

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE PSICOLOGÍA
Departamento de Psicología Básica II
(Procesos Cognitivos)



DESARROLLO DE LOS PROCESOS ATENCIONALES

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR
PRESENTADA POR

Elena Pérez Hernández

Bajo la dirección de los doctores
Sara Fernández Guinea y Javier González Marqués

Madrid, 2008

• ISBN: 978-84-692-1036-9 © Elena Pérez Hernández, 2008

Universidad Complutense de Madrid
Facultad de Psicología

Departamento de Psicología Básica II (Procesos Cognitivos)

DESARROLLO DE LOS PROCESOS ATENCIONALES



TESIS DOCTORAL

Elena Pérez Hernández

Madrid, Mayo 2008

Universidad Complutense de Madrid
Facultad de Psicología

Departamento de Psicología Básica II (Procesos Cognitivos)

DESARROLLO DE LOS PROCESOS ATENCIONALES

Directores:

Sara Fernández Guinea
y
Javier González Marqués

Autora:

Elena Pérez Hernández

Madrid, Mayo 2008

A mi familia

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría comenzar dando las gracias a mis directores de tesis a Dra. Sara Fernández Guinea y Dr. Javier González Marqués. Gracias por la confianza, en ocasiones incluso fe ciega, y la paciencia que habéis tenido conmigo durante estos años. Gracias por todo lo que me habéis enseñado, que sería imposible que quedara reflejado en estas páginas, no sólo profesional sino también personalmente.

Gracias a Margarita Revenga que, durante la licenciatura despertó en mí el interés por la investigación y por el ámbito clínico. Gracias por descubrirme la psicología evolutiva, enseñarme a observar y a aprender de cada pequeña cosa del día a día.

Me gustaría dar las gracias especialmente, a Almudena Capilla, por sus críticas constructivas, por ayudarme a ver el vaso medio lleno cuando lo veía vacío, por regalarme tus conocimientos y por compartir conmigo tus ideas. Gracias por ser, además de compañera, Amiga.

Gracias a Pablo Santamaría por compartir conmigo sus conocimientos sobre metodología y tener una paciencia infinita para transmitírmelos.

A Rosario García Viedma por ayudarme en la fase final de este trabajo, compartiendo conmigo sus conocimientos.

Gracias a Randy Kamphaus, Tom Manly y Faraneh Vargha Khadem por haberme permitido aprender de ellos y por su hospitalidad durante mis estancias en sus centros de investigación. Durante ese tiempo, mis compañeros Mauricio García, Ana Dove, Jessica, Rory, Sara Sopeña, Janine, Patricia Martin, Trosten, Claire, Gemma, Anna, Caroline hicieron que me sintiera como uno más del equipo. Especialmente me gustaría agradecer a Mónica Muñoz López, que durante los meses que estuve en el Institute of Child Health (Londres) fue capaz de transmitirme su energía y su pasión por la ciencia. Gracias por todos los momentos inolvidables de “ducha” científica y personal.

Gracias a todos los centros educativos que han participado en el estudio, a los profesores, padres y en especial, a los 200 niños que realizaron las tareas. Gracias a Sandra Martínez, Ana Vargas, Sulema, Jimena, Carolina Rodríguez y Cristina González que me ayudaron en la

recogida de datos. En especial, quería agradecer la ayuda prestada por Cristina González, por escucharme, por sus comentarios y por sus aportaciones que tanto me han ayudado para perfeccionar las tareas. Sin todos ellos no se podría haber realizado este trabajo.

Gracias a mis amigos: Javier por animarme, creer en mí en los comienzos y seguir haciéndolo a pesar de la distancia, a Juan por todo lo que he aprendido tanto a nivel científico como personal. Muy especialmente a Sergio por todos estos años de amistad y por los que nos quedan, porque sin duda estarás ahí, pase lo que pase. A Santiago por escucharme y darme ideas durante esas interminables comidas.

Gracias Sara, porque la he descubierto como amiga, ha sabido tirar de mí e incluso ha “cargado conmigo” cuando más lo necesitaba.

Por último, y de manera muy especial, quería dar las gracias a mis padres, a mis hermanos y a mis sobrinos. A mis padres, por haberme apoyado en todo momento, sin ellos no habría podido terminar esta etapa. A mi hermana Elisa, por haber sido y ser un ejemplo a seguir. A mi hermano Alejandro porque sabiendo como soy, no deja de rescatarme, pase lo que pase. A mi cuñado Antonio y a Mireia, que además de cuñada es una investigadora incansable. A mis sobrinos: Daniel, Belén, Marcos y Pablo, por sus inestimables críticas sobre las tareas, por ser mis “sujetos” preferidos y sobre todo, por regalarme sus sonrisas.

Los contenidos de esta tesis doctoral se hallan parcialmente publicados en:

Pérez, E., Capilla, A. (2008). Neuropsicología infantil. En: Tirapu J, Ríos M, Maestú F, eds. Manual de neuropsicología. Madrid: Viguera.

Pérez, E. (2007) Programa de intervención neuropsicológica en el trastorno por déficit de atención e hiperactividad. EduPsykhé: Revista de psicología y psicopedagogía, Vol. 6, nº. 2.

Capilla, A., Pérez, E. (2007). Desarrollo cerebral y cognitivo. En: Maestú F, Ríos M, Cabestrero R, eds. Neuroimagen: técnicas y procesos cognitivos. Madrid: Elsevier Masson.

Esta tesis doctoral ha sido posible gracias al Programa de Formación de Personal Investigador (FPI) del Ministerio de Educación y Ciencia BES-2003-1571 y el Fondo Social Europeo.

RESUMEN	1
ABSTRACT	3
JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	5
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	
1. Introducción a la psicología evolutiva.	9
1.1. El desarrollo desde la perspectiva de la psicología evolutiva.	11
2. Perspectivas teóricas.	12
2.1. Enfoque innatista: la etología clásica.	13
2.2. Enfoque cognitivo-evolutivo.	16
2.3. La teoría sociocultural de Vygotski.	20
2.4. Modelo biológico del desarrollo.	21
2.5. La teoría de los sistemas ecológicos de Bronfenbrenner.	22
CAPÍTULO 2. EL DESARROLLO DESDE LA NEUROPSICOLOGÍA INFANTIL	
1. Introducción.	25
1.1. Principios que rigen el desarrollo.	25
2. Primera infancia.	30
3. Periodo preescolar.	42
4. Periodo escolar.	48
5. Adolescencia.	54
CAPÍTULO 3. DESARROLLO DE LA ATENCIÓN	
1. ¿Qué es la atención?	61
1.1. La atención a lo largo de la historia.	61
2. Modelos estructurales y la ubicación del filtro.	67
2.1. Modelos de selección temprana (precategoriales).	70
2.2. Modelos de selección tardía (postcategoriales).	71
3. Neurofisiología del mecanismo atencional: las redes atencionales.	74

4. Modelo clínico de la atención.	80
5. El desarrollo de la atención.	81
5.1. Desarrollo de la atención sostenida y selectiva.	85

CAPÍTULO 4. LA EVALUACIÓN NEUROPSICOLÓGICA INFANTIL

1. La evaluación neuropsicológica infantil.	95
1.1. Objetivos de la evaluación neuropsicológica infantil.	95
1.2. Actitud ante el proceso de evaluación.	96
2. Pruebas neuropsicológicas para evaluar la atención sostenida y selectiva.	97
2.1. Atención sostenida.	98
2.2. Atención selectiva.	105
3. Críticas.	107

CAPÍTULO 5. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

1. Objetivos.	109
2. Hipótesis.	110

CAPÍTULO 6. MATERIALES Y MÉTODO.

1. Atención sostenida.	112
1.1. Atención sostenida visual: “El cazamanos”.	112
1.2. Atención sostenida auditiva: “En el zoo”.	117
2. Atención selectiva.	118
2.1. Atención selectiva visual: “¿Cuánto dinero tengo?”	118
2.2. Atención selectiva auditiva: “En el bosque”.	121
3. Participantes.	124
4. Procedimiento.	125

CAPÍTULO 7. RESULTADOS

1. Atención sostenida.	129
1.1. Atención sostenida auditiva.	129
1.2. Atención sostenida visual.	132

2. Atención selectiva.	135
2.1. Atención selectiva auditiva.	135
2.2. Atención selectiva visual.	138
3. Comparaciones entre modalidades sensoriales y tipos de atención.	141
3.1. Modalidad sensorial.	142
3.2. Tipo de atención.	146
DISCUSIÓN	151
CONCLUSIONES	170
DISCUSSION	172
CONCLUSIONS	191
REFERENCIAS	192

RESUMEN

El desarrollo de la atención es esencial para el de otros procesos cognitivos asimismo es un indicador para predecir el nivel cognitivo en la niñez. En especial se ha comprobado tanto en niños como en adultos, que a mayor capacidad de atención mejor es la ejecución en las tareas cognitivas.

La mayoría de las investigaciones sobre la atención han tendido a centrarse en la atención visual, a pesar de la importancia que la atención auditiva tiene para la adquisición de conocimientos lingüísticos, entre otros. Sin embargo no se puede explicar el desarrollo de la atención auditiva basándose en los mecanismos atencionales visuales, por lo que se hace necesario estudiar el desarrollo de la atención tanto en modalidad visual como auditiva.

Las pruebas para la evaluación de la atención de las que se dispone en la actualidad, se centran, la mayor parte de ellas, en un único aspecto de la atención o en una única modalidad sensorial. Al no estar basadas en un mismo modelo teórico los resultados obtenidos en estas investigaciones no son comparables. Por lo tanto, uno de los objetivos en este estudio ha sido el desarrollo de cuatro pruebas para la evaluación de la atención sostenida y selectiva tanto en la modalidad visual como auditiva. Estas pruebas se han elaborado partiendo del modelo clínico de la atención de Sohlberg y Mateer. Para su diseño se ha tenido en cuenta los intereses de la población a la que van dirigidas así como que fueran tareas ecológicas.

Se ha evaluado la atención sostenida y selectiva de 200 niños entre 3 y 10 años tanto en la modalidad auditiva como visual. Los datos obtenidos muestran que el desarrollo de la atención sigue un proceso discontinuo salvo en el caso de la atención selectiva auditiva cuyo desarrollo forma un continuo. Por otra parte se observa que el desarrollo de la atención depende de la modalidad sensorial, siendo la modalidad auditiva previa a la visual. En cuanto al tipo de atención se comprueba que el desarrollo de la atención sostenida auditiva se produce con anterioridad al de la selectiva, alcanzando, a los 10 años, niveles de ejecución prácticamente adultos.

Los resultados obtenidos son de gran utilidad para la comprensión de trastornos como el trastorno por déficit de atención e hiperactividad. Asimismo posibilita, no sólo la realización de un diagnóstico diferencial más preciso, sino también la elaboración de programas de intervención.

ABSTRACT

Development of attention is essential for the development of other cognitive processes. In addition, it is a predictor of cognitive development during childhood. In particular, it has been found in both children and adults that the higher the attentional ability, the better the performance in cognitive tasks.

Most studies on attention have focused on visual attention, despite the importance of auditory attention in the acquisition of linguistic knowledge, for instance. However it is not possible to explain the development of auditory attention based on visual attention mechanisms. For this reason, the study of both modalities of attention, visual as well as auditory attention, becomes necessary.

Most of the currently available assessment tests of attention focus on either a single aspect of attention or a single sensory modality. Moreover, the results obtained in these studies are not comparable, because they do not share one same theoretical background. Therefore, one of the aims of the present work has been the development of four tests in order to assess sustained as well as selective attention in both sensory modalities, visual and auditory. These tests have been developed based on the clinical model of attention stated by Sohlberg and Mateer. The test design has taken into account the interests of the target population as well as their ecological nature.

We have assessed sustained and selective attention in both the visual and auditory modality in 200 children ranging between 3 and 10 years. Our results show that development of attention is a discontinuous process, with the exception of auditory selective attention which shows a continuous development. Moreover, development of attention depends on the sensory modality, i.e. the auditory modality shows an earlier development compared to the visual modality. Regarding the different types of attention, auditory sustained attention shows an earlier development than selective attention. The former at selective attention reaches the adult-like performance at the age of 10 years.

The results obtained are highly useful for the understanding of disorders such as attention deficit/hyperactivity disorder. It also allows for assessment of attentional processes in both auditory and visual modalities. This makes it possible not only to perform a more accurate differential diagnosis but also to develop intervention programs.

JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Pese al gran número de investigaciones que se han centrado en el estudio de las capacidades atencionales, hoy en día se continúa sin conocer de forma precisa cómo se desarrollan los procesos atencionales, en qué momentos se producen los cambios más significativos y qué relación tienen con la maduración del sistema nervioso central. Por lo tanto, no existe un cuerpo de investigaciones que permita conocer cuál es el proceso que sigue el desarrollo de la atención entre los 3 y los 10 años. Esto puede ser debido a que, hasta este momento, la mayor parte de los estudios han tendido a focalizarse bien en la primera infancia o bien en los trastornos atencionales que aparece durante la niñez.

Asimismo existe un mayor número de estudios sobre la atención visual y las características que deben tener los estímulos visuales que sobre la atención auditiva. A pesar de que la atención auditiva es de vital importancia para el desarrollo de otros procesos cognitivos como es el caso del lenguaje.

Uno de los principales motivos por los que, a nuestro juicio, no se conoce en profundidad el desarrollo de los procesos atencionales tanto visuales como auditivos, es porque no se disponen de pruebas especialmente diseñadas para ambas modalidades sensoriales y adaptadas a la población infantil. El diseño y la elaboración de estas pruebas sería el primer paso para conocer cuáles son los principales hitos en la adquisición de los procesos atencionales.

Son muchas las aplicaciones que se podrían derivar del conocimiento del desarrollo de los procesos atencionales. Una vez identificado cuál es la evolución "normal" se podrá detectar las dificultades o alteraciones que pudieran aparecer y por lo tanto, disponer de la base teórica necesaria para desarrollar herramientas y programas de tanto de estimulación como de intervención específicos para las necesidades de cada menor. Por lo que el conocimiento de desarrollo "normal" nos puede servir tanto para estimular como para intervenir con niños que muestran problemas específicos atencionales, como aquellos que presentan un retraso en el desarrollo,

daño cerebral sobrevenido, parálisis cerebral, o incluso, el trastorno por déficit de atención e hiperactividad, una de las patologías del neurodesarrollo con mayor prevalencia.

En nuestra práctica diaria, tanto en el ámbito científico como en el clínico, realizando valoraciones e intervenciones neuropsicológicas a la población infantil surgió la necesidad de tratar de estudiar estos aspectos. Todo ello nos llevó a plantear la siguiente investigación, centrada en analizar precisamente el proceso y las fases de adquisición de las capacidades atencionales básicas, como la habilidad para mantener la atención en una actividad o la de seleccionar la información relevante entre un conjunto de distractores, teniendo en cuenta las semejanzas y diferencias del procesamiento según la modalidad sensorial de la información.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN A LA PSICOLOGÍA EVOLUTIVA

La psicología evolutiva, uno de los mayores apartados de la psicología, se preocupa por los cambios en la conducta y las habilidades que surgen al producirse este proceso. Los investigadores examinan cuáles son los cambios y por qué ocurren. Dicho de otro modo, la investigación del desarrollo tiene dos objetivos básicos: uno es describir la conducta de los niños en cada momento. El segundo objetivo consiste en identificar las causas y procesos que producen variaciones en la conducta entre una época y otra. Esto implica determinar los efectos de factores tales como la herencia genética del niño, las características biológicas y estructurales del cerebro humano, el entorno social y físico en el que el niño vive, y los tipos de experiencias con que el niño se encuentra.

Consideraciones sobre la infancia

La infancia no se ha considerado como una etapa diferenciada de la edad adulta hasta poco tiempo después de la Revolución Industrial. De hecho, durante siglos, los niños estaban lejos de tener la consideración social y los derechos de los que gozan en la actualidad.

Los bebés no tenían para los adultos el mismo significado que actualmente les atribuyen. Cuando los pequeños lograban superar las numerosas dificultades a que su salud debía enfrentarse, solían ser considerados como adultos en miniatura (Palacios, 1999). La consideración de la infancia como etapa distinta a la adultez tiene lugar a finales del siglo XIX o principios del siglo XX, con la generalización de la educación obligatoria.

En cuanto al interés sobre el desarrollo infantil, el primer diario que se conoce es el de Tiedemann en 1787, sobre las observaciones de su hijo durante casi tres años, aunque sus aportaciones son más de carácter filosófico, tratando de ver la importancia de la experiencia en el surgimiento de una actividad de tipo espiritual. No es hasta mediados del siglo XIX cuando aparecen nuevas publicaciones basadas en diarios a modo de observación.

Sin duda, el impulso decisivo para la constitución de la psicología del desarrollo aparece de la mano del enfoque evolucionista. El propio Darwin publica en 1877 unas observaciones biográficas que había realizado sobre uno de sus hijos, intentando establecer una diferenciación entre lo innato y lo aprendido, y considerando la progresiva complejización de las conductas y su integración jerárquica. Todos estos trabajos dieron como resultado que el método utilizado (los diarios de las observaciones sobre el comportamiento de los niños) fuese considerado como herramienta válida para estudiar el desarrollo de los niños y predispuso el nacimiento de la psicología evolutiva como disciplina científica independiente.

Al mismo tiempo, en los EE.UU. de América, también se acrecienta el interés por disponer de conocimientos específicos en torno al niño. Comienzan a crearse orfanatos y hogares de adopción, juzgados juveniles y escuelas – reformatorios en sustitución de las cárceles, aspectos que contribuyeron a tomar conciencia acerca de las nuevas necesidades de formación para los numerosos profesionales que se ocupaban de la atención de los niños.

Uno de los psicólogos que contribuyó a la implantación de esta disciplina fue Stanley Hall, que comenzó a utilizar de forma generalizada la técnica del cuestionario. A partir de las respuestas obtenidas se establecían una serie de generalizaciones y orientaciones para padres y maestros. Al tiempo que adoptaba como posible explicación del desarrollo la ley biogenética de Haeckel, que recomendaba la educación sin instrucción, dejando seguir el curso del desarrollo normal hasta la adolescencia, momento en que comenzaba un periodo de mayor plasticidad y cambio.

Por otro lado, Baldwin (1894) tratando de descubrir las leyes que determinan el desarrollo y, junto con Darwin, va a ejercer una gran influencia en el que será el gran impulsor de la psicología del desarrollo, Jean Piaget, que propondrá algunas de las ideas que más impacto han tenido en el estudio del desarrollo cognitivo de la infancia.

Alfred Binet fue el precursor de la utilización de los tests de inteligencia como técnicas de evaluación de las diferencias individuales,

aunque su enfoque fuera funcionalista en un momento en el que el estructuralismo y el conductismo eran predominantes en la psicología de la época.

En este periodo se publican las obras de Sigmund Freud. Sus ideas se basaban, en su mayor parte, en la memoria retrospectiva de sus pacientes adultos, provocando que muchas de ellas fuesen cuestionadas por el método de investigación empleado, alejado del paradigma científico. Sin embargo la propuesta psicoanalítica ha ejercido gran influencia en el pensamiento evolutivo, sobre todo por el hecho de afirmar que las experiencias infantiles ejercen una gran influencia en la evolución de la personalidad adulta. Serán las primeras psicoanalistas infantiles, Anna Freud o Melanie Klein quienes perpetuarán la teoría del psicoanálisis aplicada al mundo del niño.

Piaget concibe el desarrollo cognitivo como un proceso constructivo de “reorganización estructural”, mientras que desde los planteamientos modularistas se describe como el simple despliegue madurativo de estructuras especializadas e independientes ya pre-existentes, que propician un funcionamiento eficaz pero relativamente rígido, uniforme y escasamente controlado (Fodor, 1983; Chomsky, 1988). Otros, por el contrario, defienden la idea de una progresiva interdependencia e interrelación entre las estructuras, que sustentaría un conocimiento crecientemente flexible, manipulable y productivo (Carey, 1985; Keil, 1991). E incluso desde una posición más ecléctica, también se han formulado modelos integrados que admiten y coordinan ambos sentidos del desarrollo (Karmiloff-Smith, 1992).

Los autores que consideran que se poseen sistemas modulares innatos niegan la posibilidad de un verdadero desarrollo, ya que sólo reconocen cambios de carácter “madurativo” (pre-fijados o pre-programados). Otros investigadores asumen que se producen cambios auto-generados pero no coinciden en cuanto a la forma de conceptualizarlo. Así unos defienden la existencia de cambios cualitativos en la forma incluso de una serie de estadios discretos y reconocibles en el desarrollo, y otros sólo aprecian una evolución de carácter continuo, sin saltos bruscos o

reorganizaciones generales, basada en un crecimiento cuantitativo que supondría una progresiva ampliación y especialización del conocimiento y habilidades en contextos y dominios específicos. La primera opción se corresponde al estructuralismo piagetiano – estructuralismo genético –, puesto que lo que se defiende es que son las propias estructuras cognitivas las que cambian y evolucionan durante el desarrollo. Mientras que en la segunda cabe situar a la mayoría de las opciones del cognitivismo moderno, que postula la existencia de un único sistema representacional y computacional que operaría a lo largo de toda la vida, aunque con diferentes niveles de diferenciación, interrelación, organización o elaboración.

Este aspecto es importante ya que no se refiere únicamente a la forma del “patrón de crecimiento” que dibuja la función evolutiva (pendiente escalonada vs. lineal), sino también a cómo se interpretan las diferencias en el desarrollo del niño y el adulto. Así una concepción “continua” del desarrollo asume una mayor semejanza entre el adulto y el niño (entre el organismo maduro e inmaduro) en cuanto que les atribuye las mismas capacidades o procesos de base con diferencias únicamente “de grado”, lo que implica mayor estabilidad en cuanto a las diferencias individuales en función de un momento dado. Por lo tanto, su estado en un momento evolutivo posterior resulta mucho más predecible que en un desarrollo “discontinuo”, en el que periodos relativamente estables pueden ir seguidos de cambios bruscos o crecimientos rápidos (Appelbaum y McCall, 1983).

2. PERSPECTIVAS TEÓRICAS

A continuación se describen algunas de las teorías que a lo largo de los años han intentado explicar el desarrollo. Se hará un recorrido por aquellas que se han considerado más relevantes, bien por su repercusión posterior, bien por lo novedoso que para su momento histórico supusieron esas aportaciones.

2.1. ENFOQUE INNATISTA: LA ETOLOGÍA CLÁSICA

Como contrapunto a la concepción ambientalista del conductismo tradicional surgió este enfoque, del que Arnold Gessell fue su propulsor. Este autor asumió una posición extrema con respecto a que el desarrollo humano en gran medida es cuestión de maduración biológica. Fue heredero del funcionalismo de Stanley Hall, que defendió que el desarrollo de la conducta se ve afectado principalmente por procesos internos madurativos. La maduración se convierte en el mecanismo interno por medio del cual se va consiguiendo el progreso en áreas como la conducta adaptativa, la conducta social, motriz o verbal. Gessell (1946) creía que los niños, como las plantas, tan sólo “florecían” siguiendo un patrón y un horario establecidos en sus genes, y sostuvo que la forma en que los padres crían a sus pequeños era de poca importancia. Para él, los cambios que se observan en el desarrollo son debidos a la predisposición innata del organismo para evolucionar, y por el desarrollo espontáneo de los sistemas neuronal, muscular y hormonal del organismo infantil, que es el que determina las conductas motrices y psicológicas (Fernández Lópiz, 2000). Por lo tanto, considera que el crecimiento de la mente está unido y limitado por el crecimiento del sistema nervioso y por el transcurso del tiempo, de tal manera que el niño estará normalmente listo para hacer lo que le corresponde a su edad, cuando sus sistemas nervioso, muscular y hormonal estén preparados para ello (Fernández Lópiz, 2000).

2.2. EL ENFOQUE COGNITIVO-EVOLUTIVO

Para Piaget (1950), que estaba influido por sus antecedentes en biología, consideró que a medida que los niños maduran, adquieren “estructuras cognitivas” cada vez más complejas que les ayudan a adaptarse a sus ambientes.

Una estructura cognitiva es un patrón organizado de pensamiento o acción que se usa para afrontar o explicar algún aspecto de la experiencia.

A cualquier edad, los niños necesitan sus estructuras cognoscitivas para entender el mundo que les rodea. Además debido a que las estructuras cognoscitivas adoptan formas diferentes en función de la edad, los niños más pequeños y los mayores pueden responder a la misma pregunta sobre el mismo objeto de formas muy diferentes.

Si se hace referencia al niño de tres años de edad que cree que el sol está vivo, se puede pensar que esta idea no es algo que el niño aprendió de un adulto. Al parecer fue construida por él basándose en sus propias experiencias, ya que para él todo lo que se mueve tiene vida. Mientras el niño utilice esta interpretación, puede considerar vivo cualquier objeto nuevo que se mueva; es decir, las experiencias nuevas serán interpretadas en función de sus estructuras cognoscitivas actuales, un proceso que Piaget llamó “asimilación”. Con el tiempo, este niño encontrará objetos móviles que no podrían estar vivos, como un avión de papel, que no era nada más que una hoja de periódico antes de que su papá la doblara. Si vuelve a dejar la hoja de nuevo se puede producir lo que se conoce como desequilibrio entre la comprensión del niño y los hechos. Deduce que su esquema “los objetos que se mueven están vivos” tiene que ser revisado. A partir de estas experiencias, se ve impulsado a acomodar, es decir, a alterar los esquemas que ya tiene, de forma que le puedan proporcionar una mejor explicación de la distinción entre objetos animados e inanimados (Piaget, 1955; 1967).

Estas experiencias resultan muy influenciadas por el propio desarrollo. Piaget creía que era necesario, de forma continua, los procesos complementarios de asimilación y acomodación para la adaptación al ambiente. Al principio se intenta entender las experiencias nuevas o solucionar problemas utilizando nuestros esquemas cognoscitivos actuales (asimilación), pero a menudo se encuentra que nuestros esquemas existentes son inadecuados para estas tareas, lo cual nos impulsa a revisarlos de modo que proporcionen un mayor “ajuste” con la realidad. La maduración biológica también desempeña una función importante: a medida que maduran el cerebro y el sistema nervioso, los niños desarrollan mayor capacidad para realizar actividades cognitivas más complejas que les ayudan a construir interpretaciones más correctas acerca de lo que han

experimentado (Piaget, 1970). De este modo, los niños activos y curiosos, que siempre están formando esquemas nuevos y reorganizando su conocimiento, progresan lo suficiente para pensar en cuestiones antiguas a través de formas completamente nuevas, es decir, pasan de una etapa de desarrollo cognoscitivo a la siguiente etapa superior.

Piaget propuso cuatro etapas importantes de desarrollo cognoscitivo (véase tabla 1):

Estadio sensoriomotor (0-2 años): esquemas reflejos y de acción.	
Subestadio 1 (0 - 1 mes)	Ejercicio de los reflejos.
Subestadio 2 (1 - 4 meses)	Esquemas simples.
Subestadio 3 (4 - 8 meses)	Coordinación de esquemas.
Subestadio 4 (8 - 12 meses)	Inicio de la intencionalidad.
Subestadio 5 (12 - 18 meses)	Experimentación activa de nuevas coordinaciones.
Subestadio 6 (18 - 24 meses)	Inención representativa de nuevas coordinaciones.
Estadio preoperatorio (2 - 7 años): organización de esquemas representativos interiorizados. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pensamiento simbólico y preconceptual (2 - 4 años). ▪ Pensamiento intuitivo (4 - 7 años). 	
Estadio de las operaciones concretas (7 - 11 años): operaciones vinculadas a los objetos.	
Estadios de las operaciones formales (11 - 16 años): operaciones desvinculadas de los objetos.	

Tabla 1 – Estadios del desarrollo cognitivo según Jean Piaget.

1. Etapa sensoriomotora: que comprende desde el nacimiento a los 2 años. En esta etapa los esquemas básicos que utilizan para representar la experiencia comprenden sus capacidades sensoriales y motoras que les permiten explorar y obtener una comprensión elemental del ambiente. Al nacer sólo poseen reflejos innatos con los que se enfrentan al mundo. Al final del periodo sensoriomotor pueden efectuar coordinaciones sensoriomotoras complejas. El desarrollo principal se cumple en la medida en que adquieren un sentido primitivo del “yo” y los “otros”; aprenden que los objetos continúan existiendo cuando están fuera de la vista

(permanencia del objeto) y comienzan a internalizar esquemas conductuales para poder generar imágenes o esquemas mentales.

2. Etapa preoperacional: ocurre entre los 2 y los 7 años. Los esquemas que utilizan los niños hacen referencia al simbolismo (imágenes y lenguaje) para representar y comprender diversos aspectos del ambiente. Responden a objetos y hechos de acuerdo con la forma en que las cosas parecen ser. El pensamiento es egocéntrico, lo que significa que los niños piensan que todos perciben el mundo de la misma forma que ellos. En esta etapa, el desarrollo principal se manifiesta en la medida en que los niños incrementan su imaginación a través de sus actividades lúdicas. De forma gradual comienzan a reconocer que las otras personas no siempre perciben el mundo de la misma manera que ellos.

3. Etapa de operaciones concretas: se desarrolla aproximadamente a partir de los siete años. Los niños en este periodo adquieren y utilizan operaciones cognoscitivas (actividades mentales componentes del pensamiento lógico). Es un periodo en el que los niños comienzan a no ser engañados por las apariencias. Al basarse en operaciones cognoscitivas, entienden las propiedades básicas y las relaciones entre objetos y eventos en el mundo cotidiano. Poco a poco adquieren mayor eficiencia para inferir los motivos a través de la observación del comportamiento de otros y de las circunstancias en las que ocurren.

4. Etapa de operaciones formales: Desde los 11 años en adelante. Las operaciones cognitivas de los adolescentes se reorganizan de forma que les permite operar sobre las operaciones (pensar respecto al pensamiento). En esta etapa el pensamiento es sistemático y abstracto. El gran desarrollo que se produce es que el pensamiento lógico ya no está limitado a lo concreto u observable. Los adolescentes disfrutan valorando cuestiones hipotéticas y, como resultado, pueden convertirse en seres idealistas. Son capaces de aplicar el razonamiento deductivo sistemático que les permite considerar muchas soluciones posibles a un problema y escoger la respuesta correcta.

Piaget es un psicólogo del desarrollo fundamentalmente porque trató de descubrir la ontogenia de las funciones cognoscitivas desde el nacimiento hasta la adolescencia. Él mismo denominó su teoría como “epistemología genética”, estudio de la génesis, desarrollo de los conocimientos de la especie humana. Sin duda ha sido uno de los autores más fecundos y relevantes para la psicología del desarrollo.

2.2.1. Otros enfoques cognitivos

A partir de la segunda mitad del siglo XX se ha llevado a cabo una renovación de la psicología.

En torno a 1960 se plantea un modo de hacer psicología científica recuperando el estudio de la mente y de los procesos psicológicos. Este nuevo movimiento adoptó primero el título de procesamiento de la información y más adelante se denominó “psicología cognitiva”. A principios de los años 50 se construye el primer computador digital en la Universidad de Princeton. Entre los científicos pioneros de la denominada “Ciencias y Tecnologías de la Cognición” subyace el interés por describir los procesos cognitivos en términos de operaciones lógicas: el cerebro empieza a ser considerado como una máquina que puede operar deductivamente a partir de los valores lógicos plasmados en las neuronas. Trataron de estudiar el funcionamiento de la mente para aplicar este conocimiento a los ordenadores, pero paradójicamente, se acabó estableciendo tal analogía entre ambos, que la mente misma pasó a ser explicada como un sistema computacional (la metáfora del ordenador).

Coincidiendo con la revolución cognitiva surgen las teorías del procesamiento de la información (PI), que sostienen y refuerzan el carácter computacional de la mente humana, y subrayan la necesidad de explicar y describir los procesos de pensamiento que se utilizan en la resolución de las distintas tareas cognitivas llegando a establecer modelos de simulación computacional.

Las concepciones neoestructuralistas recogen y mantienen las nociones de estadios y cambios cualitativos de origen piagetiano y tratan de integrar en ellas algunos de los principales conceptos y categorías de análisis desarrollados por el enfoque cognitivo del procesamiento de la información (PI). Las teorías del PI parten de una concepción del ser humano como un sistema cognitivo capaz de procesar, almacenar y recuperar información, y utilizan en forma más o menos explícita la metáfora del ordenador. Considerando al organismo como un dispositivo computacional que manipula símbolos pero que su estructura física es biológica y no electrónica (García Madruga y Lacasa, 1990).

La teoría sobre los operadores constructivos que ha formulado Juan Pascual-Leone, trata de conjugar una concepción de estadios con el análisis de los procesos típicos del PI y la existencia de importantes diferencias individuales. La idea aportada por Pascual-Leone que ha tenido mayor éxito e influencia es la relativa al operador M y su patrón de desarrollo con la edad. Este operador, también llamado “energía mental” o “espacio mental”, se refiere a la capacidad atencional que utiliza el sujeto en una tarea concreta y que determinará el número de esquemas que podrá aplicar en su resolución. El espacio mental M se corresponde con la memoria operativa o almacén a corto plazo que sostienen las teorías del PI. Pascual-Leone sostiene que los cambios que se producen entre un estadio y otro se podrían explicar con el incremento con la edad del espacio mental (Fernández Lópiz, 2000). Por lo tanto, la transición entre los estadios de Piaget quedaría explicada en función del aumento cuantitativo, debido a procesos madurativos, del espacio mental M.

Case (1984), además de su intento de síntesis entre el enfoque del PI y las concepciones piagetinas, ha incorporado algunos conceptos y valoraciones provenientes del enfoque que tiene su origen en las teorías de Vygotski y Brunner, las cuales otorgan una mayor relevancia al lenguaje, la cultura y la interacción social. Case considera, al igual que Piaget, que el

desarrollo cognitivo se produce a través de una serie de estadios, es decir, a través de una secuencia jerárquica, cada vez más compleja, de estructuras mentales (Case, 1984).

Por otra parte, Siegler (1984) propone formalizar las reglas que los niños usan y el modo cómo las aplica en la resolución de los problemas; concluyendo que la existencia de ciertos patrones homogéneos subyacentes a las distintas tareas es que cuando los niños carecen del procedimiento concreto para resolver un problema, recurren a una regla previa ya estandarizada. El desarrollo se explicaría mediante un modelo cíclico por el que las reglas utilizadas en una tarea son modificadas a través de nuevas formas de codificación generadas por el aprendizaje. Se explicaría de este modo la relación entre aprendizaje y conocimiento.

Asimismo se ha profundizado en el estudio de procesos como la memoria o la propia inteligencia. Desde el modelo de PI, la estructura de la memoria se concibe como un almacén con diferentes subsistemas de memoria: sensorial, a corto plazo y a largo plazo. Como era de esperar, la psicología evolutiva ha resaltado las diferencias entre los tipos de memoria en el niño y en el adulto defendiendo la existencia de diferentes factores explicativos.

En otro orden de cosas, no se puede dejar de mencionar a autores como Fodor que ha elaborado una propuesta de funcionamiento mental modular de enorme repercusión en las teorías del desarrollo. Su visión ha sido ampliamente criticada por ser fundamentalmente no evolutiva en su concepción de la mente. Sostiene que la mente está compuesta de módulos o sistemas de entrada de datos genéticamente especificados de funcionamiento independiente y dedicado a propósitos específicos. Desde el comienzo funcionan en el bebé al igual que en el adulto. Su funcionamiento no tiene apenas papel relevante en el aprendizaje. El papel de la experiencia consistiría en proporcionar la información para disparar el procesamiento del módulo que, una vez activado, actúa de manera automática y preprogramada, sin ser su funcionamiento revisable a partir de los resultados o de la experiencia.

Bruner es uno de los primeros autores cognitivistas que elabora una teoría estructurada del aprendizaje cognitivo. Para este autor el aprendizaje es algo que el sujeto realiza al manejar y utilizar la información; así, la conducta del sujeto es una actividad compleja que implica, fundamentalmente, una adquisición, una transformación y una evaluación de la información procedente del medio (Fernández Lópiz, 2000). La educación (adoptando un punto de vista próximo a Vygotski) es considerada como un proceso social y culturalmente organizada para ensanchar las capacidades del sujeto, de manera que sea posible su incorporación activa a la sociedad. En este marco, la enseñanza se plantea como meta fundamental ayudar al alumno a pasar, progresivamente de un pensamiento concreto a un estadio de representación conceptual y simbólica. La cultura es un universo de significados a los que se acceden a través de un proceso que se inicia desde el mismo momento del nacimiento. Las significaciones de los adultos no se reproducen directamente en la mente del niño. Los adultos modelan las acciones de los niños hasta que éstos interiorizan, primero la forma y luego el significado de las actividades que practican.

Bermejo (1994) destaca dos aspectos que han marcado el campo de estudio de esta disciplina. Uno de ellos ha sido el incremento de sensibilidad social y científica ante las últimas etapas del ciclo vital, que se ha traducido en el enfoque del ciclo vital a partir de la década de los setenta. El otro aspecto se refiere de modo significativo a la etapa que comprende los primeros años del desarrollo, debiendo indicar el notable interés que los investigadores están concediendo a esta etapa del ciclo vital.

2.3. LA TEORÍA SOCIOCULTURAL DE VYGOTSKI

Otra gran figura de la psicología del siglo XX que ha contribuido a la consolidación de la psicología evolutiva es Vygotski (1896-1934) con su perspectiva sociogenética. Vygotski parte de lo que el niño es capaz de realizar sin ayuda (nivel real) y lo que podrá hacer con ayuda del medio

externo (nivel potencial) y que, una vez internalizado se convierte en logro evolutivo.

Desde la visión vigostkiana el desarrollo cognitivo se concibe como el proceso por el que el niño va apropiándose de los conocimientos, metas, actividades y recursos culturales – de pensamiento y de conducta- que la sociedad o comunidad en que vive ha desarrollado para su supervivencia; de manera que es a través de este proceso – que implica una internalización personal de ese bagaje socio-cultural que se le transfiere- como se convierte, de hecho, en un miembro más de la sociedad. Y este concepto de “internalización” es sin duda el eje de la concepción vygostkyana del desarrollo, aunque posiblemente su valor es más descriptivo que explicativo.

2.4. MODELO BIOLÓGICO DEL DESARROLLO

El debate sobre la contribución cuantitativa de la herencia y el medio al comportamiento humano ha ido dando paso al interrogante sobre la contribución cualitativa de los factores genéticos y ambientales en los distintos procesos psicológicos y la naturaleza de la interacción de dichos factores. En esta línea se sitúan los modelos de sistemas psicobiológicos evolutivos (Greenough, 1991; Horowitz, 1987, Magnusson, 1995, 1998). Ha adquirido especial relevancia la teoría psicobiológica evolutiva de Gottlieb (1996). El autor toma como referentes directos para su formulación los principios de la teoría general de sistemas de von Bertalanffy y sus aplicaciones al terreno evolutivo por parte de Kuo, Schneirla y Lehrman (Gottlieb, 1997; Gottlieb, Wahlsten y Lickliter, 1998). También se inspira para definir los niveles del sistema organismo-medio y la forma en que éstos interactúan, en los trabajos del embriólogo Paul Weiss y el genetista Sewall Wright. Estos autores establecen distintos niveles intra-organísmicos, situando a los genes (o ADN) en el primero de ellos, y al organismo como totalidad en el último; además, incluyen un nivel extraorganísmico: el ambiente.

La actividad genética y la actividad neural son los dos niveles orgánicos que considera Gottlieb. Además, asigna un nivel a la conducta y en el ambiente incluye el físico, social y cultural. Por otro lado, conserva como elemento crucial en su planteamiento la bidireccionalidad de las transacciones entre niveles haciendo especial énfasis en que, los genes constituyen un nivel más del sistema, incluyendo los estímulos del ambiente exterior. Apoya esta argumentación en los datos sobre los efectos activadores e inhibidores que sobre la actividad genética tienen los eventos sensoriales y neuronales (Gottlieb, Wahlsten y Lickliter, 1998).

El modelo de Gottlieb es el marco idóneo para la noción de epigénesis probabilística acuñada por el propio autor (Gottlieb, 1998); con ella quiere llamar la atención sobre la idea de que el producto del proceso evolutivo no está determinado genéticamente sino que varía en función de las interacciones entre los niveles orgánicos y ambientes. Es una concepción que recibe amplio consenso.

2.5. LA TEORÍA DE LOS SISTEMAS ECOLÓGICOS DE BRONFENBRENNER

La teoría de los sistemas ecológicos proporciona un análisis detallado de las influencias ambientales. Su teoría, inspirada en el trabajo de Brim (1975), queda recogida y sistematizada en su obra *Ecología del desarrollo humano* (1979). Mantiene una visión interaccionista del desarrollo descrito como cambios en la manera en que la persona percibe y se relaciona con su ambiente. Bronfenbrenner se basa en el supuesto de que los ambientes naturales son la fuente principal de influencia sobre las personas en desarrollo. Parte de la necesidad de estudiar el individuo y el ambiente como un sistema dual en que se producen influencias recíprocas. La concepción del desarrollo en el marco de esta teoría ecológica parte de la propuesta de que el desarrollo no se produce nunca en el vacío, sino que se circunscribe y expresa a través de conductas contextualizadas, inscritas en un ambiente determinado. Bronfenbrenner entiende que los cambios que se producen en el desarrollo mantienen una continuidad temporoespacial, como consecuencia de modificaciones en las

características de la persona. Asimismo, supone que existe un cambio en dos campos: el de la percepción y el de la acción (Fernández Lópiz, 2000).

CAPÍTULO 2. EL DESARROLLO DESDE LA NEUROPSICOLOGÍA INFANTIL

1. INTRODUCCIÓN

La neuropsicología infantil tiene como principal objetivo el estudio de las relaciones entre el desarrollo del sistema nervioso central y la adquisición de los procesos cognitivos, emocionales y la conducta (Anderson y cols, 2001). El desarrollo de los procesos cognitivos y emocionales se rige por unos principios generales, que se describirán en un primer momento. A continuación, y basados en éstos, se presentarán los principales hitos que tienen lugar en el desarrollo cerebral y cognitivo durante la infancia, y que continuarán hasta la edad adulta.

1.1. PRINCIPIOS QUE RIGEN EL DESARROLLO

1.1.1. *Discontinuidad*

Se podría definir el desarrollo como *“un crecimiento continuo, que es periódicamente interrumpido por breves periodos de rápido cambio”* (Thompson y Stewart, 1986). Estos breves periodos de rápido cambio marcan la transición de un estadio de desarrollo a otro cualitativamente diferente (Moolenaar y cols, 1996). Las edades a las que ocurrían estas transiciones fueron descritas hace más de 50 años por Jean Piaget (Piaget, 1953) y, en los últimos años, han sido corroboradas por distintos estudios neuroanatómicos (Anderson y cols, 2001; Kolb y Wishaw, 1996) y neurofisiológicos (Matousek y Petersen, 1973; Thatcher, 1992). Por esta razón nos hemos basado en el modelo de Piaget (Piaget, 1953; 1955; 1967) y en las ampliaciones que los miembros de la escuela neo-piagetiana han realizado de su teoría (Case, 1985; Fischer, 1980; Pascual-Leone, 1970) para estructurar los hitos evolutivos que se describirán más adelante en los siguientes estadios de desarrollo:

- Primera infancia (0 a los 2 años).
- Periodo preescolar (2 a los 6 años).
- Periodo escolar (6 a los 12 años).
- Adolescencia (12 a los 20 años).

En contra, algunos autores, partiendo del hecho de que la ejecución en cada nivel de desarrollo varía en función de distintos factores como el contexto de evaluación, el estado de arousal o el estado emocional, han argumentado que no existen estadios generales de desarrollo (Braineord, 1978; Flavell, 1982). Sin embargo estos argumentos no han tenido en cuenta que, aunque la ejecución en un determinado momento del desarrollo no es siempre exactamente la misma, sí se encuentra dentro de un rango de desarrollo. De esta idea surge el concepto de zona de desarrollo próximo (ZDP), que Vygotsky definió como *“la distancia entre el nivel de desarrollo real, determinado por la resolución de un problema sin ayuda, y el nivel de desarrollo potencial, determinado por la resolución de un problema bajo la guía de un adulto, o en colaboración con sus compañeros más competentes”* (Vygotsky, 1978) (pág. 86).

Si se utiliza, el cerebro del niño podría ser una semilla que tiene la capacidad y el potencial de desarrollarse hasta llegar a convertirse en una planta, lo que sucederá siempre y cuando se le den los cuidados necesarios (nutrientes, agua, luz). Si esto ocurre de una manera continuada, un día la planta germinará. En el caso del niño, el cuidado necesario para que alcance el nivel de desarrollo potencial es, principalmente, la práctica. Y la germinación se correspondería con la emergencia de un estadio de desarrollo cualitativamente diferente (Fischer y Rose, 1996), con la adquisición de una competencia cognitiva nueva, reflejo del establecimiento y refinamiento de nuevos circuitos cerebrales.

A partir de estos conceptos se pueden explicar frases que se escuchan frecuentemente en los centros educativos, como “su hijo todavía es inmaduro” y por este motivo, aunque se le intente enseñar una conducta nueva, todavía “no está preparado”. Otro comentario que se escucha habitualmente estaría relacionado con la práctica y por ejemplo, podría ser: “su hijo podría hacerlo mucho mejor pero le falta trabajar en casa”.

