos y juguetes sonoros. (Continuación)

Edad: 3-4 meses

No	Actividad	Clave	Material	Repetición	Posición
Modalidad auditiva					
1	Sonar una campana para que voltee espontáneamente girando toda la cabeza.	P4A1	Campana	5-10 veces	Sentado con apoyo
2	Colocar una sonaja cerca para que la suene.	P4A2	Sonaja	5-10 veces	Sentado con apoyo o Prona
3	Sonar una campana a nivel de sus ojos y moverla gradualmente de arriba hacia abajo para la siga su trayectoria y trate de tomarla.	P4A3	Campana	“ “	Prona
4	Sonar una campana a nivel de sus ojos y moverla gradualmente de derecha a izquierda para que siga su trayectoria e intente tomarla.	P4A4	Campana	“ “	Prona
5	Desplazar vertical y horizontalmente un juguete que haga ruido para que siga la trayectoria del sonido.	P4A5	Juguetes sonoros llamativos	“ “	Prona

Plan de estimulación 5. Seguimiento localización y prensión de objetos y localización de la voz humana.

Edad: 4-5 meses

No	Actividad	Clave	Material	Repetición	Posición
Modalidad visual					
1	Colocar cubos sobre la mesa para que los alcance y los tome coordinando movimientos oculo-manuales.	P5V1	Cubos pequeños	5-10 veces	Prona o sentado con apoyo
2	Presentar una pelota y desaparecerla por unos segundos detrás de un pañuelo.	P5V2	Pelota y pañuelo	“ “	Prona o sentado con apoyo
3	Presentar una cuerda atada a un anillo para que la observe, manipule y juegue con ella.	P5V3	Anillo con cuerda	“ “	Supina, prona o sentado con apoyo
4	Dejar caer un sonajero para que siga su trayectoria con la mirada.	P5V4	Sonaja	“ “	Sentado con apoyo o prona
5	Colocar frente al espejo para que sonría frente a su imagen reflejada.	P5V5	Espejo	10-30 seg. 5-10 veces	Sentado con apoyo
Modalidad auditiva					
1	Colocarse frente al niño para que mire la boca del adulto cuando le habla.	P5A1	Ninguno	10-30 seg. 5-10 veces	Sentado con apoyo
2	Hablarle y sonar diversos objetos para que los busque con movimientos coordinados (ojos y cabeza).	P5A2	Ninguno	5-10 veces	Sentado con apoyo

Plan de estimulación 6. Prensión de objetos y sonidos con coordinación oculo-manual y búsqueda ocular

Edad: 5-6 meses

No	Actividad	Clave	Material	Repetición	Posición
Modalidad visual					
1	Colocar un objeto sobre la mesa para que trate de alcanzarlo separando una mano de la superficie, manipule la ubicación del objeto para lo intente el mismo número de veces con la derecha y con la izquierda.	P6V1	Pelota, cochecito, muñeco, etc.	5-10 veces	Prona
2	Desplazar un cochecito sobre la mesa para que siga su trayectoria y trate de tomarlo liberando una mano de la superficie, cambie la dirección del desplazamiento para que trate de tomarlo el mismo número de veces ambas manos.	P6V2	Cochecito	“ “	Prona
3	Colocar frente al espejo para que intente alcanzar su imagen reflejada con la mano.	P6V3	Espejo	10-30 seg. 5-10 veces	Sentado
4	Presentar una pastilla de azúcar o galleta para que la tome con la mano e intente llevarla a la boca.	P6V4	Pastillas de dulce galletitas o pijas	5-10 veces	Sentado o prona
5	Ofrecer un juguete para que lo golpee sobre la superficie de la mesa.	P6V5	Pelota, cochecito, muñeco, etc.	“ “	Sentado
6	Colocar dos cubos al mismo tiempo para que maniobre para alcanzarlos.	P6V5	Cubos pequeño de 2X2	“ “	Sentado
7	Esconda el rostro tras un pañuelo para que el bebé lo descubra.	P6V5	Pañuelo	“ “	Sentado
Modalidad auditiva					
1	Localizar con movimientos coordinados de ojos y cabeza la fuente origen de una sonaja que cae.	P6A1	Sonaja	5-10 veces	Sentado o prona
2	En posición sentada responder a su nombre girando el tronco.	P6A2	Ninguno	Todo el tiempo	Sentado o prona
3	Repetir varias veces “bababa” o “dadada” para que el niño intente imitar el sonido.	P6A2	“ “	5-10 veces	Sentado o prona
3	Responder a su nombre ubicando la fuente de sonido con movimientos oculares.	P6A2	“ “	Todo el tiempo	Sentado o prona