Estos ejemplos permiten introducir el segundo principio: la interacción necesaria entre la genética y el ambiente para que se den, de manera efectiva, los procesos de desarrollo.

1.1.2. Interacción genética-ambiente

El cerebro se desarrolla, en un primer momento, según un programa genéticamente determinado que hace que señales, tanto moleculares como eléctricas, surjan espontáneamente durante el desarrollo de los circuitos neuronales (Nelson y cols, 2006). Un fenómeno esencial en la creación de los circuitos neuronales es la sinaptogénesis, es decir, la creación de los contactos sinápticos entre neuronas que permitan su comunicación. La primera oleada de formación de sinapsis es un proceso aleatorio determinado genéticamente que produce un gran número de contactos sinápticos entre neuronas por el mero hecho de poder comunicarse empleando unos neurotransmisores concretos (Changeux y Danchin, 1976). De esta manera se llegan a formar hasta un 40 por ciento de conexiones sinápticas más que en el adulto (Huttenlocher y Dabholkar, 1997a), sin embargo no todas ellas son funcionalmente relevantes. Por este motivo tiene lugar el proceso de poda, tras el cual sólo perdurarán las conexiones más eficientes en función de las demandas ambientales, o lo que es lo mismo, las sinapsis que se repiten se mantendrán, mientras que las que no se repiten serán eliminadas (Casey y cols, 2000; Hebb, 1949). Tal y como lo definió el neurocientífico premio Nobel, Gerald Edelman, el proceso de poda sináptica sería una especie de “*darwinismo neural*”. Macroanatómicamente, según ha sido observado mediante resonancia magnética (RM), este fenómeno se refleja en una disminución en el volumen de la sustancia gris cerebral (Jernigan y cols, 1991).

En conclusión, se puede decir que el desarrollo no está determinado, ni mucho menos, por la genética, sino que la experiencia, en general el ambiente, juegan un papel esencial (Thompson y Nelson, 2001a). Por este motivo, durante el periodo pre- y perinatal, el desarrollo del cerebro es altamente vulnerable a acontecimientos como prematuridad, bajo peso al nacer, infecciones, o hipoxia, que pueden tener importantes repercusiones sobre el curso normal del desarrollo (Spren y cols, 1995).

1.1.3. Jerarquía

El refinamiento de los circuitos neuronales en distintas regiones del cerebro del niño no es homogéneo ni paralelo en el tiempo, es decir, es heterocrónico (Giedd, 2004a; Giedd, 2004b; Gogtay y cols, 2004). Hasta hace relativamente poco se asumía que la heterocronicidad era una característica intrínseca al desarrollo cerebral en diferentes especies (Greenfield, 1991), de manera que las áreas sensoriales y motoras tenían un desarrollo más temprano que las áreas asociativas. Sin embargo hoy se sabe que esto no se cumple, ni siquiera, en el caso de nuestros parientes filogenéticos más cercanos, los primates, en los que la sinaptogénesis es concurrente en todas las regiones corticales, incluida la corteza prefrontal (Rakic y cols, 1986). Este hecho tiene una implicación funcional muy importante, ya que los sistemas neuronales comienzan a ser funcionales en el momento en que se desarrollan sus conexiones sinápticas, por lo que en los primates todos los sistemas corticales comienzan a ser funcionales aproximadamente de manera simultánea (Huttenlocher y Dabholkar, 1997a). Sin embargo, en el ser humano, la creación de sinapsis tiene lugar en distintos momentos para distintas regiones, durante un periodo relativamente prolongado de tiempo (Huttenlocher y Dabholkar, 1997a), lo que podría suponer la emergencia de una nueva forma de organización funcional de los circuitos neuronales, cualitativamente diferente de la que presentan especies filogenéticamente más antiguas.

La heterocronicidad presenta un patrón espacial consistente, que fue evidenciado hace unos años por estudios electrofisiológicos (Thatcher, 1992; 1996) y está siendo confirmado recientemente por estudios realizados con RM (Giedd, 2004b; Gogtay y cols, 2004). Según todos ellos, la organización cerebral ocurre de manera general:

- lateral a medial,
- de rostral a caudal y,
- del hemisferio izquierdo al derecho.

El desarrollo, por lo tanto, sigue una secuencia jerárquica, en la que las regiones sensoriales y motoras primarias, maduran antes que las

regiones asociativas, como la corteza prefrontal o las cortezas supralímbica y parieto-temporal asociativa (Chugani y Phelps, 1986; Huttenlocher, 1990; Yakovlev y Lecours, 1967b).

De lo anteriormente descrito, se puede concluir a modo de resumen, que las regiones filogenéticamente más antiguas maduran antes que las más recientes (Giedd, 2004b; Luu y Tucker, 1996). Como parece lógico, la funcionalidad de las regiones de asociación sólo tiene sentido una vez que las regiones sensori-motoras han madurado (Giedd, 2004b), ya que su cometido es integrar y trabajar sobre lo que es inicialmente procesado en estas últimas. En este sentido, el cerebro presentaría una organización vertical, en la que las estructuras más recientes estarían en lo más alto de la jerarquía ejerciendo un papel de regulación de las estructuras más antiguas así como de auto-regulación del desarrollo cortical (Luu y Tucker, 1996). Esta labor estaría desempeñada principalmente, por la corteza prefrontal que, en la especie humana, ha experimentado un crecimiento “desproporcionado” hasta llegar a ocupar el 29% del total de la corteza (Fuster, 2002). Sin embargo, hay que tener en cuenta, que el desarrollo de los procesos cognitivos no depende únicamente de la maduración de regiones cerebrales específicas (por ejemplo, la corteza prefrontal), sino también de la maduración de las conexiones entre ellas (Capilla y cols, 2004; Luciana y Nelson, 1998; Stuss, 1992). Para que los distintos circuitos neuronales se integren en un único sistema cognitivo es necesario que estén bien comunicados. Un fenómeno clave para que esta comunicación sea óptima es la mielinización de los axones, que se ha relacionado con el incremento de volumen de la sustancia blanca observado mediante RM (Giedd, 2004b; Gogtay y cols, 2004). La mielinización consiste en la formación de vainas de mielina alrededor de los axones con la función de incrementar la velocidad de transmisión de los impulsos eléctricos en más de 100 veces (Giedd, 2004b). El incremento en la velocidad de procesamiento aumenta la eficacia del sistema neuronal (Spreeen y cols, 1995), ya que permite mejorar la capacidad para combinar de manera precisa información de múltiples fuentes (Giedd, 2004b). Este proceso comienza en pequeña medida antes del nacimiento (Thompson y Nelson, 2001b; Yakovlev y Lecours, 1967b) y continúa hasta la edad adulta (Benes, 2001; Rourke y cols, 1983; Thompson y Nelson, 2001b). En concreto, la

mielinización comienza en el tercer mes de gestación, correlacionando con el aumento del peso cerebral (Lemire y cols, 1975), por el sistema nervioso periférico, las raíces motoras y sensoriales, y las cortezas somatosensorial, visual y auditiva, en este orden. Poco después del nacimiento se produce la mayor parte de la mielinización (Rosenzweig y Leiman, 1997). Tras el primer año de vida, el cerebelo y todas las regiones del cuerpo calloso ya han comenzado su mielinización (Nelson y cols, 2006). Paralelamente se desarrollarán las áreas de asociación parietales y temporales (Spreen y cols, 1995). Las últimas áreas en mielinizarse serán la corteza parietal posterior y la prefrontal (Rains, 2002), que no completará este proceso hasta entrada la edad adulta (Klingberg y cols, 1999; Paus y cols, 1999). Como se puede apreciar en la secuencia descrita, la mielinización, como los demás procesos implicados en el desarrollo cerebral, se rige por este principio de jerarquía (Flechsig, 1901; Kinney y cols, 1988; Rains, 2002), que será también la tónica del desarrollo cognitivo, como se verá en el siguiente apartado.

Hasta aquí se han expuesto los principios básicos del desarrollo. A partir de ahora se presenta el desarrollo de los procesos cognitivos, reflejo del desarrollo que está ocurriendo en cada momento en el cerebro de los niños. Sin embargo, se ha de tener en cuenta que los procesos cognitivos no se desarrollan de manera aislada (Bova y cols, 2007), por lo que tras la descripción de los principales hitos de desarrollo de cada período intentaremos ofrecer una visión integradora de las relaciones existentes entre las destrezas adquiridas de manera concurrente en los distintos procesos cognitivos.

2. PRIMERA INFANCIA (0 A LOS 2 AÑOS)

Durante los dos primeros trimestres de gestación se forma la arquitectura básica del cerebro, posteriormente, y a lo largo de los primeros años de vida, tienen lugar cambios en los circuitos neuronales y en las conexiones que mantienen entre sí, lo que permite que la funcionalidad del cerebro vaya, progresivamente, en aumento (Nelson y cols, 2006).

En el momento del nacimiento, el nervio vestibulococlear ya está mielinizado, sin embargo, las raíces sensoriales, que comenzaron este proceso durante el periodo prenatal, aún no lo han finalizado (Thompson y Nelson, 2001b; Yakovlev y Lecours, 1967a). Con respecto a las vías motoras, experimenta el proceso de mielinización el fascículo corticoespinal entre el sexto y el octavo mes. Otra estructura que comienza su mielinización tras el nacimiento es la formación reticular, localizada en el tronco encefálico y cuya función es mantener el nivel mínimo de conciencia y la regulación de la atención (Kolb y Whishaw, 1996; Mesulam, 1985a). El desarrollo de otros tractos intracorticales como el fascículo arqueado o el fascículo longitudinal inferior, es más tardío y continúa hasta los 12 meses.

La densidad sináptica es otro parámetro que permite observar la secuencia jerárquica de desarrollo que se explicaba en el apartado anterior. Mientras que el pico en la densidad sináptica de la corteza visual se da alrededor de los 4 meses, en otras regiones, como las regiones responsables de la audición y el lenguaje este hecho no se observa hasta unos meses más tarde (Thompson y Nelson, 2001b). Como cabe esperar, una de las regiones cuyo desarrollo sináptico es más tardío es la corteza prefrontal. En concreto, la cima en la densidad de sinapsis en la corteza prefrontal mesial ocurre alrededor del año (Huttenlocher y Dabholkar, 1997b; Thompson y Nelson, 2001b), coincidiendo con el incremento de la tasa metabólica en esta región, como se verá a continuación.

En el recién nacido se aprecia, como era de esperar, una mayor actividad en las estructuras más antiguas filogenéticamente (Chugani, 1996) con respecto a los patrones metabólicos observados por medio de tomografía por emisión de positrones (PET). Así, las regiones con una mayor tasa metabólica son los núcleos talámicos, el tronco cerebral, el vermis cerebeloso, la corteza sensorio-motora primaria, (Chugani y Phelps, 1986; Chugani y cols, 1987), la corteza cingular, la región hipocampal y, ocasionalmente, los ganglios basales (Chugani, 1996; 1998). Desde los seis hasta los doce meses el consumo metabólico en la corteza prefrontal experimentará un aumento significativo, lo que explica la adquisición, durante este periodo de un gran número de habilidades (Capilla y cols, 2004; Chugani y Phelps, 1986). A partir de los 18 meses la tasa de

consumo de glucosa es similar a la del adulto, los circuitos que comenzaron a madurar hace ya 12 meses se encuentran instaurados lo que permitirá al niño adquirir habilidades cada vez más complejas.

2.1. Percepción

Nada más nacer, el bebé está recibiendo información del entorno por medio de los órganos sensoriales. Su sistema sensorial responde cuando detecta un estímulo ya sea auditivo, olfativo, visual, táctil o gustativo. Los bebés hasta los dos meses responden a los sonidos dentro de la frecuencia del habla y tienen una preferencia por el habla frente a otros sonidos rítmicos (Lorber y Yurk, 1999; Paul y Cohen, 1982). Asimismo son capaces de identificar a su cuidador estando dormidos, en función del olor y la forma en la que les acunan (Berger, 2003).

A las pocas semanas ya pueden percibir los bordes y la profundidad de los objetos (Berger, 2003; Goren y cols, 1975; Kellman, 1996), mostrando una preferencia hacia figuras compuestas por líneas curvas (Frantz y Miranda, 1975) y rostros humanos (Goren y cols, 1975; Nelson y cols, 2006). La capacidad de reconocer caras seguirá perfeccionándose a lo largo del primer año de vida, en relación con la mielinización del fascículo longitudinal inferior (Kellman, 1996).

Entre los 2 y 3 meses el bebé es capaz de percibir los colores y la estructura global de una imagen, pudiendo reconocer el rostro de su madre (Fernández-Guinea, 2003).

A los 3 meses se producen una serie de cambios perceptivos, principalmente en la capacidad de discriminación perceptiva y en la visión binocular (Held, 1995), que son debidos a la maduración de los órganos visuales, la corteza visual y las vías que conectan ambos (Ruff y Rothbart, 1996b). Alrededor del octavo mes, tanto la agudeza visual como la binocularidad, alcanzan niveles adultos (Gwiazda y cols, 1989).

Finalmente, entre el sexto y el noveno mes de vida, el bebé es capaz de extraer información sobre la forma cuando la imagen completa está

ausente, así como de percibir los movimientos humanos y las emociones faciales como un todo organizado y con significado (Fernández-Guinea, 2003).

2.2. Memoria

A los 3 meses se produce un aumento en la velocidad con la que los bebés son capaces de reconocer un acontecimiento vivido (Colombo, 1995). Se podría hablar, entonces, de una memoria pre-explícita, que depende principalmente del hipocampo. Con el objetivo de conocer hasta qué punto los bebés prelingüistas son capaces de recordar situaciones, Rovee-Collier (Rovee-Collier, 1990; Rovee-Collier y Gerhardstein, 1997) diseñó una investigación en la que colocaba un móvil atado a la pierna de bebés de 3 meses con una cinta, de forma que pasaron de dar patadas aleatoriamente a mover la pierna para que el móvil se balanceara. Una semana después, cuando se les presentó el móvil, los bebés comenzaron a dar patadas esperando que éste se moviera. Sin embargo, si en vez de una semana se dejaba transcurrir dos semanas, los bebés parecían no recordar que si movían su pierna el juguete también lo haría. Por lo que decidieron introducir una sesión de “reactivación” entre las dos semanas, que consistía, únicamente, en mostrarles el móvil pero no se les ataba la cinta a la pierna, es decir, no podían moverlo si daban patadas. Así se comprobó que en esta ocasión, los bebés sí eran capaces de recordar que si movían su pierna también lo haría el juguete. Investigaciones posteriores encontraron que las condiciones externas en las que se producían las sesiones de reactivación condicionaban la ejecución en la sesión de recuerdo, resultándoles más fácil recordar la tarea si estaban siempre en la misma habitación (Adler y cols, 2000; Rovee-Collier y DuFault, 1991) o si durante la sesión de reactivación estaba sonando la misma música y se olían los mismos olores que durante la primera sesión de aprendizaje (Rubin y cols, 1998). Estos hallazgos indican que las señales contextuales son de gran importancia a la hora de establecer la memoria (Papalia y cols, 2001).

El papel del condicionamiento operante es altamente relevante para la adquisición de nuevas conductas. El bebé actúa e influye en el ambiente,

cuando sonrío obtiene la atención de los padres o cuidadores lo que provoca que esta nueva conducta se repita (Papalia y cols, 2001). Además, como se ha comentado anteriormente, la repetición es un proceso esencial para el afianzamiento de una habilidad y el desarrollo de un proceso cognitivo. Por lo tanto, el condicionamiento jugaría un papel importante en el fortalecimiento de conductas que el bebé tiene adquiridas en cada momento.

A partir de los 6 meses, la maduración del hipocampo, especialmente del giro dentado, junto con el desarrollo del área circundante (la corteza parahipocámpal), se ha relacionado con la mejora gradual y progresiva de la memoria explícita, que se prolongará durante los años siguientes (Nelson y cols, 2006; Parkin, 1997). De esta manera, a partir de los nueve meses, los bebés empiezan a imitar las conductas que ha realizado otro adulto tras una demora y son capaces de anticipar el futuro basándose en experiencias básicas del pasado reciente.

2.3. Prerrequisitos de las funciones ejecutivas

Como se ha comentado anteriormente, alrededor del año de vida se suceden en el cerebro una serie de cambios, tanto anatómicos (Huttenlocher y Dabholkar, 1997b) como funcionales (Chugani y Phelps, 1986; Chugani y cols, 1987), que inciden de manera preferente sobre la corteza prefrontal. Aunque a esta edad tan temprana aún no se pueda hablar de funciones ejecutivas, sí es cierto que esta serie de cambios están reflejando la preparación del cerebro para adquirir los pre-requisitos que darán lugar, al final del periodo preescolar, al pleno desarrollo de las funciones ejecutivas.

Uno de estos pre-requisitos es la permanencia del objeto, que se refiere a la capacidad para crear una representación mental del mundo que le rodea y mantener esta información activa (Piaget, 1950). Se ha sugerido que la función subyacente a esta habilidad, además de la percepción y la detección de cambios espaciales, es la memoria operativa (Capilla y cols, 2004; Diamond, 2006; Goldman-Rakic, 1988). Su evaluación se ha llevado a cabo mediante tareas de respuesta demorada, equivalentes a la tarea A

no B utilizada por Piaget (1950), en la que un objeto es escondido en uno de los dos lugares posibles (uno a la derecha; otro a la izquierda). Transcurridos unos segundos el niño debe señalar el lugar dónde ha sido escondido el objeto. Esto supone que el niño ha tenido que mantener esta información activa durante ese tiempo, además de inhibir la tendencia de respuesta dominante que le llevaría a señalar la posición en la que se encontraba el objeto en el ensayo previo (Capilla y cols, 2004; Goldman-Rakic, 1988). Los niños, antes de adquirir esta habilidad, muestran un patrón conductual similar al observado en pacientes con daño cerebral del lóbulo frontal, cuando buscan el objeto de forma repetida (error perseverativo) en la posición en la que se encontraba en el ensayo anterior (Diamond, 2002). La permanencia del objeto aparece aproximadamente a los 8 meses (Piaget, 1950), y se desarrolla durante el periodo comprendido entre los 8 y los 12 meses, en el que se observan incrementos en el tiempo de demora de 2 segundos cada mes (Capilla y cols, 2004). Finalmente, aunque la corteza prefrontal es una estructura clave en esta habilidad, y en la memoria operativa espacial en términos más generales, no es la única región involucrada. Sería más correcto decir que la habilidad está en la *conexión* de la corteza prefrontal con regiones corticales posteriores, en especial, con la corteza parietal (Capilla y cols, 2004; Fox y Bell, 1990; Klingberg y cols, 2002; Luciana y Nelson, 1998).

2.4. Lenguaje

A los 8 meses es el momento en el que los bebés inician el balbuceo con sonidos vocálicos y consonánticos repetidos en sílabas (ma-ma-ma; pa-pa-pa). Al final del primer año de vida ya son capaces de comprender palabras sencillas, entonaciones simples y comienzan a emitir las primeras palabras reconocibles (Berger, 2003), aunque a esta edad el lenguaje simplemente acompaña a la acción (Ruff y Rothbart, 1996b). Entre el primer y segundo año aumenta el vocabulario, aunque no de manera constante, adquiriendo 50 palabras entre el decimotercero y decimoctavo mes. En este momento se produce una eclosión del vocabulario llegando a aprender tres o más palabras al día, mayoritariamente sustantivos (Gentner y Boroditsky, 2001), seguidos en el tiempo por palabras de acción y, finalmente, de estado (Berger, 2003). Sin embargo, el niño deberá esperar

un poco más para conseguir el dominio del lenguaje y que éste le ayude a regular su conducta.

El retraso en la adquisición del lenguaje y sus posibles repercusiones sobre otros procesos cognitivos ha generado un gran número de investigaciones. Los niños que comienzan a hablar tarde son considerados “niños de riesgo” para presentar un retraso en el lenguaje posteriormente (Hohm y cols, 2007; Tomblin y cols, 2003). Un estudio longitudinal realizado recientemente ha encontrado que el nivel del lenguaje tanto expresivo como receptivo a los 10 meses es un indicador del desarrollo cognitivo y del rendimiento académico a los 10 años de edad y que, este hecho, depende del género, permitiendo una predicción más clara en el caso de las niñas con respecto a los niños (Hohm y cols, 2007). Otros estudios indican que los bebés que desarrollan el lenguaje más rápidamente llegan a niveles superiores de educación a los 16 y 31 años (Taanila y cols, 2005)

2.5. Desarrollo afectivo y social

Entre los 2 y los 3 meses aparece el establecimiento del contacto ocular. Este hecho es de vital importancia para el desarrollo de la relación afectiva entre bebé y cuidador. En un estudio realizado por Robson y Moss (1970) las madres referían que era en este momento, entre las 6 y 9 semanas, cuando reconocían a sus hijos como individuos.

Los juegos “cara a cara”, además de tener un papel relevante en el desarrollo de la atención, como se comentó anteriormente, son muy importantes para alcanzar los primeros hitos de la interacción social. Así, si el adulto utiliza una expresión alegre y la acompaña de frases, la respuesta y el tiempo que dedica el bebé a mirar la cara de su compañero de juego será mayor que si el adulto simplemente sonríe o dice las frases acompañadas de una expresión facial neutra (Field, 1981; Stern, 1974).

A los 5 meses el bebé comienza a manipular objetos al tiempo que aparece uno de los hitos fundamentales en el desarrollo social y emocional, la ansiedad de separación (Papalia y cols, 2001). A partir de este momento el bebé es capaz de reconocer la cara de sus cuidadores y, por tanto,

identificar a los extraños reaccionando ante ellos, en la mayoría de los casos, de manera negativa. Conforme transcurren los meses, los bebés manejan su ansiedad de distintas formas: a los seis meses lloran e intentan alejarse del extraño; a los doce, para tranquilizarse, se chupan el pulgar; y, a los dieciocho ya son capaces de desviar su atención hacia algo distinto o intentan dirigir la interacción con el extraño (Manelsdorf y cols, 1995). Estos distintos comportamientos son el reflejo del desarrollo cerebral que los niños están experimentando y que les permite llevar a cabo conductas en las que, cada vez, intervienen más procesos: a los seis meses presentan una respuesta emocional incontrolada junto con una respuesta motora de evitación; a los doce, son capaces de regular la respuesta emocional y poner en marcha una conducta que les tranquiliza basándose en su experiencia; y, finalmente, a los dieciocho meses pueden regular su respuesta emocional, cambiar el foco atencional hacia otro estímulo que no les produzcan ansiedad, e iniciar una conducta.

Entre los 9 y 12 meses, el niño guía su comportamiento basándose en la reacción de sus padres (Nelson y cols, 2006). A esta edad el niño regula su conducta, principalmente, utilizando la información auditiva que le proporciona la voz del adulto más que analizando la información del rostro (Mumme y cols, 1996), ya que, cuando atiende a su padre/madre, no mira a la cara más tiempo que a otra parte del cuerpo (Walden y Ogan, 1988). Durante el segundo año de vida, sin embargo, los niños ante una situación ambigua, muestran una preferencia para mirar directamente a la cara de su padre/madre (Walden y Ogan, 1988) y guiar su reacción o su conducta en función de su expresión (Walden y Baxter, 1989; Walden y Ogan, 1988). La habilidad para el reconocimiento facial de emociones, al igual que la atención, o la capacidad de inhibición y planificación, se desarrolla de forma continua durante la infancia.

Por último, cuando un niño de 18 meses se mira en el espejo, comprende que está mirando su propia imagen (autorreconocimiento) (Papalia y cols, 2001). Durante el siguiente año y conforme va mejorando su capacidad lingüística y de representación, hará intentos por lograr una autodescripción y una autoevaluación que le permita reflejarse en sí mismo y en su comportamiento (Papalia y cols, 2001). Esto supondrá el

aprendizaje en la identificación y reconocimiento de emociones más complejas como el orgullo, la pena, la vergüenza, e incluso la culpa. Para ello necesitará de un contexto social adecuado que le ayude a identificar qué sentimientos son los mejor recibidos y cuáles resultan desagradables para su familia y su entorno cercano (Rothbart y Bates, 1998).

2.6. Conclusión

Durante los primeros meses de vida parece que los bebés únicamente comen y lloran. En realidad, sin embargo, su cerebro está continuamente interaccionando con el entorno para establecer los primeros circuitos, imprescindibles para que los procesos cognitivos se construyan sobre unos cimientos sólidos.

Tras estos dos primeros años de numerosos cambios y avances, el niño ha utilizado sus sentidos y habilidades motoras para iniciar el pensamiento (Piaget, 1953), ahora ya está preparado para dar paso a un pensamiento centrado en la apariencia, el razonamiento estático y la irreversibilidad: el periodo preoperacional (véase tabla 2).

MESES	DESARROLLO CEREBRAL				PERCEPCIÓN	MEMORIA	LENGUAJE	EMOCIONAL SOCIAL	
0-2	✓ Comienza la mielinización de la sustancia gris subcortical.	✓ Periodo de máximos cambios en la mielinización.	Comienza la maduración de: ✓ Parte posterior de la cápsula interna.		Regiones con mayor metabolismo: ✓ Corteza sensoriomotora primaria. ✓ Núcleos talámicos. ✓ Tronco cerebral. ✓ Vermis cerebeloso. ✓ Corteza singular. ✓ Región hipocampal.	✓ Respuesta sonidos dentro frecuencia del habla. ✓ Percepción bordes.			
2-4	✓ Comienza la mielinización en regiones posteriores.		✓ Máxima densidad sináptica occipital	Inicio maduración: ✓ Parte anterior de la cápsula interna. ✓ Radiación óptica. ✓ Esplenio del cuerpo calloso.	Incremento metabólico en: ✓ Cortezas parietal, temporal. ✓ Corteza visual primaria. ✓ Ganglios basales. ✓ Hemisferios cerebelosos.	✓ Percepción de colores y estructura de imagen: rostro madre. ✓ Visión binocular y discriminación perceptiva.	✓ Memoria pre-explicita.	✓ Responde y atiende una voz que habla. ✓ Arullo.	✓ Aparece sonrisa social.
4-6				✓ Inicio maduración: ✓ Fascículo corticoespinal.				✓ Balbuceo. ✓ Vocaliza para estimular la socialización.	✓ Ansiedad de separación.
6-8	✓ Comienza la mielinización en regiones posteriores.			✓ Fascículo arqueado izquierdo. ✓ Fascículo longitudinal inferior derecho.	✓ Incremento en el consumo de glucosa en la corteza frontal ✓ Región Frontal lateral. ✓ Región Frontal mesial. ✓ Región Prefrontal dorsolateral.	✓ Visión binocular y discriminación perceptiva igual que adulto. ✓ Percibe movimientos humanos y emociones faciales como un todo organizado y con	✓ Mejora gradual de la memoria explícita	✓ Vocalización clara de varias sílabas. ✓ Discrimina entre el tono amistoso y el enfadado del habla.	✓ Comienza a guiar su comportamiento en función de la reacción de sus padres.

18-24			<p>✓Tasa de consumo de glucosa similar a la del adulto.</p>						<p>✓ Usa combinación de dos palabras.</p> <p>✓ Usa pronombres, frases y oraciones.</p> <p>✓ Repite cosas que se le dicen.</p> <p>✓ Nombra la imagen en un libro: "perro".</p> <p>✓ Comprende una pregunta simple.</p> <p>✓ Comprende dos preposiciones : "en", "bajo".</p>	
-------	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--

Tabla 2 – Desarrollo cerebral y cognitivo en la primera infancia (0-2 años).

3. PERIODO PREESCOLAR (2 A 6 AÑOS)

Durante este periodo, que Piaget (1953) denominó etapa preoperacional, tendrá lugar el comienzo de nuevas formas de pensamiento, que permitirá a los niños de esta etapa: utilizar símbolos, comprender la relación causal, desarrollar la capacidad para clasificar objetos, personas y hechos en categorías con significado, comprender la noción de número, sentir cómo se siente otra persona y explicar y predecir las acciones de otras personas (Papalia y cols, 2001).

Con respecto al desarrollo del cerebro, a partir de los 2 años se inicia un aumento de la tasa metabólica cerebral en la corteza prefrontal que alcanzará su tasa máxima, entre los 3 y 4 años, edad a la que el consumo de glucosa es, aproximadamente, 2.5 veces superior al del adulto (Chugani, 1998; Chugani y Phelps, 1986; Chugani y cols, 1987).

De los 4 a los 5 años se produce un incremento brusco en la coherencia de las oscilaciones cerebrales en el polo frontal del hemisferio derecho, el único que se observa en esta región durante todo el desarrollo (Thatcher, 1992; 1996; 1997).

Por último, durante esta etapa se produce la mielinización de la principal comisura cerebral, el cuerpo calloso, que facilita la comunicación interhemisférica. Entre los 3 y los 6 años tiene lugar la maduración de la rodilla del cuerpo calloso, responsable de conectar regiones sensoriales y motoras de ambos hemisferios (Funnell y cols, 2000; Gazzaniga, 2000). A continuación, y siguiendo el patrón rostro-caudal, se produce la mielinización del esplenio, que permite la conexión entre áreas de asociación posteriores (Giedd y cols, 1999b; Thompson y cols, 2000).

3.1. Percepción

Durante el periodo preescolar no se muestran avances significativos en cuanto a la percepción visual que sí se producirán, sin embargo, más adelante. Al final de esta etapa los niños son capaces de detectar y discriminar formas simples (Bova y cols, 2007).

Con respecto a la percepción táctil, los niños preescolares mejoran su capacidad para discriminar texturas. Además, a los 5 años, ya han adquirido las gnosias digitales, es decir, manteniendo los ojos cerrados, son capaces de diferenciar e identificar los dedos de la mano cuando se les toca con un punzón (Baron, 2004).

3.2. Memoria

Durante este periodo los niños presentan dificultades para almacenar recuerdos de hechos pasados de manera deliberada o para recuperarlos cuando se les pide, debido a que no tienen las estrategias metacognitivas necesarias (Rovee-Collier, 2001). Aunque comienza a utilizar estrategias de codificación y recuperación de la información (Berger, 2003; Nelson y cols, 2006). Asimismo, aparece la memoria autobiográfica, siendo los recuerdos de experiencias emocionales los que les resulta más fáciles de recordar (Lagutta, 2001).

En cuanto a la memoria implícita, éste tiene un desarrollo más precoz. A los 6 años ya se considera madura, por lo que no se aprecian cambios significativos a partir de esta edad (Thomas, 2001).

3.3. Surgimiento de las funciones ejecutivas

Frente a los niños de 3 años, los de 4 ya son capaces de anticipar las dificultades que se les puede plantear a la hora de realizar una tarea simple (escuchar una historia para luego recordarla), siendo conscientes de las condiciones óptimas necesarias para atender y recordar la información por lo que en cuando se encuentran en una situación similar son capaces de utilizar su experiencia previa, anticipar los problemas que les pueden surgir y ejecutar una acción para evitarlos o solventarlos (Pillow, 1988).

Alrededor de los 4 años se produce un cambio muy significativo en las funciones ejecutivas, principalmente, ante situaciones en las que se requiere inhibir respuestas habituales (Diamond, 2002).

3.4. Lenguaje

Durante esta etapa se produce una mejora significativa de la pronunciación. Además, tiene lugar la expansión más rápida del vocabulario, pasando de 500 palabras, a los 2 años, a 10.000 palabras, a los 6 años (Berger, 2003). También comienzan a realizar metáforas basándose en comparaciones concretas y sensoriales (Fernández-Guinea, 2003).

La gramática ya refleja el reconocimiento de las categorías gramaticales adultas (Fernández-Guinea, 2003). Hacia los 3 años, utilizan habitualmente los plurales y las formas posesivas de los sustantivos, emplean el tiempo pasado y utilizan los artículo (“el” y “un”). También formulan y responden preguntas complejas (Feldman, 2008). Alrededor de los 6 años la mayoría puede hacer preguntas que incluyen respuesta (Berger, 2003).

Durante este periodo surge el habla privada, es decir el discurso que emplea el niño y que se dirige a sí mismo, desempeñando una función muy importante. Vygostsky sugirió que el habla privada se usa como una guía para el comportamiento y el pensamiento. Al comunicarse con ellos mismos, son capaces de probar sus propias ideas. De esta manera, este tipo de habla, facilita el pensamiento de los menores y les ayuda a controlar su conducta. Asimismo, es de vital importancia para el desarrollo social, ya que les permite solucionar problemas o reflexionar sobre las dificultades que se les presentan. Por otra parte, el habla privada les sirve para ejercitar las habilidades prácticas que se requieren en la conversación, es decir, la pragmática. La pragmática es el aspecto del lenguaje relacionado con la comunicación eficiente y apropiada con otros. El desarrollo de las habilidades pragmáticas permite que los niños comprendan los aspectos básicos de la conversación: respetar los turnos, centrarse en un tema y lo que puede decirse o no de acuerdo con las normas sociales (Feldman, 2008).

El periodo preescolar también marca el crecimiento del habla social. Se trata de un discurso dirigido hacia otra persona con la intención de que

ésta lo comprenda. Hasta este momento, los niños hablaban únicamente para su propio entretenimiento. Sin embargo, ahora, empiezan a dirigir su habla a otros, desean que los demás los escuchen y se frustran cuando no se hacen entender. El resultado es que comienzan a adaptar su habla a los demás a través de la pragmática (Feldman, 2008).

Por supuesto, la práctica y el entorno son esenciales en el desarrollo del lenguaje. Los padres hablando con sus hijos y animándoles a hablar contribuyen directamente a acelerar y mejorar el uso del lenguaje (Barrett, 1999).

3.5. Desarrollo afectivo y emocional

Los niños de 3 años y medio todavía no tienen un concepto claro de sí mismos como seres continuos en el tiempo (Povinelli y cols, 1996). Este hecho cambia a los 4 años, cuando surge el autoconocimiento, al mismo tiempo que se desarrolla la memoria autobiográfica (Papalia y cols, 2001).

Entre los 3 y los 6 años, se produce un cambio fundamental en el desarrollo social de los niños: empiezan a entender que los fenómenos mentales, no siempre reflejan la realidad (Berger, 2003). Dicho de otro modo, aparece la teoría de la mente (Frith y Frith, 2003), que les permite comprender, por ejemplo, que las personas pueden ser deliberadamente mentirosas. Algunos de los factores que favorecen la aparición de la teoría de la mente son el lenguaje (cuanto mayor sea la habilidad verbal de un niño, a cualquier edad, mejor realizan las tareas relacionadas con la teoría de la mente), tener por lo menos un hermano o hermana mayor (Jenkins y Astington, 1996), y vivir en una cultura que anticipa el futuro (Lillard, 1998).

Junto con el aumento del autocontrol, se va a producir un aumento en la conducta agresiva alrededor de los 4 años (Berger, 2003) que comienza a disminuir a los 5 años junto con las pataletas o los ataques incontrolados de risa.

Por último, los estudios de niños en edad preescolar indican que el reconocimiento de las expresiones negativas se desarrolla más lentamente que el de las expresiones de alegría (Nelson y cols, 2006).

3.6. Conclusión

Los cambios cognitivos que se producen durante el periodo preescolar aparecen al tiempo que se inicia la maduración de la corteza prefrontal y las conexiones que mantiene con el lóbulo temporal medial. Estos hechos hacen que sea posible realizar operaciones mentales con los contenidos de la memoria, así como utilizar estrategias de codificación y recuperación de la información (Berger, 2003; Nelson y cols, 2006). Asimismo los cambios en el desarrollo social están relacionados con el desarrollo cerebral, por ejemplo, el surgimiento de la teoría de la mente (Frith y Frith, 2003) se ha relacionado con la maduración, entre otras áreas (Frith y Frith, 2003; Gallagher y Frith, 2003), de la corteza frontal del hemisferio derecho (Perner y Lang, 1999). Los cambios que se producen en la corteza prefrontal y que dan lugar a la maduración de la función ejecutiva podrían ser el factor subyacente a la aparición de la teoría de la mente (Moses, 2001), el control motor y la regulación emocional, durante esta etapa (véase tabla 3).

EDAD AÑOS	DESARROLLO CEREBRAL			PERCEPCIÓN	MEMORIA	FUNCIONES EJECUTIVAS	LENGUAJE	EMOCIONAL SOCIAL
2-3					✓ Memoria para hechos emocionales.		✓ Aumento exponencial del vocabulario hasta 7 años.	
3-4		✓ Tasa máxima metabólica en corteza prefrontal.		✓ Procesan detalles de forma aislada.			✓ Buena gramática.	
4-5	✓ Máximo desarrollo de la rodilla del cuerpo caloso (segmento anterior).		✓ Finaliza el primer ciclo en el desarrollo de la coherencia del EEG.		✓ Memoria autobiográfica.	✓ Planificación simple.	✓ Respeta turnos de palabra.	✓ Autorregulación emocional: disminución de pataletas
5-6					✓ Capacidad de utilizar estrategias de codificación y recuperación de la información.		✓ Pragmática.	
6-7				✓ Capaces de detectar y discriminar formar simples.		✓ Inhibición simple.	✓ Inicio lectura.	

Tabla 3 – Resumen del desarrollo cerebral y cognitivo durante el periodo preescolar.

4. PERIODO ESCOLAR (6 A LOS 12 AÑOS)

Los estudios electrofisiológicos muestran que, de los 7 a los 9 años, se produce un incremento brusco en la actividad de las regiones frontales (Matousek y Petersen, 1973), así como la integración de las conexiones de larga distancia en el hemisferio derecho (Thatcher y cols, 1987).

Por otra parte, la tasa metabólica, que presentaba niveles superiores a los adultos en el periodo anterior, continúa elevada hasta aproximadamente los 9 años. En este momento empieza a disminuir progresivamente hasta los 16-18 años, edad a la que, finalmente, el nivel de consumo de glucosa es igual al observado en el adulto (Chugani y Phelps, 1986; Chugani y cols, 1987).

En este periodo el niño será capaz de ocuparse de la información de diversas áreas del cerebro al mismo tiempo. Esta coordinación requiere una amplia mielinización y un aumento en la producción de neurotransmisores (Bressler, 2002). Asimismo será capaz de automatizar las acciones que se repiten en una secuencia frecuente, de manera que ya no necesiten de un procesamiento consciente. La automatización es cada vez más fácil y rápida a medida que la maduración cerebral acelera las señales entre una parte del cerebro y otra, como ocurre con la lectura o en el desarrollo de las habilidades motoras gruesas (Berger, 2003). La automatización, además, produce un aumento en la velocidad de procesamiento, ya que “libera espacio” para ejecutar otras tareas simultáneamente (Schneider y Pressley, 1997).

4.1. Percepción

Las habilidades visuales superiores se desarrollan entre los 6 y los 11 años de forma progresiva. Sin embargo, algunas habilidades, como el reconocimiento de imágenes degradadas o las habilidades visoespaciales y visomotoras (Braddick y cols, 2003) continúan su desarrollo en edades posteriores (Bova y cols, 2007).

Durante el periodo escolar, los niños dominan la capacidad para detectar y discriminar formas simples (Bova y cols, 2007), y comienzan a realizar tareas relacionadas con formas complejas e integración de contornos (Kovacs, 2000). El desarrollo del procesamiento perceptivo va desde el procesamiento del detalle hasta el de la configuración global. De esta manera, a los 9 años, los niños pasan de procesar los detalles de forma aislada a integrar las partes en un todo (Bova y cols, 2007; Carey y Diamond, 1994; Davidoff y Roberson, 2002; Gathers y cols, 2004). Alrededor de los 11 años, los niños dominan esta forma de procesamiento más gestáltico (Bova y cols, 2007).

Por otra parte, entre los 9 y 12 años, se produce una mejoría en las gnosias digitales que, como se comentó anteriormente, surge alrededor de los 5 años (Baron, 2004).

4.2. Memoria

Durante esta etapa, y coincidiendo con el incremento brusco en la actividad electrofisiológica de las regiones frontales, los niños comienzan a utilizar, de manera espontánea, estrategias de memoria. Estas estrategias, que rara vez aparecen antes de los 7 años (Flavell, 1966), posibilitan que se almacene más información.

Asimismo se produce una mejora progresiva de las capacidades de memoria de trabajo u operativa. De este modo son, por ejemplo, capaces de realizar sumas con llevada y acordarse de que “se llevan una” sin necesidad de apuntarlo en la hoja. En el cerebro de estos niños se está produciendo, sobre todo de los 10 a los 12 años, un notable desarrollo de la sustancia gris parietal y frontal, al tiempo que continúa el desarrollo de sus conexiones. Cada vez hay más evidencia a favor de la implicación de esta red fronto-parietal en la memoria de trabajo (Campo y cols, 2004; Olesen y cols, 2003). Si asumimos como cierto el papel que Pascual-Leone (Pascual-Leone, 1970) atribuye a la memoria de trabajo como *cuello de botella* que limita el desarrollo cognitivo, cobraría sentido que el momento en el que los circuitos cerebrales implicados en la memoria de trabajo experimentan un notable desarrollo coincida con el momento en el que el niño es capaz de

resolver con soltura tareas ejecutivas, de “orden superior”. En el ámbito de los modelos cognitivos, todos los autores marcan este punto como la transición al último estadio o ciclo de desarrollo cognitivo, caracterizado por la capacidad de realizar abstracciones e incorporar al pensamiento los principios de la lógica formal.

4.3. Funciones ejecutivas

A los 6 años, los niños ya dominan la capacidad para llevar a cabo un comportamiento estratégico, planificar una tarea simple (Becker y cols, 1987; Passler y cols, 1985; Welsh y cols, 1991) y realizar tareas de inhibición simple (Klenberg y cols, 2001). Sin embargo, de los 6 a los 10 años, y gracias al cambio del pensamiento pre-operacional al operacional, que está guiado por la lógica en vez de por la percepción, se va a producir una mejoría gradual en la capacidad para resolver problemas y comprobar hipótesis (Chelune y Baer, 1986; Welsh y cols, 1991). Asimismo, la inhibición o modulación de respuesta, mejora progresivamente durante esta etapa, alcanzándose su dominio a los 12 años (Levin y cols, 1991; Passler y cols, 1985).

Alrededor de los 8 ó 9 años, los niños comienzan a desarrollar la metacognición, la capacidad para “pensar sobre el pensamiento”, lo que les permite, entre otras cosas, identificar aquellas tareas que implican una mayor dificultad (Harter, 1999).

4.4. Lenguaje

Durante este periodo los niños toman conciencia de que el contenido superficial del habla se puede modificar o incluso anular debido a los matices del lenguaje, el tono, la elección de palabras y el contexto (Morton y Trehub, 2001). Las estrategias de conversación se perfeccionan (Fernández-Guinea, 2003), facilitando la comunicación en contextos desconocidos. A los 9 años, los niños poseen un entendimiento bastante sofisticado de la sintaxis, llegando a utilizar la voz pasiva (Fernández-Guinea, 2003), tiempos verbales que incluyen el auxiliar *haber* y frases condicionales (Chomsky, 1969; Papalia y cols, 2001). Por último, alrededor

de los 10 años el vocabulario está formado por unas 40.000 palabras (Berger, 2003), y son capaces de captar el significado de las palabras basándose en la definición (Fernández-Guinea, 2003).

Una de las principales características de la etapa escolar es el aprendizaje de la lectoescritura. Los niños deben poder comprender que un objeto se puede representar por medio de sonidos y que éstos se pueden reflejar en un papel mediante unos determinados símbolos. Un buen desarrollo del lenguaje hablado, facilitará la adquisición de la lectoescritura (Blakemore y Frith, 2007). Como se ha indicado anteriormente durante esta etapa aumenta la competencia gramatical y semántica de los niños, lo que posibilita la expresión lingüística oral, necesaria para la escritura. De este modo, los niños que tienen buenas habilidades narrativas aprenden a leer y escribir más fácilmente que los niños cuyo nivel es menor (Blakemore y Frith, 2007).

En un estudio llevado a cabo por Turkeltaub y sus colaboradores (2003) sobre el desarrollo de los mecanismos cerebrales durante el aprendizaje de la lectura encontraron que el proceso de aprender a leer supone un cambio de la actividad del hemisferio derecho al izquierdo. En concreto, las regiones del hemisferio izquierdo en la que se observó un aumento de actividad al incrementarse las destrezas lectoras, fueron las regiones próximas a la circunvolución angular y al plano temporal del lóbulo temporal.

4.5. Desarrollo emocional y social

Durante esta etapa, y gracias al desarrollo de las funciones ejecutivas, los niños son capaces de anticipar las consecuencias de su comportamiento y el de los demás, por lo que aumenta el control emocional y aprenden a autorregularse.

El desarrollo de la teoría de la mente da paso a la aparición de un hecho de vital importancia en el desarrollo de la personalidad del niño, el autoconcepto (Burns, 1990). Alrededor de los 8 años aparece el autoconcepto, es decir, la imagen que tenemos de nosotros mismos y que

formamos a partir de la que nos devuelven nuestros padres, familiares, profesores y amigos (Papalia y cols, 2001).

Ahora que el niño es capaz de planificar, anticipar las consecuencias de su conducta y recordar experiencias pasadas, comienza a utilizar estas habilidades para elaborar un razonamiento que le ayude a comprender el significado de las normas generales (Boom y cols, 2001; Walker y cols, 2001). El respeto a las normas viene del respeto al grupo y la necesidad de un orden en el mismo para el mantenimiento del juego. Así, durante este periodo, surgen sentimientos morales como la honestidad y la justicia, necesarios para que los juegos funcionen, aunque estos sentimientos son todavía poco flexibles (Piaget, 1955).

4.6. Conclusión

Al final de esta etapa, los niños han aumentado su capacidad lingüística que les ha posibilitado aprender a leer y escribir. Una vez que han dispuesto de una de las herramientas fundamentales para adquirir y transmitir conocimiento, han sido capaces de desarrollar estrategias de memoria para almacenar toda la información aprendida y utilizarla cuando más lo necesitaban. El entrenamiento para la vida adulta debe pasar por el aprendizaje de las normas sociales, básicas para la convivencia. Así, el niño practica elaborando juegos en los que las reglas no se pueden quebrantar y controlando su conducta para no hacerlo, porque ahora ya es consciente de la imagen que los demás tienen de él, y de que de esta imagen dependerá su relación con ellos en el futuro (véase tabla 4).

EDAD	DESARROLLO CEREBRAL				PERCEPCIÓN	MEMORIA	FUNCIONES EJECUTIVAS	LENGUAJE	EMOCIONAL SOCIAL	
7-8	✓Incremento brusco en la actividad de las regiones frontales ✓Integración de las conexiones de larga distancia en el hemisferio derecho.	✓Final de la poda sináptica en región occipital	✓Máximo desarrollo sustancia blanca del esplenio del cuerpo caloso (segmento posterior).	✓Meseta en el consumo de glucosa	✓Formas complejas e integración de contorno	✓Aparición espontánea de estrategias de memoria.	✓Mejora en resolución problemas.	✓Lateralización y localización de las funciones lingüísticas igual al adulto.		
8-9										✓Metacognición.
9-10						✓Integran partes en un todo.		✓Mejora y dominio de la inhibición y modulación de respuestas.	✓Vocabulario: 40.000 palabras.	
10-11	✓Máximo volumen de la sustancia gris parietal						✓Mejora memoria trabajo.			
11-12					✓Comienza a disminuir la tasa de consumo de glucosa.					
11-12	✓Máximo volumen de la sustancia gris frontal			✓Dominio del procesamiento gestáltico.						

Tabla 4 – Resumen del desarrollo cerebral y cognitivo durante el periodo escolar.

5. ADOLESCENCIA

La adolescencia se puede definir por las conductas de los adolescentes, como la búsqueda de sensaciones y de independencia o la necesidad de explorar y de vivir nuevas experiencias, que posibilitan la adquisición de las habilidades necesarias para madurar y llegar a convertirse en personas adultas (Spear, 2000). Estudios con RM han demostrado que durante la adolescencia se produce, en la sustancia gris, un cambio en forma de U invertida, dándose un aumento en la preadolescencia y un descenso en la post adolescencia (Giedd, 2004a; Giedd y cols, 1999a). Estos cambios en la estructura cortical implican mejoras en la función aunque, como se ha explicado anteriormente, éstos probablemente se deban a la combinación de la influencia de la genética y del entorno que estarían regulando el desarrollo cortical y funcional (Crews y cols, 2007). En este periodo finaliza la poda sináptica en el giro frontal medio y el desarrollo de la sustancia blanca del lóbulo frontal. Como se comentaba en el apartado anterior, la tasa metabólica desciende durante esta etapa, hasta llegar a los valores adultos entre los 16 y 18 años (Chugani y Phelps, 1986; Chugani y cols, 1987), ya que a medida que la densidad sináptica disminuye, también lo hacen las necesidades metabólicas (Capilla y cols, 2004).

Sin embargo, para Piaget, alrededor de los 15 años se daría por finalizado el desarrollo cognitivo. De entre los autores neo-piagetianos, Fischer es el único que prolonga su modelo hasta la edad adulta (Fischer, 1980), proponiendo una última etapa en el desarrollo, el *ciclo de las abstracciones*, que se extiende desde los 14 a los 25 años. Se podría decir que a pesar de que las capacidades cognitivas siguen perfeccionándose durante esta etapa, su mejora no se corresponde con la gran cantidad de cambios que se producen a nivel cerebral. De hecho, el desarrollo cognitivo prácticamente ha finalizado, como decía Piaget, alrededor de los 15 años. Lo que diferencia a los adolescentes de los adultos, más que el desarrollo de sus capacidades cognitivas, es el desarrollo personal; la madurez en el ámbito emocional, social y moral.

5.1. Percepción

En cuando a los procesos perceptivos, los niños mayores de 11 años son capaces de reconocer imágenes degradadas (Bova y cols, 2007) y dominan las tareas relacionadas con la percepción de formas complejas e integración de contornos. Entre los 11 y 13 años se produce un desarrollo en las áreas parietales involucradas en la orientación espacial y, hasta la adolescencia tardía, de las regiones prefrontales involucradas en la integración de la información sensorial (Crews y cols, 2007; Gogtay y cols, 2004; Toga y cols, 2006). Por lo tanto, la adolescencia sería una etapa, más que de adquisición, de perfeccionamiento de los procesos perceptivos.

5.2. Memoria

Durante la adolescencia se produce, principalmente, una mejora en la memoria operativa (Diamond, 2002) y el perfeccionamiento de las estrategias de almacenamiento y recuerdo, lo que facilita la adquisición de gran número de conocimientos.

5.3. Funciones ejecutivas

Al inicio de la adolescencia la ejecución en tareas de resolución de problemas y comprobación de hipótesis no es, todavía, equiparable a la del adulto (Chelune y Baer, 1986; Welsh y cols, 1991). Tampoco planifican estratégicamente una conducta como lo hace un adulto (Becker y cols, 1987; Passler y cols, 1985).

Durante la adolescencia continúa mejorando la velocidad de procesamiento, el uso de estrategias y el control inhibitorio, todas estas capacidades relacionadas con circuitos cerebrales ampliamente distribuidos (Luciana y Nelson, 1998; Luna y Sweeney, 2004; Luna y cols, 2001). Asimismo, los circuitos encargados de la autorregulación todavía están madurando. Este hecho, unido a la necesidad que tienen los adolescentes de vivir nuevas experiencias, provoca que, a menudo, tomen decisiones erróneas y encuentren dificultad para controlar sus impulsos (Crews y cols, 2007).

5.4. Lenguaje

Entre los 11 y 13 años se produce un desarrollo en las áreas parietales involucradas en el lenguaje (Crews y cols, 2007; Gogtay y cols, 2004; Toga y cols, 2006), lo que permite que, a partir de esta edad, se perfeccione la gramática, la semántica y la pragmática.

La fluidez verbal y no verbal también parece ser una función tardía, que no completa su desarrollo hasta, aproximadamente, los 15 años (Klenberg y cols, 2001; Levin y cols, 1991).

El dominio del lenguaje permite a los adolescentes perfeccionar el cambio de código, es decir, utilizar distintos códigos lingüísticos en función de la situación, por ejemplo, cuando están con sus padres, con sus profesores o con el grupo de iguales. El vocabulario aumenta, en especial, en cuanto a palabras técnicas (Fernández-Guinea, 2003). Los adolescentes también pueden comprender por qué se usan determinadas reglas y cuándo se deben hacer las excepciones. En cuanto a la pragmática, se produce el descubrimiento de los mensajes implícitos (Fernández-Guinea, 2003), que en ocasiones dificulta, más que facilita, la comunicación.

Durante esta etapa se produce un cambio en el estilo de escritura, que se vuelve más personal (Berger, 2003). Asimismo la introversión, la necesidad de expresar los cambios por los que están pasando y de comunicar las nuevas experiencias, llevan a muchos adolescentes a aumentar su producción literaria, tanto en verso como en prosa.

5.5. Desarrollo afectivo y social

La adolescencia está caracterizada por cambios bruscos en el estado de ánimo relacionados con los cambios hormonales provocados por la pubertad. Estos cambios en el estado de ánimo son, en ocasiones, difíciles de diferenciar de verdaderos cuadros clínicos (Crews y cols, 2007). Los estudios realizados sobre la regulación de los estados de ánimo en el adulto pueden facilitar la comprensión de los cambios que se producen en la adolescencia. En el caso de la depresión, en los adultos existe una

disminución en la neurogénesis del hipocampo. Los fármacos antidepresivos están dirigidos a los sistemas noradrenérgicos y serotoninérgicos aumentando el proceso de neurogénesis (Crews y cols, 2007). Durante la adolescencia también se producen una serie de cambios en la neurogénesis del hipocampo, lo que podría explicar parte de los cambios en el estado de ánimo que presentan (Crews y cols, 2007).

Los adolescentes que tienen una red social adecuada y una familia estructurada presentan un menor número de problemas de conducta y de conductas de riesgo (Biglan y cols, 1990). Por lo tanto, parece que, de nuevo, el desarrollo junto con el entorno pueden estar en la base de los cambios en el humor y el comportamiento que aparecen en la adolescencia (Crews y cols, 2007).

Otra de las características de esta etapa es la importancia que cobra el grupo de iguales, a la vez que aumenta el egocentrismo. Esto provoca que, utilizando el razonamiento deductivo, supongan lo que otros puedan estar pensando para, a continuación, convertirlo en un hecho (Berger, 2003), lo que da lugar, en la mayoría de los casos, a conclusiones erróneas. Estas conclusiones ponen al adolescente en situaciones conflictivas que debe resolver teniendo en cuenta, no sólo el pensamiento del otro, sino también la emoción, las reglas sociales y las consecuencias que su conducta tendrá en el grupo. El aumento en la comunicación y en las relaciones con los iguales, así como de los conflictos con los padres ayudan a los adolescentes a desarrollar las habilidades que necesitarán cuando sean independientes de su familia (Crews y cols, 2007).

5.6. Conclusión

La corteza prefrontal y el sistema límbico, el hipocampo, la amígdala, núcleo acumbens, las cortezas prefrontal, frontal y orbitofrontal, y el hipotálamo, experimentan importantes cambios durante la adolescencia (Crews y cols, 2007).

En la adolescencia temprana los cambios más significativos se refieren a la mejora en el razonamiento, especialmente el deductivo, el

aumento en la velocidad de procesamiento y en la capacidad para almacenar información novedosa (Steinberg, 2005). Debido a estos avances, en la adolescencia media se pueden resolver analogías o problemas de lógica, manejar más información en la memoria operativa y almacenar más información en la memoria a largo plazo, lo que posibilita que los adolescentes aumenten sus conocimientos generales (Steinberg, 2005). Durante la adolescencia tardía, el final de la maduración de los sistemas frontales mejorará su competencia autorreguladora (Crews y cols, 2007; Steinberg, 2005).

La complejidad de las funciones superiores hace difícil relacionar los cambios cerebrales con los cambios funcionales. Sin embargo, las reorganizaciones sinápticas y el aumento de mielina en las áreas de la corteza frontal entre la mitad y el final de la adolescencia pueden estar involucradas en las mejoras que se producen en las funciones ejecutivas (Crews y cols, 2007), principalmente, la inhibición motora, la memoria de trabajo, la resolución de problemas y la toma de decisiones (Blakemore y Choudhury, 2006).

Paralelamente con los cambios que se acaban de describir, los adolescentes muestran nuevos comportamientos que están asociados con la adquisición del repertorio adulto cognitivo y emocional (Berger, 2003; Papalia y cols, 2001). Estos cambios adaptativos ayudan al adolescente a realizar la transición a la vida adulta. Sin embargo, los adolescentes muestran un aumento en las conductas de riesgo que representan la principal causa de mortalidad en esta franja de edad (Merrick y cols, 2004). Una de las explicaciones de este hecho es la disminución de la sensibilidad al premio o refuerzo, que da lugar a que los adolescentes busquen nuevas sensaciones para estimularse (Crews y cols, 2007). Los cambios en la sensibilidad de la recompensa pueden reflejar las diferencias en la maduración de los circuitos mesolímbicos (Spear, 2000) que regula el paso de la motivación a la acción (Le Moal y Simon, 1991). El aumento, en la adolescencia, de la susceptibilidad al refuerzo, está probablemente relacionado con la reorganización de las sinapsis en regiones estriatales, límbicas y frontales, que no finaliza hasta la edad adulta (Crews y cols, 2007) (véase tabla 5).

EDAD	DESARROLLO CEREBRAL		PERCEPCIÓN	MEMORIA	FUNCIONES EJECUTIVAS	LENGUAJE	EMOCIONAL SOCIAL
12-13		✓ Desarrollo áreas parietales y prefrontales.		✓ Reconocimiento imágenes degradadas.	✓ Mejora memoria operativa.		✓ Cambios en el estado de ánimo.
12-13							
13-14			✓ Comienza a disminuir la tasa de consumo de glucosa.			✓ Distintos códigos.	✓ Importancia grupo de iguales.
14-15							
15-16							
16-17				✓ Perfeccionamiento de los procesos perceptivos.	✓ Perfeccionamiento de estrategias de almacenamiento y recuerdo.		✓ Conflictos familiares, amigos... mejora la autorregulación emocional.
17-18						✓ Aumenta vocabulario.	
18-19	✓ Final de la poda sináptica en prefrontal.	✓ Continúa el desarrollo de la sustancia blanca frontal	✓ Tasa de consumo de glucosa adulta.			✓ Mensajes implícitos.	
19-20							

Tabla 5 – Resumen desarrollo cerebral y cognitivo durante la adolescencia.

CAPÍTULO 3. DESARROLLO DE LA ATENCIÓN

1. ¿QUÉ ES LA ATENCIÓN?

Se han realizado numerosas definiciones sobre la atención en función de las distintas teorías que han surgido a lo largo de la historia de la psicología (por ejemplo, claridad de conciencia, conducta refleja, filtro,...). La atención está en la base del correcto funcionamiento cognitivo, por la relevancia de su función en sí misma y por ser el mediador de otros procesos cognitivos. Es uno de los componentes más importantes de la cognición humana ya que participa y facilita el trabajo del resto de las funciones psicológicas.

Una definición de la atención debe considerar tanto sus componentes como sus implicaciones en la función de control. Prueba de esta diversidad es que la atención es un mecanismo que parece relacionarse con varios sistemas neuronales. La atención estaría integrada por componentes perceptivos, motores, límbicos o motivacionales (Mesulam, 1990), de forma que su neuroanatomía y neurofisiología estaría asentada en el sistema reticular activador, el tálamo, el sistema límbico, los ganglios basales (estriado), el córtex parietal posterior y el córtex prefrontal. La atención es considerada un tercer sistema neurofisiológico, de igual categoría que los sistemas motor (eferente) y sensorial (aferente), integrantes fundamentales del funcionamiento del sistema nervioso (Posner y Petersen, 1990). En definitiva, la atención no puede definirse de forma simple, ni ligarse a una única estructura anatómica, ni explorarse con un único test. Por ello, el concepto de atención es una etiqueta que engloba, por un lado, un sistema complejo que influye en el procesamiento de la información, y por otro, distintos procesos cerebrales (Zomerén y Brouwer, 1994).

1.1. LA ATENCIÓN A LO LARGO DE LA HISTORIA.

Desde la antigüedad ha existido un interés por conocer cómo se llevaban a cabo los mecanismos para mantener la atención. Ya Aristóteles (siglo I a. C.) se cuestionaban si era posible percibir dos estímulos presentados simultáneamente y con qué claridad se percibían. Siglos más

tarde, Agustín de Hipona (354-430 A. D.) describe y compara casos en los que la atención se dirige de forma voluntaria e involuntaria. Por su parte, Descartes (s. XIV-XV) establece que los cambios atencionales involuntarios estarían determinados por la novedad de los estímulos (que el denominó “emoción del asombro”). También señala que la mente o el alma puede evitar dirigirse a un pensamiento fijándose en otros (control voluntario de la atención); y que la atención puede, activa o voluntariamente, centrarse en un estímulo externo o en un contenido mental para mejorar su recuerdo posterior. Otro ejemplo es Leibniz (1646-1716), el cual señala que la atención se dirige a los objetos que interesan en comparación con los que desagradan (citados en (Styles, 1997) .

Estas ideas previas manifiestan aspectos de la atención que años más tarde han sido objeto de estudio experimental dentro de la psicología.

El estructuralismo

La atención comienza a estudiarse teórica y empíricamente de forma más sistemática con el nacimiento de la psicología como disciplina independiente sobre el siglo XVIII (Hatfield, 1998). Su estudio se consolida con el surgimiento de la psicología científica en el último cuarto del siglo XIX, cuando Wilhelm Wundt funda el primer laboratorio de psicología en la Universidad de Leipzig en 1879.

Con el estructuralismo, la atención pasa a poseer un estatus propio dentro de la psicología y muchos investigadores la eligen como objeto principal de estudio. Se centran en torno a temas como la amplitud de la atención, las fluctuaciones de la atención sensorial, y los experimentos sobre compilación (estado mental). Además, ya se diferencia entre atención voluntaria, involuntaria y habitual; y se comienza a señalar la dimensión de expectativa de la atención.

Autores como Helmholtz, Wundt y Titchener consideran la atención como un aspecto básico de la percepción, y destacan su carácter selectivo. Conceptualizan la atención como una fuerza interna que permite tener una

mayor constancia de los objetos del ambiente que seleccionamos, entendiéndose como claridad de conciencia.

Wilhelm Wundt (1874; citado en (Roselló, 1997) primer psicólogo experimental, habla de la atención como “la actividad interna que determina el grado de presencia de las ideas en la conciencia”. Este autor distingue entre percepción y “apercepción” para diferenciar entre procesos que caen fuera o dentro del foco atencional de la conciencia respectivamente.

Helmholtz (1894; citado en (Roselló, 1997) considera que el mecanismo atencional se caracteriza por una serie de cambios en el sistema nervioso central, resultantes de la activación de ciertas fibras nerviosas, que se transmiten predominantemente hacia la conciencia. La atención es una fuerza esencial para la percepción, actuando a nivel periférico sobre el sistema perceptivo, y seleccionando la información en las primeras etapas del procesamiento para conseguir mayor claridad perceptiva. Este tipo de atención es controlada voluntariamente, aunque tiene una tendencia natural a dirigirse a estímulos novedosos y a desengancharse de los irrelevantes o ya conocidos.

Por su parte, Titchener considera que la atención es un atributo más de la sensación, haciendo que los contenidos de la conciencia alcancen su mayor grado de “claridad” (Tudela, 1992). Este autor establece una serie de leyes empíricas y generales con las que resume los conocimientos sobre atención procedentes de la psicología experimental.

- a. “Ley de los dos niveles”: la claridad es un atributo de la sensación y existen dos niveles de claridad resultado de la atención, dentro o fuera del foco atencional. De esta forma, el grado de claridad en la conciencia es de naturaleza dicotómica, del tipo “todo o nada”; percibiéndose claramente lo que cae dentro del foco atencional y no lo que cae fuera de éste. Se pueden medir los grados de claridad o atención mediante el efecto que tiene la atención sobre la discriminación sensorial, el efecto de la atención en la formación de asociaciones o su efecto en el tiempo de reacción.

-
- b. “Ley de la inestabilidad temporal”: la focalización de la atención necesita un tiempo (acomodación atencional), de tal forma que es más fácil mantenerla sobre un objeto atendido que el cambio atencional (inercia atencional). No obstante, la atención no puede mantenerse constante en el tiempo.

 - c. “Ley de prioridad de entrada”: la atención acelera el procesamiento de la información y el acceso pleno a la conciencia de un estímulo atendido.

 - d. “Ley de rango limitado”: la atención tiene una capacidad limitada. Así en presentaciones estimulares temporales breves y en un sólo acto perceptivo se reconocerán como máximo de cuatro a seis elementos.

El funcionalismo.

Para esta escuela, la psicología debe estudiar las funciones de la mente, no su estructura, y comienza el uso de medidas objetivas.

William James (1890) es el principal representante de esta corriente. James destaca de la atención su papel en la selección de la información, dado que existen limitaciones para atender a muchos estímulos, facilitando la adaptación del organismo a su medio. De esta forma, el interés del individuo determina lo que se va atender.

Otro aspecto que señala es la estrecha relación entre atención y conciencia: unos pocos estímulos de los que llegan a nuestros sentidos se hacen conscientes. Una imagen coherente e inteligible del mundo requiere que el acceso de la información disponible a la conciencia no sea aleatorio. De esta forma, la atención ayuda al organismo a mejorar la captación de los estímulos que sean de su interés. Este autor clasifica la atención siguiendo diferentes criterios. Así, en función del tipo de objeto al que se dirige la atención puede ser sensorial o intelectual. La atención puede seleccionar estímulos provenientes del medio externo, y otras formas de selección se ocupan de lo que James denomina “cadenas de pensamientos”. Otra clasificación distingue entre el carácter activo y el pasivo de la atención;

estableciendo un tipo de atención refleja, provocada por estímulos intensos, y otra voluntaria, o controlada por el propio individuo en busca de aspectos atrayentes de la estimulación. Por último, la atención prestada a un estímulo puede deberse a que éste es interesante en sí mismo (atención inmediata), o puede elicitar de forma indirecta al asociarse con otros intereses más inmediatos (atención derivada).

El conductismo.

Durante la primera década del siglo XX surge una nueva corriente psicológica en Norteamérica, el conductismo. La conducta objetiva y observable se convierte en el objeto de estudio. La descripción y explicación de contenidos y estados de la conciencia se reemplazan por la predicción y el control de la conducta. Así, la atención pasa a considerarse una conducta y la equiparan al reflejo de orientación (en parte por la influencia de la reflexología rusa) (García Sevilla, 1997). Siguiendo sus presupuestos paradigmáticos estudian el componente periférico y observable de este reflejo de orientación, qué respuestas comportamentales lo constituyen y qué condiciones estímulares antecedentes lo elicitán. Watson habla de la conducta atencional como las posturas y respuestas motoras relacionadas con la recepción del estímulo, Skinner la limita al control de un estímulo discriminativo sobre una conducta particular, y Hull simplemente elimina el término de su sistema psicológico (Tudela, 1992).

La Gestalt y la reflexología rusa.

De forma paralela al conductismo en Europa se desarrolla la psicología de la Gestalt, que sigue siendo mentalista. Simultáneamente, en Rusia surge la Reflexología.

La psicología de la Gestalt tampoco concede importancia al tema de la atención. Para la Gestalt, los estímulos poseen una serie de propiedades configuracionales que son en sí mismas suficientes para predecir la respuesta perceptual del organismo, sin que participe la atención en ningún

momento. El vínculo entre atención y percepción de la psicología de finales del siglo XIX se rompe (Roselló, 1997).

Por su parte, la psicología soviética es influida por la reflexología y concede mayor relevancia al estudio de la atención. La atención se concibe como una propiedad de la vida psíquica que proporciona selectividad y orientación a la conducta. Esta corriente postula que las características básicas de la atención, como las de la vida psíquica en general, son su carácter fisiológico y genético. Así, las investigaciones se centran en el estudio del reflejo de orientación, considerado el fenómeno característico de la atención involuntaria. Además, se emprende el estudio de los cambios fisiológicos que acontecen en este tipo de conducta, los fenómenos de adaptación y habituación, y la posible naturaleza condicionada o incondicionada de los diferentes reflejos de orientación. Se dedicó especialmente a conocer el papel del sistema reticular activador ascendente (actúa sobre la corteza cerebral para mantener el estado de vigilia) y del descendente (su influencia desde el lóbulo frontal se relaciona con las formas superiores de atención selectiva), y a la autorregulación resultante del acoplamiento de ambos sistemas. Sokolov (1963; citado en Colmenero, 2004) señala que el reflejo de orientación es una manifestación conductual de la atención selectiva. En sus estudios sobre adaptación y habituación de este reflejo afirma que la aparición de una respuesta de orientación depende del resultado de la comparación de la actividad neuronal evocada por el estímulo y la de experiencias previas. Si la actividad del estímulo evocador es diferente a la de las experiencias previas se producirá el reflejo de orientación, si las activaciones son similares no ocurrirá. De esta forma conceptos como expectativa o predisposición y novedad del estímulo se establecen como requisitos imprescindibles para evocar una respuesta.

Por otro lado, Luria (1975) diferencia entre el sistema de control atencional involuntario y el voluntario (reglado por el sistema reticular activador descendente). También estudia el papel de los sistemas atencionales en el control de actividades superiores durante el desarrollo evolutivo, de tal forma que, en la primera infancia, la atención involuntaria controla las actividades, y en la edad adulta, lo haría la atención voluntaria,

siendo el lenguaje el que permite el cambio en el control atencional. En la tabla 6 se recoge el resumen de las principales teorías y definiciones sobre la atención.

2. MODELOS ESTRUCTURALES Y LA UBICACIÓN DEL FILTRO.

Durante la II Guerra Mundial los estudios realizados con operarios y controladores aéreos ponen de manifiesto la necesidad de entender los aspectos internos del individuo, yendo más allá de la capacidad de control de los estímulos sobre la conducta y considerando cómo los organismos controlarían las respuestas a los estímulos. Este resurgir del interés por aspectos mentalistas se acompaña de un cambio paradigmático en psicología y, a finales de los años 50, nace una nueva corriente llamada psicología cognitiva, que conlleva una nueva forma de entender el estudio del comportamiento humano. Surge el nuevo paradigma conocido como teoría del procesamiento de la información (TPI), siendo uno de sus pilares fundamentales la teoría de la información de Shanon y Weaver (1949), que a su vez lo es también de lo que se conoce como psicología cognitiva.

Ahora el organismo es un canal que transmite la información entre el estímulo y la respuesta. La información es una entidad abstracta que puede manipularse, transmitirse y transformarse, y es independiente de las características del canal por el que lo hace. Se establece una analogía entre el funcionamiento de la mente y el funcionamiento del ordenador, y se considera a la mente como un sistema representacional y computacional que procesa y manipula información. También se asume que la capacidad humana de procesamiento de la información es limitada.

Los estudios de Cherry (Cherry, 1953) sobre el fenómeno “*cocktail party*” muestran que la atención tiene un carácter selectivo, que existen diferentes representaciones mentales y que algunas de estas representaciones pueden activarse sin atender al estímulo. Este fenómeno junto con las limitaciones del procesamiento de la información propicia el surgimiento de modelos y teorías atencionales dentro del paradigma del procesamiento humano de la información que ponen de manifiesto estas ideas.

CORRIENTE PSICOLÓGICA	OBJETO DE ESTUDIO	CONCEPCIÓN ATENCIÓN	PRINCIPALES AUTORES, MODELOS
Estructuralismo	<ul style="list-style-type: none"> Contenidos de la mente o conciencia. 	<ul style="list-style-type: none"> Aspecto básico de la Percepción. Carácter selectivo. Claridad de conciencia. 	<ul style="list-style-type: none"> Wundt: Foco. Helmholtz: voluntaria vs involuntaria. Titchener: claridad de conciencia.
Funcionalismo	<ul style="list-style-type: none"> Funciones mentales. 	<ul style="list-style-type: none"> Selección de información (interés del individuo). Relación entre atención y conciencia. Tipos de atención: <ul style="list-style-type: none"> - sensorial vs intelectual. - refleja vs voluntaria. - inmediata vs derivada. 	<ul style="list-style-type: none"> William James.
Conductismo	<ul style="list-style-type: none"> Conducta observable y objetiva. 	<ul style="list-style-type: none"> Conducta refleja. Reflejo de orientación. 	<ul style="list-style-type: none"> Watson: posturas y respuestas motoras relacionadas con la recepción estimular. Skinner: control de estímulo discriminativo sobre conducta particular.
Reflexología rusa	<ul style="list-style-type: none"> Carácter fisiológico y genético de la vida psíquica. 	<ul style="list-style-type: none"> Reflejo de orientación: fenómeno característico de la atención involuntaria. 	<ul style="list-style-type: none"> Sokolov: reflejo de orientación - es manifestación conductual de atención selectiva controlada fisiológicamente por sistema reticular activador ascendente. - papel de expectativa y novedad estimular. Luria: control atencional voluntario vs involuntario.
Gestalt	<ul style="list-style-type: none"> Estímulos poseen propiedades configuracionales suficientes para predecir la respuesta perceptual del organismo. 	<ul style="list-style-type: none"> La atención no juega ningún papel. Se rompe vínculo entre percepción y atención. 	
Psicología Cognitiva Teoría del Procesamiento de la Información (TPI)	<ul style="list-style-type: none"> Mente como un sistema representacional y computacional que procesa y manipula información, de capacidad limitada. 	<ul style="list-style-type: none"> Atención determina información a procesar. 	Shanon y Weaver (1949) <ul style="list-style-type: none"> Modelos estructurales: filtro. Modelos de recursos o energéticos: distribución de recursos de procesamiento. Modelos de automaticidad. Atención como sistema de control.

Tabla 6 – Resumen de las principales teorías y definiciones sobre la atención tomado de García Viedma (2006)

En los años 50 y 60 la atención era normalmente conceptualizada como un proceso facilitador. Algún mecanismo cerebral seleccionaba los estímulos que debían ser atendidos y la atención facilitaba de alguna manera el procesamiento posterior de tal información. Estas ideas llevaron a plantear teorías basadas en canales de capacidad limitada (Broadbent,

1958; Deutsch y Deutsch, 1963; Treisman, 1964), donde la información pasaba a través de una serie de etapas que sólo podían procesar un número limitado de objetos estímulares. Este “embudo” era un filtro donde la información que pasaba era procesada a niveles profundos mientras que el resto simplemente se disipaba en los niveles anteriores. Este tipo de teorías dieron lugar a que la experimentación se centrara en cuestiones tales como el lugar donde estaba situado el filtro atencional. A éstos se les denomina modelos de filtro y sus presupuestos básicos son:

1) Cuando la información llega al organismo se procesa sin límites hasta llegar a un canal de capacidad limitada donde tiene lugar el procesamiento consciente, dados los límites de capacidad no puede pasar toda la información.

2) Para no sobrecargar al sistema, se necesita algún mecanismo que permita filtrar y seleccionar la información. Dicha estructura, que actúa como un regulador de la entrada de la información, es la atención.

Estos modelos, mediante diagramas de flujo, intentan representar dónde se ubica el filtro y qué características básicas tiene dicha estructura. Los modelos de filtro pueden diferenciarse según la forma de funcionamiento del filtro y según la ubicación del filtro en la secuencia de procesamiento (García Sevilla, 1997; Roselló, 1997).

Según la forma de funcionamiento del filtro, se encuentran los modelos de filtro rígido (Broadbent, 1958) y los modelos de filtro atenuado (Treisman, 1960). Los modelos de filtro rígido asumen la existencia de un canal central que no puede procesar más de un mensaje por unidad de tiempo, el filtro regula la entrada de información alimentando el canal central con información manejable y evitando la sobrecarga. En los modelos de filtro atenuado, el sistema central de capacidad limitada distribuye dicha capacidad entre todos los mensajes.

Según la ubicación del filtro en la secuencia de procesamiento, se distingue entre modelos pre-categoriales, en los que los procesos de análisis son previos al filtrado, siendo antieconómicos y quitando

importancia al filtro al analizar todas las señales sin considerar las limitaciones de capacidad; y modelos post-categoriales, en los que el análisis es previo al filtrado (Deutsch y Deutsch, 1963; Norman, 1968).

2.1. MODELOS DE SELECCIÓN TEMPRANA (PRECATEGORIALES).

En general, los modelos de selección temprana establecen:

- a) El procesamiento semántico es de capacidad limitada. Así el mecanismo selectivo opera antes o durante dicho procesamiento.
- b) El organismo selecciona los estímulos que inciden sobre él en función del resultado del procesamiento de las características físicas. Este tipo de procesamiento controlará el funcionamiento del filtro.
- c) Las características físicas pueden procesarse en paralelo.
- d) Sólo la información atendida recibirá procesamiento semántico.

Un ejemplo de esta postura es el modelo de Broadbent (1958) (véase figura 1). Broadbent formula un modelo de procesamiento compuesto por varias estructuras. Considera que cuando la información llega al organismo es procesada sin limitaciones hasta llegar a una estructura o *canal de capacidad limitada (sistema P)*, que funciona de forma secuencial y lleva a cabo el procesamiento consciente. Puesto que estamos sometidos a una gran cantidad de información y este sistema tiene una capacidad limitada, la información que llega a él es seleccionada mediante un *filtro* basándose en sus características físicas. Este filtro es rígido y funciona de manera de todo o nada: se selecciona un único elemento en cada momento. Una vez alcanzado el sistema P se analiza semánticamente y, tras acceder al *sistema de probabilidades condicionadas de hechos pasados* (sistema de retención de experiencias previas o conocimiento), podrá provocar algún tipo de respuesta en los sistemas efectores. Los elementos no seleccionados permanecen durante un breve intervalo de tiempo en un *almacén pre-perceptivo* de capacidad limitada, ubicado inmediatamente

antes del filtro; de esta forma parte de la información pasa después al filtro. La contrastación empírica vino de estudios en los que se intentaba poner de manifiesto deficiencias atencionales sobrecargando el sistema mediante la manipulación de la cantidad de información que se presenta a los sujetos (Cherry, 1953; Posner, 1978) y de experimentos en los que se quería demostrar la serialidad en la identificación de estímulos (Sperling, 1960).

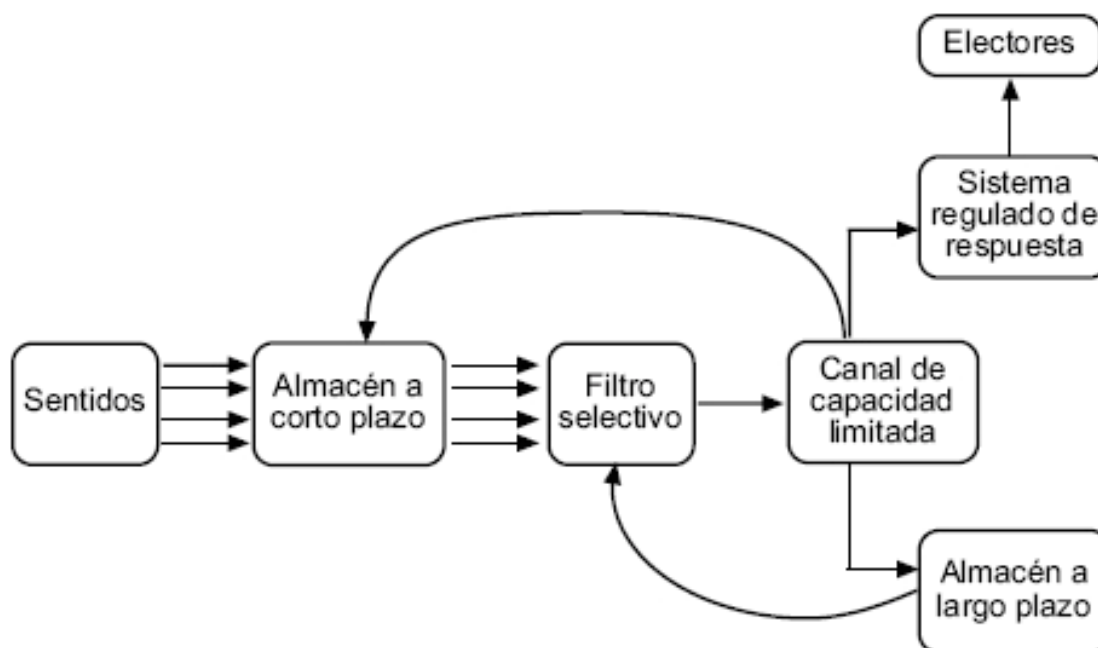


Figura 1 – Modelo de Broadbent tomado de Colmenero et al, 2001 (Colmenero y cols, 2001)

2.2. MODELOS DE SELECCIÓN TARDÍA O POSTCATEGORIALES.

Sin embargo, otros autores consideraron que el filtro se encuentra en estadios de procesamiento posteriores (Deutsch y Deutsch, 1963 citado en García-Viedma, 2006) (véase figura 2). Apoyados en los resultados de estudios que utilizaban tareas de escucha dicótica (Lewis, 1970) y tareas Stroop, propusieron que el filtro atencional no actuaba hasta que todos los estímulos (o al menos los más relevantes o familiares de la escena) eran procesados y categorizados semánticamente. Se basaban en que todos los estímulos que llegan a los sistemas sensoriales pasaban por todas las etapas de procesamiento hasta alcanzar su representación en memoria (Norman, 1968). Una vez estas han sido activadas (lo que significa que han sido procesadas semánticamente y categorizadas) los procesos de arriba-

abajo se activan más, o seleccionan, la representación mental del estímulo objetivo, con lo que es éste el que pasa a tomar el control de la acción (Castillo-Moreno y Paternina-Marin, 2006).

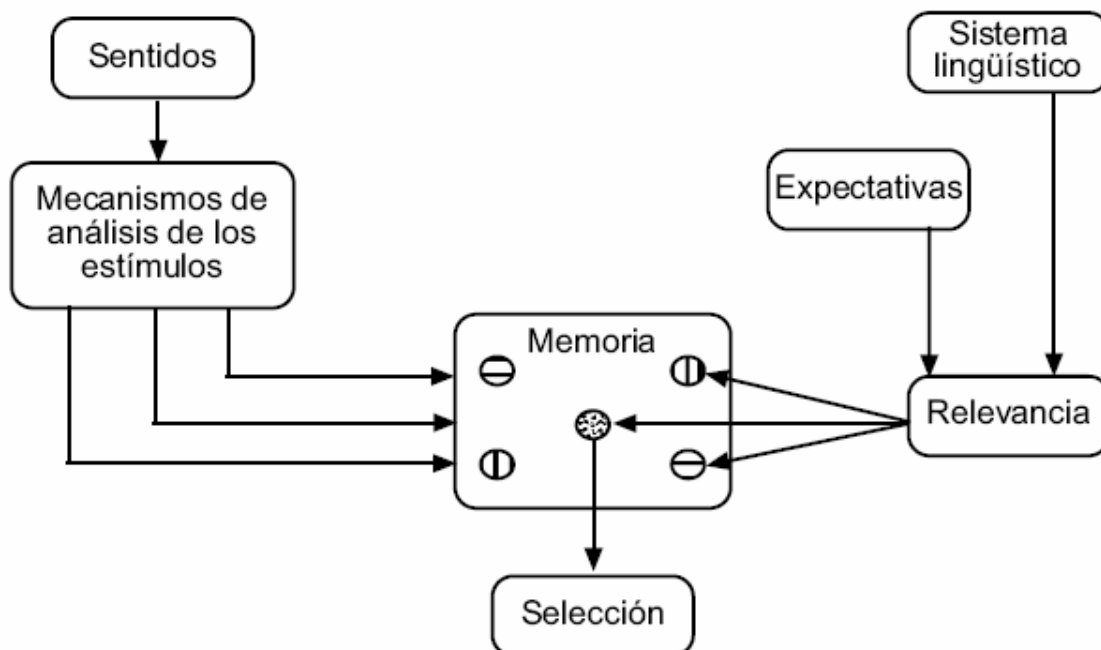


Figura 2 - Esquema del modelo de Deutsch y Deutsch según Norman, 1968 (tomado de Castillo-Moreno y Paternina-Marin, 2006)

Los modelos de filtro tienden a ignorar que el sistema de procesamiento tiene una capacidad limitada y se centran únicamente en la atención selectiva. En los modelos que se centran en que la capacidad del sistema de procesamiento tiene una cantidad de recursos limitada, la atención es la encargada de repartir dichos recursos dependiendo del objetivo, como en el caso del modelo que propone Kahneman (1973) (véase figura 3). Kahneman sugirió el tradicional concepto de arousal (activación general) como un sistema que provee activación o recursos tanto para actividades de carácter físico como psicológicas (Castillo-Moreno y Paternina-Marin, 2006).

En años posteriores comenzaron a surgir teorías que postulaban un segundo proceso que ayudaría la facilitación en la tarea de selección, con lo que la discriminación entre uno y otros se alcanzaría antes. Los estudios que han utilizado tareas tipo Stroop (Dalrymple-Alford y Budayr, 1966; Neill, 1977) y de priming negativo (Castillo y Catena, 2003; Marí-Beffa y Nievas, 2002) son las que han demostrado que existe un mecanismo de inhibición.

Neill (1977) presentaba a los sujetos palabras coloreadas y les pedía que respondieran al color de la tinta e ignoraran el significado de la palabra. Los resultados mostraron que cuando el sujeto debía responder a un color que era el mismo que designaba la palabra del ensayo anterior, la respuesta era más lenta que cuando no había ningún tipo de relación entre los dos ensayos. Tipper en 1985, denominaría como priming negativo, a la demora en el tiempo de reacción ante un objeto relacionado con un distractor precedente (Castillo-Moreno y Paternina-Marin, 2006).

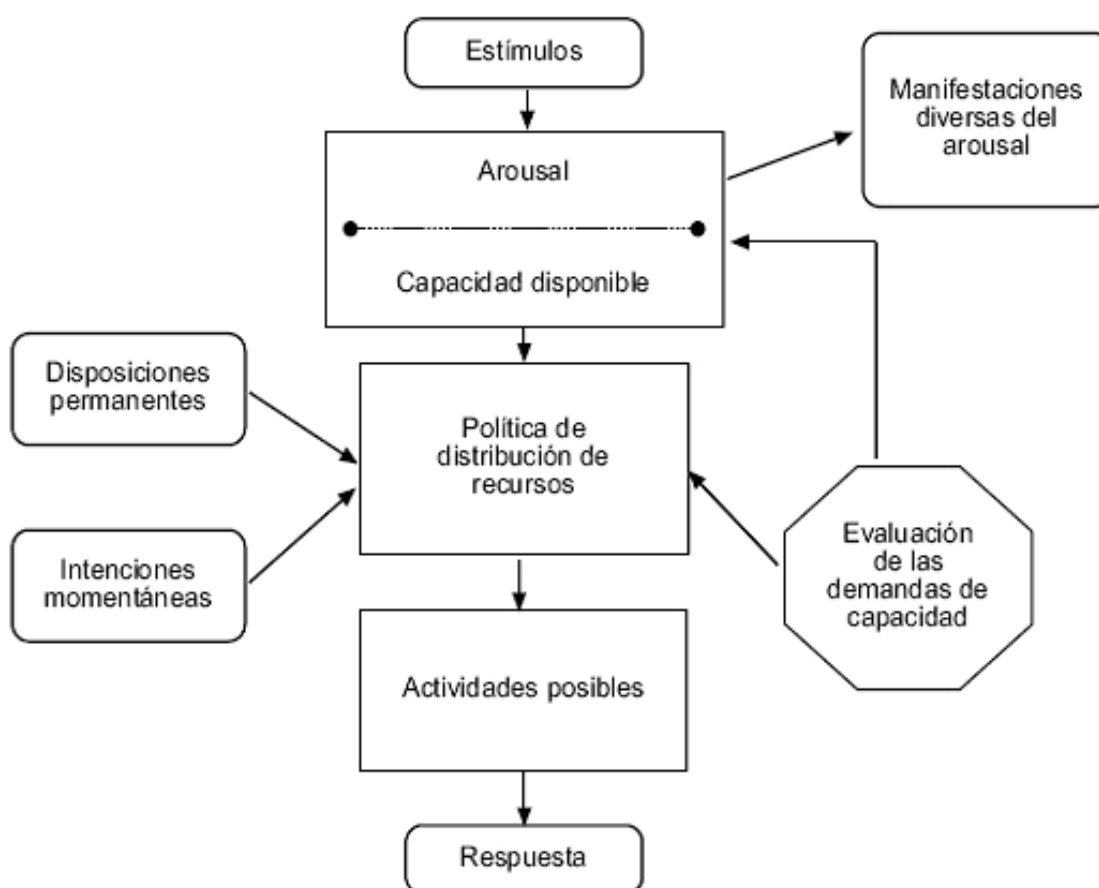


Figura 3 – Esquema del modelo de Kahneman, 1973 (tomado de Castillo-Moreno y Paternina-Marin, 2006)

Todas estas aportaciones dieron lugar a una nueva concepción de la atención que pasó a considerarse como un proceso complejo que se adapta a las necesidades del entorno.

3. NEUROFISIOLOGÍA DEL MECANISMO ATENCIONAL: LAS REDES ATENCIONALES.

La atención visual se asienta en una amplia red de conexiones corticales y subcorticales que forman un circuito, cuya entrada es la información captada por la retina y su salida tiene lugar a través del sistema oculomotor. La atención es una función bilateralizada, en la que cada hemisferio está especializado funcionalmente. El hemisferio izquierdo (HI) tiene control unilateral (contralateral) y el hemisferio derecho (HD) control bilateral, además de regular el sistema "arousal" y mantener el estado de alerta. El HD utiliza vías noradrenérgicas y, en menor medida, serotoninérgicas; y el HI utiliza vías dopaminérgicas y, en menor medida, colinérgicas.

Las estructuras corticales son las áreas visuales occipitales y temporales (especialmente la corteza temporal inferior), las cortezas parietal posterior, prefrontal lateral y cingulado, y los campos oculofrontales (véase figura 4).

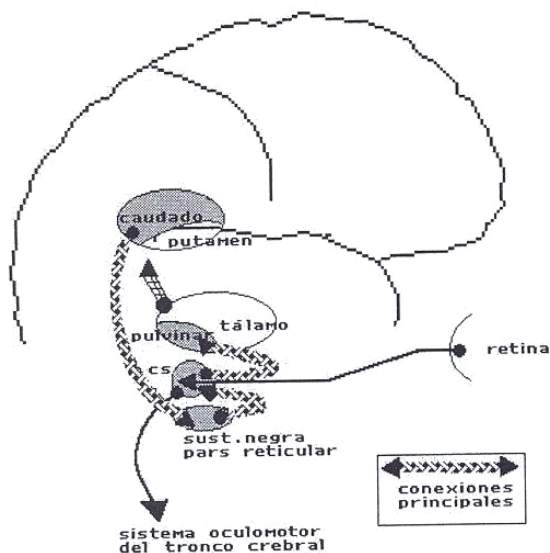


Figura 4 – Principales conexiones corticales implicadas en atención visual tomado de Estévez-González et al. (1997). Basado en Posner y Petersen (1990), Colby (1991) y Posner y Dehaene (1994)

Las estructuras subcorticales implicadas en esta función son los colículos superiores, el núcleo pulvinar (tálamo), el núcleo caudado (neostriado), los ganglios basales y la pars reticularis de la sustancia

negra. Las conexiones del caudado a la sustancia negra, de ésta al colículo superior y de éste al tálamo conforman el circuito básico subcortical (García Viedma, 2006).