ANEXO 7. PROGRAMA DE ESTIMULACIÓN VISO-AUDITIVO PARA LACTANTES CON FACTORES PRE Y PERINATALES DE RIESGO DE DAÑO CEREBRAL

Datos Generales						
Nombre:		H		Fecha actual		
Diagnóstico:		Sexo		Fecha de nac.		
		M		S.G		
Atención				Edad corregida		
Evaluación inicial:						
Última evaluación:						

No.	Actividad	Clave	Material	Repetición	Postura	Observaciones
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

Anexo 8.

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO AUTORIZACION DE INGRESO AL PROTOCOLO

DIAGNOSTICO Y TRATAMIENTO DE NIÑOS CON FACTORES DE RIESGO PRENATALES Y PERINATALES PARA DAÑO CEREBRAL

Juriquilla, Querétaro. A _____

NOMBRE: _____

EDAD: _____

Mi hijo(a) _____ de _____ meses de edad ha sido seleccionado 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 este Instituto.

Me comprometo a acudir a todas las citas que se programarán para realizar las diversas valoraciones clínicas de neuropediatría, psicodesarrollo, neurofisiología e imagen que el protocolo le ofrece a mi hijo(a). Acepto la aplicación de la terapia neurohabilitatoria como método de prevención de daño neurológico y me comprometo a seguir las indicaciones del área de neurohabilitación para tener la posibilidad de éxito con dicha terapia.

Se me informó que el seguimiento de la evolución de mi hijo(a) se realizará cuando menos hasta los 18 meses de vida, pero que habrá posibilidad de extender dicho seguimiento hasta edades posteriores si el protocolo así lo requiriera.

Se me proporcionarán por escrito los resultados de los estudios que se realizan como parte del expediente médico de mi hijo(a) en el entendimiento de que de no cumplir con las citas e indicaciones dentro del protocolo, mi hijo(a) será dado de baja del mismo.

NOMBRE: _____

PARENTESCO : _____

FIRMA _____

FECHA _____

ANEXO 9. Resultados estadísticos.

Anexo 9a. Prueba Chi² .

	Atención EAS visual	Atención EAS auditiva	Escala Bayley Atención	Escala Bayley mental	Escala Bayley motora	Escala Bayley comportamiento
Experimental	Chi ² = 0.253 p= 1.00	Chi ² =2.28 p= 0.20	Chi ² =9.6 p= 0.01*	Chi ² =2.666 p= 1.00	Chi ² =1.033 p= 1.00	Chi ² =9.6 p= 0.01*
Control C/E	Chi ² = 1.06 p= 1.00	Chi ² =4.26 p= 0.05*	--	Chi ² =10.57 p= 0.025 *	Chi ² =0 p= 1.00	Chi ² =6.349 p= 0.025 *
Control S/E	Chi ² = 0.25 p= 1.00	Chi ² =1 p= 1.00	--	Chi ² =2.666 p= 1.00	Chi ² =6 p= 0.05 *	Chi ² =2.666 p= 1.00

* Esta prueba se utilizó para comparar los datos cualitativos obtenidos antes de la aplicación del programa visuo-auditivo contra las registradas a los 6 meses, en cada uno de los grupos.

Anexo 9b. Pruebas Kruskal-Wallis y U de Mann-Whitney.

Variables	Chi ²	Probabilidad	Diferencia entre grupos aplicando la prueba U de Mann-Whitney
Atención visual inicial	2.569	.277	
Atención visual 6 meses	2.476	.290	
Atención auditiva inicial	2.993	.224	
Atención auditiva 6 meses	5.975	.050*	Sólo hubo diferencia significativa entre el grupo control C/E y el control S/E (p=0.012).
Bayley atención y estado de alerta inicial	18.4	.000*	La diferencia fue significativa entre el experimental y los 2 controles (p=0.000).
Bayley atención y estado de alerta final	3.47	.176	
Bayley mental inicial	8.052	.018*	La diferencia fue significativa entre el grupo experimental y el control S/E (p=0.007).
Bayley mental final	2.375	.305	
Bayley motor inicial	7.400	.025*	La diferencia fue significativa entre el grupo experimental y el control S/E (p=0.014).
Bayley motor final	1.242	.537	
Bayley comportamiento inicial	13.431	.001**	Hubo diferencia significativa entre los grupos experimental y control C/E (p=0.007), y también entre el experimental y el control S/E (p=0.002)
Bayley comportamiento final	2.733	.255	
Edad de logro objetivos visuales	8.753	.013*	Sólo hubo diferencia significativa entre los grupos control C/E y control S/E (p=0.002).
Edad de logro objetivos auditivos	9.223	.010**	Sólo hubo diferencia significativa entre los grupos control C/E y control S/E (p=0.003).