Sus principales interconexiones se sintetizan en tres circuitos (García Viedma, 2006):

- a. *Circuito Inferior, occipito-temporal o ventral*: se inicia en el córtex visual primario (V1), termina en la zona temporal inferior (IT) y mantiene importantes interconexiones con la corteza prefrontal dorsolateral.
- b. *Circuito Superior, occipito-parieto-frontal o dorsal*: se inicia en la misma área V1, interconecta con la corteza parietal posterior y de aquí a la corteza prefrontal dorsolateral. La corteza parietal posterior también tiene conexiones con los campos oculares frontales, y la corteza prefrontal dorsolateral con la zona orbitofrontal lateral. Los circuitos superior e inferior son integrantes del sistema cortical atencional y constituyen los dos circuitos paralelos básicos en la percepción visual; el circuito ventral para el reconocimiento visuoperceptivo de los objetos y el dorsal para su reconocimiento visuoespacial y la ejecución visuomotora.
- c. *El circuito que integra las interconexiones entre la corteza parietal posterior* (principal asentamiento del sistema atencional posterior encargado de la atención selectiva y focalizada), *la corteza prefrontal dorsolateral y el cíngulo* (tiene un papel fundamental en el control de la atención). La corteza prefrontal ejerce un papel ejecutivo consistente en priorizar los estímulos, referenciarlos a representaciones internas, dirigir apropiadamente la atención, monitorizar la secuencia temporal de acontecimientos, formular conceptos abstractos, entre otras funciones ejecutivas.

Uno de los modelos que mejor integra la complejidad de los circuitos atencionales y sintetiza toda esta información es el modelo de Posner y colaboradores (Posner, 1996; Posner y Driver, 1991; Posner y Petersen, 1990; Posner y Raichle, 1994; Posner y Rothbart, 1992). Otro modelo que establece el mecanismo atencional como la combinación de diferentes

estructuras cerebrales es el de Mesulam (Zomerén y Brouwer, 1994). A continuación se describen estas dos propuestas.

El modelo de Posner y colaboradores surge del esfuerzo por desarrollar una neurociencia cognitiva de la atención, estableciendo áreas anatómicas propias de este mecanismo e independientes de otras formas de procesamiento. Desde esta perspectiva se asume que existe un sistema atencional en el cerebro que está anatómicamente separado de varios sistemas de procesamiento de la información. Además, se distinguen las áreas anatómicas implicadas específicamente en atención, de las áreas implicadas en la realización de una tarea y sobre las cuales influye (Colmenero y cols, 2001). La atención se llevaría a cabo por redes de áreas anatómicas, no sería una propiedad de una única área cerebral.

El modelo de Posner y colaboradores está compuesto por tres funciones atencionales: la orientación hacia estímulos, la detección de objetivos y el mantenimiento del estado de alerta (ver figura 5). Estas tres redes estarían conectadas entre sí y formarían parte de un complejo circuito neuronal córtico-estriado-talámico, se conocen como red posterior, red anterior y red de vigilancia.

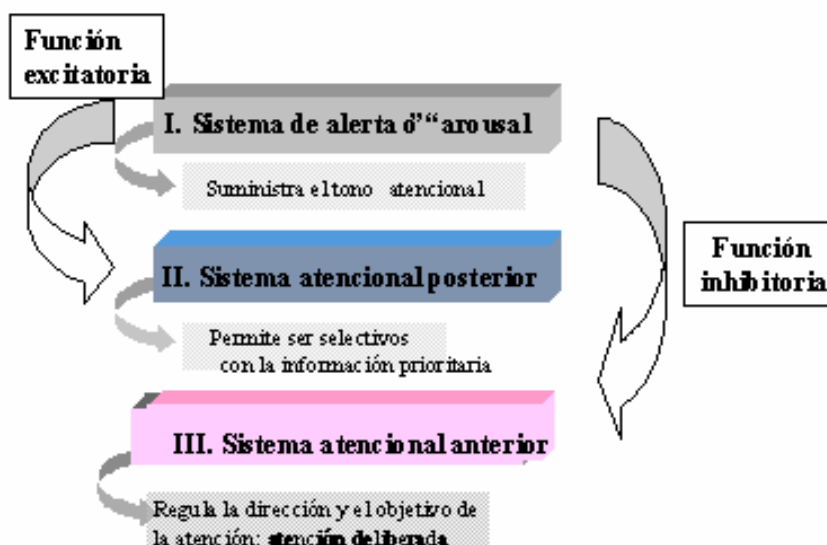


Figura 5 – Modelo de Posner y Petersen (1990) tomado de García Viedma (2006).

La red atencional de alerta, vigilancia o arousal proporciona el tono atencional necesario para realizar cualquier actividad de forma óptima.

Implica el desarrollo y mantenimiento del nivel base de conciencia, entendida como estado generalizado de receptividad a la estimulación (alerta tónica o duradera) y a la preparación de respuestas (alerta fásica o de corta duración). En ambos casos, se detecta más rápidamente un objetivo cuando el estado de alerta es elevado, aunque esta mayor velocidad se acompaña de una menor precisión, incrementa el número de errores y/o anticipaciones. Esta red está constituida por las proyecciones norepinefrinérgicas procedentes del locus coeruleus a la corteza cerebral frontal y parietal, encontrándose lateralizada en el hemisferio derecho. Esta red tiene conexiones directas con las otras dos redes. Actúa sobre la red de orientación potenciando su acción, apoya la orientación visual, facilita la capacidad para detectar y responder rápidamente cuando aparece el estímulo objetivo. La norepinefrina es el neurotransmisor utilizado por la red de vigilancia procedente del locus coeruleus, y sus principales entradas son el lóbulo parietal, el núcleo pulvinar del tálamo y los colículos, áreas implicadas en la red posterior. Por otro lado, estudios neuropsicológicos han mostrado la interacción de ambas redes, dado que en el “neglect” (o heminegligencia) y la anosognosia (ambos trastornos implican la red atencional posterior) son más frecuentes ante lesiones en el hemisferio derecho que en el hemisferio izquierdo (Colmenero y cols, 2001).

Por otra parte, la red atencional posterior regula la dirección y el objetivo de la atención, y se relaciona con la percepción. Esta red está formada por la corteza parietal posterior (implicada en la atención de desplazamiento entre hemicampos visuales; mientras la corteza parietal posterior izquierdo controla la atención perceptiva del hemicampo espacial contralateral, el derecho controla ambos hemicampos visuales), los núcleos pulvinar (filtra la información relevante de la no relevante) y reticular (facilita el desplazamiento de la atención visual y la orientación del organismo hacia los objetos de interés) del tálamo y los colículos superiores (García Viedma, 2006).

Relacionada con la orientación viso-espacial, también se le conoce como la red de orientación. La mayor parte de los datos existentes hacen referencia a la modalidad visual. La orientación puede estar guiada por un estímulo (exógena) o por un plan interno de búsqueda (endógena). Hay que

distinguir entre orientación y detección, ya que en el caso de la detección el sujeto informa de la presencia del estímulo emitiendo alguna respuesta, lo que implica conciencia del estímulo. La distinción es fundamental ya que muchas respuestas pueden estar disponibles antes de haberse detectado el estímulo. Las lesiones en esta red provocan déficit relacionados con la habilidad para seleccionar información presentada en el campo visual contralateral al del hemisferio dañado (Petersen, Robinson y Morrison, 1987).

Finalmente, la *red atencional anterior* nos permite ser selectivos con la información prioritaria y se relaciona con el control de la cognición. Denominada red ejecutiva, sería la encargada de ejercer el control voluntario sobre el procesamiento ante situaciones que requieren algún tipo de planificación, desarrollo de estrategias, resolución de conflicto estimular o de respuesta, o situaciones que impliquen la generación de una respuesta novedosa. También sería la base neuroanatómica del *Sistema Atencional Supervisor* de Norman y Shallice (1986), del cual dependería la atención para la acción, atención deliberada o atención ejecutiva, que tendría un papel en las funciones de programación, regulación, verificación de la actividad y modificación de la conducta, ligadas a regiones prefrontales. Se considera que existe una relación muy estrecha entre esta red y los procesos de detección consciente de los estímulos (Posner y Rothbart, 1992b) y con los procesos de memoria de trabajo (Posner y Dehaene, 1994). Con respecto a la relación entre esta red y los procesos de memoria de trabajo, Posner considera que la red atencional anterior llevaría a cabo la función del componente Ejecutivo Central de la memoria operativa (Baddeley, 1986); por lo que controlaría la activación de las representaciones de información con las que se esté trabajando (Posner y Raichle, 1994).

La red atencional anterior está formada principalmente por la parte anterior del giro cingular, los ganglios basales y el corteza dorsolateral prefrontal, es decir, las áreas que forman parte del circuito del ejecutivo central (Castillo-Moreno y Paternina-Marin, 2006; García Viedma, 2006). Las redes atencionales anterior y posterior se encuentran conectadas anatómicamente, esto se ha mostrado por estudios con primates en los que

se ha visto la conexión entre el cíngulo anterior y el córtex parietal posterior (Goldman-Rakic, 1988). También se encuentran conectadas funcionalmente, lo que permite dirigir la atención basándonos en estrategias o criterios cognitivos de alto nivel. No obstante, ambos sistemas pueden funcionar independientemente. El grado de independencia entre ambas redes dependería de la cantidad de actividad mental necesaria para realizar la tarea principal (Posner y Rothbart, 1992a). Por lo tanto el sistema atencional anterior sería un mecanismo ejecutivo, que haría conscientes el objeto atendido y sus propiedades, y velaría por el cumplimiento de las metas establecidas. Los tipos de atención que estarían implicados en este sistema atencional serían: la atención dividida, la atención sostenida, la atención de preparación y la inhibición (Castillo-Moreno y Paternina-Marin, 2006). Otro modelo que especifica estructuras y circuitos atencionales, así como sus posibles funciones en el mecanismo atencional, es el modelo de Mesulam (Zomerén y Brouwer, 1994). Mesulam plantea redes similares a las de Posner y colaboradores aunque presentan algunas diferencias; mientras éste proporciona mayor especificidad dentro de las redes, el modelo de Posner da mayor peso a las funciones cognitivas realizadas por los diferentes componentes de las redes.

Mesulam propone que interactúan distintas regiones corticales. Estas regiones son la corteza parietal posterior, el cíngulo y la corteza frontal (centrado alrededor de los campos oculares frontales), las cuales están influidas por el sistema reticular activador. El componente parietal proporcionaría un mapa perceptual interno del mundo externo, el cíngulo regularía la distribución espacial de la valencia motivacional, el componente frontal coordinaría los programas motores para la exploración, el escaneo, la localización y la fijación, y el componente reticular (incluyendo los sistemas ascendentes noradrenérgicos, dopaminérgicos y colinérgicos) proporcionaría el nivel de arousal. Estos componentes además de estar interconectados, también mantienen conexiones con estructuras subcorticales y otras regiones corticales. Las estructuras subcorticales son el colículo superior, que está conectado con los campos oculares frontales y la corteza parietal, y los núcleos caudado y estriado, que están conectados con las tres regiones corticales en la red. Con respecto a las

estructuras corticales, se incluyen la corteza temporal inferior y la corteza orbitofrontal (García Viedma, 2006).

4. MODELO CLÍNICO DE LA ATENCIÓN.

Basándose tanto en la investigación experimental como en la observación clínica, diversos autores (Cohen, 1993; Sohlberg y Mateer, 1989) han descrito modelos clínicos de atención.

Sohlberg y Mateer (1987) describieron un modelo jerárquico de la atención, en donde los últimos niveles requieren un esfuerzo atencional mayor que los precedentes. Los componentes de la atención que describen son:

- 1) *Arousal*: es la capacidad de estar despierto y de mantener la alerta. Implica la capacidad de seguir órdenes o estímulos.
- 2) *Atención focalizada*: es la capacidad de responder de forma discreta a un estímulo. Hace referencia a la cantidad de información seleccionada en un momento dado.
- 3) *Atención sostenida*: está relacionada con los aspectos temporales de la atención. Es la capacidad para mantener una respuesta conductual consistente durante una actividad continuada y repetida en un periodo de tiempo determinado.
- 4) *Atención selectiva*: es la capacidad de mantener una respuesta en un contexto de distracción o competencia estimular. La distracción puede producirse a un nivel externo (como ruidos) o interno (como las preocupaciones).
- 5) *Atención alternante*: hace referencia a la capacidad de flexibilidad mental que permite al individuo alternar su foco de atención y moverse entre tareas con diferentes requerimientos cognitivos, así como controlar la información que será selectivamente atendida.

- 6) *Atención dividida*: sería la capacidad para atender simultáneamente a dos o más tareas o a más de un estímulo en una misma tarea. Es una medida de la capacidad general de trabajo en paralelo.

Este modelo clínico de la atención ha permitido la elaboración de instrumentos de evaluación de la atención y de programas de rehabilitación de la atención (Sohlberg y Mateer, 1987).

5. EL DESARROLLO DE LA ATENCIÓN.

La atención está involucrada en la mayoría de los procesos cognitivos (Gomes y cols, 2000). Por lo tanto, la atención se convierte en un proceso fundamental para el aprendizaje y el desarrollo ya que permite atender a los aspectos del entorno que son esenciales para la adquisición de nuevas competencias. Por ejemplo, está demostrada la importancia que la atención tiene en la adquisición del lenguaje (Fischler, 1998; Gerken, 1994) y en la memoria (Gomes y cols, 2000). La atención se ha estudiado especialmente en lactantes y adultos (Cohen, 1993; Cowan, 1995; Richards, 1998; 2001; Ruff y Rothbart, 1996b). Además, la mayoría de las investigaciones han tendido a centrarse en la atención visual, a pesar de la importancia de la atención auditiva para la adquisición de conocimientos lingüísticos (Fischler, 1998; Gerken, 1994; Gianvecchio y French, 2002; Mundy y Gomes, 1998). A pesar de que algunos aspectos de los procesos atencionales puedan ser similares tanto en la modalidad auditiva como visual, otros basados en las características físicas de los estímulos pueden ser totalmente distintos. Por ejemplo, los mecanismos responsables de que el niño muestre preferencia hacia los rostros humanos (Kagan, 1970) es cualitativamente diferente a los mecanismos atencionales responsables de la predilección de determinados estímulos auditivos (Berg y Berg, 1979). La información en el canal auditivo se ordena sobre todo a nivel temporal y su duración es corta, en contraste con la información visual, que es más rica en cuanto a la organización espacial y a menudo la duración es más larga. Por lo tanto, no se puede explicar el desarrollo de la atención auditiva basándose únicamente en el conocimiento de los mecanismos atencionales

visuales. Sin embargo el estudio del desarrollo de los procesos atencionales es complicado por el hecho de que a menudo es difícil separar la atención de la codificación, de la memoria (Cooly y Morris, 1990) o de las funciones ejecutivas. Todos estos aspectos se deben tener presentes a la hora de revisar la literatura respecto al desarrollo de los procesos atencionales.

Los estudios que se centran en los dos primeros años de vida se centran especialmente en el aspecto selectivo y explorador del entorno (García Sevilla, 1997). Será a partir de la edad preescolar cuando se inicia el estudio de otros aspectos más específicos de la atención selectiva o sostenida.

Ya en el vientre materno, el feto responde a estímulos auditivos lo que explicaría que el desarrollo de la atención en la modalidad auditiva tuviera lugar antes que en la modalidad visual. El recién nacido muestra pequeños periodos de alerta estando despierto únicamente, durante las dos primeras semanas, entre un 11 y un 19% del tiempo (Ruff y Rothbart, 1996). Sin embargo, aunque su mirada parezca aleatoria, no es así; la capacidad para seleccionar información ya está en marcha, aunque de manera muy rudimentaria (Kolb y Whishaw, 1996, 2002; Mesulam, 1998). Entre los 2 y los 3 meses el bebé comienza a estar más tiempo despierto mirando a su alrededor y poniendo en práctica los circuitos visuales (Ruff y Rothbart, 1996). Su nivel de alerta durante estos meses va a depender de la postura en la que esté, lo que, probablemente, sea debido, entre otros factores, a la estimulación vestibular (Gregg, Hallner, y Korner, 1976; Korner y Grobstein, 1966). Al final del segundo mes y, provocado por el gran cambio cortical que se ha producido, los procesos atencionales ya pueden controlar el movimiento ocular, siendo capaces de centrar su mirada en una pequeña área del rostro de su madre y establecer contacto ocular (Ruff y Rothbart, 1996). Estos patrones de mirada estarán cada vez más determinados por la atención y por la experiencia acumulada. Durante el sexto mes, se considera que el circuito de orientación o atencional posterior (Posner y Petersen, 1990) comienza a ser funcional. Este circuito es responsable de la atención visuoespacial, de la capacidad para cambiar el foco atencional de un estímulo a otro (Johnson, 1990) y,

anatómicamente, está conformado por la corteza parietal posterior, el colículo superior y el núcleo pulvinar del tálamo (Mesulam, 1983; Posner y Petersen, 1990). La maduración del colículo superior, al final del primer año de vida, está íntimamente relacionada con el desarrollo de la atención alternante visual, ya que esta estructura mesencefálica se ha relacionado con la habilidad para cambiar la atención de un estímulo a otro. Esto posibilita que el niño pueda dirigir su atención hacia el estímulo de interés, compartiendo con el adulto la atención sobre un mismo objeto (Kondo, Osaka, y Osaka, 2004). Paralelamente, el niño comienza a seguir instrucciones dadas por el adulto, imitándole y dirigiendo su atención sobre aquello que despierta su interés.

Entre los 6 y 18 meses, los niños son capaces de seguir la mirada de otra persona pero no necesariamente dirigir su atención hacia el objeto al que presta atención la otra persona. Ésta es una habilidad que dominarán al cumplir un año (Slaughter y McConnell, 2003) y que es de vital importancia para el desarrollo del lenguaje. Por último, existe una relación lineal entre la edad y el tiempo que los niños pueden mantener la atención visual (Ruff y Rothbart, 1996). Este aumento en el tiempo durante el cual pueden estar atentos hace que puedan focalizarse en un objeto o rostro y analizarlo con más precisión utilizando esa información para guiar su conducta (véase tabla 7).

La atención está coordinada con otros procesos cognitivos, como la memoria, la motivación, el autocontrol y la capacidad para adaptarse a las demandas internas y externas, por lo que se convierte en un aspecto clave en el aprendizaje (Ruff y Rothbart, 1996). Durante la etapa preescolar (2 a los 6 años), la atención va estar especialmente condicionada por aspectos contextuales, como el tipo de tarea o la hora del día, y personales, como la percepción que el preescolar tenga sobre la complejidad de la tarea o sus intereses.

Desde los 2 años hasta los 4 se observa un aumento en la capacidad para mantener la atención (Sarid, 1997), pero no es hasta los 4 años y medio, coincidiendo con grandes cambios en la mielinización, cuando aparece un punto de inflexión, produciéndose una mejora significativa en la

ejecución de tareas atencionales. A los 5 años, los niños son capaces de realizar una tarea atencional visual durante 14 minutos (Ruff y Rothbart, 1996). Asimismo se observa un salto en la habilidad para dirigir la atención hacia aquellos aspectos del entorno que son relevantes e inhibir los que no lo son. De este modo, son capaces de cambiar su foco atencional de un aspecto del estímulo a otro con mayor precisión (Flavell, 1993; Zelazo, Frye, y Rapus, 1996).

El control atencional está relacionado con el aumento de la conciencia social y el efecto de las circunstancias; el cambio del control externo al interno está asociado con los cambios en la motivación (Lawson y Ruff, 2004; Ruff y Rothbart, 1996). El desarrollo de éstos depende, en parte, de la experiencia social del niño. La motivación intrínseca juega un papel esencial en la atención. Por ejemplo, un estudio realizado por Lepper y Greene (1978) puso de manifiesto que los premios (motivaciones extrínsecas) que se podían dar a un niño podía interferir negativamente disminuyendo la motivación intrínseca cuando la actividad que tenían que realizar los niños era agradable o reforzante en sí misma.

Entre los 6 y los 12 años continúa el desarrollo de los circuitos atencionales. Respecto a la atención sostenida, es decir, la capacidad para mantener la atención en una misma tarea, se produce un incremento entre los 7 y los 9 años (Halperin, 1996). A partir de esta edad tiene lugar, el aumento en la velocidad de procesamiento (Berger, 2003), que influye positivamente en la ejecución de las tareas atencionales (Tipper, Bourque, Anderson, y Brehaut, 1989). Alrededor de los 9-12 años maduran los procesos de control atencional (Tipper et al., 1989) provocando una mejora de la atención selectiva (Goldberg, Maurer, y Lewis, 2001). Booth y colaboradores (Booth et al., 2003) encuentran muy pocas diferencias entre el patrón de activación cerebral de los niños entre 9-12 años y los adultos mientras realizan una tarea de atención selectiva, por lo que se podría afirmar que a partir de los 12 años la atención selectiva no experimenta grandes cambios. Las diferencias en cuanto a la ejecución que se pueden encontrar durante este periodo, se deben a la falta de maduración del circuito fronto estriatal, uno de los responsables del control inhibitorio, que

continúa su desarrollo hasta la adolescencia, más que a la inmadurez de la atención selectiva (Booth et al., 2003).

Como se ha expuesto con anterioridad, al igual que sucedía con los procesos perceptivos, durante la adolescencia los procesos atencionales mejoran consistentemente, perfeccionándose la ejecución en este tipo de tareas hasta alcanzar, en la adolescencia tardía, niveles de ejecución similares a los del adulto (Crews et al., 2007) (véase tabla 7).

5.1. DESARROLLO DE LA ATENCIÓN SOSTENIDA Y SELECTIVA.

La atención se ha identificado como un proceso cognitivo necesario para el aprendizaje (Ruff y Rothbart, 1996; Simon, 1986) y el éxito en el rendimiento escolar (Ashman y Schroeder, 1986). A continuación se describirá el desarrollo de dos de los componentes básicos de la atención: la atención sostenida y selectiva.

5.1.1. La atención sostenida

Una de las dificultades que se encuentran cuando se revisa la bibliografía sobre la atención sostenida, es que se utiliza indistintamente el término vigilancia, arousal y atención sostenida. Sin embargo se trata de conceptos distintos. La vigilancia se refiere a la estabilidad en la ejecución de una tarea durante un largo periodo de tiempo y con una frecuencia baja de estímulos a los que se debe atender (Periañez y cols, 2008). El arousal implica los cambios en el cerebro que afectan al estado general (desde las fases profundas del sueño hasta los estados de activación) para responder a cualquier estímulo ya sea interno o externo, mientras que la vigilancia sería el estado de preparación para detectar y responder a estímulos impredecibles que ocurren de forma aleatoria (Periañez y cols, 2008). En este estudio, se parte del modelo clínico y neuropsicológico de la atención que propusieron Sohlberg y Mateer para quienes la atención sostenida es la capacidad para mantener una respuesta conductual consistente durante una actividad continuada y repetida en un periodo de tiempo determinado (Sohlberg y Mateer, 1987).

Varios estudios han encontrado que la atención sostenida es un predictor del rendimiento cognitivo posterior (Cobb, 1972; Frederick y Walberg, 1980; Lahaderne, 1968; Meyers, Attwell, y Orpet, 1968).

Como proceso cognitivo, la atención parece coordinar otras actividades cognitivas como la memoria, la motivación, y la autorregulación con el fin de promover la adaptación al medio ambiente y las demandas internas. La atención sostenida está influenciada por la edad (Levy, 1979), así como por las características contextuales de las tareas (Ruff y Rothbart, 1996a; Ruff y cols, 1998). Además, la atención se ha identificado como un proceso activo que se desarrolla durante toda la niñez en la dirección de aumentar el control, la eficiencia, y el uso estratégico de los recursos mentales (Anderson y Lorch, 1983; Wartella y Ettema, 1974).

La atención sostenida es una capacidad que aumenta con la edad, especialmente en niños en edad preescolar. Por ejemplo, Levy y colaboradores (1979) estudiaron 230 niños de 3 a 7 años de edad mediante una prueba de Ejecución Continua (*Continuous Performance Test, CPT*), diseñada para exigir un alto nivel de atención sostenida en el tiempo. La capacidad de completar toda la prueba pasó de 27% de la muestra de 3 años de edad al 100% de la muestra a partir de los 4 años y medio. Ruff y Lawson (1990) estudiaron a niños de 1, 2, 2 1/2, 3 1/2, y 4 1/2 años de edad durante el juego libre. Los niños recibieron una variedad de juguetes adecuados a su edad. Los resultados indican un aumento de la atención sostenida reflejada en el mayor tiempo que los menores empleaban en jugar con un único juguete.

Los factores contextuales como la dificultad de la tarea (en relación con el nivel de habilidad del niño), el carácter motivador o no de la misma, la presencia del adulto o la presión grupal afectan a la atención sostenida, ya que determinan el interés del niño en el mantenimiento de la misma. Varios estudios apoyan la relación entre el contexto y la atención sostenida.

MESES	DESARROLLO CEREBRAL				ATENCIÓN		
0-2	✓ Comienza la mielinización de la sustancia gris subcortical.	✓ Periodo de máximos cambios en la mielinización.	Comienza la maduración de: ✓ Parte posterior de la cápsula interna.		Regiones con mayor metabolismo: ✓ Corteza sensori-motora primaria. ✓ Núcleos talámicos. ✓ Tronco cerebral. ✓ Vermis cerebeloso. ✓ Corteza singular. ✓ Región hipocampal.	✓ Primeras semanas 11 y un 19% del tiempo despierto. 2º mes: control movimiento ocular.	
2-4	✓ Comienza la mielinización en regiones posteriores.		✓ Máxima densidad sináptica occipital	Inicio maduración: ✓ Parte anterior de la cápsula interna. ✓ Radiación óptica. ✓ Espleno del cuerpo calloso.		Incremento metabólico en: ✓ Cortezas parietal, temporal. ✓ Corteza visual primaria. ✓ Ganglios basales. ✓ Hemisferios cerebelosos.	✓ Contacto ocular.
4-6				✓ Inicio maduración: ✓ Fascículo corticoespinal. ✓ Fascículo arqueado izquierdo.			
6-8	✓ Comienza la mielinización en regiones posteriores.			✓ Fascículo longitudinal inferior derecho.		✓ Incremento en el consumo de glucosa en la corteza frontal ✓ Región Frontal lateral. ✓ Región Frontal mesial. (Región Prefrontal)	✓ Cambio foco atencional. ✓ Sigue la mirada de otra persona

8-10							
10-12	✓Máxima densidad sináptica prefrontal.						
12-14			✓Patrón cerebral de consumo de glucosa similar al del adulto.				✓Sigue la mirada de otra persona y dirige su atención hacia el objeto.
14-16							
16-18							
18-24			✓Tasa de consumo de glucosa similar a la del adulto.				

Tabla 7 – Desarrollo de la atención durante la primera infancia.

EDAD	DESARROLLO CEREBRAL			ATENCIÓN
2-3				
3-4				
4-5	✓Máximo desarrollo de la rodilla del cuerpo calloso (segmento anterior).	✓ Tasa máxima metabólica en corteza prefrontal.	✓ Finaliza el primer ciclo en el desarrollo de la coherencia del EEG.	✓A los 4 años y medio se produce un salto en calidad de los procesos atencionales.
5-6				✓Control atencional.
6-7				Es capaz de realizar una actividad una misma actividad durante 15 minutos.
7-8	✓Incremento brusco en la actividad de las regiones frontales ✓Integración de las conexiones de larga distancia en el hemisferio derecho.	✓Final de la poda sináptica en región occipital	✓Máximo desarrollo sustancia blanca del esplenio del cuerpo calloso (segmento posterior).	✓Meseta en el consumo de glucosa
8-9				
9-10				
10-11		✓Máximo volumen de la sustancia gris parietal		✓Maduran procesos de control atencional.
11-12		✓Máximo volumen de la sustancia gris frontal		✓Atención selectiva como adulto.
12-13		✓Desarrollo áreas parietales y prefrontales.	✓Comienza a disminuir la tasa de consumo de glucosa.	✓Mejora de los procesos atencionales.
12-13				
13-14				
14-15				
15-16				
16-17				
17-18			✓Tasa de consumo de glucosa adulta.	✓Niveles de ejecución en todos los tipos de atención iguales al adulto.
18-19	✓Final de la poda sináptica en prefrontal.	✓Continúa el desarrollo de la sustancia blanca frontal		
19-20				

Tabla 8 – Resumen desarrollo de la atención desde el periodo preescolar hasta la adolescencia.

Levin y Anderson (1976) realizaron un estudio con 70 niños entre 1 y 4 años de edad y analizaron el tiempo que permanecían mirando al televisor según el contenido de una historia, encontrando que en función de la edad muestran un mayor interés por un determinado tipo de historia y por tanto la atención ante la misma aumenta. Ruff y colaboradores (1998) midieron la atención sostenida en varios contextos diferentes: ver vídeos, jugar con juguetes y la realización de una tarea de tiempo de reacción. En general, la atención (la media para los tres tipos de actividades) se incrementa con la edad. Sin embargo, también encontraron correlaciones de baja a moderada en las diferentes actividades, que sugiere una relación entre la tarea y las características de la atención. Se observó que el aumento en la atención sostenida para realizar la tarea de tiempo de reacción tenía lugar a una edad más tardía que la requerida para ver el video y jugar con los juguetes. Estos datos sugieren la importancia tanto de la edad como del tipo de la tarea. Ruff y colaboradores (1998) proponen que, *"los niños pueden tener estable la tendencia a centrarse y mantener su atención en determinados contextos y que la atención varía de acuerdo con las exigencias de las tareas y capacidades del niño o el interés en el cumplimiento de esas exigencias"* (p. 454). Otra de las características a tener en cuenta sería la de considerar la complejidad de la tarea para el niño. Un nivel óptimo de la complejidad de los estímulos ha sido asociado con una mayor atención (Berlyne, 1960, 1963; Berlyne y Lewis, 1963), o bien muy poca o demasiada complejidad contribuye a la disminución de la atención. La complejidad de un niño en un determinado contexto parece estar relacionado con las características individuales tales como conocimientos previos o la familiaridad con la tarea (Gianvecchio y French, 2002). La habilidad del niño para comprender lo que está sucediendo a su alrededor es necesario para determinar la "cantidad" de atención sostenida que debe emplear, esto es de vital importancia cuando comienza el periodo escolar.

En la actualidad se carece de estudios sobre la atención sostenida y basados en un mismo modelo teórico, que se hayan llevado a cabo en las modalidades visual y auditiva, desde la edad preescolar hasta la niñez.

5.1.2. La atención selectiva

En el día a día se reciben un gran número de estímulos procedentes del entorno, aunque sólo una pequeña parte de ellos son relevantes y por tanto procesados. Así se atiende únicamente a aquellos estímulos que se necesitan para alcanzar un objetivo concreto y los demás se ignoran ya que pueden ser causa de distracción o interferencia. La atención selectiva es el proceso mediante el cual se presta atención a los estímulos relevantes y se ignoran los restantes o distractores (Castillo-Moreno y Paternina-Marin, 2006).

Cherry (1953) cuando denominó el "efecto cóctel" como reflejo de la capacidad para atender selectivamente a determinados estímulos, consideraba que se trataba de un proceso propio de los adultos. De hecho, los estudios realizados durante los últimos 50 años han indicado que la capacidad de procesar la información relevante y omitir la irrelevante no está completamente desarrollada hasta la adolescencia (Hiscock y Kinsbourne, 1980; Pearson y Lane, 1991). Sin embargo, los niños pequeños también son capaces de atender selectivamente aunque no de igual manera que el adulto (Rueda et al., 2004). Como se ha visto anteriormente, la atención juega un papel muy importante en el desarrollo de otras habilidades cognitivas. Los procesos atencionales son los encargados de determinar qué estímulos internos o externos son relevantes para continuar con su procesamiento y por tanto licitar una respuesta (Gomes y cols, 2000). Este proceso de selección de los estímulos es extremadamente complejo; el entorno está determinado no sólo por las características físicas de los estímulos, sino también por los intereses, motivaciones y estrategias cognitivas de la persona que percibe los estímulos. Dado que la atención participa en el proceso de selección, juega un papel muy importante a la hora de llevar a cabo una conducta adaptativa. La evidencia de investigaciones sobre el desarrollo de la atención selectiva visual y auditiva utilizando tareas tradicionales, sugiere que el control de la atención selectiva no se alcanza hasta pasada la pubertad. En tareas de escucha dicótica, que consistían en recordar y reconocer correctamente la información presentada auditivamente por un oído mientras debían omitir la información irrelevante que se presentaban

por el otro oído, se observó que el desarrollo continuaba pasados los 12 años (Pearson y Lane, 1991). En la modalidad visual, se observó que el desarrollo se completaba a los 10 años (Shepp, Barrett, y Kolbet, 1978). Los estudios que utilizan tareas clásicas atencionales evidencian que existe un período prolongado en el desarrollo para los procesos implicados en la atención selectiva (Sanders y cols, 2006b).

Los estudios en los que se ha manipulado directamente el grado de control ejecutivo necesario para realizar una tarea de atención selectiva, determinan que el control de la atención selectiva es igual al adulto cuando existen señales externas que dirijan la atención (Klenberg et al., 2001). Una clave externa adecuada permite a los niños a partir de los 3 años seleccionar los estímulos a los que deben prestar atención durante un periodo mayor de tiempo (Sanders y cols, 2006b). Respecto a la habilidad para ignorar información irrelevante aparece totalmente desarrollada a los 11 años (Lane y Pearson, 1982).

Sin embargo no se conoce si el desarrollo de la atención selectiva difiere en función de la modalidad, ya que aunque existan estudios que se han centrado en el desarrollo de la atención selectiva auditiva (Sanders y cols, 2006b) o visual (Enns y Cameron, 1987; Gomes y cols, 2000; Gumenyuk y cols, 2001; Klenberg y cols, 2001; Ridderinkhof y van der Stelt, 2000; Tipper y cols, 1989; Zukier y Hagen, 1978) no se puede equiparar los resultados obtenidos en estas investigaciones (Alho y cols, 1998; Gomes y cols, 2000), ya que en muchos casos no comparten el mismo marco teórico. Si se parte de la concepción de que los procesos atencionales se organizan jerárquicamente, entonces tiene sentido que la atención sostenida (Sarid, 1997) aparezca de forma más temprana que la atención selectiva (Booth y cols, 2003; Halperin, 1996; Tipper y cols, 1989).

Los estudios diseñados específicamente para niños pequeños, han demostrado que éstos pueden ejecutar tareas de atención selectiva como los adultos en edades tempranas. Por ejemplo, la adaptación que Rueda (2004) realizó sobre el paradigma de “*visual cuing*” de Posner, empleando peces de colores, concluyó que la atención de orientación se encuentra plenamente desarrollada antes de los 6 años (Rueda y cols, 2004). Los

resultados de este estudio ponen en evidencia la importancia de adaptar las tareas o diseñarlas especialmente para los niños, ya que de esto puede depender la ejecución y por tanto las conclusiones de los estudios en los que no se han empleado tareas adaptadas se podrían cuestionar.

CAPÍTULO 4. LA EVALUACIÓN NEUROPSICOLÓGICA INFANTIL

1. LA EVALUACIÓN NEUROPSICOLÓGICA INFANTIL

Antes de realizar una evaluación neuropsicológica se deben conocer las características propias del desarrollo cognitivo durante la infancia. Uno de los retos del neuropsicólogo infantil es identificar en qué momento evolutivo se encuentra el niño para poder explicar si el perfil cognitivo que presenta es debido a una alteración o a un retraso en el desarrollo (Baron, 2004).

1.1. OBJETIVOS DE LA EVALUACIÓN NEUROPSICOLÓGICA INFANTIL

Cuando se realiza una evaluación neuropsicológica infantil se debe recopilar la información necesaria para conocer en qué momento del desarrollo cognitivo se encuentra el niño y cuáles son, dentro de su perfil cognitivo, sus puntos fuertes y débiles, lo que permitirá la elaboración de un programa de intervención adecuado. Una vez finalizada la evaluación se debe haber conseguido:

- Identificar en qué momento evolutivo se encuentra el niño/adolescente.
- Conocer las implicaciones que ha podido causar el daño cerebral.
- Elaborar el perfil cognitivo, en el que se refleje sus puntos fuertes y aquéllos que deben ser reforzados.
- Conocer el tipo y la eficacia de las estrategias que utiliza.
- Saber qué factores pueden estar incidiendo, de manera positiva y/o negativa, en la actuación del niño.
- Conocer la motivación, el grado de colaboración y la conciencia de las limitaciones del niño.

- Conocer las expectativas de la familia y del centro educativo respecto a su evolución.

1.2. ACTITUD ANTE EL PROCESO DE EVALUACIÓN

En la mayoría de las ocasiones el niño no tiene una idea clara de por qué viene a consulta ni de qué va a tener que hacer. Durante el proceso de evaluación es necesario que el niño haga las tareas lo mejor posible y emplee todos sus recursos, para que se pueda llegar a conocer el alcance de la lesión o de la alteración que presenta. Por ello, es de vital importancia que el niño sepa qué es lo que va a tener que hacer y qué se le va a pedir. Para conseguir esta actitud positiva hacia el proceso de evaluación se requiere explicarle cuál es nuestra función, en qué va a consistir la evaluación, cuál es su finalidad y la importancia de que esté al “cien por cien” durante la realización de las tareas. Asimismo, y para disminuir la ansiedad de evaluación que presentan algunos niños, es importante explicarle que estas tareas no son como los exámenes del colegio, donde hay “respuestas buenas o malas”, sino que “aquí hay muchas respuestas posibles”.

Tan importante como saber seleccionar qué pruebas se deben aplicar, es conocer y controlar, en la medida de lo posible, ciertas variables que pueden afectar a la evaluación neuropsicológica de la atención.

El momento del día en el que se realiza la evaluación es importante, ya que procesos, como los atencionales, se ven afectados por esta variable. Por lo tanto, es recomendable citar al niño en dos momentos, por la mañana, y por la tarde, tras la jornada escolar. De este modo dispondremos de una información muy valiosa respecto a las fluctuaciones del rendimiento en función de la hora del día o del cansancio.

Otro de los factores a tener en cuenta es el orden de aplicación de las pruebas. En el caso de la evaluación infantil es importante que tanto la primera como la última prueba que se realice sean atractivas para el niño, de manera que comience motivado y su nivel de ansiedad de evaluación

disminuya, finalizando las mismas con una sensación de bienestar. Para comenzar, se puede elegir pruebas familiares para el niño, como el *Trail Making Test* forma intermedia (TMTm) (Baron, 2004; Lezak, 1995; Reitan, 1971), porque la mayoría de los niños han jugado a unir puntos. Sin embargo, no se debe empezar con esta prueba si se sospecha que el niño puede presentar una alteración en alguno de los procesos cognitivos que implica. De ser así, se obtendría el resultado contrario al deseado, es decir, el menor se mostraría desmotivado hacia el resto de la evaluación.

También se debe considerar, al planificar la evaluación, los procesos que se están evaluando. Por ejemplo, es recomendable aplicar al comienzo de la sesión las pruebas que evalúen los procesos atencionales, y no realizar dos pruebas sucesivas de memoria.

Se debe tener en cuenta la medicación que está recibiendo el niño y los posibles efectos secundarios ya que éstos podrían dificultar el diagnóstico o “falsear” los resultados.

La evaluación neuropsicológica debe ser multidimensional, además de los procesos cognitivos se deben evaluar los componentes conductuales y emocionales del niño ya que éstos pueden estar afectando al rendimiento cognitivo. Para ello, se tendrá que recabar información sobre el comportamiento del niño en el contexto familiar, escolar, con su grupo de iguales e individualmente. Así como analizar detalladamente su historia del desarrollo.

2. PRUEBAS NEUROPSICOLÓGICAS PARA EVALUAR LA ATENCIÓN SOSTENIDA Y SELECTIVA

Dada la importancia de la evaluación de la atención sostenida y selectiva se muestran algunos de los tests que existen en la actualidad para evaluar estos dos procesos atencionales.

2.1. ATENCIÓN SOSTENIDA

Test de ejecución continua (Continuous Performance Test, CPT)

El Test de ejecución continua (*Continuous Performance Test, CPT*) originalmente se desarrolló como prueba de vigilancia (Rosvold y cols, 1956). Se han realizado varias adaptaciones aunque a continuación se describirá la última versión que han llevado a cabo Conners y Staff (CPT-II) (Conners y Staff, 2000). El objetivo de esta prueba es evaluar la atención sostenida y la capacidad de inhibición. El paradigma utilizado en el CPT-II ha sido modificado, de manera que se ha sustituido la instrucción de pulsar (la barra espaciadora o el ratón) cuando “A” va seguido de “X” por el de pulsar cada vez que vea cualquier letra salvo la letra X. De esta manera se exige al sujeto que mantenga una conducta constante, aumentando el número de aciertos y por tanto la fiabilidad, siendo menos susceptible al efecto suelo y techo (Strauss y cols, 2006) y que inhiba cuando el estímulo diana aparezca. El CPT-II está formado por 6 bloques de presentación y 3 sub-bloques con 20 ensayos cada uno. Los intervalos entre estímulos son variables entre 1, 2 y 4 segundos con un tiempo de presentación del estímulo de 250 milisegundos. El niño, como en versiones anteriores, dispone de un periodo de práctica antes de comenzar la prueba. El examinador debe permanecer en la sala mientras se realiza la prueba pero sin realizar intervenciones ni indicaciones durante la misma.

Modalidad: visual.

Edad: a partir de 4 años.

Test de integración visual y de ejecución continua auditiva (Integrated Visual and Auditory Continuous Performance Test, IVA + Plus)

El IVA+Plus (Sandford y Turner, 2004) es otra versión de la prueba clásica CPT. El IVA+Plus tiene una versión visual y otra auditiva. El niño debe apretar el ratón únicamente cuando vea o escuche el número “1” y no debe apretar (inhibir) cuando vea o escuche el número “2”.

Los estímulos visuales se presentan durante 167ms y los auditivos durante 500 ms. La prueba está compuesta por 500 ensayos (250 de cada modalidad) divididos en 5 bloques con 100 ensayos cada uno, en los que aparecen el mismo número de estímulos visuales que auditivos. Durante los primeros 50 ensayos de cada bloque los estímulos diana representan el 84% del total. Los siguientes 50 ensayos sólo el 16% son el estímulo diana ("1").

La prueba comienza tras la realización de dos tareas de tiempo de reacción (una por cada modalidad) y un periodo de práctica.

Modalidad: auditiva y visual.

Edad: de 5 años en adelante.

Duración: 13 minutos.

Test de la variables atencionales (Test of Variables of Attention, T.O.V.A.)

El T.O.V.A. (Greenberg y cols, 1991) es una prueba basada en un test de ejecución continua. Este test no tiene componente de lenguaje ni está afectado por el efecto de la práctica. Consta de dos partes, una visual y otra auditiva. La visual está compuesta por dos figuras geométricas simples y la parte auditiva por dos tonos. El niño debe presionar cada vez que aparecen los estímulos diana, ya sea el auditivo como el visual. El T.O.V.A. busca ser largo, sencillo y aburrido.

Modalidad: auditiva y visual.

Edad: A partir de 4 años.

Duración: 21 minutos

Test infantil auditivo de series de sumas (Children' Paced auditory serial addition test)

Está basado en el Test auditivo de series de sumas (*Paced Auditory Serial Addition Test, PASAT*) para adultos (Sampson, 1954; Cronwal y Wirghtson, 1981). El Test infantil auditivo de series de sumas (*Children'*

Paced auditory serial addition test) (Johnson y cols, 1988) es una prueba auditiva que evalúa velocidad de procesamiento, atención sostenida auditiva y dividida. Para su realización es necesario que tanto la memoria operativa como las habilidades matemáticas estén intactas. El test consiste en la presentación de forma aleatoria y a distintos tiempos de dígitos en cinco ensayos. En cada ensayo se presentan 61 dígitos. Los intervalos entre estímulos varían de 1,2 a 2,8 segundos. El niño debe ir sumando los dígitos que se van presentando.

Modalidad: auditiva.

Edad: a partir de 9 años y medio.

Tarea de cancelación de símbolos (Symbols cancellation test, SCT)

Las tareas de cancelación son pruebas de papel y lápiz ampliamente utilizadas en la investigación clínica para la evaluación de la capacidad de atención/concentración, visual-espacial o el rastreo visual. Asimismo es una prueba esencial para evaluar la heminegligencia (Spreeen y Strauss, 1998). Las tareas de cancelación consisten en la presentación de una hoja con un gran número de estímulos colocados al azar u ordenados, entre los que el sujeto debe encontrar lo más rápido posible el estímulo diana sin cometer errores. Por lo general se recoge el tiempo que se emplea para la realización de una hoja y las omisiones (es decir el hecho de no cancelar un estímulo diana).

La tarea de cancelación de símbolos (*Symbols cancellation test, SCT*) (Mesulam, 1985b) consiste en cuatro tipos de pruebas estructuradas y no estructuradas que utiliza estímulos verbales y no verbales. Se les pide a los sujetos que rodeen el estímulo diana. Cada diez cancelaciones o después de que transcurra un tiempo determinado se le cambia el lápiz de color con el objetivo de identificar el patrón de búsqueda. Para la tarea verbal el estímulo diana es la letra "A" en el verbal y el símbolo "☼" en la tarea no verbal. La tarea de cancelación implica la búsqueda y el rastreo visual ya sea para la letra como para el símbolo diana, en un contexto lleno de distractores que en unos casos están organizados en filas y columnas (véase figuras 7 y 9) y en otros están dispuestos al azar (véase figura 6 y

8). Las tareas que emplean una disposición azarosa son más complejas y difíciles (Mesulam, 1985b).

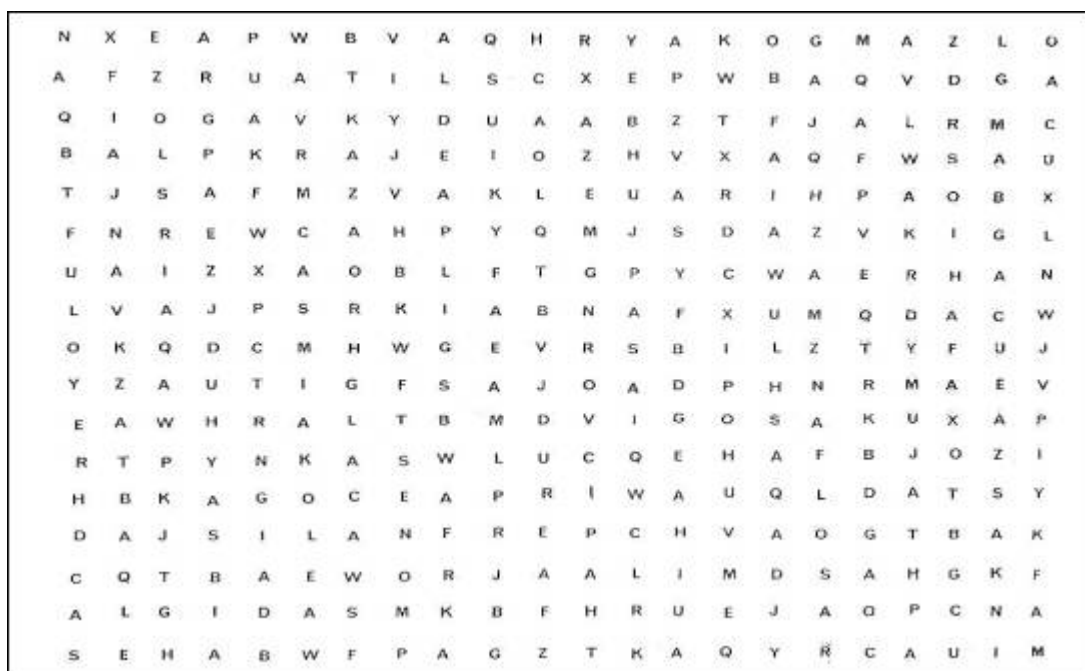


Figura 6 – SCT Letras ordenadas.

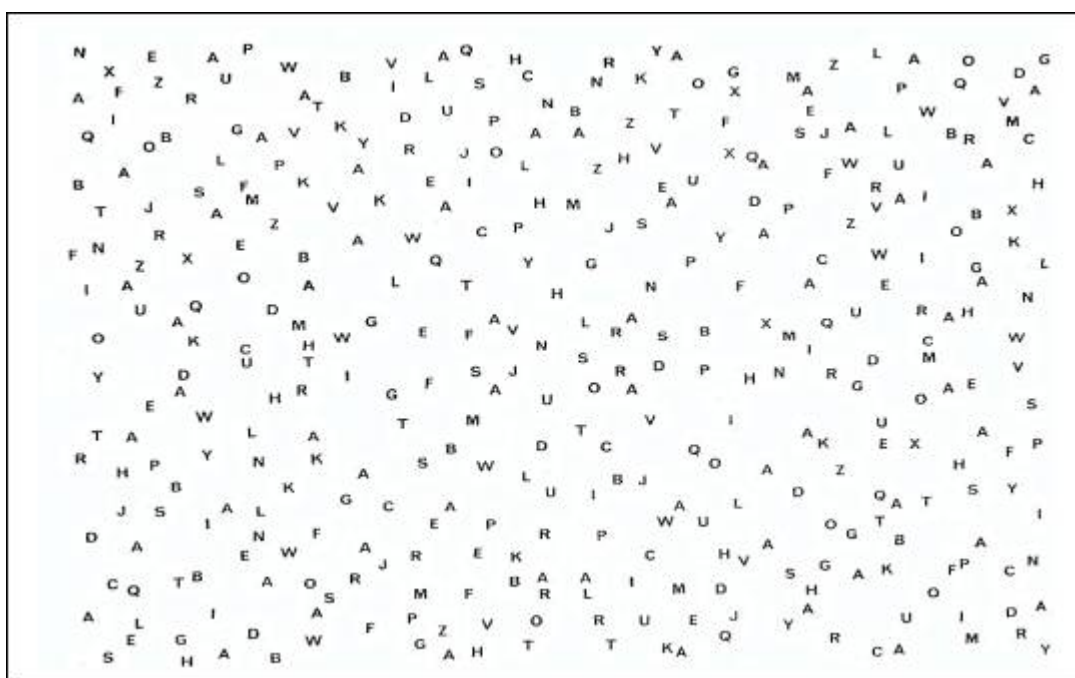


Figura 7 – SCT Letras colocados al azar.

La prueba de símbolos está compuesta por figuras familiares como por ejemplo los círculos, triángulos y las estrellas y por no familiares. Hay

La tarea de cancelación infantil (Rudel y cols, 1978) se trata de una tarea de lápiz y papel en la que el niño debe tachar una letra, un número o una figura. Se recogen los errores que comente el niño que estarían indicando impulsividad y las omisiones que mostrarían problemas de atención.

Modalidad: visual.

Edad: 4 a 13 años.

Test de atención de la vida diaria para niños (Test of Everyday Attention for Children, TEA-Ch)

El Test de atención de la vida diaria para niños (TEA-Ch) (Manly y cols, 1999) está compuesto por 9 subpruebas y basado en Test of Everyday attention (Robertson y cols, 1994) El objetivo del TEA-Ch es el de adaptar medidas de evaluación de la atención que se han visto eficaces en los adultos para adaptarlas y utilizarlas en niños de entre 6 y 16 años (Manly y cols, 2001). Otro de los objetivos es el reducir al máximo las demandas tanto motoras, de memoria, de agudeza perceptiva, de velocidad motora, de comprensión o del tiempo que se pide a los niños que mantengan su atención. Asimismo, estos autores han buscado que las pruebas sean atractivas para los menores. A continuación se presenta aquellas que evalúan atención sostenida, selectiva o ambas. La edad de esta batería es de 6 a 16 años.

TEA-Ch Score DT

El TEA-Ch Score DT evalúa atención sostenida auditiva. El niño debe contar los tonos que va escuchando al tiempo que escucha las veces que se menciona a un animal en una noticia de la radio. Se le pide que se centre más en los tonos ya que si se concentrase demasiado en la noticia el conteo le resultará muy difícil.

Modalidad: auditiva.

Duración: 5 minutos 40 segundos.

TEA-Ch Score

Igual que la tarea descrita anteriormente sin el distractor de las noticias pero sigue siendo necesario que los niños sean capaces de contar y recordar por “dónde iban”.

TEA-Ch Walk-don't walk

TEA-Ch *Walk-don't walk* es una prueba adaptada de el test de Respuesta de Atención sostenida (*Sustained attention to response test, SART*) (Robertson y cols, 1997). Este subtest del TEA-Ch es una medida de atención sostenida y de inhibición. Los niños tienen una hoja tamaño DIN A4 donde aparecen caminos formados por 14 cuadrados. Deben aprender los sonidos que le permiten continuar el camino y los que le indican que deben esperar o inhibir su conducta e ir realizando una marca según el tono que han escuchado.

Duración: 6 minutos y 16 segundos.

Modalidad: auditiva y visual, combinada.

TEA-Ch Code transmission

TEA-Ch *Code transmisión* está basada en la tarea de “n-back” y evalúa atención sostenida auditiva. Para realizar esta tarea, el niño escucha una serie de dígitos presentados cada 2 segundos durante 12 minutos y debe decir el número que precedía a cada par de dígitos presentados de forma repetida. Hay 40 estímulos diana.

Duración: 12 minutos.

Modalidad: auditiva.

2.2. ATENCIÓN SELECTIVA

Stroop

El test de Stroop (Golden, 1978) evalúa atención selectiva y capacidad de inhibición de una conducta verbal automática. El niño debe leer durante 45 segundos una primera hoja con 4 columnas en las que aparecen escritas nombres de colores (verde, rojo, azul). A continuación debe nombrar el color de la tinta con la que están impresas una serie de “x”, en la misma disposición que la hoja anterior y durante el mismo tiempo (xxxx, xxxx, xxxx). Finalmente debe decir el color de la tinta con la que está escrito los nombres de los colores (verde, rojo, azul)

Duración: 45 segundos cada hoja.

Modalidad: visual.

Edad: 8 años en adelante.

d2

El d2 (Brickenkamp y Zillmer, 2002) se trata de una medida para evaluar la velocidad de procesamiento, la atención selectiva, la percepción visual y la velocidad visomotora. La prueba consiste en 14 líneas con 47 letras por línea (total de 658 elementos por hoja) en las que aparecen impresas las letras: “d” y “p” con una o dos comillas encima o debajo de la letra. El niño debe tachar la letra “d” que tenga dos comillas, ya sea una arriba y otra abajo, dos arriba o dos debajo. El niño tiene 20 segundos para realizar cada línea, una vez transcurridos se le dice “cambio de línea”.

Duración: 280 segundos.

Modalidad: visual.

Edad: 7 en adelante.

Test de atención de la vida diaria para niños (Test of Everyday Attention for Children, TEA-Ch)

A continuación se describen las subpruebas del TEA-Ch que evalúan atención selectiva.

3. CRÍTICAS

Si se analizan las pruebas anteriormente descritas se comprueba que la mayoría de ellas se centra en único aspecto de la atención o en una única modalidad sensorial, de manera que no se puede conocer el desarrollo de ambas modalidades o de varios procesos atencionales. Asimismo, la falta de modelo teórico hace que no se puedan comparar los resultados obtenidos en las distintas pruebas. En ocasiones, varios procesos cognitivos estén involucrados en la realización de la tarea como el lenguaje, la memoria operativa o la capacidad de inhibición, entre otros, hecho que dificulta el análisis de los resultados.

Otros factores que se debe tener en cuenta a la hora de evaluar los procesos atencionales es la motivación que el niño tiene ante la tarea ya que ésta influye de forma significativa en el rendimiento atencional (Heaton y cols, 2001; Manly y cols, 2001) y que la actividad que deba realizar sea lo más ecológica y generalizable a la vida cotidiana (Ríos y cols, 2000). El *Test of everyday attention for children* (TEA-Ch) (Manly y cols, 1999), basado en el *Test of everyday attention* (TEA) para adultos (Robertson y cols, 1994), se desarrolló intentando que las tareas que el niño tiene que realizar tanto las auditivas como las visuales, fueran motivadoras. Sin embargo la carga en los subtests del TEA-Ch de otros procesos cognitivos, en especial la memoria operativa y la inhibición, no la convierten en una batería indicada para conocer el desarrollo de los procesos atencionales básicos. Por lo que las pruebas anteriormente descritas, no se consideran como las más adecuadas para conocer el desarrollo de la atención sostenida y selectiva, tanto visual como auditiva.

CAPÍTULO 5. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

1. OBJETIVOS

Una vez revisado el estado actual de la cuestión, se expondrán los objetivos específicos del mismo.

1. Conocer las etapas del desarrollo de las capacidades básicas de la atención en especial de la atención sostenida y selectiva.
2. Analizar si la modalidad sensorial influye en el desarrollo los procesos atencionales.
3. Conocer en qué momento se puede comparar la ejecución del niño con el adulto y cuál es su relación con los cambios anatómico-funcionales que se producen desde la etapa preescolar hasta la escolar.
4. Finalmente se pretende desarrollar pruebas para evaluación de la atención sostenida y selectiva tanto en la modalidad auditiva como visual, basadas en el mismo modelo teórico y, adaptadas a la población infantil.

2. HIPÓTESIS

Teniendo en cuenta la literatura existente sobre los procesos de atencionales y su desarrollo, se plantean las siguientes hipótesis:

1. Si el desarrollo de la atención sigue un proceso discontinuo entonces se observarán momentos de cambio en el desempeño de los componentes básicos de la atención.
2. Si la modalidad sensorial influye en estos procesos del desarrollo entonces se esperará una diferencia en el desarrollo en la modalidad visual y auditivo en ambos tipos atencionales (sostenida y selectiva).
3. Si el principio de jerarquía propuesto por la Neuropsicología se cumple en relación con la atención entonces se esperará que la actuación en la atención sostenida alcance un nivel adulto a una edad más temprana que en el caso de la atención selectiva.

CAPÍTULO 6. MATERIALES Y MÉTODO

MATERIALES

Teniendo en cuenta las conclusiones expuestas anteriormente, se ha elegido para el desarrollo de tareas específicas para la evaluación de la atención, el modelo teórico propuesto por Sohlberg y Mateer (1989) ya que por una parte, se basa en el estudio de personas que han mostrado alteraciones de la atención como consecuencia de una lesión cerebral, por lo tanto es un modelo que procede de la clínica, y por otra parte, cuenta con abundante evidencia científica. Se trata de un modelo jerárquico a partir del cual se han desarrollado programas específicos de intervención como el Entrenamiento de los procesos atencionales (*Attention Process Training, APT*) (Sohlberg y Mateer, 1987) que se ha aplicado a distintas poblaciones clínicas como pacientes que presentan esquizofrenia (López-Luengo y Vázquez, 2003), traumatismos craneoencefálicos o trastorno por déficit de atención e hiperactividad (Fernández y cols, 2001).

Asimismo se han seleccionado los estímulos, tanto los visuales como los auditivos, buscando que, a la vez que atractivos, fueran familiares para los niños. Se ha cuidado especialmente la presentación y las instrucciones para que las tareas fueran motivadoras y fácilmente comprensibles tanto para los niños de 3 como para los de 10 años.

Seguidamente se describen las pruebas desarrolladas.

1. ATENCIÓN SOSTENIDA

1.1. ATENCIÓN SOSTENIDA VISUAL: “EL CAZAMANOS”

El “Cazamanos” es una prueba basada en el Test de cancelación de símbolos (*Symbols cancellation test, SCT*) (Mesulam, 1985b), con una duración de cinco minutos. Se trata de una tarea sencilla pero repetitiva por lo que para su realización el sujeto debe mantener la atención en el tiempo.

Objetivo: está tarea se ha diseñado para la evaluación de la atención sostenida visual.

Diseño: A la hora de seleccionar los estímulos se eligieron aquellos que se podían encontrar dentro de la vida cotidiana de los niños entre 3 y 10 años (véase tabla 9), de manera que les resultaran familiares. Se controló que no hubiera ningún estímulo similar al estímulo diana (la mano) en cuanto a forma o pertenencia de la misma categoría semántica, con respecto al resto de los estímulos de la prueba. Se empleó una hoja tamaño DIN A3 para reducir la precisión motora necesaria para marcar el estímulo diana ya que esto ha permitido que el tamaño de los estímulos sea mayor. Durante la realización de la prueba, el estímulo diana está siempre presente en la parte superior izquierda de la hoja, de esta manera el niño no tiene que hacer ningún esfuerzo por recordar qué estímulo debe buscar.
















¿Por qué cambiar de color? Conforme transcurrían los minutos de la prueba a los niños se les cambiaba el color del rotulador, de esta manera se cubría un doble objetivo, por una parte nos permitía contabilizar el número de aciertos que realizaba el niño en cada minuto y por otra, se les explicaba que cada cambio de color significaba que habían pasado a un “nivel superior”, como en los videojuegos, de esta manera se buscaba motivarles a lo largo de toda la tarea. Los niños de 3 y 4 años debido a que no dominaban la técnica para coger los rotuladores, realizaron la prueba con pintura de dedos que el experimentador les iba cambiando conforme transcurría el tiempo.

Práctica: antes de iniciar la tarea los niños realizaban elementos de práctica para constatar que habían comprendido la tarea.

Material necesario:

- Hoja de instrucciones.
- Cinco rotuladores de colores: se eligieron rotuladores en lugar de lapiceros, ya que con los rotuladores es trazo se realiza sin necesidad de ejercer presión. Con los niños menores de cuatro años se utilizaron pinturas de dedos debido a que no dominaban el control del rotulador. Antes de comenzar la tarea se practicó con los niños cómo se produciría el cambio de rotulador.
- Hoja de ejemplo.
- Láminas (tamaño DIN-A3).


Componentes: La tarea consta de 374 elementos (17 filas y 22 columnas) entre los que se encuentran los siguientes estímulos, explicados en la tabla (véase tabla 9):

ESTÍMULO	NOMBRE	TAMAÑO	CANTIDAD
	MANO	Times New Roman 26	75
	FLOR BLANCA	Times New Roman 24	20
	FLOR BLANCA PEQUEÑA	Times New Roman 20	10
	FLOR NEGRA	Times New Roman 27	18
	CERA	Winddings 22	11
	PINCEL	Times New Roman 28	15
	LAPICERO GRANDE	Times New Roman 26	9
	LAPICERO PEQUEÑO	Times New Roman 19	23
	BOLÍGRAFO GRANDE	Times New Roman 26	5
	BOLÍGRAFO PEQUEÑO	Times New Roman 19	14
	TIJERAS NEGRAS	Times New Roman 24	14
	TIJERAS NEGRAS PEQUEÑAS	Times New Roman 20	2
	TIJERAS BLANCAS	Times New Roman 24	15
	SOL	Times New Roman 28	12
	SOL CON RAYOS NEGROS	Times New Roman 28	13
	SOL GRANDE	Arial 22	15
	SOL PEQUEÑO	Courier New 22	13

	TELÉFONO	Times New Roman 29	13
	AVIÓN	Times New Roman 22	3
	LLAVE	Webding 26	19
	SOBRE	Times New Roman 22	13
	SOBRE CON DIRECCIÓN	Times New Roman 22	9
	GAFAS	Wingdind 18	14
	CAMPANA	Wingdind 18	14

Tabla 9 – Estímulos que forman la tarea de atención sostenida “El cazamanos”.

Desarrollo: El niño debe tachar todas las manos que encuentre en la lámina durante cinco minutos, cada minuto que pase el evaluador le cambiará el rotulador de color (véase figura 7).

Instrucciones: *“Eres un Cazamanos. Tienes que hacer una raya en todas las  que encuentres, así como yo (hacer una raya encima de una mano del ejemplo) cada vez que pases de nivel te cambiaré el rotulador de color, así (cambiarle el rotulador que tenga en la mano por otro de otro color), no te preocupes y sigue cazando todas las manos que puedas. Avísame cuando termines la hoja para darte otra. ¿Alguna pregunta? Ahora, explícame tú qué es lo que tienes que hacer para ser un gran Cazamanos.”*

Duración de la prueba: 5 minutos más el tiempo empleado en llevar a cabo el ejemplo.

Corrección: Se registran los aciertos y errores que el niño realiza en función del minuto.

1.2. ATENCIÓN SOSTENIDA AUDITIVA: “EN EL ZOO”

“En el zoo” es una prueba en la que se presentan los estímulos de forma auditiva.

Objetivo: está tarea se ha diseñado para la evaluación de la atención sostenida auditiva.

Diseño: Elección de estímulos: La prueba consta de 300 sonidos de animales (búfalo, búho, caballo, cabra, cerdo, cotorra, coyote, elefante, gallo, gato, hiena, hipopótamo, jabalí, mono, oso, pájaro, pato, perro, oveja y vaca), 25 de ellos diana (que corresponden a relinchos del caballo, 5 cada minuto), con una duración de 500 milisegundos y un intervalo entre estímulos de 500 milisegundos.

Material necesario:

- Hoja de instrucciones y de respuesta.
- Reproductor de CD.
- CD Pista 1 y 2.

Desarrollo: El niño debe levantar la mano cada vez que escuche el relincho de un caballo.

Instrucciones: *“Imagínate que estás en el zoo y que estás escuchando un montón de sonidos de animales. Tienes que estar muy atento para “cazar” todos los relinchos de caballos que puedas. Debes levantar la mano sólo cuando escuches el relincho del caballo como éste (poner el sonido del caballo, pista 1 del CD) ¿Tienes alguna pregunta? ¿Estás preparado/a para ser un “cazador/a de relinchos”? Ahora, vamos a hacer juntos un ejemplo.”*

Duración de la prueba: Ejemplo hasta que comprenda la tarea y 5 minutos de duración.

Corrección: Se registrarán los aciertos y errores que el niño realice cada minuto.

2. ATENCIÓN SELECTIVA

2.1. ATENCIÓN SELECTIVA VISUAL: “¿CUÁNTO DINERO TENGO?”

Al igual que las pruebas descritas anteriormente, esta tarea está basada en el modelo de atención de Sohlberg y Mateer (1989). El menor deberá buscar el estímulo diana entre distintos distractores.

Objetivo: esta tarea se ha diseñado con el objetivo de evaluar la atención selectiva visual.

Diseño: Se han seleccionado como estímulos las monedas de euro de los distintos países de la Unión Europea. El estímulo diana es la cara de la moneda de 50 céntimos española ya que con la que los niños están más familiarizados porque es la que habitualmente reciben para comprar chucherías o guardarlas en la hucha. Se ha mantenido el tamaño y el color real de las mismas. La tarea consta de 186 estímulos colocados al azar, 36 de ellos diana (véase figura 8). En cada hoja la distribución de los estímulos es diferente. A continuación (véase tabla 10) se muestran los estímulos que forman la prueba.

ESTÍMULO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
	Moneda de 2 euros.	5
	Moneda de 2 euros. País: Austria.	6
	Moneda de 2 euros. País: Irlanda.	2

	Moneda de 2 euros País: Luxemburgo.	4
	Moneda de 2 euros. País: España	6
	Moneda de 1 euro.	8
	Moneda de 1 euro. País: Alemania.	6
	Moneda de 1 euro. País: Grecia.	4
	Moneda de 1 euro. País: Italia.	5
	Moneda de 1 euro. País: Portugal.	4
	Moneda de 50 céntimos.	10
	Moneda de 50 céntimos. País: Bélgica.	9
	Moneda de 50 céntimos: País: Francia.	5
	Moneda de 50 céntimos. País: Alemania.	4

	Moneda de 50 céntimos. País: Holanda.	4
	Moneda de 50 céntimos. País: Irlanda.	4
	Moneda de 50 céntimos. País: Luxemburgo.	4
	Moneda de 50 céntimos. País: España. Estímulo: diana.	36
	Moneda de 20 céntimos.	8
	Moneda de 20 céntimos. País: Grecia.	4
	Moneda de 10 céntimos.	10
	Moneda de 20 céntimos. País: Grecia.	6
	Moneda de 20 céntimos. País: Italia.	4
	Moneda de 20 céntimos. País: España.	10
	Moneda de 5 céntimos.	10
	Moneda de 5 céntimos. País: España.	8

Tabla 10 – Estímulos que forman la tarea de atención selectiva “¿Cuánto dinero tengo?”.

Material necesario:

- Hoja de instrucciones.
- Tres rotuladores para superficies plásticas.
- Cuadernillo con lámina de práctica y láminas (tamaño DIN-A3).
- Plantillas de corrección.

Desarrollo: El niño debe tachar todas las “caras” de las monedas de 50 céntimos de euro españolas que encuentre en las láminas, cada minuto que pase el evaluador le cambiará el color del rotulador.

Instrucciones: *“Conoces esta moneda (se le muestra una moneda de 50 céntimos española). ¿Ves?, tiene la cara de este señor que es Cervantes y estos dibujos aquí. (Una vez que nos aseguramos que el niño conoce y distingue la moneda le mostramos la hoja de práctica). Imagínate que todo este dinero es tuyo. Lo que tienes que hacer es marcar con una raya todas las que encuentres, así podrás saber cuánto tienes. De vez en cuando te cambiaré el rotulador de color, así (cambiarle el rotulador que tenga en la mano por otro de otro color, es importante no dejárselo encima de la mesa porque perdería tiempo en la realización de la prueba), no te preocupes y sigue trabajando lo mejor que puedas. Avísame cuando termines esta hoja para pasar a la siguiente. ¿Alguna pregunta? Ahora, explícame tú qué es lo que tienes que hacer.”*

Duración de la prueba: 3 minutos más el tiempo necesario para realizar el ejemplo y que comprenda perfectamente la tarea.

Corrección: Se registrarán los aciertos y errores que el niño realice en función de cada minuto.

2.2. ATENCIÓN SELECTIVA AUDITIVA: “EN EL BOSQUE”

“En el bosque” se ha diseñado para que el niño tenga que mantener una respuesta en un contexto de distracción o competencia estimular.

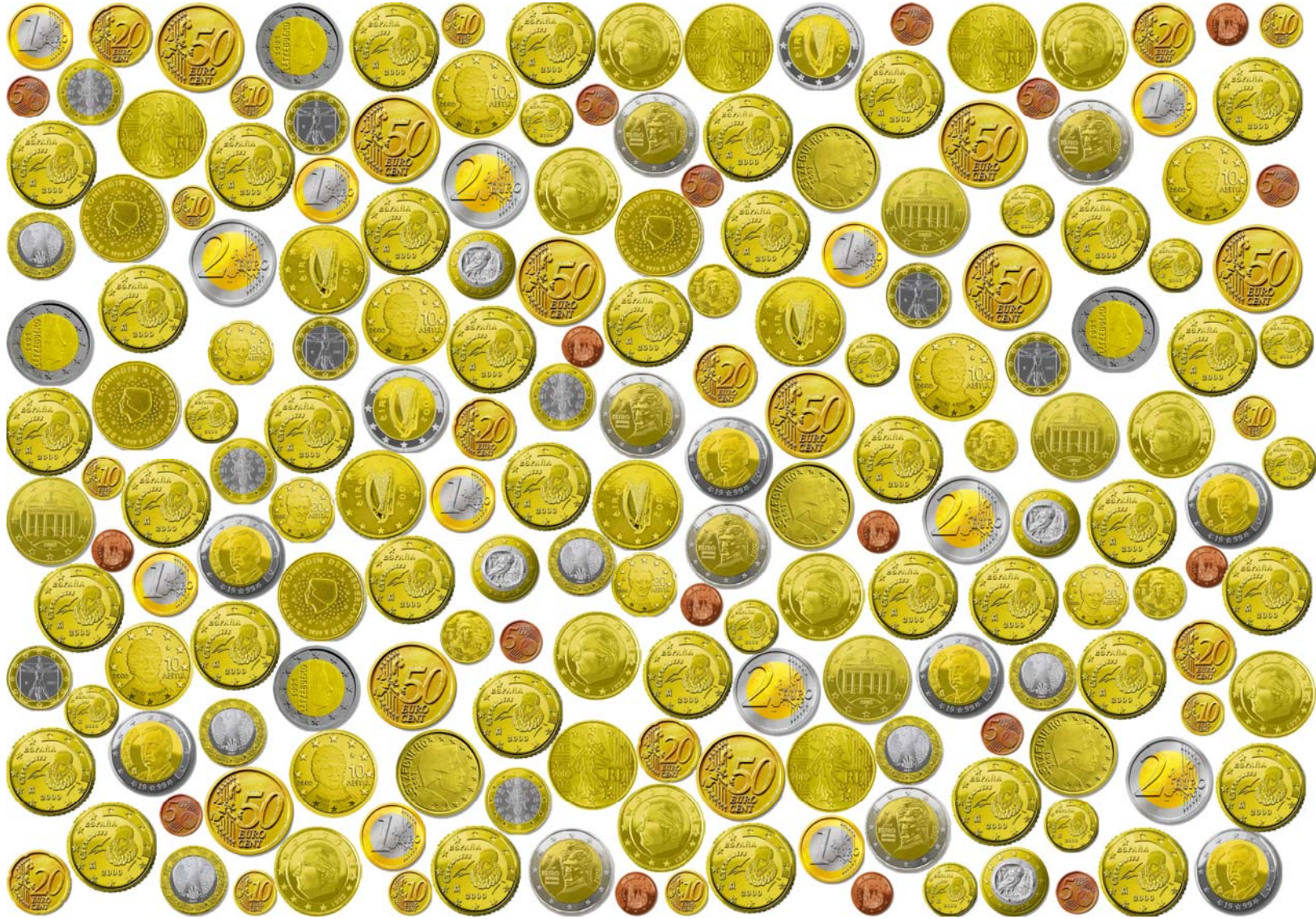


Figura 8 – “¿Cuántas monedas tengo?”

Objetivo: esta tarea se ha diseñado para la evaluación de la atención selectiva auditiva.

Diseño: La prueba consta de dos pistas, en una de ellas se escuchan los 180 estímulos, 15 de ellos diana (que corresponden al graznido de un pájaro, 5 cada minuto), con una duración de 500 milisegundos y un intervalo entre estímulos de 500 milisegundos. Por la otra pista se escucha el sonido ambiente de un bosque para conseguir el nivel de distracción necesario. De los 20 sonidos de animales que conformaban inicialmente la prueba (búfalo, búho, caballo, cabra, cerdo, cotorra, coyote, elefante, gallo, gato, hiena, hipopótamo, jabalí, mono, oso, pájaro, pato, perro, oveja y vaca); se eliminó el del búho, la cotorra, el gallo, el mono y el pato, dada su similitud con el estímulo diana.

Material necesario:

- Hoja de instrucciones y de respuesta.
- Reproductor de CD.
- CD: Pista 3 y 4.

Desarrollo: El niño debe levantar la mano cada vez que escuche el pájaro.

Instrucciones: *“Imagínate que eres un guardabosques. Tienes que estar muy atento para levantar la mano cada vez que escuches a este pájaro (poner el sonido del pájaro, pista 3 del CD) ¿Tienes alguna pregunta? ¿Estás preparado/a para ser un guardabosques? Ahora, vamos a hacer juntos un ejemplo.”*

Duración de la prueba: El necesario en la realización del ejemplo hasta que comprenda la tarea y 3 minutos de la tarea en sí.

Corrección: Se registrarán los aciertos y errores que el niño realice en función del minuto.

3. PARTICIPANTES

La muestra inicial estuvo conformada por 200 niños con edades comprendidas entre los 3 años hasta los 10 años, pertenecientes a los siguientes centros educativos de la Comunidad de Madrid:

- C.P. Antonio Hernández (Móstoles);
- Colegio Arcadia (Villanueva de la Cañada);
- Colegio Virgen de Europa (Boadilla del Monte);
- Colegio Chamberí (Madrid Capital);
- Centro Cultural Palomeras (Madrid Capital);
- C.P. Vicálvaro (Madrid Capital);
- Colegio Montserrat (Madrid Capital);
- Colegio Dos Parques (Madrid Capital).

Los menores fueron incluidos en este estudio siempre y cuando cumplieran los siguientes criterios:

- Carecer de una historia previa de enfermedades neurológicas y/o psiquiátricas.
- Ausencia de consumo de tabaco, alcohol u otra droga durante el embarazo.
- Embarazo a término y normopeso.
- Sin complicaciones perinatales.
- Desarrollo psicomotor normal.
- No estar tomando antihistamínicos ni antigripales.
- No puntuar en las escalas clínicas del BASC.

Al realizar un estudio sobre el desarrollo de un proceso cognitivo se debe tener especial cuidado para controlar todas aquellas variables que puedan estar interfiriendo en la adquisición del mismo. Algunos factores como el consumo durante el embarazo de tabaco (Nolanda y cols, 2005), cocaína (Bandstra y cols, 2001; Nolanda y cols, 2005), cannabis (Nolanda y cols, 2005), alcohol u otras sustancias; la prematuridad (Caravale y cols, 2005) o el bajo peso al nacer (Lawson y Ruff, 2004) se ha mostrado que

influyen negativamente en el desarrollo de los procesos atencionales. Asimismo los pacientes con trastornos en el estado de ánimo como la depresión (Politis y cols, 2004; van der Meere y cols, 2007) o trastornos de ansiedad presentan dificultades atencionales (Lautenbacher y cols, 2002; Politis y cols, 2004). Teniendo en cuenta estos aspectos, se han elaborado una serie de criterios de inclusión. Para conocer si los menores cumplían estos criterios se ha empleado la entrevista estructurada del *Behavior Assessment System for Children (BASC)* y el cuestionario para padres BASC – P1 para el rango de edad de 3 a 6 años y el BASC – P2 para el rango de edad de 6 a 10 años (Reynolds y Kamphaus, 2004). De esta manera se ha intentado controlar todas aquellas variables que podían estar afectando al desarrollo atencional.

Una vez firmados los consentimientos informados y cumplimentada la historia del desarrollo junto con el cuestionario P del BASC por los padres, el 10% de la muestra tuvo que ser excluida. De este modo, la muestra final quedó formada por 163 menores de los que 83 eran niños y 80 niñas (véase Tabla 11),

EDAD	SEXO		Total
	Varón	Mujer	
3	9	7	16
4	8	10	18
5	13	9	22
6	12	11	23
7	11	15	26
8	11	10	21
9	10	10	20
10	9	8	17
Total	83	80	163

Tabla 11 – Características de la muestra

4. PROCEDIMIENTO

Las pruebas se aplicaron en tres días para los niños de 3 a 5 años y en dos días para los niños de 6 a 10 años en horario de mañana (de 9:00 a 12:30h). Se contrabalanceó la presentación de las mismas.

Una vez realizadas las tareas se llevó a cabo un análisis exploratorio que mostró que determinados sujetos mostraban un comportamiento atípico en alguna de las tareas, por lo que se consideró la exclusión en todos los análisis de aquellos niños que tuvieron un número de errores totales igual o mayor al 50% del total estímulos presentados. En total se excluyeron del grupo de 3 años: 2 niños y 5 niñas; del de 4 años: 3 niños y 2 niñas; y del de 5 años 1 niña.

Los participantes adultos, necesarios para conocer en qué medida el desarrollo de la atención se acerca a la ejecución adulta, fueron incluidos en este experimento si cumplían los siguientes criterios:

- carecer de una historia previa de enfermedades neurológicas y/o psiquiátricas;
- no utilizar medicación psicotrópica, antihistamínica o antigripal.

Esta información fue recogida por medio de una entrevista individual a cada participante.

La muestra estuvo formada por 12 voluntarios (6 mujeres y 6 hombres) con edades comprendidas entre 25 y 32 años (Media = 28; DT = 3.2). Se aplicaron las tareas de atención sostenida visual y atención selectiva visual en una única sesión, contrabalanceándose la presentación de las mismas.

CAPÍTULO 7. RESULTADOS

RESULTADOS

Los datos recogidos fueron analizados utilizando el paquete estadístico SPSS versión 15.

Uno de los objetivos de este estudio es el de conocer las etapas del desarrollo de la atención sostenida tanto visual como auditiva, por ese motivo se realizaron dos métodos de análisis. Por una parte, se llevó a cabo un análisis de varianza con el fin de calcular el efecto de la edad en las variables, utilizando la edad como variable independiente y el número total de aciertos y de errores como variables dependientes. Seguidamente se realizó un análisis a posteriori para identificar las diferencias significativas entre las medias de cada grupo de edad para cada una de las variables dependientes y cómo se agrupaban éstas. En el caso en que exista igualdad de varianzas u homocedasticidad se ha elegido el estadístico de Tukey (1953), uno de los métodos de mayor aceptación. Cuando no ha existido igualdad de varianzas se ha empelado el método Games-Howell (1976) ya que se trata de un método similar al de Tukey.

Para analizar las diferencias existentes tanto en función de la modalidad sensorial como del tipo de atención, se ha realizado un análisis de varianza de medidas repetidas. Para poder realizar estos análisis y conocer en qué momento se puede comparar la ejecución del niño con el adulto se ha aplicado la tarea de atención sostenida y selectiva visual a un grupo de 12 adultos (6 mujeres y 6 hombres) con edades comprendidas entre los 25 y 32 años (Media = 28; DT = 3.2) (véase apartado “Método”).

1. ATENCIÓN SOSTENIDA

A continuación se presentan los resultados de los análisis estadísticos realizados según la modalidad sensorial.

1.1. ATENCIÓN SOSTENIDA AUDITIVA

En primer lugar se analizaron los aciertos totales de cada uno de los grupos en la tarea de atención sostenida auditiva. En la tabla 12 se presentan los estadísticos descriptivos.

Edad	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
3	16	7.8125	3.86814	.00	14.00
4	18	12.8889	6.56989	.00	22.00
5	22	15.7273	6.08810	7.00	25.00
6	22	21.9545	3.40136	10.00	25.00
7	26	22.4231	2.50077	17.00	25.00
8	21	23.3810	1.53219	20.00	25.00
9	20	21.8500	2.08440	17.00	24.00
10	17	24.1765	1.70423	18.00	25.00
Total	162	19.1852	6.46752	.00	25.00

Tabla 12 – Estadísticos descriptivos: aciertos totales en atención sostenida auditiva.

Seguidamente se realizó un ANOVA. Los resultados mostraron un efecto principal de la edad en el número de aciertos ($F_{(7)}=42.086$, $p<.000$).

En segundo lugar se analizaron los errores totales por cada grupo de edad en la tarea de atención sostenida auditiva. En la tabla 13 se presentan los estadísticos descriptivos.

Edad	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
3	16	10.5625	13.60377	.00	39.00
4	18	6.3333	8.27470	.00	29.00
5	22	6.0000	6.71884	.00	24.00
6	22	3.5455	3.66096	.00	12.00
7	26	2.7692	4.76074	.00	22.00
8	21	2.4286	2.52134	.00	8.00
9	20	2.2500	2.02290	.00	6.00
10	17	1.9412	3.13190	.00	11.00
Total	162	4.2840	6.68220	.00	39.00

Tabla 13 – Estadísticos descriptivos: errores totales en atención sostenida auditiva.

El ANOVA realizado en relación con el número de errores totales mostró diferencias significativas en función de la edad ($F_{(7)}=3.93$, $p<.001$).

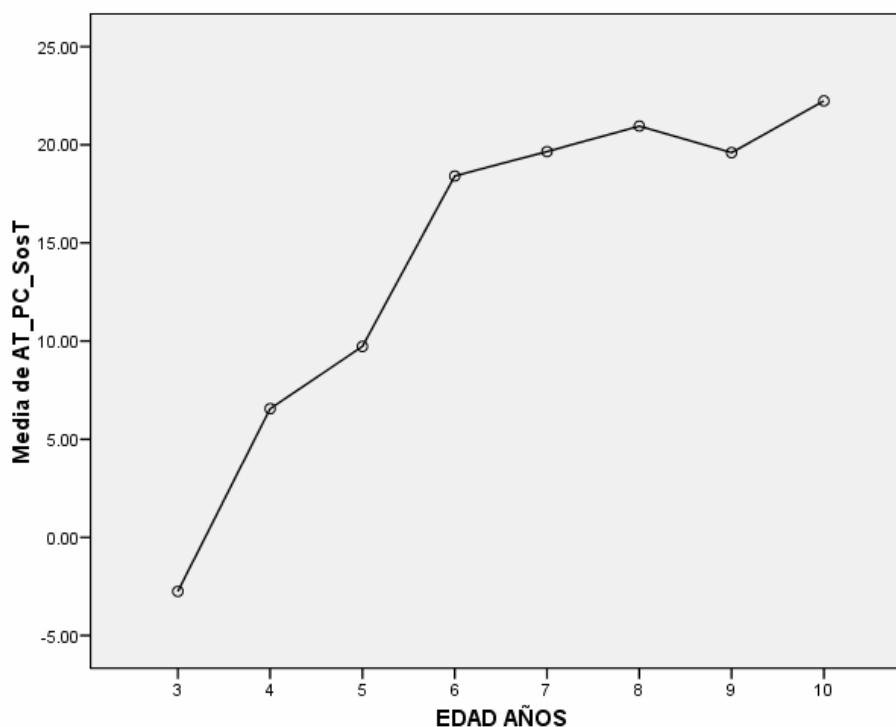
Si se analizan los datos mostrados en las tablas 11 y 12 se observa una gran variabilidad en el rango del número de aciertos y errores en cada uno de los grupos. Por este motivo, y con el objetivo de analizar la calidad de ejecución de cada grupo de edad, se obtuvo una puntuación corregida (PCo) de cada niño. Dicha PCo consiste en la diferencia entre el número de aciertos y errores totales cometidos por los niños en esta tarea.

Seguidamente se muestran los estadísticos descriptivos obtenidos con las puntuaciones corregidas en la tarea de atención sostenida auditiva (véase tabla 14).

Edad	N	Media	Desviación típica
3	16	-2.7500	12.82965
4	18	6.5556	9.45094
5	22	9.7273	8.80033
6	22	18.4091	5.29743
7	26	19.6538	6.17700
8	21	20.9524	3.26307
9	20	19.6000	2.96293
10	17	22.2353	4.00826
Total	162	14.9012	10.45678

Tabla 14 – Estadísticos descriptivos: puntuaciones corregidas sobre aciertos y errores totales en atención sostenida auditiva.

El análisis de varianza realizado sobre las puntuaciones corregidas también indicó la existencia de un efecto principal de la edad ($F_{(7)}=27.69$, $p<.000$) (véase Gráfico 1).



Gráfica 1 – Media de las puntuaciones totales corregidas en la tarea de atención sostenida auditiva.

Las comparaciones múltiples a posteriori mostraron que existen diferencias entre las siguientes edades (véase tabla 15). Si se analizan los resultados obtenidos se observa que existe un salto significativo en la calidad de la ejecución entre los 5 y los 6 años (véase Gráfica 1). Los resultados señalan la existencia de tres posibles grupos. El primero estaría compuesto por los niños de 3 años, el segundo por los de 4 y 5 años; el tercero sería el formado por los niños de 6, 7, 8, 9 y 10 años.

EDAD	3	4	5	6	7	8	9	10
3		.289	.044*	.000***	.000***	.000***	.000***	.000***
4	.289		.955	.002**	.000***	.000***	.000***	.000***
5	.044*	.955		.008**	.002**	.000***	.001**	.000***
6	.000***	.002**	.008**		.995	.557	.983	.200
7	.000***	.000***	.002**	.995		.982	1.000	.711
8	.000***	.000***	.000***	.557	.982		.856	.959
9	.000***	.000***	.001**	.983	1.000	.856		.359
10	.000***	.000***	.000***	.200	.711	.959	.359	
GRUPO	1	2		3				

Tabla 15 – Comparaciones múltiples – Atención sostenida auditiva.

La diferencia de medias es significativa al nivel: * .05 amarillo ** .01 naranja *** .000 rojo

1.2. ATENCIÓN SOSTENIDA VISUAL

Se realizó un ANOVA siendo la edad la variable independiente y el número total de aciertos como variable dependiente. A continuación se presentan los estadísticos descriptivos correspondientes a los aciertos totales por cada grupo de edad (véase tabla 16).

Edad	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
3	14	46.286	10.0493	25.0	60.0
4	17	82.059	26.6000	39.0	139.0
5	24	102.375	26.8050	70.0	180.0
6	22	150.000	60.7509	58.0	367.0
7	27	145.667	34.5921	71.0	201.0
8	21	134.381	31.4523	75.0	199.0
9	21	180.619	30.4425	118.0	219.0
10	18	228.278	43.4129	172.0	344.0
Total	164	136.933	60.6329	25.0	367.0

Tabla 16 – Estadísticos descriptivos: puntuaciones aciertos totales en atención sostenida visual.

El ANOVA mostró un efecto principal de la edad en el número de aciertos en la tarea de atención sostenida visual ($F(7)=41.87$, $p<.000$).

Analizando los errores totales realizados en la misma tarea se obtienen los siguientes estadísticos descriptivos (véase tabla 17).

Edad	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
3	14	.143	.3631	.0	1.0
4	17	.882	3.3890	.0	14.0
5	24	.000	.0000	.0	.0
6	22	.091	.4264	.0	2.0
7	27	.148	.4560	.0	2.0
8	21	.143	.4781	.0	2.0
9	21	.095	.3008	.0	1.0
10	18	.333	.7670	.0	3.0
Total	164	.207	1.1643	.0	14.0

Tabla 17 – Estadísticos descriptivos: errores totales en atención sostenida visual.

En cuanto a los errores, no se observó un efecto principal entre los errores y la edad ($F(7)=1.042$, $p =.404$).