* La prueba Kruskal-Wallis permitió observar diferencias entre grupos en las diversas evaluaciones, mientras que la prueba U de Mann-Whitney sirvió para especificar entre cuales grupos se dio tal diferencia.

Anexo 2. Puntajes naturales obtenidos en la escala EAS.

	Atención selectiva visual										Atención selectiva auditiva									
	Edad en meses (corregida)										Edad en meses (corregida)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 o más	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 o más
Grupo Experimental																				
1	6	12	17	27	37	57	75	96			4	8	15	28	34	42				
2	5	10	15	23	30	41	58	62	78	96	1	5	8	15	20	28	31	33	42	
3	10	16	29	45	67	94	96				4	8	18	26	36	42				
4	8	23	34	51	71	96					4	11	19	23	29	42				
5	2	2	4	5	11	15	28	57	88	96	4	4	4	4	11	11	23	30	42	
6	9	22	42	68	81	96					5	12	24	30	39	42				
7	3	4	10	18	38	58	72	85	96		4	4	8	19	20	23	29	34	42	
8	7	16	31	52	61	80	91	96			7	13	18	29	36	40	42			
Grupo control con estimulación																				
1	6	15	31	42	64	78	90	96			4	7	10	18	27	42				
2	20	31	41	57	84	96					11	17	24	32	36	42				
3	12	14	27	45	67	92	96				12	17	22	30	42					
4	13	22	28	44	68	96					4	9	15	26	33	42				
5	8	19	32	40	57	72	86	96			11	23	31	38	42					
6	4	13	25	43	66	96					4	11	19	27	35	42				
7	7	18	23	38	49	71	96				4	8	17	24	33	42				
8	6	11	27	41	53	72	96				4	4	6	18	23	32	42			
Grupo control sin estimulación																				
1	3					44	73	80	92	96	4					33	38	42		
2	12					72	88	92	96		6					28	34	38	42	
3	7					85	91	96			5					42				
4	11					90	93	96			7					32	37	42		
5	8					64	77	96			5					27	34	42		
6	5					55	70	81	92	96	5					25	27	33	36	42
7	5					83	89	96			4					38	40	42		
8	3					86	89	96			4					37	40	42		

Anexo 3. Resultados cualitativos obtenidos al aplicar la escala EAS al inicio del programa y a los 6 meses de edad corregida.

Atención selectiva visual			Atención selectiva auditiva	
	Inicial	6 meses de edad corregida	Inicial	6 meses de edad corregida
Grupo Experimental				
1	Normal	Deficiente	Deficiente	Normal
2	Deficiente	Deficiente	Deficiente	Deficiente
3	Normal	Normal	Deficiente	Normal
4	Normal	Normal	Deficiente	Normal
5	Deficiente	Deficiente	Deficiente	Deficiente
6	Normal	Normal	Normal	Normal
7	Deficiente	Deficiente	Deficiente	Deficiente
8	Normal	Normal	Normal	Normal
Grupo control con estimulación				
1	Normal	Normal	Deficiente	Normal
2	Normal	Normal	Normal	Normal
3	Normal	Normal	Normal	Normal
4	Normal	Normal	Deficiente	Normal
5	Normal	Normal	Normal	Normal
6	Deficiente	Normal	Deficiente	Normal
7	Normal	Normal	Deficiente	Normal
8	Normal	Normal	Deficiente	Deficiente
Grupo control con estimulación				
1	Deficiente	Deficiente	Deficiente	Deficiente
2	Normal	Normal	Normal	Deficiente
3	Normal	Normal	Normal	Normal
4	Normal	Normal	Normal	Deficiente
5	Normal	Deficiente	Normal	Deficiente
6	Deficiente	Deficiente	Normal	Deficiente
7	Deficiente	Normal	Deficiente	Normal
8	Deficiente	Normal	Deficiente	Normal

Referencias.