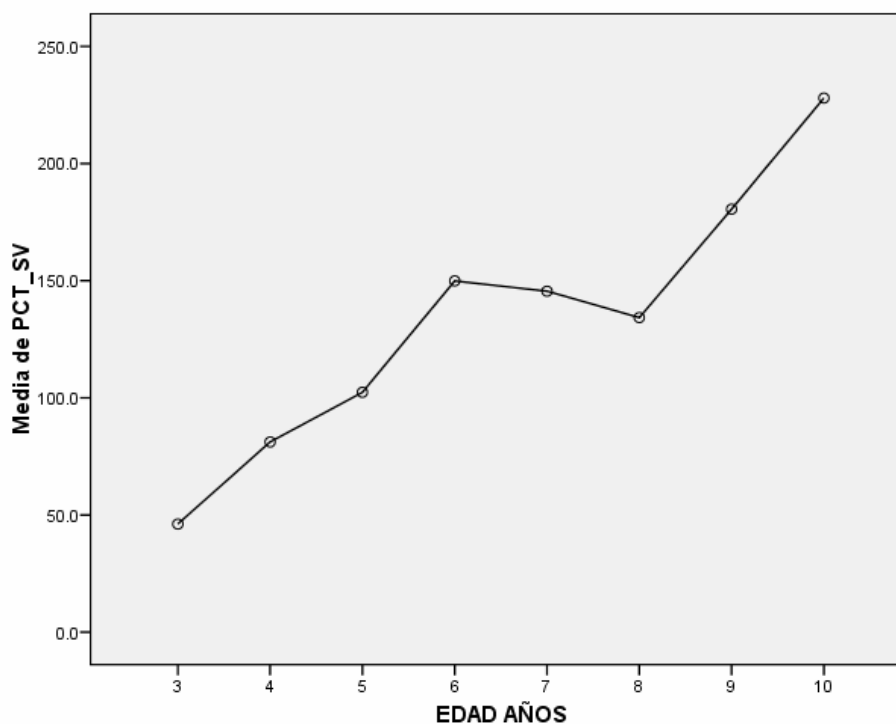
Al igual que ocurría en la tarea de atención sostenida auditiva se han calculado las PCo para cada niño en la tarea de atención sostenida visual.

En la tabla 18 se observa los estadísticos descriptivos obtenidos tras la corrección de las puntuaciones.

Edad	N	Media	Desviación típica	Error típico
3	14	46.143	9.9758	2.6661
4	17	81.176	27.9603	6.7814
5	24	102.375	26.8050	5.4715
6	22	149.909	60.7680	12.9558
7	27	145.519	34.4868	6.6370
8	21	134.238	31.4641	6.8660
9	21	180.524	30.4263	6.6396
10	18	227.944	43.4409	10.2391
Total	164	136.726	60.7188	4.7413

Tabla 18 – Estadísticos descriptivos: puntuaciones corregidas sobre aciertos y errores totales en atención sostenida visual.

El análisis de varianza realizado sobre las puntuaciones corregidas mostró la existencia del efecto principal de la edad ($F_{(7,154)}=41.734$, $p<.000$).



Gráfica 2 – Media de las puntuaciones totales corregidas en la tarea de atención sostenida visual.

Las comparaciones múltiples a posteriori realizadas con el estadístico Games Howell indicaron que existen diferencias entre las siguientes grupos de edad (véase tabla 19).

EDAD	3	4	5	6	7	8	9	10
3		.002**	.000***	.000***	.000***	.000***	.000***	.000***
4	.002**		.259	.001**	.000***	.000***	.000***	.000***
5	.000***	.259		.039*	.000***	.017*	.000***	.000***
6	.000***	.001**	.039*		1.00	.959	.435	.001**
7	.000***	.000***	.000***	1.00		.933	.012*	.000***
8	.000***	.000***	.017*	.959	.933		.000***	.000***
9	.000***	.000***	.000**	.435	.012*	.000***		.011*
10	.000***	.000***	.000***	.001**	.000***	.000***	.011**	
GRUPO	1	2		3		4	5	

Tabla 19 – Comparaciones múltiples – Atención sostenida visual.

La diferencia de medias es significativa al nivel: * .05 amarillo; ** .01 naranja; *** .000 rojo

Si se observa las diferencias significativas obtenidas en las comparaciones múltiples (véase tabla 19) junto con la gráfica 2 se puede apreciar la existencia de cinco grupos, al igual que ocurre con la atención sostenida auditiva, el primer grupo es el formado por los niños de 3 años, el segundo por los niños de 4 y 5 años; asimismo y como ocurría en la modalidad auditiva, se observa un salto entre los 5 y los 6 años, edad a partir de la cual se conforma el tercer grupo junto con los niños de 7 y 8 años; los niños de 9 años formarían el grupo cuarto y los de 10 el quinto (véase tabla 19).

2. ATENCIÓN SELECTIVA

Seguidamente, se presentan los resultados de los análisis estadísticos realizados según la modalidad sensorial.

2.1. ATENCIÓN SELECTIVA AUDITIVA

En primer lugar se analizaron los aciertos totales de cada uno de los grupos en la tarea de atención selectiva auditiva. En la tabla 20 se presentan los estadísticos descriptivos.

Edad	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
3	16	2.38	2.802	0	8
4	18	3.28	2.697	0	9
5	22	5.64	4.158	0	14
6	22	8.18	2.557	3	13
7	27	8.15	3.134	2	14
8	20	9.00	2.317	5	13
9	19	10.32	2.428	5	13
10	18	12.78	1.555	10	15
Total	162	7.57	4.157	0	15

Tabla 20 – Estadísticos descriptivos: errores totales en atención selectiva auditiva.

El ANOVA mostró un efecto principal de la edad respecto al número de aciertos totales en la tarea de atención selectiva ($F_{(7,154)}=27.100$, $p<.000$).

En segundo lugar se analizaron los errores totales por cada grupo de edad en la tarea de atención selectiva auditiva. En la tabla 21 se presentan los estadísticos descriptivos.

Edad	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
3	16	7.19	8.232	0	25
4	18	3.83	4.731	0	18
5	22	4.09	4.830	0	19
6	22	3.68	3.198	0	10
7	27	2.89	2.006	0	7
8	20	2.60	2.234	0	8
9	19	2.47	1.837	0	6
10	18	2.94	3.621	0	12
Total	162	3.61	4.217	0	25

Tabla 21 – Estadísticos descriptivos: errores totales en atención selectiva auditiva.

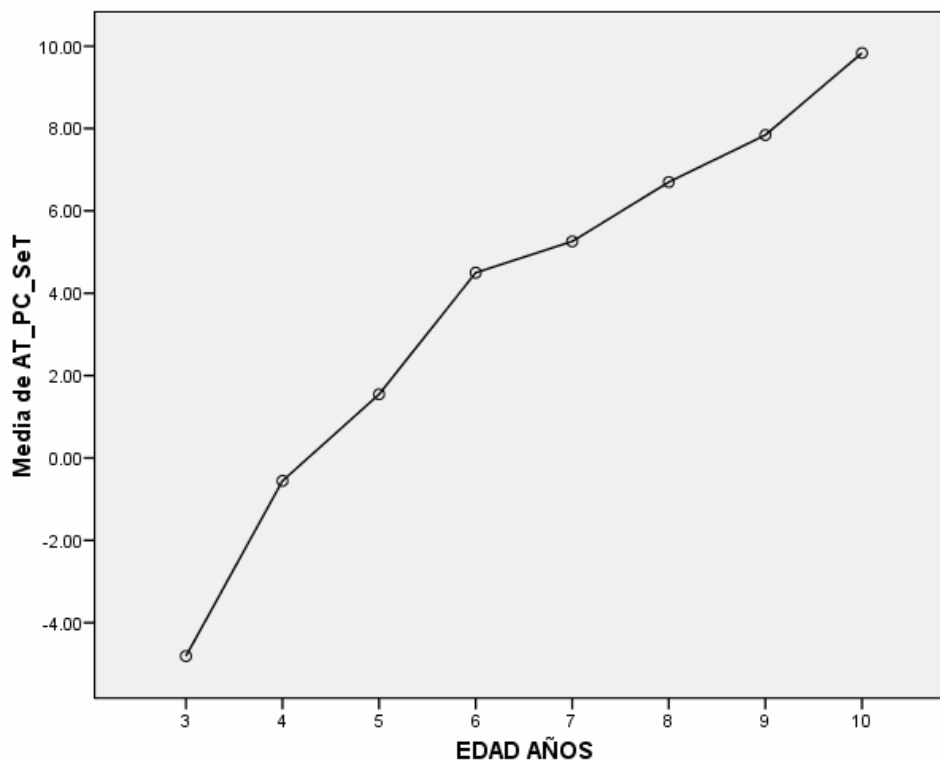
El ANOVA mostró un efecto principal de la edad respecto al número de errores totales en la tarea de atención selectiva ($F_{(7,154)}=2.365$, $p<.025$).

Como se ha realizado anteriormente, se hallaron las PCo. Seguidamente se muestran los estadísticos descriptivos obtenidos con las PCo en la tarea de atención selectiva auditiva (véase tabla 22).

Edad	N	Media	Desviación típica
3	16	-4.8125	6.41060
4	18	-.5556	4.21792
5	22	1.5455	5.41363
6	22	4.5000	4.92564
7	27	5.2593	3.60120
8	20	6.7000	3.64331
9	19	7.8421	3.37084
10	18	9.8333	4.11954
Total	162	4.0000	6.08531

Tabla 22 – Estadísticos descriptivos: puntuaciones corregidas sobre aciertos y errores totales en atención selectiva auditiva.

El análisis de varianza realizado sobre las PCo también indicó la existencia de un efecto de la edad ($F_{(7,154)}=19.956$, $p<.000$) (véase Gráfico 3).



Gráfica 3 – Media de las puntuaciones totales corregidas en la tarea de atención selectiva auditiva.

Las comparaciones a posteriori realizadas con el estadístico Tukey indicaron que existen diferencias entre las siguientes edades (véase tabla 23).

EDAD	3	4	5	6	7	8	9	10
3		.116	.001**	.000***	.000***	.000***	.000***	.000***
4	.116		.824	.012*	.001**	.000***	.000***	.000***
5	.001**	.824		.373	.086	.007**	.000***	.000***
6	.000***	.012*	.373		.999	.761	.264	.007**
7	.000***	.001**	.086	.999		.959	.543	.023*
8	.000***	.000***	.007**	.761	.959		.993	.394
9	.000***	.000***	.000***	.264	.543	.993		.881
10	.000***	.000***	.000***	.007**	.023*	.394	.881	

Tabla 23 – Comparaciones múltiples – Atención selectiva auditiva.

La diferencia de medias es significativa al nivel: * .05 amarillo; ** .01 naranja; *** .000 rojo

Analizando los resultados obtenidos tras realizar las comparaciones múltiples (véase tabla 23) y observando la gráfica 3, no se aprecian grupos diferenciados.

2.2. ATENCIÓN SELECTIVA VISUAL

Siguiendo los mismos criterios que los utilizados para realizar los análisis anteriores, se comienza analizando los aciertos totales de la tarea de atención selectiva visual. En la tabla 24 se recogen los estadísticos descriptivos para la misma.

Edad	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
3	15	16.73	6.408	7	27
4	18	28.78	8.440	17	43
5	23	38.04	8.347	26	54
6	22	49.14	13.224	24	74
7	27	53.48	11.577	33	83
8	21	52.81	13.284	34	81
9	21	70.57	10.548	41	87
10	18	86.17	11.475	68	101
Total	165	50.37	22.001	7	101

Tabla 24 – Estadísticos descriptivos: aciertos totales en atención selectiva visual.

El ANOVA realizado mostró un efecto principal tanto en el número de aciertos totales ($F_{(7,154)}=73.972$, $p<.000$) como en el número de errores totales ($F_{(7,154)}=3.765$, $p<.000$).

Seguidamente se presentan los estadísticos descriptivos correspondientes a los errores totales realizados en la tarea de la atención selectiva visual (véase tabla 25).

Edad	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
3	15	5.27	7.106	0	21
4	18	3.11	10.099	0	43
5	23	.26	.541	0	2
6	22	.68	1.524	0	7
7	27	.15	.362	0	1
8	21	.33	1.528	0	7
9	21	.14	.478	0	2
10	18	.06	.236	0	1
Total	165	1.04	4.263	0	43

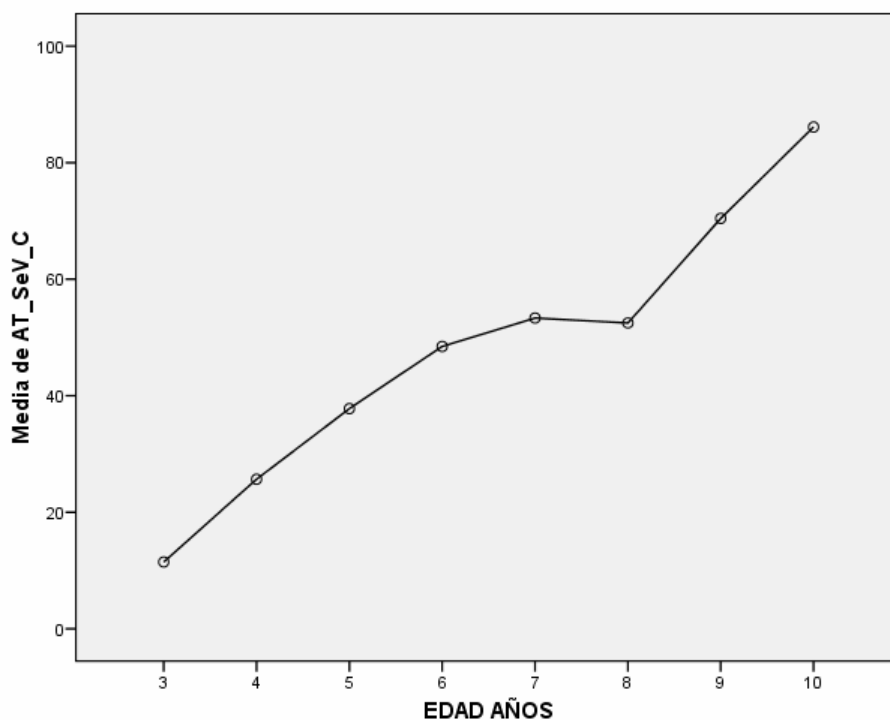
Tabla 25 – Estadísticos descriptivos: errores totales en atención selectiva visual.

En la tabla 26 se muestran los estadísticos descriptivos para las PCo.

Edad	N	Media	Desviación típica
3	15	11.47	11.275
4	18	25.67	13.848
5	23	37.78	8.570
6	22	48.45	12.693
7	27	53.33	11.582
8	21	52.48	13.677
9	21	70.43	10.390
10	18	86.11	11.406
Total	165	49.33	23.510

Tabla 26 – Estadísticos descriptivos: puntuaciones corregidas sobre aciertos y errores totales en atención selectiva visual.

El análisis de varianza realizado sobre las PCo mostró un efecto principal de la edad en la tarea de atención selectiva visual ($F_{(7,154)}=71.525$, $p<.000$) (véase Gráfica 4).



Gráfica 4 – Media de las puntuaciones totales corregidas en la tarea de atención selectiva visual.

Las comparaciones múltiples a posteriori realizadas con el estadístico Tukey indicaron que existen diferencias entre las siguientes edades (véase tabla 27).

EDAD	3	4	5	6	7	8	9	10
3		.016*	.000***	.000***	.000***	.000***	.000***	.000***
4	.016*		.027*	.000***	.000***	.000***	.000***	.000***
5	.000***	.027*		.053	.000***	.001**	.000***	.000***
6	.000***	.000***	.053		.834	.951	.000***	.000***
7	.000***	.000***	.000***	.834		1.000	.000***	.000***
8	.000***	.000***	.001**	.951	1.000		.000***	.000***
9	.000***	.000***	.000***	.000***	.000***	.000***		.001**
10	.000***	.000***	.000***	.000***	.000***	.000***	.001**	
GRUPO	1	2	3			4	5	

Tabla 27 – Comparaciones múltiples – Atención selectiva visual.

La diferencia de medias es significativa al nivel: * .05 amarillo; ** .01 naranja; *** .000 rojo

Si se analizan los resultados obtenidos tras realizar las comparaciones múltiples (véase tabla 27) y observando la gráfica 4, se puede apreciar la existencia de varios grupos. El primero formado por los niños de 3 años; el segundo por los de 4 años. El tercer grupo estaría

formado por los niños de 5 a 8 años. En este grupo se aprecian diferencias significativas entre las edades extremas como 5 y 8 ($p < .001$) ó 5 y 7 ($p < .000$) pero no entre las edades sucesivas como entre 5 y 6 ($p < .053$); 6 y 7 ($p < .834$) ó 7 y 8 ($p < 1.000$). El cuarto grupo por los niños de 9 años y el quinto por los de 10 años.

3. COMPARACIONES ENTRE MODALIDADES SENSORIALES Y TIPOS DE ATENCIÓN

Entre los objetivos propuestos en este estudio se encuentra el conocer en qué momento se puede comparar la ejecución del niño con el adulto, así como identificar las etapas del desarrollo de la atención sostenida y selectiva y analizar si existen diferencias en función de la modalidad sensorial.

Para poder lograr estos objetivos se ha procedido a hallar las puntuaciones equivalentes, ya que ésta es una forma de poner todas las puntuaciones en un sistema de referencia común: el porcentaje con respecto al máximo, ya sea con respecto a la ejecución adulta o con respecto al número total de respuestas correctas posibles. Para ello se ha realizado la siguiente fórmula para:

Tareas visuales:

$$PEq = \frac{P \text{ Co niños}}{\bar{X} \text{ P Co Adultos}} \times 100$$

Tareas auditivas:

$$PEq = \frac{P \text{ Co niños}}{\text{Aciertos totales posibles}} \times 100$$

A continuación se van a presentar los análisis estadísticos realizados teniendo en cuenta la modalidad sensorial y el tipo de atención.

3.1. MODALIDAD SENSORIAL

3.1.1. Atención sostenida

Seguidamente se presentan los estadísticos descriptivos correspondientes a las puntuaciones equivalentes de las tareas de atención sostenida (véase tabla 28).

Atención sostenida	EDAD	Media	Desv. típ.	N
PEq_Auditiva	3	-11.4667	53.08466	15
	4	23.5000	39.32429	16
	5	38.9091	35.20134	22
	6	73.9130	20.74502	23
	7	78.6154	24.70802	26
	8	83.8095	13.05228	21
	9	78.4000	11.85172	20
	10	91.5294	12.95240	17
	Total	60.5500	41.87910	160
PEq_Visual	3	12.7879	3.05870	15
	4	21.3150	7.41077	16
	5	26.8755	5.65557	22
	6	39.2303	16.52012	23
	7	39.1550	9.31830	26
	8	39.9813	9.81413	21
	9	50.9685	13.61217	20
	10	52.4616	13.84866	17
	Total	36.2204	16.17370	160

Tabla 28 – Estadísticos descriptivos: Puntuaciones equivalentes en las tareas de atención sostenida.

Se realizó un ANOVA de medidas repetidas para conocer los efectos intra-sujetos de la modalidad sensorial y los inter-sujetos de la edad.

Los análisis estadísticos mostraron el efecto principal de la modalidad ($F_{(7,154)}=83.214$, $p<.000$), de la edad ($F_{(7,154)}=43.478$, $p<.000$) y de la interacción de ambos ($F_{(7,154)}=10.789$, $p<.000$). En las comparaciones múltiples a posteriori de la atención sostenida teniendo en cuenta la modalidad, se observa las siguientes diferencias significativas en función de la edad (véase tabla 29).

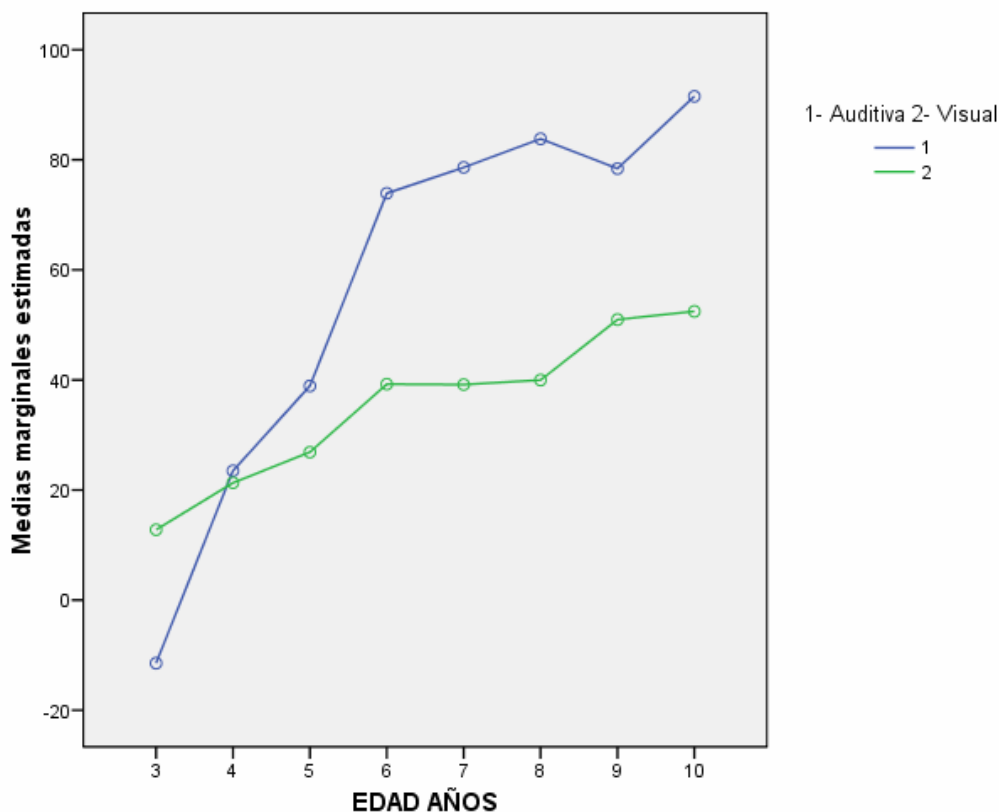
EDAD	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Sostenida: Auditiva – Visual Significación
3	-24.255(*)	7.683	.002
4	2.185	7.439	.769
5	12.034	6.344	.060
6	34.683(*)	6.204	.000
7	39.460(*)	5.835	.000
8	43.828(*)	6.493	.000
9	27.432(*)	6.653	.000
10	39.068(*)	7.217	.000

Basadas en las medias marginales estimadas.

* La diferencia de las medias es significativa al nivel .05. Ajuste para comparaciones múltiples: Bonferroni.

Tabla 29 – Comparaciones por pares Atención sostenida auditiva – visual por edad.

En todas las edades, salvo a los 4 y 5 años se observan diferencias significativas en función de la modalidad sensorial. En el grupo de 3 años la actuación es mejor en la modalidad visual y a partir de los 6 años la ejecución es significativamente mejor en la modalidad auditiva (véase Gráfica 5).



Gráfica 5 - Media de las PEq en la tarea de atención sostenida en ambas modalidades.

Si se compara la actuación del niño con el adulto se observa que en la modalidad auditiva se acerca más rápidamente a la ejecución adulta llegando a los 10 años al 91,53% (véase tabla de los estadísticos descriptivos 28).

3.1.2. Atención selectiva

En relación a las tareas de atención selectiva, se presentan los estadísticos descriptivos correspondientes a las puntuaciones equivalentes (véase tabla 30).

Atención selectiva	EDAD	Media	Desv. típ.	N
PEq_Auditiva	3	-120.87	172.847	23
	4	-53.02	124.231	21
	5	1.82	55.404	22
	6	27.54	34.189	23
	7	31.28	20.808	26
	8	46.96	27.079	23
	9	56.83	25.527	21
	10	55.56	27.535	18
	Total	4.90	98.766	177
PEq_Visual	3	7.7878	9.35696	23
	4	17.2931	8.63007	21
	5	26.6284	6.14624	22
	6	33.6249	8.93116	23
	7	38.1742	8.97556	26
	8	40.0383	13.37632	23
	9	54.5217	11.19148	21
	10	51.0430	7.31969	18
	Total	33.2125	17.42636	177

Tabla 30 – Estadísticos descriptivos: Puntuaciones equivalentes en las tareas de atención selectiva.

Al igual que con la atención sostenida, se llevó a cabo un ANOVA de medidas repetidas para conocer los efectos intra-sujetos de la modalidad sensorial y los inter-sujetos de la edad.

Los análisis estadísticos mostraron el efecto principal de la modalidad ($F_{(7,154)}=20.307$, $p<.000$), de la edad ($F_{(7,154)}=7.663$, $p<.000$) y de la

interacción de ambos ($F_{(7,154)}=41.240$, $p<.000$). En las comparaciones múltiples a posteriori de la atención selectiva teniendo en cuenta la modalidad, se pueden apreciar las siguientes diferencias significativas en función de la edad (véase tabla 31).

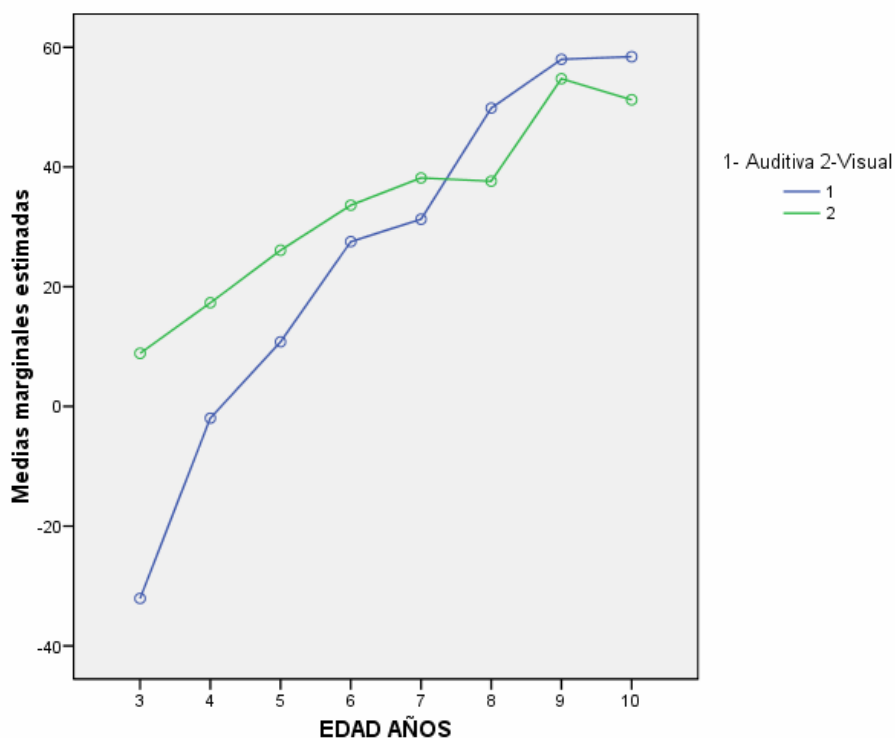
EDAD	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Selectiva: Auditiva – Visual Significación
3	-40.951(*)	7.735	.000
4	-19.274(*)	7.504	.011
5	-15.296(*)	6.751	.025
6	-6.089	6.451	.347
7	-6.892	6.068	.258
8	12.211	6.751	.072
9	3.246	6.918	.640
10	7.196	7.504	.339

Basadas en las medias marginales estimadas.

* La diferencia de las medias es significativa al nivel .05. Ajuste para comparaciones múltiples: Bonferroni.

Tabla 31 - Comparaciones por pares Atención selectiva auditiva – visual por edad.

Las diferencias significativas se muestran a los 3, 4 y 5 años (véase tabla 31). Durante estos tres años la ejecución en la modalidad visual es significativamente mejor que en la modalidad auditiva (véase Gráfica 6).



Gráfica 6 - Media de las PEq en la tarea de atención selectiva en ambas modalidades

Comparando la ejecución de los niños con la del adulto se observa que a los 10 años todavía su actuación difiere a la del adulto con un porcentaje de 55.56% en la modalidad auditiva y 51.0430% en la visual (véase tabla de los estadísticos descriptivos 30).

3.2. TIPO DE ATENCIÓN

3.2.1. Atención sostenida auditiva y atención selectiva auditiva.

Seguidamente se presentan los estadísticos descriptivos correspondientes a las puntuaciones equivalentes de las tareas de atención sostenida y selectiva en la modalidad auditiva (véase tabla 32).

AUDITIVA	EDAD AÑOS	Media	Desv. típ.	N
PEq Sostenida	3	-11.0000	51.31861	16
	4	26.2222	37.80376	18
	5	38.9091	35.20134	22
	6	73.9130	20.74502	23
	7	78.6154	24.70802	26
	8	83.8095	13.05228	21
	9	78.4000	11.85172	20
	10	91.5294	12.95240	17
	Total		60.0000	41.82031
PEq Selectiva	3	-32.08	42.737	16
	4	-3.70	28.119	18
	5	10.30	36.091	22
	6	27.54	34.189	23
	7	31.28	20.808	26
	8	49.84	26.383	21
	9	58.00	25.602	20
	10	58.43	25.444	17
	Total		26.34	40.659

Tabla 32 – Estadísticos descriptivos: Puntuaciones equivalentes en las tareas de atención sostenida y selectiva en la modalidad auditiva.

Para conocer los efectos intra-sujetos del tipo de atención y los inter-sujetos de la edad, se llevó a cabo un ANOVA de medidas repetidas. Los

análisis estadísticos mostraron el efecto principal del tipo de atención ($F_{(7,154)}=107.383$, $p<.000$), pero no para la edad ($F_{(7,154)}=1.400$, $p<.209$).

Respecto a la interacción de ambos ($F_{(7,154)}=588.900$, $p<.000$) se observa que existe significación. En cuanto a las comparaciones múltiples a posteriori de la modalidad auditiva teniendo en cuenta el tipo de atención, se pueden apreciar las siguientes diferencias significativas en función de la edad (véase tabla 33).

EDAD AÑOS	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Auditiva Sostenida - Selectiva Significación
3	21.083(*)	9.925	.035
4	29.926(*)	9.357	.002
5	28.606(*)	8.464	.001
6	46.377(*)	8.278	.000
7	47.333(*)	7.785	.000
8	33.968(*)	8.663	.000
9	20.400(*)	8.877	.023
10	33.098(*)	9.628	.001

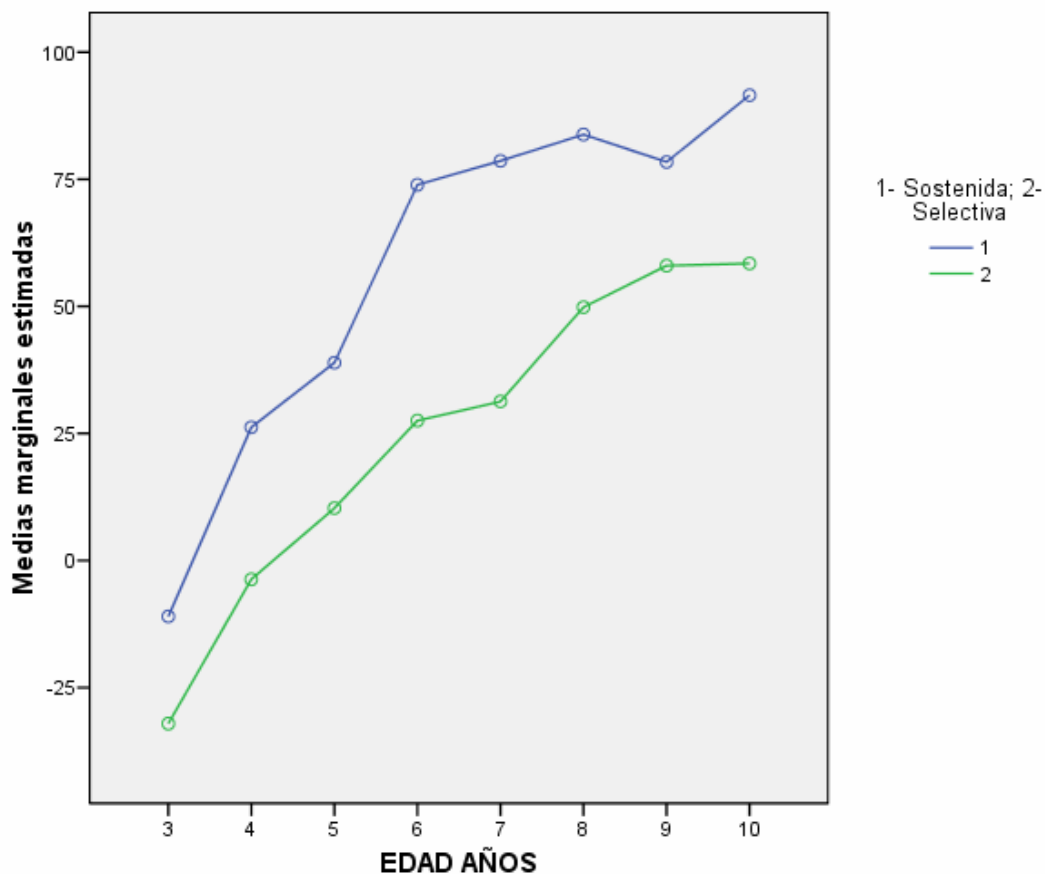
Basadas en las medias marginales estimadas.

* La diferencia de las medias es significativa al nivel .05. Ajuste para comparaciones múltiples: Bonferroni.

Tabla 33 - Comparaciones por pares Atención sostenida y selectiva en la modalidad auditiva.

Se pueden observar la existencia de diferencias significativas para todas las edades (véase tabla 33). Siendo la ejecución en la tarea de atención sostenida auditiva mejor que la selectiva auditiva para todas las edades (véase Gráfica 7).

En relación al nivel de actuación respecto a los aciertos posibles, la tarea de atención sostenida auditiva alcanza un 91.5% a los 10 años frente al 58.43% a la misma edad en la tarea selectiva (véase tabla de los estadísticos descriptivos 32).



Gráfica 7 - Media de las PEq en las tareas de atención sostenida y selectiva en la modalidad auditiva

3.2.2. Atención sostenida visual y atención selectiva visual

Los estadísticos descriptivos correspondientes a las puntuaciones equivalentes de las tareas de atención sostenida y selectiva en la modalidad visual (véase tabla 33), se presentan a continuación.

VISUAL	EDAD AÑOS	Media	Desv. típ.	N
PEq Sostenida	3	12.7879	3.05870	15
	4	21.3150	7.41077	16
	5	26.6754	5.71492	21
	6	39.2303	16.52012	23
	7	39.1550	9.31830	26
	8	39.9813	9.81413	21
	9	50.9685	13.61217	20
	10	52.4616	13.84866	17
	Total		36.2528	16.21961

PEq Selectiva	3	9.0847	8.55968	15
	4	17.4290	9.67623	16
	5	26.0901	5.74225	21
	6	33.6249	8.93116	23
	7	38.1742	8.97556	26
	8	37.6300	11.22471	21
	9	54.7542	11.43008	20
	10	51.2358	7.49769	17
	Total	34.4984	16.33076	159

Tabla 33 – Estadísticos descriptivos: Puntuaciones equivalentes en las tareas de atención sostenida y selectiva en la modalidad visual

Al igual que se ha realizado anteriormente respecto a la modalidad auditiva se llevó a cabo un ANOVA de medidas repetidas para conocer los efectos intra sujetos del tipo de atención y los inter-sujetos de la edad. Los análisis estadísticos mostraron el efecto principal para la edad ($F_{(7,154)}=4.098$, $p<.045$) pero no para el tipo de atención ($F_{(7,154)}=1.310$, $p<.249$). Respecto a la interacción de ambos ($F_{(7,154)}=2545.250$, $p<.000$) se observa un efecto principal. En cuanto a las comparaciones múltiples a posteriori se pueden apreciar las siguientes diferencias significativas en función de la edad en la modalidad visual teniendo en cuenta el tipo de atención (véase tabla 34).

EDAD AÑOS	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Visual Sostenida - Selectiva Significación
3	3.703	2.881	.201
4	3.886	2.789	.166
5	.585	2.435	.810
6	5.605(*)	2.326	.017
7	.981	2.188	.655
8	2.351	2.435	.336
9	-3.786	2.495	.131
10	1.226	2.706	.651

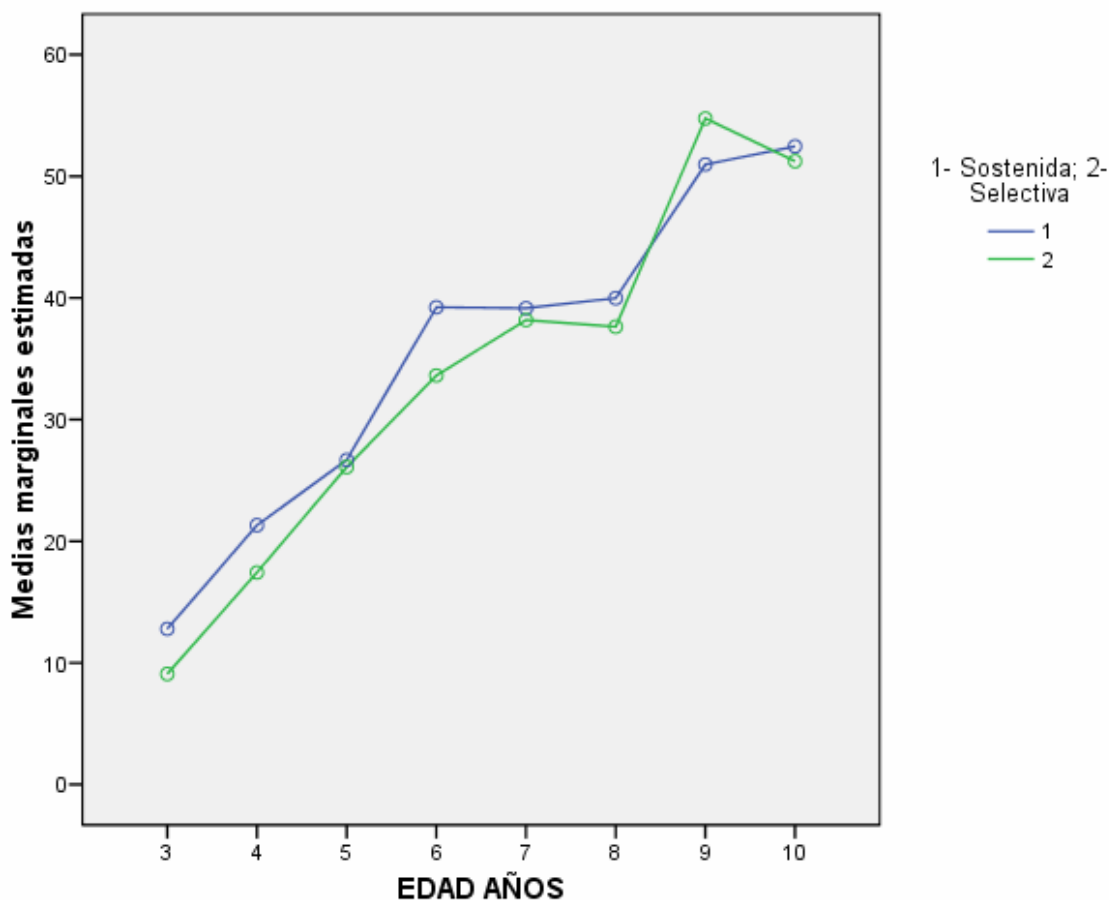
Basadas en las medias marginales estimadas.

* La diferencia de las medias es significativa al nivel .05. Ajuste para comparaciones múltiples: Bonferroni.

Tabla 34 - Comparaciones por pares Atención sostenida y selectiva en la modalidad visual.

Los análisis por comparaciones por pares muestran diferencias significativas únicamente a los 6 años (véase tabla 34). Siendo a esa edad,

la ejecución en la tarea de atención sostenida visual mejor que la selectiva visual (véase Gráfica 8).



Gráfica 8 - Media de las PEq en las tareas de atención sostenida y selectiva en la modalidad visual.

Respecto al nivel de actuación en relación al adulto, tanto la tarea de atención sostenida como selectiva visual alcanzan valores similares a los 10 años, de un 52.46% y del 51.23% (véase tabla de los estadísticos descriptivos 33).

DISCUSIÓN

HIPÓTESIS 1

Si el desarrollo de la atención sigue un proceso discontinuo entonces se observarán momentos de cambio en el desempeño de los componentes básicos de la atención.

Los resultados obtenidos permiten apoyar esta hipótesis en relación con la atención visual (tanto sostenida como selectiva), pero en cuanto a la modalidad auditiva, sólo se apoya en el caso de la atención sostenida. Respecto a la modalidad visual, se observan momentos de cambio similares en los dos tipos de atención; apreciándose cambios significativos entre los 3 y 4 años, los 5 y 6, entre los 8 y 9, y entre los 9 y 10 años. Sin embargo, en la atención selectiva visual el segundo momento evolutivo se produce antes, entre los 4 y los 5 años.

Con respecto a la modalidad auditiva, se aprecian los siguientes saltos, entre los 3 y 4, y los 5 y 6 años. Convirtiéndose, este último periodo en un momento clave para el desarrollo de la atención sostenida auditiva.

En función de los resultados obtenidos en las tareas de atención sostenida tanto auditiva como visual y atención selectiva visual, se aprecia que existen varios momentos en los que se produce un cambio cualitativo (véase tabla 35). Sin embargo también se desprende, observando la tabla que sigue, que este cambio no tiene lugar en el caso de la atención selectiva auditiva.

	EDAD	3	4	5	6	7	8	9	10
VISUAL	ATENCIÓN SOSTENIDA	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3			GRUPO 4	GRUPO 5	
	ATENCIÓN SELECTIVA	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3			GRUPO 4	GRUPO 5	
AUDITIVA	ATENCIÓN SOSTENIDA	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3					
	ATENCIÓN SELECTIVA	CONTINUO							

Tabla 35 – Resumen de los grupos observados para cada tipo de atención y su modalidad.

Como se ha señalado con anterioridad no se pueden comparar los resultados obtenidos en otros estudios ya que éstos no comparten el mismo marco teórico, se limita a una única modalidad sensorial o difieren en el rango de edad. Teniendo estos aspectos en cuenta, sí que coinciden en señalar que existe una mejora significativa en la ejecución de la tareas de atención sostenida visual a partir de los 4 años (Levin y Anderson, 1976; Ruff y Rothbart, 1996a; Ruff y cols, 1998). El siguiente salto lo refieren entre los 7 y los 9 años (Halperin, 1996). Respecto a la atención selectiva visual se refiere que su desarrollo continúa pasados los 10 años (Booth y cols, 2003; Lane y Pearson, 1982; Shepp y cols, 1978). En cuanto a la atención selectiva auditiva, se refiere que a partir de los 3 años los niños son capaces de ignorar información irrelevante con ayuda del adulto (Sanders y cols, 2006a) y que a los 9 años son capaces de asignar su atención al canal adecuado pero son más lentos y menos eficientes que los adultos (Gomes y cols, 2007; Gomes y cols, 2000).

Seguidamente se analizarán los resultados obtenidos en este estudio junto con los cambios que ocurren tanto a nivel cognitivo como cerebral que puedan explicar por qué se producen los saltos en el desarrollo de la atención en estos momentos evolutivos determinados y no en otros.

El primer momento evolutivo que se ha observado, tal y como se ha mencionado anteriormente, se sitúa entre los 3 y los 4 años de edad, coincidiendo con la división que Piaget realizó del periodo preoperacional: el periodo preconceptual (2 a 4 años) y el periodo intuitivo (4 a 7 años).

A los tres años el niño es capaz de construir torres de nueve o diez cubos, modular su forma de correr, subir las escaleras o pedalear un triciclo. Los niños a esta edad son más activos que en cualquier otro momento de su vida (Feldman, 2008). En este momento comienza el segundo ciclo de educación infantil, les atraen las actividades manipulativas como colorear o jugar con arcilla y se da un manejo más fino del material de juego, pueden hacer trazos o doblar un papel. Sin embargo todavía no son capaces ni de estar mucho tiempo quietos, ni de mantener su atención, lo que lleva a que las actividades que se tiene que realizar con ellos sean

cortas. Su vocabulario aumenta día a día, que utiliza en las frases que emplea en sus monólogos durante el juego. Todavía no conoce todos los colores pero tiene el sentido de la forma siendo capaz de reconocer dos partes de una figura y unirlos. El sentido del “yo” hace que le cueste compartir, le guste los juguetes de los demás y cuando no consigue lo que quiere tenga estallidos emocionales o rabietas.

A los cuatro años ha mejorado considerablemente tanto su motricidad fina, siendo capaz de vestirse y desvestirse casi sin ayuda o hacer trazos mucho más precisos, como su motricidad gruesa que le permite, entre otras cosas, saltar a la pata coja. El desarrollo perceptivo unido a la mejora del control atencional, les facilita realizar razonamientos basados en las características perceptivas más sobresalientes de los objetos. Ahora mismo su lenguaje está en plena explosión tanto semántica como sintáctica, esto hace que lo “esté practicando” constantemente y sea hablador, haciendo preguntas casi sin parar. Aunque comienza a compartir sus cosas todavía tiene arrebatos emocionales. En la escuela, las actividades que ya puede realizar dentro del aula, están relacionadas con la lectura de imágenes, el perfeccionamiento de los trazos, la discriminación perceptiva y el juego simbólico.

La mejora que se ha producido en estos años en cuanto a la motricidad gruesa y fina, así como que sean capaces de controlar los movimientos de los ojos y el enfoque ocular (Berger y Thompson, 1997) se ha debido en gran parte a la mielinización del cuerpo calloso, estructura responsable de conectar las regiones sensoriales y motoras de ambos hemisferios (Funnell y cols, 2000; Gazzaniga, 2000). Este hecho es de vital importancia para el desarrollo de la atención visual, tanto sostenida como selectiva.

El siguiente salto que se observa es entre los 5 y los 6 años. El niño de cinco años ha perfeccionado la coordinación motora, permitiéndole realizar bailes y ejercicios físicos. Asimismo puede hacer trazos precisos pudiendo dibujar una figura humana. Es capaz de llevar a cabo una actividad de forma continuada durante quince minutos, esto le permite seguir instrucciones o la trama de un cuento. Ya son capaces de planificar

una tarea sencilla. La noción del tiempo ha mejorado (ayer y hoy), reflejándose en la riqueza gramatical de su discurso. Su lenguaje está completo y estructurado, lo que le permite preguntar para conocer los significados de nuevas palabras. El desarrollo del lenguaje le posibilita llevar a cabo juegos en pequeño grupo, controlar su conducta y sus respuestas emocionales.

A los seis años son capaces de reconocer las características distintivas de las letras, porque ya poseen un adecuado desarrollo perceptivo y atencional que les permite centrar la atención y mantenerla sobre los grafemas y los fonemas. La lectura es una tarea intermodal compleja. Para dar sentido a las palabras escritas, los niños no sólo deben diferenciar entre letras sino que también deben aprender cuáles corresponden a qué sonidos en el lenguaje hablado. Por otra parte, detectar las correspondencias entre letras y sonidos parece depender mucho de la conciencia fonológica, percatarse de que las palabras habladas pueden descomponerse en unidades de sonido básicas, o fonemas. Las primeras habilidades de procesamiento fonológico les posibilita incrementar la información sobre la lectura, lo cual les convierte en mejores procesadores fonológicos y les permite lograr mayores avances en el conocimiento relacionado con la lectura (Shaffer, 2000). Es en este momento donde se produce el cambio de educación infantil al primer ciclo de educación primaria, el niño ya está preparado para centrar y mantener su atención, tanto auditiva como visual, que como ha quedado patente, es de vital importancia para la adquisición de nuevos aprendizajes como, por ejemplo, la lectoescritura.

Con el final de la educación infantil y el comienzo de la educación primaria termina el proceso de mielinización de la principal comisura cerebral, el cuerpo calloso. Diversas investigaciones han mostrado cómo con la mielinización del esplenio se ha favorecido la conexión de las áreas de asociación posteriores (Giedd, 1999; Thompson y cols, 2000) y por ende, los circuitos implicados en la atención sostenida, lo que podría explicar por qué es en estas edades cuando se produce uno de los saltos evolutivos de la atención sostenida, tanto auditiva como visual.

A partir de los siete años y coincidiendo con el cambio del primer al segundo ciclo de educación primaria, se produce una variación en el tipo de pensamiento, se pasa del pensamiento, que Piaget denominaba preoperacional al operacional que está guiado por la lógica en vez de la percepción. A lo largo de los próximos tres años, se sucederán periodos de cambios constantes y diferenciados.

Durante los 8 años, se produce la automatización de muchos aprendizajes como la lectura o el cálculo elemental, lo que le “libera de espacio” para iniciar nuevos o más complejos aprendizajes. Asimismo, este proceso de automatización le lleva a comenzar a generar y utilizar estrategias de memoria que le van a permitir almacenar e incrementar su capacidad para recuperar la información. Empieza a controlar la atención y la memoria y ha aprendido a distinguir la dificultad asociada a distintas actividades. Ahora es consciente de su propia capacidad, evalúa la tarea cognitiva y determina la mejor manera de llevarla a cabo: surge la metacognición.

Durante el año siguiente, los 9 años, se perfeccionan las estrategias mnésicas, si a los 8 años utilizaba estrategias de repetición, a los 9 años ya empieza a emplear la organización, agrupando la información para que sea más fácil de recordar. Para poder almacenarla, se debe poder atender a la misma, por lo que la atención se convierte en un proceso esencial para el aprendizaje. Al igual que se perfeccionan las estrategias de almacenamiento, lo hacen las de recuperación que facilitan el acceso a la información aprendida con anterioridad; será a los 10 años cuando se produzcan una mejora y dominio de estas estrategias mnésicas. El desarrollo del lenguaje, en especial de la pragmática, le posibilita un mayor control de la comprensión y de su uso aumentando sus posibilidades tanto cognitivas como sociales.

Hasta el momento, se ha podido observar como los niños han sido capaces de automatizar procesos que les permiten disponer de más “espacio” para nuevos aprendizajes, mantener su atención, organizar la información y generar y aprender estrategias mnésicas. Todo ello, les ha preparado para cambiar de ciclo educativo. A los 10 años comienzan el

tercer ciclo de educación primaria. La atención selectiva no sólo es importante para la memoria, sino también para el razonamiento y la resolución de problemas, de ahí que no se planteen éstos hasta este momento. Para encontrar la solución a un problema difícil, una persona debe fijarse, en primer lugar, en la información que podría conducir a encontrar la solución, y después generar posibles alternativas que le permita lograr un resultado satisfactorio. Durante este ciclo educativo aprenderán a resolver problemas complejos, expresarse tanto por escrita como oralmente y comenzarán a almacenar un gran número de nuevos conceptos. Los niños mayores de 10 años, que ya saben cómo y dónde deben fijar su atención, se centrarán en poner en práctica otras estrategias de resolución más complejas.

La mielinización continúa durante el periodo escolar y además de incrementar la velocidad de conducción de los impulsos nerviosos, facilita, como se ha visto con anterioridad, la capacidad para combinar información de múltiples fuentes (Giedd, 2004a). A estas edades se produce un aumento de la mielinización de las vías que comunican el cuerpo calloso con los ganglios basales, éstos a su vez con el tálamo (Barnea-Goraly y cols, 2005) y con la corteza frontal y el cíngulo anterior (Graybiel, 2000). Estos circuitos están involucrados con las redes atencionales tanto anterior como posterior sino también con otros procesos como las funciones motoras, la regulación emocional, el aprendizaje (Barnea-Goraly y cols, 2005) o la memoria (Gomes y cols, 2000). Entre los 9 y los 10 años no sólo se produce un aumento de la mielinización de los circuitos ampliamente distribuidos, especialmente en la corteza prefrontal (Keage y cols, 2008), sino que tiene lugar una pérdida de la sustancia gris. A partir de los 10 años y hasta los 12, siguiendo el desarrollo de la sustancia gris en forma de “U invertida” se observa un notable desarrollo de la sustancia gris parietal y frontal, al tiempo que continúa el desarrollo de sus conexiones, que están relacionadas con la red atencional posterior. Por lo tanto durante estos tres años, se producen una serie de cambios que afectan tanto a la red atencional anterior como posterior. Estos cambios se reflejan en una mejora tanto en la atención sostenida como selectiva visual.

Se observa que existe cierto paralelismo entre la maduración del sistema nervioso central y los procesos cognitivos (Case, 1984; 1992; Fischer, 1980; Pascual-Leone, 1970), en especial la atención. Desde la primera oleada de formación de sinapsis, determinada genéticamente (Changeux y Danchin, 1976) y posterior poda, solo perdurarán aquellas conexiones sinápticas que sean y resulten más eficientes para la adaptación al entorno (Casey y cols, 2000; Hebb, 1949). Para que se mantengan, es necesario que se repitan, ahí está el papel de la escuela y la familia, ya que esa interacción constante entre las demandas del entorno y el desarrollo, favorece la aparición de procesos cada vez más complejos y elaborados.

Un tema ampliamente debatido en el área del desarrollo evolutivo de la atención es si se puede hablar de un desarrollo atencional en términos estrictos, o por el contrario, se trata de un desarrollo cognitivo general dentro del cual estaría como un componente más la atención (García-Sevilla, 1997). Si se analizan los resultados de este estudio y se observa cuándo se producen los cambios en el desarrollo de la atención se puede concluir que éste va unido al desarrollo cognitivo general, no solo de la percepción sino también a la memoria, las funciones ejecutivas o el lenguaje (Hagen y Wilson, 1982).

Sin embargo, respecto a la atención selectiva auditiva no se encuentran diferencias significativas entre los grupos de edad, por lo que no se puede señalar la aparición de momentos evolutivos significativos. El desarrollo de la discriminación auditiva no finaliza hasta el final del período escolar, de hecho en la aplicación piloto de la prueba de atención selectiva auditiva, se procedió a la eliminación de 5 estímulos dada la confusión que los mismos producían con el estímulo diana. Aún eliminando estos estímulos algunos menores cometían errores de forma sistemática levantando la mano tanto al estímulo diana (pájaro) como a otro animal (por ejemplo: oveja). Esta situación podía estar reflejando que la dificultad no estaba en seleccionar el estímulo sino en discriminarlo perceptivamente. Este fue uno de los motivos que nos impulsó a utilizar una medida de calidad de respuesta para controlar este efecto. Por lo tanto, una buena ejecución en la prueba denota, no solo el desarrollo de la atención selectiva

auditiva sino que es necesario que exista una buena discriminación auditiva. Este hecho podría explicar, en parte, que en los resultados correspondientes a la atención auditiva selectiva no se observen las diferencias apreciadas en los otros subtipos atencionales o en la modalidad visual. Por otra parte, no se puede olvidar que el proceso que valora la prueba diseñada, es más complejo y, por tanto, no se encuentran evidencias claras de un desarrollo funcionalmente diferente hasta etapas más avanzadas de la niñez.

HIPÓTESIS 2

Si la modalidad sensorial influye en estos procesos del desarrollo entonces se esperará una diferencia en el desarrollo en la modalidad visual y auditiva en ambos tipos atencionales (sostenida y selectiva).

Los resultados obtenidos permiten apoyar esta hipótesis. Tanto en la atención sostenida como en la selectiva existen diferencias significativas en función de la modalidad sensorial. Para la atención sostenida, se observa que salvo a los 3 años, la ejecución en la tarea en la modalidad auditiva es mejor que en la visual. Sin embargo en el caso de la atención selectiva, se aprecia hasta los 7 años, una mejor ejecución en la modalidad visual y, desde los 8 hasta los 10, es la modalidad auditiva la que se lleva a cabo de manera más eficiente.

Entre las semanas 22 y 24 de gestación, la mielinización progresa en las conexiones de la oliva del cerebelo, el asa lenticular del globo pálido, el nervio sensorial trigémino, las vías auditivas y el nervio acústico, así como el cuerpo trapezoide, el lemnisco lateral y la ramificación del tubérculo cuadrigémino inferior (Bradley, 2005; Moorea y cols, 1995). En contraste, el nervio óptico y el tracto geniculocalcarino, es decir, las radiaciones ópticas, no empiezan a adquirir mielina hasta casi el nacimiento. La maduración de la función visual es máxima durante el primer trimestre de vida. Entre el primer y tercer año, el niño ya presenta repuestas que permiten evaluar su nivel de desarrollo visual aunque la función visual abarca otros aspectos más complejos que la simple medida de la visión de los objetos pequeños (agudeza visual), como la visión binocular, cromática o el campo visual (Borrás, 1996).

Durante el periodo preescolar, la agudeza auditiva, es decir, la nitidez en la audición, también mejora aunque muestra algunas deficiencias en la habilidad de aislar sonidos específicos cuando se escuchan varios simultáneamente (Moore y Meadow-Orlans, 1990). Sin embargo puesto que la audición está más desarrollada en este momento, esta mejoría no es tan significativa como la de la visión.

La visión binocular, la cromática y el desarrollo del campo visual son hechos de vital importancia para el desarrollo de la visión que continúa su evolución de un modo más lento hasta los 6 años (Borrás, 1996). La maduración cerebral lleva a un mejor control de los movimientos oculares así como de la capacidad para enfocar (Feldman, 2008). Aunque todavía no se ha completado el desarrollo perceptivo, alrededor de los seis años los niños pueden enfocar y ver de forma eficiente. No será hasta los siete u ocho años que empezarán a ver la figura en términos tanto de su organización global como de sus partes (Bova y cols, 2007).

A partir de los 4 años y coincidiendo con los cambios cerebrales que se han indicado previamente, tiene lugar el control de la respuesta motora (Capilla Gonzalez, 2007), necesario para la ejecución de las tareas auditivas propuestas en este estudio. Este hecho podría explicar porqué los niños de 3 años son incapaces de detener la respuesta motora iniciada cometiendo un gran número de errores y dando lugar a puntuaciones corregidas negativas que no se observan a partir de los 4 años, cuando el control motor está dominado/instaurado.

Respecto a la atención selectiva se observa que no es hasta los 8 años cuando la ejecución en la modalidad auditiva es significativamente mejor que la visual. Este hecho puede deberse a que la discriminación perceptiva visual necesaria para la realización de la tarea tiene lugar antes que en la modalidad auditiva (Bova y cols, 2007). Asimismo, los niños menores de 8 años requieren un tiempo mayor para discriminar perceptivamente los estímulos auditivos. La información en el canal auditivo se ordena, sobre todo, a nivel temporal y su duración es corta frente a la información visual, que es más rica en cuanto a la organización espacial y a menudo su duración es más larga (Gomes y cols, 2000). En nuestro estudio, los menores disponen de más tiempo para procesar los estímulos visuales ya que la hoja donde se encuentran dichos estímulos no tiene un tiempo límite de presentación por cada uno de ellos, como ocurre en la tarea auditiva en la que la duración del estímulo auditivo es siempre de 500ms. Así los cambios en la mielinización de las áreas asociativas que se producen a los 8 años (Boujraf y cols, 2002; Klingberg y cols, 1999; Paus y cols, 1999; Sowell y cols, 2002) junto con la mejoría para ignorar

distractores y la habilidad de orientar la atención voluntariamente (Enns y Brodeur, 1989) explicarían que a partir de esta edad el procesamiento de los estímulos auditivos se realice más rápidamente y por tanto, se puedan apreciar las diferencias en cuanto a la modalidad sensorial, observándose que el desarrollo de la modalidad auditiva para este tipo de atención ocurre antes que el de la visual.

HIPÓTESIS 3

Si el principio de jerarquía propuesto por la Neuropsicología se cumple en relación con la atención entonces se esperará que la actuación en la atención sostenida alcance un nivel adulto a una edad más temprana que en el caso de la atención selectiva.

Se acepta la hipótesis 3. Los resultados obtenidos permiten apoyar esta hipótesis, ya que se observa una mejor ejecución en las tareas de atención sostenida frente a las de atención selectiva.

En la tabla siguiente se reflejan los resultados obtenidos. Se ha hecho una diferenciación en cuanto al grado de ejecución. Los resultados obtenidos en este estudio muestran que el nivel de actuación en relación al adulto en la tarea de atención sostenida auditiva alcanza un 91.5% frente al 58.43% a la misma edad en la tarea selectiva. Respecto al nivel de actuación en relación al adulto tanto en la tarea de atención sostenida como en la de atención selectiva visual los resultados obtenidos indican que la ejecución en la tarea de atención sostenida es levemente superior a la selectiva. Alcanzándose valores a los 10 años, de un 52.46% y del 51.23%, respectivamente. Por lo tanto, si se realizara una secuencia en el desarrollo de la atención, ésta quedaría de la siguiente manera: en un primer lugar se desarrollaría la atención sostenida auditiva, seguida de la selectiva auditiva, posteriormente la atención sostenida visual y finalmente la selectiva visual.

		Sostenida auditiva	Sostenida visual	Selectiva auditiva	Selectiva visual
Nivel adulto	76-100%	7 a 10 años			
Perfeccionamiento	51-75%	6 años	9 a 10 años	9 a 10 años	9 a 10 años
En adquisición	26-50%	4 a 5 años	5 a 8 años	6 a 8 años	5 a 8 años
Baja	0-25%		3 a 4 años	5 años	3 a 4 años
	< 0	3 años		3 a 4 años	

Tabla 36 – Resumen de los resultados en relación al nivel de actuación respecto al adulto.

Como se ha visto en los capítulos previos, el desarrollo sigue una secuencia jerárquica en la que, madurarían antes las regiones sensoriales y motoras primarias que las asociativas (Chugani y Phelps, 1986; Huttenlocher, 1990; Yakovlev y Lecours, 1967b). Las regiones filogenéticamente más antiguas lo harían antes que las más recientes (Giedd, 2004b; Luu y Tucker, 1996); ya que la función que desempeña las regiones de asociación sólo tiene sentido una vez que las regiones sensorimotoras están preparadas (Giedd, 2004b). Por lo tanto, no sería de extrañar que el sistema atencional siguiera el mismo patrón jerárquico.

Como señalan la mayor parte de los modelos cognitivos sobre el sistema atencional, y especialmente el modelo neuropsicológico de Sohlberg y Mateer (1989) en el que se ha basado este estudio, el ser capaz de mantener la atención en una tarea durante un período de tiempo prolongado supone “menos esfuerzo cognitivo” que el tener que “filtrar” los estímulos relevantes para centrar el foco de atención en una tarea evitando los distractores. En este estudio se ha obtenido que, la atención sostenida auditiva se desarrolla con anterioridad y de forma más rápida que la selectiva, alcanzando a la edad de 10 años niveles de ejecución próximos al del adulto. Esto puede ser debido, como se ha indicado en apartados previos, a la “jerarquía de la atención” y a que las conexiones entre las estructuras involucradas en la atención sostenida se mielinizan antes que las implicadas en la atención selectiva (Barnea-Goraly y cols, 2005; Keage y cols, 2008); (Rains, 2002) que no completará este proceso hasta entrada la edad adulta (Klingberg y cols, 1999; Paus y cols, 1999).

Por otra parte si se analiza el desarrollo cognitivo, se aprecia cómo es necesario que exista el desarrollo previo de la atención sostenida para que sobre ésta se construyan otros procesos (Case, 1984; Fischer, 1980; Pascual-Leone, 1970). Mientras que el niño no sea capaz de mantener la atención durante un período de tiempo no podrá aprender a seleccionar qué información es la relevante, y no pondrá ejercer un control sobre su sistema atencional para ignorar los distractores.

El niño a los 10 años reúne todos los requisitos cognitivos para ser capaz de mantener su atención durante una explicación en el aula: la

capacidad de discriminación auditiva está dominada, su lenguaje también está desarrollado dominando incluso la pragmática y, por último, su atención sostenida auditiva ha alcanzado niveles casi adultos. Sin embargo, mientras que la atención sostenida auditiva parece haber llegado al nivel adulto, la atención selectiva auditiva continúa su desarrollo más allá de esta edad al tratarse de un proceso más complejo. Buena prueba de la implicación entre la atención y otros procesos cognitivos se encuentra reflejado en los niños que presentan problemas de atención como en el caso del trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) ya que éstos niños muestran además de las dificultades en la atención, problemas del lenguaje oral en un 20% de los casos (Brown, 2003), un 30% trastornos perceptivo-motores (Gilberg y Kadesjö, 2003) y entre un 20 y un 25% un trastorno específico del aprendizaje (Tannock y Brown, 2003). La interrelación entre procesos parece evidente.

Únicamente se han observado diferencias significativas en cuanto a una ejecución mejor en la tarea sostenida frente a la selectiva a los 6 años, coincidiendo con el aumento de la mielinización de las vías que comunican el cuerpo calloso con los ganglios basales y el tálamo (Barnea-Goraly y cols, 2005), estas estructuras están implicadas en la atención sostenida visual (García Viedma, 2006; Posner y Petersen, 1990). A partir de este momento no se aprecian diferencias significativas entre los tipos de atención en la modalidad visual, esto puede ser debido, no solo a los procesos atencionales en sí mismos sino también a la influencia que sobre las tareas visuales tienen las estrategias de procesamiento de la información. Por lo que, probablemente se deba esperar a la maduración completa de las áreas de asociación y de los circuitos ampliamente distribuidos, que tiene lugar en la tercera infancia (Booth y cols, 2003; Konrad y cols, 2005) para conocer si la atención sostenida visual finaliza su desarrollo antes que la atención selectiva visual.

APLICACIONES

Después de analizar los resultados de esta investigación, se proponen algunas aplicaciones de las conclusiones obtenidas.

Conocer cómo se desarrolla la atención sostenida y selectiva en la población normal es de gran interés para el diseño del currículo escolar, la programación docente en las escuelas e incluso la propia organización del aula. Sabiendo que la atención selectiva visual no alcanza un nivel de perfeccionamiento hasta los 9 años, sería recomendable no utilizar antes de este momento, aulas con un exceso de decoración en las paredes o facilitar la información en los encerados organizada y poco a poco ir introduciendo el número de distractores. Por ejemplo, se podría comenzar con decoración en la parte posterior del aula para ir poco a poco decorando las paredes laterales y finalmente la pared frontal. De esta manera, estaríamos graduando la demanda del entorno sobre el proceso, facilitando así su adquisición. Respeto a la atención sostenida visual, los niños ya serán capaces de mantener su atención en una única tarea durante un tiempo prolongado a partir de los 9 años. Como se acaba de indicar, parece clara la interacción entre las demandas del entorno y el desarrollo de los procesos cognitivos, en este caso atencionales, por lo que se considera que es vital que el entorno les requiera esta demanda, fomentando el trabajo individual, cada vez con una duración mayor, en un ambiente sin distractores.

La aplicación clínica de los instrumentos de evaluación diseñados permitirá la detección de dificultades en los procesos atencionales. De esta manera se podrá identificar precozmente a aquellos niños que presenten un retraso en la adquisición de este proceso y será posible poner en marcha un programa específico ya sea de estimulación o de intervención. Asimismo se considera que durante la educación infantil, periodo que se podría considerar como el cimiento para el desarrollo atencional, se llevaran a cabo programas para detectar aquellos niños que a los 4 años su ejecución fuera más pobre que la del resto. De esta manera se podrían realizar actividades específicas de estimulación.

Otra de las aplicaciones iría encaminada a la elaboración de material lúdico y recursos educativos que favorezcan el desarrollo de estos procesos, en especial en los momentos de inflexión.

A continuación nos centraremos en la aplicación clínica que sobre el trastorno por déficit de atención e hiperactividad tiene este estudio. Se presta especial atención a este trastorno, ya que se trata de uno de los de mayor prevalencia entre la población infantil.

El trastorno de por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) es uno de los trastornos neuropsicológicos más frecuentes en el periodo escolar. Para poder entender este trastorno se hacía necesario conocer el desarrollo normal de los procesos atencionales, concretamente la atención sostenida y selectiva, especialmente afectada en el TDAH. El TDAH está caracterizado por la presencia de síntomas de inatención e hiperactividad o impulsividad, diferenciándose tres subtipos: el inatento (TDA), el combinado (TDAH) y el impulsivo (TDAH-I) (American-Psychiatric-Association, 2000). La prevalencia del TDAH oscila entre el 2 y el 12% según los países (Polanczyk y cols, 2007) con una proporción de 4:1 (niño:niña) para el tipo hiperactivo y de 2:1 para el tipo intento. Los niños que presentan TDAH subtipo combinado tienen problemas para el mantenimiento de la atención sostenida, proceso relacionado con los circuitos frontales, mientras que las dificultades que presentan los menores del subtipo inatento están más relacionadas con problemas para seleccionar cuales son los estímulos relevantes a los que deben prestar atención y cuáles son los irrelevantes que deben ignorar, este proceso está relacionado con circuitos más posteriores (Diamond, 2005). La clasificación de los subtipos de TDAH es de vital importancia para la prescripción del tratamiento farmacológico ya que los niños con TDAH del subtipo combinado son mejores respondedores al metilfenidato. El metilfenidato actúa inhibiendo la recaptación de la dopamina en varias partes del cerebro implicadas en la atención sostenida, en especial en la zona frontal (Soutullo, 2004) observándose un aumento de la atención sostenida y una reducción de la impulsividad y la actividad motora tras el tratamiento (Etchepareborda, 2002). La noradrenalina participa en el control de la atención de tipo fásico y de la atención selectiva; atención que está especialmente afectada en niños con TDA. La

atomoxetina es un inhibidor selectivo de la recaptación de la norepinefrina que se emplea especialmente en estos niños con TDA, mostrando tras el tratamiento, mejorías en la capacidad de inhibición de los estímulos irrelevantes (Etchepareborda, 2002). Por lo tanto, la evaluación específica de los procesos atencionales, en especial de la atención sostenida y selectiva, puede ayudar a la detección, clasificación y selección del tratamiento farmacológico más adecuado para los niños que presentan TDAH o TDA.

Por otra parte, los resultados de este estudio nos permitirán discernir si un niño presenta un retraso en la adquisición el proceso atencional o presenta un déficit para el que se requiera un tratamiento multimodal.

FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Se ha estudiado el desarrollo de la atención sostenida y selectiva hasta los 10 años, una de las líneas de investigación que sería interesante continuar sería el estudio de cuándo se alcanza el grado de ejecución similar al adulto para estos tipos de atención. Por ello, ampliar el rango de edad hasta la adolescencia, sería una de las líneas a continuar.

Una vez que se conoce el desarrollo de dos de los niveles jerárquicos que plantean Sohlberg y Mateer en su modelo clínico de la atención, sería de gran interés conocer en qué momento comienza a desarrollar el resto de los niveles de dicha jerarquía.

Con el desarrollo de las pruebas neuropsicológicas para la evaluación de la atención basadas en el modelo clínico de la atención (Sohlberg y Mateer, 1989) y adaptadas especialmente a la población infantil, se ha abierto el camino para la elaboración de otras pruebas que desde el mismo enfoque ecológico, evalúen el resto de los procesos cognitivos.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

1. El desarrollo de la atención sigue un proceso discontinuo, salvo en el caso de la atención selectiva auditiva, que forma un continuo. Se observan los siguientes puntos de inflexión:
 - 1.1. Atención sostenida visual: 4, 6, 9 y 10 años.
 - 1.2. Atención selectiva visual: 4, 5, 9 y 10 años.
 - 1.3. Atención sostenida auditiva: 4 y a los 6 años.

2. El desarrollo de la atención depende de la modalidad sensorial, desarrollándose antes la modalidad auditiva que la visual.

3. La atención seguiría un proceso de desarrollo jerárquico. La atención sostenida se desarrolla con anterioridad a la atención selectiva, en la modalidad auditiva, alcanzando casi un nivel adulto a la edad de 10 años.

4. Si se establece la secuencia del desarrollo de la atención se alcanzaría niveles de ejecución similar al adulto en el siguiente orden: en un primer lugar en la atención sostenida auditiva, a continuación respecto a la selectiva auditiva, posteriormente la atención sostenida visual y finalmente la selectiva visual.

DISCUSSION

HYPOTHESIS 1

If development of attention was a discontinuous process, it would be possible to observe growth spurts in the cognitive performance related to the basic components of attention.

Our findings support this hypothesis regarding visual attention (both sustained and selective attention). However, regarding the auditory modality, this only occurs in the case of sustained attention. With respect to the visual modality, similar moments of change take place in both types of attention. The main growth spurts occur between 3-4 years, 5-6, 8-9 and finally between 9-10 years. However, in the case of visual selective attention the second growth spurt takes place earlier; i.e. between 4 and 5 years.

Regarding the auditory modality, the following growth spurts are observed: between 3-4 and 5-6 years. It is worth mentioning that the later period is critical for the development of auditory sustained attention.

Our results on both modalities of sustained attention show that there are several growth spurts that involve a qualitative change in performance (see table 35). However, as it can also be observed in the following table, this change does not take place in the case of auditory selective attention.

	AGE	3	4	5	6	7	8	9	10
VISUAL	SUSTAINED ATTENTION	GROUP 1	GROUP 2		GROUP 3			GROUP 4	GROUP 5
	SELECTIVE ATTENTION	GROUP 1	GROUP 2	GROUP 3			GROUP 4	GROUP 5	
AUDITORY	SUSTAINED ATTENTION	GROUP 1	GROUP 2		GROUP 3				
	SELECTIVE ATTENTION	CONTINUOUS							

Table 35 – Summary of the observed groups for each type and modality of attention.

As it has been mentioned previously, our results are not easily comparable with the results from other studies. The reasons for this are that the theoretical frameworks are different. Other studies have focused on only one sensory modality or they have focused on a different age range. Taking

these issues into account, we present an overview of the main findings offered by these studies. Some studies agree in the fact that children show a significant improvement in performance on visual sustained attention tasks from 4 years old and upwards (Levin y Anderson, 1976; Ruff y Rothbart, 1996a; Ruff y cols, 1998). The next growth spurt is found between 7 and 9 years (Halperin, 1996). Regarding visual selective attention it has been reported that this is still in development after the child is 10 years old (Booth y cols, 2003; Lane y Pearson, 1982; Shepp y cols, 1978). With respect to auditory selective attention, children above 3 years are capable of ignoring irrelevant information if they are assisted by an adult (Sanders y cols, 2006a). In addition, 9 year old children are able to allocate their attention to the correct canal, although they are slower and less efficient than adults (Gomes y cols, 2007; Gomes y cols, 2000).

Next, we will examine our results in the framework of cognitive and brain development. Critically, we will focus on the cognitive and brain changes that may explain why the growth spurts observed in the development of attention take place at a specific timing.

As we previously noted, the first growth spurt in the development of attention occurs between 3 and 4 years old. This finding agrees with the partition of the preoperational stage stated by Piaget, i.e. the preconceptual (2-4 years) and the intuitive stages (4-7 years).

Three year old children are able to build nine to ten block towers. They can also modulate their way of running, climbing stairs or pedalling a tricycle. Children at this age are more active than in any other moment in their lives (Feldman, 2008). At this moment the second cycle of infant education begins. Children are attracted to manipulative tasks, such as colouring or playing with clay. In addition they have got a more precise use of game tools, i.e. they are now capable of drawing and folding a paper. However, they are still unable to neither stay quiet nor sustain attention for a long time. For these reasons the tasks that they can perform must be short. Their vocabulary increases every day. They use it in their monologues while they play. They do not recognise all the colours, but they are already aware of the sense of shape, so they are able to recognise two different parts of

one figure and join them. Their strong sense of “myself” makes it difficult for them to share things with other children, they like others’ toys and when they do not get what they want they have emotional outbursts or tantrums.

When children are 4 years old, their fine motor skills have significantly improved. They are already able to dress and undress themselves without any help and to draw more precisely. In addition, their gross motor skills have also improved, allowing them to hop on one leg, for instance. Perceptive development and the enhancement of attentional control processes allow them to make reasoning based on the most salient perceptive features of objects. At this developmental stage their language is in fast expansion, at both semantic and syntactic levels. For this reason, 4 year old children are continuously practising this skill, speaking and asking questions at any moment. They begin to share their belongings, although they still experience emotional outbursts. The activities that they can already perform at school are related with reading of images, drawing, perceptive discrimination and symbolic games.

The improvement in gross and fine motor skills and eye movement control that takes place during the last years (Berger y Thompson, 1997) is important due to corpus callosum myelination. This tract is responsible for connecting sensory and motor areas of both hemispheres (Funnell y cols, 2000; Gazzaniga, 2000). This fact is crucial for the development of both sustained and selective visual attention.

The next growth spurt can be observed between 5 and 6 years old. Five year old children have significantly improved their motor coordination skills, allowing them to dance and to do physical exercises. In addition, they can draw more precisely; i.e. they can now draw a human figure. They are able to carry out a continuous activity for up to fifteen minutes. This allows them to follow instructions and stories. They are already capable of planning an easy task. The notion of time is significantly better (yesterday and today). This is reflected in the grammatical richness of their speech. Their language is complete and well structured. This allows them to ask when they want to know the meaning of new words. Language development allows them to

carry out games in small groups, and to control their behaviour and their emotional responses.

Six year old children are capable of recognising the distinctive features of letters because they already have got an adequate perceptive and attentional development. These skills allow them to focus and to keep their attention on graphemes and phonemes. Reading is a complex intermodal task. In order to give sense to written words, children not only must differentiate between letters but also they must learn which of them correspond to specific sounds in spoken language. Moreover, detecting letter-sound correspondence seems to depend heavily on phonological awareness, to realize that spoken words can be broken down into basic sound units, or phonemes. The first phonological processing skills enable them to increase their knowledge about reading, which makes them better phonological processors and enables them to achieve greater progress in knowledge related to reading (Shaffer, 2000). It is at this moment where a change from infant education to the first cycle of primary education occurs. Children are now ready to focus and to maintain their auditory and visual attention. This fact, as it has been previously noted, is crucial for the acquisition of new learning, such as literacy.

At the end of infant education and the beginning of primary education, the myelination of the main brain commissure, i.e. the corpus callosum, finishes. Several studies have shown that myelination of the splenium facilitates the connection between posterior association brain regions (Giedd, 1999; PM Thompson et al., 2000) and hence the circuits involved in sustained attention. This fact may explain why one of the growth spurts observed in auditory as well as sustained attention takes place at this age.

From the age of 7, children change from the first to the second cycle of primary education. At this stage there is a change in children's way of thinking. Piaget stated that children changed from preoperational to operational thinking. This is later guided by logic instead of perception. Over the next three years, there will be periods of constant and differentiated changes.

When children are 8 years old, the automation of much new learning, such as reading or numeracy, leaves “free space” for new and more complex learning. Furthermore, this automation process leads to the beginning of memory strategies usage. These strategies will allow them to store and to increase their ability to retrieve information. They start to take control of attention and memory and to distinguish the degree of difficulty associated with different tasks. They are already aware of their own capabilities and they are also able to evaluate and decide the best way to perform a specific cognitive task. In other words, metacognition has emerged.

During the following year, i.e. 9 years old, there is an important progress on mnemonic strategies. While 8 year old children use repetition strategies, 9 year old children begin to use organisation strategies that consist on the combination of information to facilitate subsequent retrieval. In order to adequately encode information, it becomes necessary to previously pay attention to it. Therefore attention becomes an essential process for learning. At the same time that encoding strategies improve, retrieval strategies do. They facilitate access to information previously learnt. It is not until 10 years old that children reach mastery of these mnemonic strategies. The development of language, specially its pragmatic level, allows children to achieve a greater control of its understanding and utilisation. In this way, their cognitive and social skills are considerably increased.

So far, it has become apparent that children are able to automate processes that enable them to have more “free space” for new learning, to keep their attention, to organise information and to create new mnemonic strategies. All this has prepared themselves to change from one educational cycle to another. Ten year old children start the third cycle of primary education. Selective attention is not only important for memory processes, but also for reasoning and problem solving. This is why this kind of task is not proposed below this age. In order to find a solution to a difficult problem, it is first necessary to focus on the information that may lead to the solution and then generate alternatives that would enable to achieve a satisfactory result. During this educative cycle children will learn how to solve complex

problems, expressed in both written and spoken ways. They will also need to store a large number of new concepts. Children aged over 10 who already know how and where to fix their attention will focus on implementing more complex strategies to solve problems.

Myelination continues during the school age. In addition to increasing conduction speed, it also facilitates, as it has been previously noted, the combination of information from multiple sources (Giedd, 2004a). At this age, it has been observed that there is an increase in the amount of myelination of the tracts that connect the corpus callosum with the basal ganglia, and then later with the thalamus (Barnea-Goraly y cols, 2005), as well as the frontal cortex with the anterior cingulate cortex (Graybiel, 2000). These networks are involved in both the anterior and posterior attentional networks as well as in other cognitive processes such as motor processes, emotional regulation, learning (Barnea-Goraly y cols, 2005) or memory (Gomes y cols, 2000). Between 9 and 10 years old there is an increase in myelination of widely distributed networks, especially in the prefrontal cortex (Keage y cols, 2008). Moreover, a decrease in grey matter density also takes place at this age range. From 10 and up to 12 years old, a remarkable development of parietal and frontal grey matter can be observed in relation to the "inverted U" shape development of grey matter. At this age the development of connections between these two cortical regions involved in the anterior attentional network is still in progress. Therefore, during the course of the last three years, a series of changes that affect the anterior and posterior attentional networks take place. These changes are reflected in a notable improvement in both sustained and selective visual attention.

It has been observed that there exist certain parallelisms between the maturation of the central nervous system and the maturation of cognitive processes, particularly attention. Since the first wave of synaptogenesis, genetically determined (Changeux y Danchin, 1976) and subsequent pruning, only those synaptic connections that are more efficient and adapted to the environment will remain (Casey y cols, 2000; Hebb, 1949). In order to be maintained these connections need to be repeated. The role played by the school and the family is critical for having a constant

interaction between environment and development and hence it benefits the emergence of more complex and elaborated processes.

A wide-ranging debate in the field of attention development is whether the development of attention is specific, or rather, there is a general cognitive development within attention would be just one component (García-Sevilla, 1997). Evaluating the moments where the growth spurts in the development of the attention take place in this study, it may be concluded that the development of attention is linked to a general cognitive development, not only regarding perception but also in relation to memory, executive functions and language (Hagen y Wilson, 1982).

However, with regard to auditory selective attention, significant differences among age groups have not been found. Hence it is not possible to indicate the emergence of significant developmental stages. The development of auditory discrimination does not finish until the end of the school age. Indeed during the implementation of the pilot test of auditory selective attention, 5 stimuli were rejected given the confusion produced with respect to the target stimuli. Even after removal of these stimuli, some children still committed systematic mistakes, raising their hands as a response not only to the target stimulus (bird) but also to other animals (for example, sheep). This situation may reflect that the main difficulty was not in the selection of stimuli but rather in their perceptual discrimination. This was one of the reasons that prompted us to use a measure of quality control to account for this effect. Therefore, a good performance in the test would reflect not only the development of auditory selective attention but also the need for a good auditory discrimination. This could partly explain why our results regarding auditory selective attention do not show differences in the same way that it was observed in the case of other attentional subtypes or the visual modality. Moreover, it is important to take into account that the process assessed by the test designed in this study is more complex and, therefore, there is no clear evidence for a differential functional development until later stages of childhood.

HYPOTHESIS 2

If the sensory modality had an influence in the development of these processes, the development of both the visual and the auditory modalities of attention in either the sustained or the selective attention types would be different.

Our findings support this hypothesis. In both types of attention, sustained as well as selective attention, there are significant differences related to the sensory modality. In the case of sustained attention, it is observed that performance in the auditory modality is better than performance in the visual modality in all the age ranges apart from the age of 3. However, in the case of selective attention, the performance is better in the visual modality up to 7 years, whilst performance in the auditory modality is more efficient from 8 to 10 years old.

Structures in the human brainstem auditory pathway, from the proximal end of the cochlear nerve to the inferior colliculus, undergo myelination between the 26th and 29th fetal weeks. By the 26th week of gestation, axons in the cochlear nerve and brainstem pathways have acquired linear arrays of oligodendrocytes, and faint myelin sheaths can be distinguished. By the 29th week, definite myelination is present in all auditory pathways, including the proximal end of the cochlear nerve, trapezoid body, lateral lemniscus, dorsal commissure of the lemniscus, commissure of the inferior colliculus and brachium of the inferior colliculus. Subsequent to the 29th gestational week, density of myelination increases in all pathways until at least 1 year postnatal age (Bradley, 2005; Moorea y cols, 1995). The maturation of the visual function reaches its maximum during the first trimester of life. Between the first and the third year, infants already present responses that allow the assessment of their level of visual development. Visual function covers other more complex aspects than the simple vision of small objects (visual acuity), such as binocular vision, chromaticity or visual field (Borrás, 1996).

During infancy, auditory acuity, i.e. audition sharpness, also improves although it shows some deficiencies in the ability to isolate specific sounds when several stimuli are simultaneously heard (Moore y Meadow-Orlans, 1990). However, given that audition is highly developed at this time, this improvement is not as significant as it is for the vision.

Binocular vision, chromaticity and development of the visual field are crucial events for the development of vision. This continues its development at a slower rate up to 6 years (Borrás, 1996). Brain maturation leads to a better control of eye movements as well as to the ability of focusing (Feldman, 2008). Although perceptual development is not yet complete, children around the age of six can focus and see in an efficient manner. Seven to eight year old children start to see figures in terms of both its global organization and its parts (Bova y cols, 2007).

From 4 years on up, and coinciding with the brain changes that have been previously indicated, motor control takes place (Capilla Gonzalez, 2007), This is necessary for carrying out the auditory tasks proposed in this study. This fact may explain why 3 year old children commit a high amount of errors, resulting in negative corrected scores, whereas 4 year old children that have already acquired the motor control processes do not show this kind of scores.

Regarding selective attention, performance in the auditory modality is not significantly better in the visual modality until the age of 8. This may be due to the fact that the perceptive discrimination required to perform the task takes place earlier in the visual modality than in the auditory modality (Bova y cols, 2007). Furthermore, children below 8 years need more time to perceptually discriminate auditory stimuli. The information in the ear canal is sorted, especially at a temporal level and its duration is shorter compared with the visual information. On the other hand visual information has a higher spatial organization and often lasts longer (Gomes y cols, 2000). In our study, children have more time to process visual stimuli since all of them are presented in the same paper and therefore there is not a limit time per stimulus, whereas in the auditory task the duration of stimuli is always

500ms. Hence changes in the myelination of associative areas occurring at 8 years (Boujraf et al., 2002; Klingberg et al., 1999; Paus et al., 1999; Sowell, Traun, Gamst, & Jernigan, 2002) along with the improvement in the ability to ignore distractors and the ability to voluntarily steer attention (J. Enns & Brodeur, 1989) may explain why children above this age could process auditory stimuli more quickly. As follows, differences with respect to sensory modality may be observed. More specifically, development of the auditory modality in this type of attention would occur earlier than the development of the visual modality.

HYPOTHESIS 3

If the acquisition period of sustained attention finished earlier than the acquisition of selective attention it would be expected that sustained attention would reach adult-like performance at an earlier age than selective attention.

The hypothesis 3 is accepted. The findings support this hypothesis given that performance in the sustained attention tasks is better than performance in selective attention tasks.

The following table shows the obtained results. The different degrees of performance have been set apart. The results obtained in this study show how the performance relative to the adult level in the auditory sustained attention task is 91.5% against the 58.43% performance achieved at the same age in the selective attention task. Regarding performance relative to the adult level in both sustained attention and visual selective attention, our results indicate that performance in the sustained attention task is slightly higher than performance in the selective attention task. At the age of 10, performance is 52.46% and 51.23% respectively. Therefore, it may be possible to suggest the next sequence in the development of attention: the first developed process would be auditory sustained attention followed by auditory selective attention, subsequently would develop visual sustained attention and, finally, visual selective attention.

		Auditory sustained	Visual sustained	Auditory selective	Visual selective
Adult level	76-100%	7 to 10 years			
Adquired	51-75%	6 years	9 to 10 years	9 to 10 years	9 to 10 years
In progress	26-50%	4 to 5 years	5 to 8 years	6 to 8 years	5 to 8 years
Low	0-25%		3 to 4 years	5 years	3 to 4 years
	< 0	3 years		3 to 4 years	

Table 36 – Summary of the obtained results relative to adult-like performance.

As it has been seen in previous chapters, development follows a hierarchical sequence. Hence the primary motor and sensory regions would mature earlier than associative areas (Chugani and Phelps, 1986; Huttenlocher, 1990; Yakovlev and Lecours, 1967b). The maturation of phylogenetically ancient brain regions would occur earlier than the maturation of the most recent ones (Giedd, 2004b; Luu and Tucker, 1996); because the role of association areas only makes sense once the sensori-motor regions are functionally ready (Giedd, 2004b). Therefore, it would not be surprising that the attentional system would resemble this same hierarchical pattern.

As it has been noted by most of the cognitive models of attention and especially the neuropsychological model of Sohlberg and Mateer (1989) – the theoretical framework of this study – keeping attention on a task over a prolonged period of time requires "less cognitive effort" than "filtering" stimuli in order to focus on the relevant stimuli while avoiding distractors. In this study it has been shown that auditory sustained attention takes place earlier and much faster than selective attention, reaching a performance similar to the adult level at the age of 10. This may be due, as stated in previous paragraphs, to the "hierarchy of attention" and to the fact that connections between the brain regions involved in sustained attention have an earlier myelination than those involved in selective attention (Barnea-Goraly y cols, 2005; Keage y cols, 2008); (Rains, 2002). The myelination process in the later brain regions does not finish until adulthood (Klingberg y cols, 1999; Paus y cols, 1999).

Moreover, from the cognitive development point of view, it can be observed that the development of sustained attention is a necessary prerequisite for the development of other cognitive processes. While children were unable to keep their attention during a prolonged period of time, they can not learn to select relevant information and the can not take over their attentional system in order to ignore distractors

Children at the age of 10 meet all the cognitive requirements to be able to maintain their attention during a classroom explanation: auditory discrimination is acquired, language has also been developed – even at the

pragmatic level – and, finally, auditory sustained attention has almost reached the adult level. However, while auditory sustained attention seems to have reached the adult level, auditory selective attention continues its development beyond this age because this is a more complex process. Good evidence of the interrelationship between attention and other cognitive processes can be observed in children with attention problems, such as children with attention deficit/hyperactivity disorder (ADHD). These children show, in addition to difficulties in attention, oral language problems in 20% of the cases (Brown, 2003), 30% of them show perceptual-motor disorders (Gilberg y Kadesjö, 2003) and 20 to 25%, specific learning disabilities (Tannock y Brown, 2003). Having this into account, the interrelationship between cognitive processes seems obvious.

The only significant difference that refers a better performance in the sustained attention task in comparison to the selective attention task is observed at the age of 6. At this age there is an increase in myelination of tracts that connect the corpus callosum with the basal ganglia and the thalamus (Barnea-Goraly y cols, 2005). These brain structures are involved in visual sustained attention (García Viedma, 2006; Posner y Petersen, 1990). From this age on up there are no significant differences between different types of visual attention. This may be due not only to the attentional processes by themselves but also to the influence of the cognitive strategies applied to visual tasks. Therefore, to fully understand whether visual sustained attention finishes its development earlier than visual selective attention, it may be necessary to wait until the maturation of association areas and widely distributed networks is complete, i.e. during the first teenage (Booth y cols, 2003; Konrad y cols, 2005).

APPLICATIONS

Once the results of this investigation have been analysed, we propose several applications based on the obtained conclusions.