Aslin, R. (1980). Infant saccadic eye movements to visible and previously visible targets. *Child Dev.* 51:1090-1094.

Aslin, R., Hunt, R. (2001). Development, plasticity, and learning in the auditory system. En: Nelson, C., Luciana, M. *Handbook of development cognitive neuroscience*. Ed. Themit Press. London, England. p. 205-220.

Barrera, J. (2007). Evaluación del desarrollo en lactantes afectados por asfixia y prematuridad tratados con terapia de neurohabilitación. Tesis de Maestría. UNAM. México.

Bayley, N. (1993). Bayley Scales of Infant Development. Ed. The psychological corporation. USA. p. 1-54.

Benavides, H., Sánchez, MC., Mandujano, M. (1985). Valoración Neuroconductual del Desarrollo del Lactante. Universidad Autónoma Metropolitana Xoch. México. 151 p.

Bluma, M., Shearer, M., Forman, A., Hilliard, J. (1995). Guía Portage de educación preescolar. Ed. GPEP. USA. 62 p.

Burgos, J. (2001). Prematuridad. Servicio de Neonatología del hospital Clínico de la Universidad de Chile. p. 94-99.

Cardinali, D. (1992) Manual de Neurofisiología. Díaz de Santos. Madrid, España. p.113-149.

Cintra, L., Galván A. (1991). Influencia de los nutrientes en el desarrollo del sistema nervioso. En: Salas M. (Ed). *Ontogenia neural*. Sociedad Mexicana de Ciencias Fisiológicas. UNAM. 1ª. Ed.

Colombo, J. (2001). The development of visual attention in infancy. *Annu Rev Psicol.* 52:337-367.

Diamond, M. (2001). Response of the brain to enrichment. *An Acad Bras Cienc.* 73:211-220.

Dowling, JE., Boycott, BB. (1996). Organization of the primate retina: electron microscop. *Proc. Roy Soc. Lond. Ser B.* 166:80-112.

Elbert, T., Heim, S., Rockstroh, B. (2001). Neural plasticity and development. En: Nelson, C., Luciana, M. (Eds). *Handbook of development cognitive neuroscience.* Ed. Themit Press. London, England. p. 191-202.

Frankenburg, WK., Fandal. AW., Trotón, SM. (1987). Revision of Denver Prescreening developmental questionnaire. *J Pediatr.* 110:4:653-657.

Gesell, A. (1940). *El niño de 1 a 4 años.* Ed. Paidós. México. p. 7-74.

Gesell, A., Amatruda, CS. (1941). *Diagnóstico del desarrollo normal y anormal del niño: Métodos clínicos y aplicaciones prácticas.* Editorial Médico-Quirúrgica. Madrid. p. 8-59.

González, J., Moya, M. (1996). Asfixia perinatal, encefalopatía hipóxico-isquémica y secuelas neurológicas en recién nacidos a término. *Rev Neurol.* 24:969-976.

Guía de Estimulación temprana: lineamiento técnico. Secretaría de Salud. México. 2002

Harmony, T. (1996). Factores que inciden en el desarrollo del sistema nervioso del niño. En: Corsi, C. (Ed). *Aproximaciones de las neurociencias a la conducta.* México. Facultad de Psicología. Ed. UNAM, México. p. 213-234.

Hubel, DH., Wiesel, TN. (1970). The period of susceptibility to the physiological effects of unilateral eye closure in kittens. *J. Physiol.* 206:419-436.

Hübner, M. (2001). Asfixia perinatal. Servicio de Neonatología del hospital Clínico de la Universidad de Chile. 64-69.

Huppi, P. (2004). Immature white matter lesions in the premature infant. *J Pediatr.* 145: 575-578.

Katona, F. (1999). Clínica de desarrollo neurológico. Librería Médica. Hungría. p. 70-77.

Kerlinger, F., Lee, H. (1986). Investigación del comportamiento, métodos de investigación en Ciencias Sociales. McGraw-Hill. México. 810 p.

King, A., Kacelnik, O., Mrcic-Flogel, T., Schnupp, J., Parsons, C., Moore, D. (2001). How plastic is spatial hearing? *Audiol Neurootol.* 6:182-185.

Knudsen, E. (2004). Sensitive period in the development of the brain and behaviour. *J Cogn Neurosci.* 16:1412-1425.

Krech D, Rosenzweig MR., Bennett, EL. (1960). Effects of environmental complexity and training on brain chemistry. *J Comp Physiol.* 53:509-519.