A better understanding of sustained and selective attention development in the normal population is highly important to design the educative curriculum and planning in schools and to organise the classroom. We already know that visual selective attention does not reach the refinement level up to 9 years. For this reason, it would be highly recommendable to provide organized information on the blackboard before this age. It could also be recommended not to use excessive decoration on the classrooms walls and gradually increase the number of distractors. For example, one could start with decoration on the back of the classroom, and then one could decorate slowly the side walls, and finally the front wall. Thus, we would be graduating demand environment on the process, thereby facilitating their acquisition. With respect to visual sustained attention children are able to maintain their attention on a single task for a longer time since the age of 9. As above, the interaction between the demands of the environment and the development of cognitive processes – attentional processes in this case – seems clear. Consequently, it is extremely important that the environment requires this demand by encouraging individual work that will gradually last longer in an environment without distractors.

The clinical application of the assessment tools designed in this study is in the detection of difficulties in the attentional processes. They will allow an early identification of those children that present a delay in the acquisition of this process and consequently, it will be possible to launch a stimulation or intervention specific program. Furthermore, during childhood education – a period that may be considered as the establishment of attention development – there would be possible to carry out the identification of those 4 year old children who show a poorer performance compared to their peers. In consequence, specific activities of cognitive stimulation could be carried out.

Another application would be aimed at developing recreational and educational resources conducive to the development of these processes, especially during turning temporal points.

Next, we will focus on the clinical application of this study on the attention deficit/hyperactivity disorder. Particular attention is paid to this disorder, since this is one of the most prevalent conditions among children.

Attention deficit/hyperactivity disorder (ADHD) is one of the most frequent neuropsychological diseases in the school age. A better knowledge regarding the normal development of attentional processes – specifically selective and sustained attention since these are especially affected in ADHD – would be necessary to understand this disorder. ADHD is characterized by symptoms of inattention and hyperactivity/impulsivity. Based on them it is possible to differentiate three subtypes: inattentive (ADD), combined (ADHD) and impulsive (ADHD-I) (American Psychiatric Association, 2000). The prevalence of ADHD ranges between 2 and 12% depending on the country (Polanczyk et al, 2007) with a ratio of 4:1 (boy:girl) for the hyperactive subtype and 2:1 for the inattentive subtype. ADHD-combined children have trouble maintaining sustained attention; a process related to frontal networks. On the other hand, children presenting the inattentive subtype have more problems in selecting the relevant stimuli to be paid attention and the irrelevant stimuli to be ignored. This process is more related to posterior networks (Diamond, 2005). The classification of ADHD subtypes is of vital relevance for the prescription of drug treatment given that children with ADHD combined subtype are better responders to methylphenidate. Methylphenidate acts by inhibiting the uptake of dopamine in various parts of the brain involved in sustained attention, particularly in the frontal regions (Soutullo, 2004). After treatment, an increase in sustained attention and a reduction in impulsivity and motor activity can be observed (Etchepareborda, 2002). On the other hand, norepinephrine is involved in controlling phasic as well as selective attention – attention type particularly affected in children with ADD –. Atomoxetine is a selective inhibitor of norepinephrine uptake, which is especially used in children with ADD. After treatment, children show an improvement in the ability to inhibit irrelevant stimuli (Etchepareborda, 2002). Therefore, the specific

assessment of attentional processes, particularly sustained and selective attention, can assist in the detection, classification and selection of the most appropriate drug treatment for children with either ADHD or ADD.

Moreover, the results obtained in this study will enable us to discern whether a child has a delay in the acquisition of the attentional process or, in contrast, he has an attention deficit that requires a multimodal treatment.

FUTURE RESEARCH LINES

The development of selective and sustained attention until the age of 10 has been studied. One of the interesting lines of research would be the study of when these types of attention reach adult-like performance. Therefore, expanding the range of age through adolescence, it may be one of the lines to go on.

Once the development of two of the hierarchical levels posed by Sohlberg and Mateer in their clinical model of attention is known, it would be of great interest to know when the rest of the levels of this hierarchy begin to develop.

The development of neuropsychological tests for the assessment of attention based on the clinical model of attention (Sohlberg & Mateer, 1989) and specially adapted to the childhood population, has opened a door for the development of other tests that may evaluate the rest of cognitive processes from the same ecological approach.

CONCLUSIONS

CONCLUSIONS

1. Development of attention is a discontinuous process, with exception of auditory selective attention, whose development has a continuous shape. The following growth spurts can be observed:
 - 1.1. Visual sustained attention: at 4, 6, 9 and 10 years.
 - 1.2. Visual selective attention: at 4, 5, 9 and 10 years.
 - 1.3. Auditory sustained attention: at 4 and 6 years.
2. Development of attention depends on sensory modality. The auditory modality has an earlier development than the visual modality.
3. Development of attention is hierarchical. Sustained attention has an earlier development than selective attention in the auditory modality, reaching adult-like performance at the age of 10.
4. Based on the age when children reach adult-like performance, the sequence of attention development would be as follows: the first developed process would be auditory sustained attention followed by auditory selective attention, subsequently would develop visual sustained attention and, finally, visual selective attention.

REFERENCIAS

-
- Adler S, Wilk A, Rovee-Collier C. 2000. Reinstatement versus reactivation effect on active memory in infants. *J Exp Child Psychol* 75:93-115
- Alho K, Winkler I, Escera C, Huotilainen M, Virtanen J, y cols. 1998. Processing of novel sounds and frequency changes in the human auditory cortex: magnetoencephalographic recordings. *Psychophysiology* 35:211-24
- American-Psychiatric-Association. 2000. *Diagnostic and statistical manual of mental disorders*. Washington, D. C.: American Psychiatric Association
- Anderson V, Northam E, Hendy J, Wrennall J. 2001. *Developmental neuropsychology: A clinical approach*. Hove: Psychology Press
- Appelbaum MI, McCall RB. 1983. Design and analysis in developmental psychology. In *Handbook of child psychology*, ed. PH Mussen, pp. 415-76. New York: Wiley
- Bandstra ES, Morrow CE, Anthony JC, Accornero VH, Fried PA. 2001. Longitudinal investigation of task persistence and sustained attention in children with prenatal cocaine exposure. *Neurotoxicol Teratol* 23:545-59
- Barnea-Goraly N, Menon V, Eckert M, Tamm L, Bammer R, y cols. 2005. White Matter Development During Childhood and Adolescence: A Cross-sectional Diffusion Tensor Imaging Study. *Cereb Cortex* 15:1848-54
- Baron IS. 2004. *Neuropsychological evaluation of the child*. Oxford: University Press
- Barrett M. 1999. *The development of language*. Hove, England: Psychology Press
- Becker MG, Isaac W, Hynd GW. 1987. Neuropsychological development of non-verbal behaviors attributed to the frontal lobes. *Dev Neuropsychol* 3:275-98
- Benes FM. 2001. Development of prefrontal cortex: Maturation of neurotransmitter systems and their interactions. In *Handbook of*

developmental cognitive neuroscience, ed. CA Nelson, Luciana, M. Cambridge, MA: MIT Press

- Berg WK, Berg KM. 1979. Psychophysiological development in infancy: State, sensory function, and attention In *Handbook of infant development*, ed. JD Osofsky, pp. 283–343. New York: John Wiley & Sons
- Berger KS. 2003. *The developing person through childhood and adolescence*. New York: Worth Publishers
- Berger KS, Thompson RA. 1997. *Psicología del desarrollo: infancia y adolescencia*. Madrid: Editorial Medica Panamericana
- Biglan A, Metzler CW, Wirt R, Ary D, Noell J, Ochs L. 1990. Social and behavioral factors associated with high-risk sexual behavior among adolescent. *J Behav Med* 13:245-61
- Blakemore S, Choudhury S. 2006. Development of the adolescent brain: implications for executive function and social cognition. *J Child Adolesc Psychiatr Nurs* 47:296-312
- Blakemore SJ, Frith U. 2007. *Cómo aprende el cerebro: las claves para la educación*. Barcelona: Ariel.
- Boom J, Brugman D, van der Heijden PGM. 2001. Hierarchical structure of moral stages assessed by a sorting task. *Child Dev* 72:535-48
- Booth JR, Burman DD, Meyer JR, Lei Z, Trommer BL, y cols. 2003. Neural development of selective attention and response inhibition. *Neuroimage* 20:737-51
- Borrás R. 1996. *Visión binocular: diagnóstico y tratamiento*. Barcelona: UPC
- Boujraf S, Luypaert R, Shabana W, De Meirleir L, Sourbron S, Osteaux M. 2002. Study of pediatric brain development using magnetic resonance imaging of anisotropic diffusion. *Magn Reson Imaging* 20:327-36
- Bova SM, Fazzi E, Giovenzana A, Montomoli C, Signorini SG, y cols. 2007. The development of visual object recognition in school age children. *Dev Neuropsychol* 31:79-102

-
- Braddick O, Atkinson J, Wattam-Bell J. 2003. Normal and anomalous development of visual motion processing: motion coherence and "dorsal-stream vulnerability". *Neuropsychologia* 41:1769-84
- Bradley W. 2005. *Neurología clínica: diagnóstico y tratamiento*. Madrid: Elsevier
- Braineord CJ. 1978. The stage question in cognitive-developmental theory. *The Behavioral and Brain Sciences* 1:173-82
- Bressler SL. 2002. Understanding cognition through large-scale cortical networks. *Curr Dir Psychol Sci* 11:58-61
- Brickenkamp R, Zillmer E. 2002. *d2 - Test de atención*. Madrid: TEA
- Brown TE. 2003. *Trastorno por déficit de atención y comorbilidad en niños, adolescentes y adultos*. Barcelona: Masson
- Burns RB. 1990. *El autoconcepto*. Bilbao: Ega
- Campo P, Maestu F, Ortiz T, Capilla A, Santiuste M, y cols. 2004. Time Modulated Prefrontal and Parietal Activity during the Maintenance of Integrated Information as Revealed by Magnetoencephalography. *Cereb Cortex*
- Capilla A, Romero C, Maestu F, Campo P, Fernandez S, y cols. 2004. Emergencia y desarrollo cerebral de las funciones ejecutivas. *Actas Esp Psiquiatr* 32:377-86
- Capilla Gonzalez A. 2007. *Desarrollo y dinámica cerebral de los procesos de control cognitivo*. Universidad Complutense Madrid. 223 pp.
- Caravale B, Tozzi C, Albino G, Vicari G. 2005. Cognitive development in low risk preterm infants at 3–4 years of life. *Arch Dis Child Fetal Neonatal* 90:F474–F9
- Carey R, Diamond S. 1994. Are faces perceived as configurations more by adults than by children? *Vis Cogn* 1:253-74
- Case R. 1984. The process of stage transssition: a neo-Piagetian view. In *Mechamisms of cognitive development*, ed. RJ Sternberg. New York: Freeman

-
- Case R. 1985. *Intellectual development: birth to adulthood*. New York: Academic Press
- Case R. 1992. The role of the frontal lobes in the regulation of cognitive development. *Brain Cogn* 20:51-73
- Casey BJ, Giedd JN, Thomas KM. 2000. Structural and functional brain development and its relation to cognitive development. *Biol Psychol* 54:241-57
- Castillo-Moreno A, Paternina-Marin A. 2006. Redes atencionales y sistema visual selectivo. *Universitas psychologica* 5:305-26
- Changeux JP, Danchin A. 1976. Selective stabilisation of developing synapses as a mechanism for the specification of neuronal networks. *Nature* 264:705-12
- Chelune GJ, Baer RA. 1986. Developmental norms for the Wisconsin Card Sorting test. *J Clin Exp Neuropsychol* 8:219-28
- Cherry EC. 1953. Some experiments on the recognition of speech, with one and with two ears. *Journal of the Acoustical Society of America* 25:975-9
- Chomsky CS. 1969. *The acquisition of syntax in children from five to ten*. Cambridge, MA: MIT Press
- Chugani HT. 1996. Neuroimaging of developmental nonlinearity and developmental pathologies. In *Developmental neuroimaging: mapping the development of brain and behavior*, ed. RW Thatcher, GR Lyon, J Rumsey, N Krasnegor, pp. 187-95. New York: Academic Press
- Chugani HT. 1998. A critical period of brain development: studies of cerebral glucose utilization with PET. *Prev Med* 27:184-8
- Chugani HT, Phelps ME. 1986. Maturational changes in cerebral function in infants determined by 18FDG positron emission tomography. *Science* 231:840-3
- Chugani HT, Phelps ME, Mazziotta JC. 1987. Positron emission tomography study of human brain functional development. *Ann Neurol* 22:487-97

-
- Cohen RA. 1993. *The neuropsychology of attention*. New York: Plenum Press
- Colmenero JC. 2004. *Atención*: Ediciones del Lunar
- Colmenero JM, Catena A, Fuentes LJ. 2001. Atención visual: una revisión sobre las redes atencionales del cerebro. *Anales de psicología* 17:45-67
- Colombo J. 1995. On the neural mechanisms underlying developmental and individual differences in visual fixation in infancy: Two hypotheses. *Dev Rev* 15:95-135
- Conners CK, Staff MHS. 2000. *Continuous Performance Test II (CPT-II) computer programs for Windows technical guide and software manual*. Noth Tonawada, NY: Multi-Health Systems
- Cooly EL, Morris RD. 1990. Attention in children: A neuropsychologically based model for assessment. *Dev Neuropsychol* 6:239-74
- Cowan N. 1995. *Attention and memory: An integrated framework*. . New York Oxford University Press
- Crews F, He J, Hodge C. 2007. Adolescent cortical development: a critical period of vulnerability for addiction. *Pharmacol Biochem Behav* 86:189-99
- Davidoff J, Roberson D. 2002. Development of animal recognition: a difference between parts and wholes. *J Exp Child Psychol* 81:217-34
- Diamond A. 2002. Normal development of prefrontal cortex from birth to young adulthood: cognitive functions, anatomy, and biochemistry. In *Principles of frontal lobe function*, ed. DT Stuss, RT Knight, pp. 466-503. New York: Oxford University Press
- Diamond A. 2005. Attention-deficit disorder (attention-deficit/hyperactivity disorder without hyperactivity): A neurobiologically and behaviorally distinct disorder from attention-deficit/hyperactivity disorder (with hyperactivity). *Dev Psychopathol* 17:807-25
- Diamond A. 2006. The early development of executive functions. In *Lifespan Cognition: mechanisms of change.*, ed. E Bialystok, FIM Craik, pp. 70-95. Oxford: Univesrity Press

-
- Enns J, Brodeur DA. 1989. A developmental study of covert orienting to peripheral visual cues. *Journal of Experimental Child Psychology* 48:171-89
- Enns JT, Cameron S. 1987. Selective attention in young children: The relations between visual search, filtering, and priming. *Journal of Experimental Child Psychology* 44:38-63
- Etchepareborda MC. 2002. Modelos de intervención farmacológica en el trastorno por déficit de atención e hiperactividad. *Rev Neurol* 34 Suppl 1:S98-S106
- Feldman RS. 2008. *Desarrollo en la infancia*. Naucalpan. México: Pearson. Prentice Hall
- Fernández-Guinea S. 2003. Desarrollo y maduración del cerebro y adquisición de capacidades cognitivas. In *Neuropsicología Infantil*. Madrid: Fundación Maphre Medicina
- Fernández Lópiz E. 2000. *Explicaciones sobre el desarrollo humano*. Madrid: Pirámide
- Fernández S, Pérez E, Arango JC, Lorente E, López B. 2001. Propuesta del programa de rehabilitación de la atención, APT en el TDAH. In *VIII Congreso Nacional de Psicología Cognitivo-conductual*. Palma de Mallorca, Spain
- Field TM. 1981. Infants arousal and affect during early interactions. *Adv Infancy Res* 1:57-100
- Fischer KW. 1980. A theory of cognitive development: The control and construction of hierarchies of skills. *Psychol Rev* 87:477-531
- Fischer KW, Rose SP. 1996. Dynamic growth cycles of brain and cognitive development. In *Developmental neuroimaging: mapping the development of brain and behavior*, ed. RW Thatcher, GR Lyon, J Rumsey, N Krasnegor, pp. 263-79. New York: Academic Press
- Fischler I. 1998. Attention and language. In *The attentive brain*, ed. R Parasuraman, pp. 381-99. Cambridge, MA: MIT Press
- Flavell JH. 1966. Spontaneous verbal rehearsal in a memory task as a function of age. *Child Dev* 37:283-99

-
- Flavell JH. 1982. On cognitive development. *Child Dev* 53:1-10
- Flechsig P. 1901. Developmental (myelogenetic) localisation of the cerebral cortex in the human subject. *Lancet* 2:1027-9
- Fox NA, Bell MA. 1990. Electrophysiological indices of frontal lobe development: relations to cognitive and affective behavior in human infants over the first year of life. *Ann N Y Acad Sci* 608:677-704
- Frantz R, Miranda SB. 1975. Newborn infant attention to form of contour. *Child Dev* 46:224-8
- Frith U, Frith CD. 2003. Development and neurophysiology of mentalizing. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 358:459-73
- Funnell MG, Corballis PM, Gazzaniga MS. 2000. Cortical and subcortical interhemispheric interactions following partial and complete callosotomy. *Arch Neurol* 57:185-9
- Fuster JM. 2002. Frontal lobe and cognitive development. *Journal of Neurocytology* 31:373-85
- Gallagher HL, Frith CD. 2003. Functional imaging of 'theory of mind'. *Trends Cogn Sci* 7:77-83
- García-Sevilla J. 1997. *Psicología de la Atención*. Madrid: Síntesis
- García Madruga JA, Lacasa P. 1990. *Psicología evolutiva. Historia, teorías, métodos y desarrollo infantil*. Madrid: Universidad nacional de educación a distancia
- García Sevilla J. 1997. *Manual de Psicología de la Atención*. Madrid: Síntesis
- García Viedma R. 2006. *Valoración del control atencional como marcador cognitivo del inicio de la enfermedad de Alzheimer*. Universidad de Jaén, Jaén
- Gathers AD, Bhatt R, Corbly CR, Farley AB, Joseph JE. 2004. Developmental shifts in cortical loci for face and object recognition. *Neuroreport*. 15:1549-53

-
- Gazzaniga MS. 2000. Cerebral specialization and interhemispheric communication: does the corpus callosum enable the human condition? *Brain* 127:1293-326
- Gentner D, Boroditsky L. 2001. Individuation, relativity and early word learning. In *Language acquisition and conceptual development*, ed. ML Bowerman, S. C. Cambridge, UK: Cambridge University Press
- Gerken L. 1994. Sentential processes in early child language: Evidence from the perception and production of function morphemes. In *The development of speech perception*, ed. JC Goodman, HC Nusbaum, pp. 271-98. Cambridge, MA: MIT Press
- Gianvecchio L, French L. 2002. Sustained attention, inattention, receptive language, and story interruptions in preschool Head Start story time. *J App Dev Psy* 23:393-407
- Giedd J. 1999. Brain development, IX: human brain growth. *Am J Psychiatry* 156:4
- Giedd J. 2004a. Structural magnetic resonance imaging of the adolescent brain. *Ann N Y Acad Sci* 1021:77-85
- Giedd JN. 2004b. Structural magnetic resonance imaging of the adolescent brain. *Ann N Y Acad Sci* 1021:77-85
- Giedd JN, Blumenthal J, Jeffries NO, Castellanos FX, Liu H, y cols. 1999a. Brain development during childhood and adolescence: a longitudinal MRI study. *Nat Neurosci* 2:861-3
- Giedd JN, Blumenthal J, Jeffries NO, Rajapakse JC, Vaituzis AC, y cols. 1999b. Development of the human corpus callosum during childhood and adolescence: a longitudinal MRI study. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry* 23:571-88
- Gilberg C, Kadesjö B. 2003. Trastorno por déficit de atención con hiperactividad y trastorno de la coordinación. In *Trastornos por déficit de atención y comorbilidad en niños, adolescentes y adultos*, ed. TE Brown, pp. 393-406. Barcelona: Masson
- Gogtay N, Giedd JN, Lusk L, Hayashi KM, Greenstein D, y cols. 2004. Dynamic mapping of human cortical development during childhood through early adulthood. *Proc Natl Acad Sci U S A* 101:8174-9

-
- Golden CJ. 1978. *Stroop, test de colores y palabras*. Madrid.: TEA
- Goldman-Rakic PS. 1988. Topography of cognition: parallel distributed networks in primate association cortex. *Annu Rev Neurosci* 11:137-56
- Gomes H, Duff M, Barnhardt J, Barrett S, Ritter W. 2007. Development of auditory selective attention: Event-related potential measures of channel selection and target detection. *Psychophysiology* 44:711-27
- Gomes H, Molholm S, Christodoulou C, Ritter W, Cowan N. 2000. The development of auditory attention in children. *Frontiers in Bioscience* 5:108-20
- Goren CC, Sarty M, Wu PYK. 1975. Visual following and pattern discrimination of face-like stimuli by newborn infants. *Pediatrics* 56:544-9
- Greenberg L, Lark RA, Dupuy TR, Corman CL, Kindschi CL, Cenedela M. 1991. *Test of Variables of Attention (T.O.V.A.)*. Los Alamitos, CA: TOVA Company
- Greenfield PM. 1991. Language, tools and brain: The ontogeny and phylogeny of hierarchically organized sequential behavior. *Behav Brain Sci* 14:531-95
- Gumenyuk V, Korzyukov O, Alho K, Escera C, Schroger E, y cols. 2001. Brain activity index of distractibility in normal school-age children. *Neurosci Lett* 314:147-50
- Gwiazda J, Bauer J, Held R. 1989. From visual acuity to hyperactivity: A 10 year update. *Canadian Journal of Psychology*. 43:109-20
- Hagen JW, Wilson KP. 1982. Some selected thoughts on attention: a reply to Lane and Pearson. *Merrill-Palmer Quarterly* 28:529-32
- Halperin JM. 1996. Conceptualizing, describing and measuring components of attention. In *Attention, memory and executive function*, ed. G Reid Lyon, NA Krasnegor, pp. 118-36. Baltimore: Paul H. Brookes Publishing
- Harter S. 1999. *The construction of the self: A developmental perspective*. New York: Guilford Press

-
- Heaton SC, Reader SK, Preston AS, Fennell EB, Puyana OE, y cols. 2001. The Test of Everyday Attention for Children (TEA-Ch): patterns of performance in children with ADHD and clinical controls. *Child Neuropsychol* 7:252-64
- Hebb DO. 1949. *The organization of behavior*. New York: McGraw-Hill
- Held R. 1995. Binocular visión. In *Developmental physiology: A pediatric perspective*, ed. PD Gluckman, MA Heymann. London: Arnold
- Hohm E, Jennen-Steinmetz C, Schmidt MH, Laucht M. 2007. Language development at ten month: predictive of language outcome and school achievement ten years later? *Eur Child Adolesc Psychiatry*
- Huttenlocher PR. 1990. Morphometric study of human cerebral cortex development. *Neuropsychologia* 28:517-27
- Huttenlocher PR, Dabholkar AS. 1997a. Developmental anatomy of prefrontal cortex. In *Development of the prefrontal cortex: Evolution, neurology, and behaviour*, ed. NA Krasnegor, GR Lyon, PS Goldman-Rakic, pp. 295-335. Baltimore, MD: Paul H. Brookes
- Huttenlocher PR, Dabholkar AS. 1997b. Regional differences in synatogenesis in human cerebral cortex. *J Comp Neurol* 387
- Jenkins JM, Astington JW. 1996. Cognitive factors and family structure associated with Theory of Mind development in young children. *Dev Psychol* 32:70-8
- Jernigan TL, Trauner DA, Hesselink JR, Tallal PA. 1991. Maturation of human cerebrum observed in vivo during adolescence. *Brain* 114:2037-49
- Johnson DA, Roethig-Johnston K, Middleton J. 1988. Development and evaluation of an attentional test for head injured children. Information processing capacity in a normal sample. *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 29:199-208
- Kagan J. 1970. The determinants of attention in infants. *Am Sci* 58:298-305
- Keage H, Clark CR, Hermens DF, Williams LM, Kohn MR, y cols. 2008. Putative biomarker of working memory systems development during childhood and adolescence. *Neuroreport* 19:197-201

-
- Kellman PJ. 1996. The origins of object perception. In *Perceptual and cognitive development*, ed. R Gelman, T Kit-Fong Au, pp. 3-48. San Diego: Academic Press
- Kinney HC, Brody BA, Kloman AS, Gilles FH. 1988. Sequence of central nervous system myelination in human infancy. II. Patterns of myelination in autopsied infants. *J Neuropathol Exp Neurol* 47:217-34
- Klenberg L, Korkman M, Lahti-Nuutila P. 2001. Differential development of attention and executive functions in 3- to 12-year-old Finnish children. *Dev Neuropsychol* 20:407-28
- Klingberg T, Forssberg H, Westerberg H. 2002. Increased brain activity in frontal and parietal cortex underlies the development of visuospatial working memory capacity during childhood. *J Cogn Neurosci* 14:1-10
- Klingberg T, Vaidya CJ, Gabrieli JD, Moseley ME, Hedehus M. 1999. Myelination and organization of the frontal white matter in children: a diffusion tensor MRI study. *Neuroreport* 10:2817-21
- Kolb B, Whishaw IQ. 1996. *Fundamentals of human neuropsychology*. New York: W.H.: Freeman and Company
- Konrad K, Neufang S, Thiel CM, Specht K, Hanisch C, y cols. 2005. Development of attentional networks: An fMRI study with children and adults. *NeuroImage* 28:429-39
- Kovacs I. 2000. Human development of perceptual organization. *Vision Res* 40:1301-10
- Lagutta KW, H. M. 2001. Thinking about the past: Early knowledge about links between prior experiences, thinking and emotion. *Child Development*. 72:82-102
- Lane D, Pearson D. 1982. The development of selective attention. *Merrill-Palmer Quarterly* 28:317-37
- Lautenbacher S, Sernal J, Krieg JC. 2002. Divided and selective attention in panic disorder. A comparative study of patients with panic disorder, major depression and healthy controls. 252:210-3
- Lawson KR, Ruff HA. 2004. Early focused attention predicts outcome for children born prematurely. *Developmental and behavioral pediatrics* 25:399-406

-
- Le Moal M, Simon H. 1991. Mesocorticolimbic dopaminergic network: functional and regulatory roles. *Physiol Rev* 71:155-234
- Lemire RJ, Loeser JD, Leech RW, Alvord EC. 1975. *Normal and abnormal developmental of the human nervous system*. New York: Oxford University Press
- Levin HS, Culhane KA, Hartman J, Evankovich K, Mattson AJ. 1991. Developmental changes in performance on tests of purported frontal lobe functioning. *Dev Neuropsychol* 7:377-95
- Levin S, Anderson D. 1976. The Development of Attention. pp. 126-35
- Lezak MD. 1995. *Neuropsychological Assessment*. New York: Oxford University Press
- Lillard A. 1998. Ethnopsychologies: cultural variations in theories of mind. *Psychol Bull* 123:3-32
- López-Luengo B, Vázquez C. 2003. Effects of the Attention Process Training (APT) on the cognitive functioning in schizophrenic patients. *Psychiatry Research* 119:41-53
- Lorber R, Yurk H. 1999. Special pediatric issues: Neuropsychological applications and consultations in schools. In *Forensic Neuropsychology*, ed. JJ Sweet: Swets and Zeitlinger
- Luciana M, Nelson CA. 1998. The functional emergence of prefrontally-guided working memory systems in four- to eight-year-old children. *Neuropsychologia* 36:273-93
- Luna B, Sweeney JA. 2004. The emergence of collaborative brain function: FMRI studies of the development of response inhibition. *Ann N Y Acad Sci* 1021:296-309
- Luna B, Thulborn KR, Munoz DP, Merriam EP, Garver KE, y cols. 2001. Maturation of widely distributed brain function subserves cognitive development. *Neuroimage* 13:786-93
- Luu P, Tucker DM. 1996. Self-regulation and cortical development: Implications for functional studies of the brain. In *Developmental neuroimaging: mapping the development of brain and behavior*, ed. RW Thatcher, GR Lyon, J Rumsey, N Krasnegor, pp. 297-305. New York: Academic Press

-
- Manelsdorf SC, Shapiro JR, Marzolf D. 1995. Developmental and temperamental differences in emotion regulation in infancy. *Child Dev* 66:1817-28
- Manly T, Nimmo-Smith I, Watson P, Anderson V, Turner A, Robertson IH. 2001. The Differential Assessment of Children's Attention: The Test of Everyday Attention for Children (TEA-Ch), Normative Sample and ADHD Performance. *J. Child Psychol. Psychiat.* 42:1065-81
- Manly T, Robertson IR, Anderson V, Nimmo-Smith I. 1999. *Test of Everyday Attention for Children (TEA-Ch)* Edmunds, UK: Thames Valley Test Company
- Matousek M, Petersen I. 1973. Frequency analysis of the EEG background activity by means of age dependent EEG quotients. In *Automation of clinical electroencephalography*, ed. P Kellaway, I Peterson, pp. 75-102. New York: Raven
- Merrick J, Kandel I, Birnbaum L, Hyam E, Press J, Morad M. 2004. Adolescent injury risk behavior. *In J Adolesc Med Health* 16:207-13
- Mesulam MM. 1985a. Attention, confusional states, and neglect. In *Principles of behavioural neurology.*, ed. MM Mesulam, pp. 125-68. Philadelphia: PA:F.A. Davis
- Mesulam MM. 1985b. *Contemporary neurology series*. Philadelphia: Davis
- Mesulam MM. 1990. Large-scale neurocognitive networks and distributed processing for attention, language and memory. *Ann Neurol* 28:597-613
- Moolenaar PCM, Huizenga HM, van der Maas HLJ. 1996. Spatio-temporal modeling of brain waves. In *Developmental neuroimaging: mapping the development of brain and behavior*, ed. RW Thatcher, GR Lyon, J Rumsey, N Krasnegor, pp. 69-76. New York: Academic Press
- Moorea JK, Perazzob LM, Braun A. 1995. Time course of axonal myelination in the human brainstem auditory pathway *Hearing Research* 91:208-9
- Morton JB, Trehub SE. 2001. Children's understanding of emotion in speech. *Child Dev* 72:834-43

-
- Moses L. 2001. Executive accounts of theory of mind development. *Child Dev* 72:688-90
- Mumme DL, Fernald A, Herrera C. 1996. Infant's response to facial and vocal emotional signals in a social referencing paradigm. *Child Dev* 67:3219-37
- Mundy P, Gomes A. 1998. Individual differences in joint attention skill development in the second year. *Inf Behav Dev* 21:469-82
- Nelson CA, Hann M, Thomas KM. 2006. *Neuroscience of cognitive development: The role of experience and the developing brain*. New Jersey: Wiley
- Nolanda JS, Lynn T, Singerb T, Shortb EJ, Minnesb S, y cols. 2005. Prenatal drug exposure and selective attention in preschoolers. *Neurotoxicol Teratol* 27:429-38
- Olesen PJ, Nagy Z, Westerberg H, Klingberg T. 2003. Combined analysis of DTI and fMRI data reveals a joint maturation of white and grey matter in a fronto-parietal network. *Brain Res Cogn Brain Res* 18:48-57
- Papalia DE, Wendkos Olds S, Duskin Feldman R. 2001. *Psicología del desarrollo*. Bogotá: McGraw Hill
- Parkin AJ. 1997. The development of procedural and declarative memory. In *The development of memory in childhood.*, ed. N Cowan, pp. 113-37. Hove, U.K.: Psychology Press
- Pascual-Leone J. 1970. A mathematical model for the transition rule in Piaget's developmental stages. *Acta Psychol* 32:301-45
- Passler MA, Isaac W, Hynd GW. 1985. Neuropsychological development of behavior attributed to frontal lobe functioning in children. *Dev Neuropsychol* 1:349-70
- Paul R, Cohen DJ. 1982. Communication development and its disorders: a psycholinguistic perspective. *Schizophr Bull* 8:279-93
- Paus T, Zijdenbos A, Worsley K, Collins DL, Blumenthal J, y cols. 1999. Structural maturation of neural pathways in children and adolescents: in vivo study. *Science* 283:1908-11

-
- Perez E, Capilla Gonzalez A. 2008. Neuropsicología infantil. In *Manual de neuropsicología*, ed. J Tirapu Ustároz, M Ríos Lago, F Maestu, pp. 447-74. Barcelona: Viguera
- Periañez JA, Ríos M, Barceló F, Madrid E, Ruz M. 2008. Atención y neuroimagen. In *Neuroimagen. Técnicas y procesos cognitivos.*, ed. F Maestu, M Ríos, R Cabestrero, pp. 281-316. Barcelona: Elsevier. Masson
- Perner J, Lang B. 1999. Development of theory of mind and executive control. *Trends Cogn Sci* 3:337-44
- Piaget J. 1950. *The psychology of intelligence*. Londres: Routledge y Kegan Paul
- Piaget J. 1953. *The origins of intelligence in the child*. Londres: Routledge y Kegan Paul
- Piaget J. 1955. *The child's construction of reality*. Londres: Routledge y Kegan Paul
- Piaget J. 1967. *Biologie et connaissance*. Paris: Delachaux et Niestlé
- Pillow BH. 1988. Young children's understanding of attentional limits. *Child Dev* 59:38-46
- Polanczyk G, Silva de Lima M, Lessa Horta B, Biederman J, Rohde LA. 2007. The worldwide prevalence of ADHD: A systematic review and metaregression analysis. *Am J Psychiatry* 164:942-8
- Politis A, Lykouras L, Mourtzouchou P, Christodoulou GN. 2004. Attentional disturbances in patients with unipolar psychotic depression: a selective and sustained attention study. *Compr Psychiatry* 45:452-9
- Posner MI, Petersen SE. 1990. The attention system of the human brain. *Annu Rev Neurosci* 13:25-42
- Posner MI, Raichle ME. 1994. *Images of mind*. New York: Scientific American Library
- Posner MI, Rothbart MK. 1992a. Attentional mechanisms and conscious experience. In *The neuropsychology of consciousness*, ed. AD Milner, MD Rugg. London: Academic Press

-
- Posner MI, Rothbart MK. 1992b. Attentional mechanisms and conscious experience. In *The Neuropsychology of Consciousness*, ed. D Milner, M Rugg, pp. 91-112. New York: Academic Press
- Povinelli DJ, Landau KD, Perilloux HK. 1996. Self-recognition in young children using delayed versus life feedback: evidence of a developmental asynchrony. *Child Dev* 67:1540-54
- Rains GD. 2002. *Principles of human neuropsychology*. Boston: McGraw-Hill
- Rakic P, Bourgeois JP, Eckenhoff MF, Zecevic N, Goldman-Rakic PS. 1986. Concurrent overproduction of synapses in diverse regions of the primate cerebral cortex. *Science* 232:232-5
- Reitan R. 1971. Trail Making Test results for normal and brain-damaged children. *Percept Mot Skills* 33:575-81
- Richards JE. 1998. *Cognitive Neuroscience of attention*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum
- Richards JE. 2001. Attention in young infants: a developmental psychophysiological perspective In *Developmental Cognitive Neuroscience*, ed. CA Nelson, M Luciana, pp. 321-38. Cambridge, MA: MIT Press
- Ridderinkhof KR, van der Stelt O. 2000. Attention and selection in the growing child: views derived from developmental psychophysiology. *Biol Psychol* 54:55-106
- Ríos M, Muñoz JM, Abad E, Periañez JA, Barceló F. 2000. Alteraciones de la atención en los pacientes con traumatismo craneoencefálico. . In *Congreso Virtual de Psiquiatría 1 de Febrero - 15 de Marzo 2000*. Conferencia 19-CI-F: [25 pantallas]. Disponible en: http://www.psiquiatria.com/congreso/mesas/mesa19/conferencias/19ci_f.htm
- Robertson IH, Manly T, Andrade J, Baddeley BT, Yiend J. 1997. "Oops!": Performance correlates of everyday attentional failures in traumatic brain injured and normal subjects. *Neuropsychologia* 35:741-58

-
- Robertson IH, Ward A, Ridgeway V, Nimmo-Smith I. 1994. *Test of Everyday attention*. London, U.K: Bury St. Edmunds
- Robson KS, Moss HA. 1970. Patterns and determinants of maternal attachment. *J Pediatr* 77:976-85
- Roselló J. 1997. *Psicología de la atención*. Madrid: Pirámide
- Rosenzweig MR, Leiman AL. 1997. *Physiological psychology*. New York: Random House
- Rosvold H, Mirsky A, Sarason I, Bransome E, Beck L. 1956. A continuous performance test for brain damage. *Journal of clinical and consulting psychology* 20:343-50
- Rothbart M, Bates JE. 1998. Temperament. In *Handbook of child psychology*, ed. W Damon. New York.: Wiley.
- Rourke BP, Bakker DJ, Fisk JL, Strang JD. 1983. *Child neuropsychology: A introduction to theory, research and clinical practice*. New York: Guilford Press
- Rovee-Collier CK. 1990. The "memory system" of prelinguistic infants. In *The development and neural bases of higher cognitive functions*, ed. A Diamond. New York: New York Academy of Sciences
- Rovee-Collier CK, DuFault D. 1991. Multiple contexts and memory retrieval at 3 months. *Dev Psychobiol* 24:39-49
- Rovee-Collier CK, Gerhardstein P. 1997. The development of infant memory. In *The Development of memory in childhood*, ed. N Cowan, pp. 5-40: Psychology Press
- Rovee-Collier CKH, H.; Colombo, M. 2001. *The development of implicit and explicit memory*. Amsterdam: John Benjamins.
- Rubin G, Fagen J, Carroli M. 1998. Olfactory context and memory retrieval in 3 month-old infants. *Inf Behav Dev* 21:641-58
- Rudel RG, Denckla MB, Broman M. 1978. Rapid silent response to repeated target symbols by dyslexic and nondyslexic children. *Brain and language* 6:52-62

-
- Rueda MR, Fan J, McCandliss BD, Halparin JD, Gruber DB, y cols. 2004. Development of attentional networks in childhood. *Neuropsychologia* 42:1029-40
- Ruff H, Rothbart M. 1996a. *Attention in early development*. Oxford: Oxford University Press.
- Ruff HA, Capozzoli M, Weissberg R. 1998. Age, individuality and context as factors in sustained visual attention during the preschool years. *Developmental Psychology* 34:454-65
- Ruff HA, Rothbart MK. 1996b. *Attention in early development*. Oxford: Oxford University Press.
- Sanders L, Stevens C, Coch D, Neville H. 2006a. Selective auditory attention in 3- to 5-year-old children: An event-related potential study. *Neuropsychologia* 44:2126-38
- Sanders L, Stevens C, Cochc D, Nevilleb HJ. 2006b. Selective auditory attention in 3- to 5-year-old children: An event-related potential study. *Neuropsychologia* 44:2126-38
- Sandford JA, Turner A. 2004. *Integrated Visual and Auditory Continuous Performance Test (IVA) Plus: Brain Train*
- Sarid MB, Z. 1997. Developmental aspects of sustained attentioin among 2 to 6 year old children. *International Journal of Behavioral Development*. 21:303-12
- Schneider W, Pressley M. 1997. *Memory development: Between two and twenty*. Mahwah, NJ: Erlbaum
- Shaffer D. 2000. *Psicologia y desarrollo: infancia y adolescencia*. Mexico: Thomson
- Shannon CE, Weaver W. 1949. *The mathematical theory of communication*. Urbana IL: University of Illinois Press
- Shepp B, Barrett S, Kolbet L. 1978. The development of selective attention: Holistic perception versus resource allocation. *Journal of Experimental Child Psychology* 43:159-80
- Sohlberg M, Mateer CA. 1987. Effectiveness of an attention-training program. *J Clin Exp Neuropsychol* 9:117-30

-
- Sohlberg M, Mateer CA. 1989. *Introduction to Cognitive Rehabilitation* New York: Guilford Press
- Soutullo C. 2004. *Convivir con niños y adolescentes con trastorno por déficit de atención e hiperactividad*. Madrid: Editorial médica Panamericana
- Sowell ER, Trauner DA, Gamst A, Jernigan TL. 2002. Development of cortical and subcortical brain structures in childhood and adolescence: a structural MRI study. *Dev Med Child Neurol* 44:4-16
- Spear LP. 2000. The adolescent brain and age-related behavioral manifestations. *Neurosci Biobehav Rev* 24:417-63
- Spreeen O, Risser AT, Edgell D. 1995. *Developmental neuropsychology*. New York.: Oxford University Press.
- Spreeen O, Strauss E. 1998. *A compendium of neuropsychological tests* New York, NY: Oxford University Press
- Steinberg L. 2005. Cognitive and affective development in adolescence. *Trends Cogn Sci* 9:69-74
- Stern DN. 1974. Mother and infant at play: The dyadic interaction involving facial, vocal and gaze behaviours. In *The effect of the infant on its caregiver*, ed. M Lewis, L Rosenblum. New York: Wiley
- Strauss CC, Sherman EMS, Spreeen O. 2006. Attention. In *A compendium of neuropsychological tests*, ed. CC Strauss, EMS Sherman, O Spreeen, pp. 546-678. Oxford: Oxford University Press
- Stuss DT. 1992. Biological and psychological development of executive functions. *Brain Cogn* 20:8-23
- Styles EA. 1997. *The Psychology of Attention*. Hove: Psychology Press
- Taanila A, Murray GK, Jokelainen J, Isohanni M, Rantakallio P. 2005. Infant developmental milestones: a 31 year follow-up. *Dev Med Child Neurol* 47:581-6
- Tannock R, Brown TE. 2003. Trastornos por déficit de atención con trastornos del aprendizaje en niños y adolescentes. In *Trastornos por déficit de atención y comorbilidad en niños, adolescentes y adultos*, ed. TE Brown, pp. 231-95. Barcelona: Masson

-
- Thatcher RW. 1992. Cyclic cortical reorganization during early childhood. *Brain Cogn* 20:24-50
- Thatcher RW. 1996. Neuroimaging of cyclic cortical reorganization during human development. In *Developmental neuroimaging: mapping the development of brain and behavior*, ed. RW Thatcher, GR Lyon, J Rumsey, N Krasnegor, pp. 91-106. New York: Academic Press
- Thatcher RW. 1997. Human frontal lobe development: A theory of cyclical cortical reorganization. In *Development of the prefrontal cortex: Evolution, neurology, and behaviour*, ed. NA Krasnegor, GR Lyon, PS Goldman-Rakic, pp. 85-116. Baltimore, MD: Paul H. Brookes
- Thatcher RW, Walker RA, Giudice S. 1987. Human cerebral hemispheres develop at different rates and ages. *Science* 236:1110-3
- Thomas KMN, C.A. 2001. Serial reaction time learning in preschool and school-age children. *Journal of Experimental Child Psychology* 79:364-87
- Thompson J, Stewart H. 1986. *Nonlinear dynamics and chaos*. New York: Wiley
- Thompson PM, Giedd JN, Woods RP, MacDonald D, Evans AC, Toga AW. 2000. Growth patterns in the developing brain detected by using continuum mechanical tensor maps. *Nature* 404:190-3
- Thompson R, Nelson C. 2001a. Developmental science and the media: early brain development. *American Psychologist* 56:5-15
- Thompson RA, Nelson CA. 2001b. Developmental science and the media: early brain development. *Am Psychol* 56:5-15
- Tipper SP, Bourque TA, Anderson SH, Brehaut JC. 1989. Mechanisms of attention: a developmental study. *J Exp Child Psychol* 48:353-78
- Toga AW, Thompson PM, Sowell ER. 2006. Mapping brain maturation. *Trends Neurosci* 29:148-59
- Tomblin JB, Zhang X, Buckwalter P, O'Brien M. 2003. The stability of primary language disorder: four years after kindergarden diagnosis. *J Speech Lang Hear Res* 46:1283-96

-
- Tudela P. 1992. Atención. In *Atención y percepción*, ed. JL Fernández Trespalacios, P Tudela. Madrid
- Turkeltaub PE, Gareau L, Flowers DL, Zeffiro TA, Eden GF. 2003. Development of neural mechanisms for reading. *Nat Neurosci* 6:767-73
- van der Meere J, Börger N, van Os T. 2007. Sustained attention in major unipolar depression. *Percept Mot Skills* 104:1350-4
- Vygotsky LS. 1978. *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press
- Walden TA, Baxter A. 1989. Effect of context and age on social referencing. *Child Dev* 60:1511-8
- Walden TA, Ogan TA. 1988. Development of social referencing. *Child Dev* 59:1230-40
- Walker LJ, Gustafson P, Hennig KH. 2001. The consolidation/transition model in moral reasoning development. *Dev Psychol* 37:187-97
- Welsh MC, Pennington BF, Groisser DB. 1991. A normative-developmental study of executive function: a window on prefrontal function in children. *Dev Neuropsychol* 7:131-49
- Yakovlev PI, Lecours A. 1967a. The myelogenetic cycles of regional maturation in the brain. In *The regional development of the brain in early life*, ed. A Minkowski, pp. 3-65. Oxford, England: Blackwell
- Yakovlev PI, Lecours A. 1967b. The myelogenetic cycles of regional maturation in the brain. In *Regional development of the brain in early life*, ed. A Minkowski, pp. 3-65. Oxford, England: Blackwell
- Zomeren AHV, Brouwer WH. 1994. *Clinical Neuropsychology of Attention*. New York: Oxford University Press
- Zukier H, Hagen JW. 1978. The Development of Selective Attention under Distracting Conditions. *Child Dev* 49:870-3