LaBerge, D. (1990). Attention. *Psychol Sci.* 1:156-162.

Leclercq, M. (2002). Theoretical aspects of the main components and functions of attention. En: Leclercq M., Zimmermann, P. (Eds). *Applied Neuropsychology of attention.* Ed. Psychology Press. New York, U.S.A. p. 3-55.

Lewis, T., Maurer, D. (2004). Multiple sensitive periods in human visual development: evidence from visually deprived children. *Dev Psychobiol.* 46:163-183.

Lorenz, K. (1937). Imprinting. *Auk*. 54:245-273.

Maquet, P., Smith, C., Stickgold, R. (2003). Sleep and brain plasticity. Ed. Oxford University Press. U.S.A. p. 1-13

Matas, S., Maureen, M., Mulvey, M., Paone, S., Segura, E., Tapia, E. (1997). Estimulación temprana de 0 a 36 meses. Ed. Lumen. Argentina. 244 p.

Nelson, M., Rosemary C., Silvestri, J., Comiskey, E., Meleedy, P., Littau, S., Gu, G. (2001). One year of auditory-tactile-visual-vestibular intervention in the neonatal intensive care unit: Effects of severe prematurity and central nervous system injury. *J Child Neurol*. 16:493-498.

Pérez, J., Zanabria M. (2004). Sistema de diagnóstico y tratamiento del desarrollo temprano de Ferenc Katona. *Plast & Rest Neurol*. 3:59-62.

Posner, M., Petersen, S., Fox, P., Marcus, ER. (1988). Localization of cognitive operations in the human brain. *Science*. 240:1627-1631.

Posner, M., Petersen, S. (1990). The attention system of the human brain. *Annu Rev Neurosci*. 13:25-42.

Posner, M., Dehaene, S. (1994). Attentional networks. *TINS*. 17:75-79.

Posner, M. (1994). Attention: The mechanisms of consciousness. *Proc Natl Acad Sci USA*. 91:7398-7403.

Posner, M. (2006). Neuropsychology of human attention networks. *Rev Neuropsicol*. 1:19-24.

Posner, M., Sheese B., Odludas., Tang, Y. (2006). Analyzing and shaping human attentional networks. *Neural Netw.* 19:1422-1429.

Richards, J. (2001). Attention in Young Infants: A developmental psychophysiological perspective En: Nelson, C., Luciana, M. (Eds). *Handbook of developmental Cognitive Neuroscience*. Ed. Pennington editors. Massachusetts, U.S.A. p. 324-327.

Ruff, H., Klevjord, M. (1996). Attention in early development. Ed. Oxford University Press. Oxford, U.S.A. pp. 3-11, 12-26, 34-56.

Schapiro, S., Vukovich, K. (1970). Early Experience Effects upon Cortical Dendrites: A Proposed Model for Development. *Science*. 167:292-294.

Siegel, S., Castellan, NJ. (2001). *Estadística no paramétrica, aplicada a las Ciencias de la Conducta*. Ed. Trillas. México. 437 p.

Tortora, G., Reynolds, S. (1999). *Principios de Anatomía y Fisiología*. 7a. Ed. Harcourt Brace. México p. 443-501.

Volpe, J. (2003). Cerebral white matter injury of the premature infant-more common than you think. *Pediatrics*. 112:176-180.

Wang, X., Merzenich, MM., Sameshima, K., Jenkins, WM. (1995). Remodeling of hand representation in adult cortex determined by timing of tactile stimulation. *Nature*. 378:71-75.

Waxman, G. (2004). *Neuroanatomía clínica*. 13a. ed. Ed. Manual Moderno. México. p. 203-215.

Weingold, A., Dilts, P. (2005). *The Merck Manual of diagnosis and therapy; Sec. 22*. Ed. Oceano.

Woods, DL., Alho, K., Algazi, A. (1994). Stages of auditory feature conjunction: An event-related brain potential study. *J Exp Psychol Hum Percept Perform.* 20:81-94.

World Medical Association Declaration of Helsinki. (1964). Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects.

Zatorre, R., Mondor, T., Evans, A. (1999). Auditory attention to space and frequency activates similar cerebral systems. *Neuroimage.* 10:544-554.

Zomeran, V., Brouwer, W. (1994). *Clinical Neuropsychology of Attention.* Ed. Oxford University Press. Oxford, U.S.A. p. 7-11.