





**Procesos e instrumentos  
de evaluación neuropsicológica  
educativa**

Catálogo de publicaciones del Ministerio: [mecd.gob.es](http://mecd.gob.es)  
Catálogo general de publicaciones oficiales: [publicacionesoficiales.boe.es](http://publicacionesoficiales.boe.es)

Coordinadoras:  
Pilar Martín-Lobo y Esperanza Vergara-Moragues

Procesos e instrumentos de evaluación neuropsicológica educativa.



MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CULTURA  
Y DEPORTE  
Secretaría de Estado de Educación, Formación  
Profesional y Universidades  
Centro Nacional de Innovación e Investigación Educativa (CNIIE)

Edita:  
© SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA  
Subdirección General  
de Documentación y Publicaciones

NIPO: 030-15-306-2 línea  
030-15-305-7 ibd  
030-15-307-8 epub

ISBN: 978-84-369-5652-8 ibd

Maqueta: Moonbook

# Índice

<b>Prólogo</b> .....	9
<i>Miguel Pérez García y Juan Carlos Arango Lastrilla</i>	
<b>Introducción</b> .....	10
<i>Pilar Martín-Lobo y Esperanza Vergara-Moragues</i>	
<b>Parte 1. La evaluación neuropsicológica en el ámbito escolar</b> .....	13
<b>Capítulo 1. Evaluación neuropsicológica en el ámbito escolar</b> .....	14
<i>Pilar Martín Lobo</i>	
1.1. Introducción.....	14
1.2. Las ciencias neuropsicológicas y su relación con la neuropsicología educativa.....	15
1.3. La aplicación de la neuropsicología en el ámbito educativo .....	16
1.4. Las bases neuropsicológicas del aprendizaje .....	17
1.5. Importancia de la valoración neuropsicológica y de los instrumentos .....	21
1.6. Investigaciones y experiencias de aplicación de la neuropsicología en la educación.....	25
1.7. Bibliografía.....	27
<b>Capítulo 2. Aspectos psicométricos a tener en cuenta en la evaluación neuropsicológica en el ámbito escolar</b> .....	31
<i>Enrique Navarro Asencio</i>	
2.1. Introducción.....	31
2.2. Evaluación de variables neuropsicológicas .....	32
2.3. Construcción de un test .....	39

2.4. Interpretación de puntuaciones.....	42
2.5. Bibliografía.....	43
<b>Parte 2. Evaluación de los procesos neuropsicológicos básicos.....</b>	<b>45</b>
<b>Capítulo 3. La evaluación de la funcionalidad visual y perceptiva.....</b>	<b>46</b>
<i>M. Carmen García-Castellón Valentín-Gamazo</i>	
3.1. Descripción del proceso visual. Visión central y periférica.....	46
3.2. Motricidad ocular para la fluidez lectora.....	47
3.3. Habilidades visuales relacionadas con la velocidad lectora.....	48
3.4. Habilidades visuales relacionadas con el aprendizaje.....	50
3.5. Evaluación de los procesos perceptivos.....	52
3.6. Bibliografía.....	55
<b>Capítulo 4. Instrumentos y pruebas de valoración en el desarrollo auditivo. Interpretación de audiometrías.....</b>	<b>57</b>
<i>M. Carmen García-Castellón Valentín-Gamazo</i>	
4.1. El oído humano: estructuras y funcionamiento.....	57
4.2. Tipos de audiometrías y su interpretación.....	58
4.3. Evaluación de los procesos auditivos.....	62
4.4. Programas de desarrollo auditivo.....	66
4.5. Estudio de un grupo de alumnos de 1º de educación primaria con dificultades de rendimiento escolar.....	65
4.6. Bibliografía.....	65
<b>Capítulo 5. Integración sensorial, instrumentos y valoración.....</b>	<b>67</b>
<i>María Jesús López-Juez</i>	
5.1. La integración sensorial.....	67
5.2. Implicaciones de los déficits sensoriales en el aprendizaje.....	74
5.3. Instrumentos de evaluación.....	75
5.4. Programas multisensoriales y métodos de integración sensorial.....	75
5.5. Estudio o ejemplo de integración sensorial.....	76
5.6. Bibliografía.....	78
<b>Capítulo 6. La importancia del desarrollo neuromotor en el ámbito educativo.....</b>	<b>80</b>
<i>Marta Díaz-Jara</i>	
6.1. El desarrollo neuromotor.....	80
6.2. Bases neuropsicológicas de la motricidad.....	84
6.3. Motricidad y aprendizaje.....	86
6.4. Evaluación del desarrollo neuromotor.....	87
6.5. Pautas de intervención motriz.....	89
6.6. Ejemplo de un estudio de motricidad.....	90
6.7. Bibliografía.....	92
<b>Capítulo 7. Evaluación de los procesos de memoria y aprendizaje.....</b>	<b>95</b>
<i>Sandra Santiago Ramajo</i>	
7.1. Aproximación neuropsicológica de la memoria y su desarrollo en la infancia y adolescencia.....	95

7.2. Pruebas e instrumentos para medir la memoria y el aprendizaje en la infancia y adolescencia.....	101
7.3. Pautas de intervención y programas para la mejora de la memoria.....	106
7.4. Ejemplo práctico de estudio sobre evaluación de la memoria y aprendizaje.....	107
7.4. Bibliografía.....	109
<b>Capítulo 8. Funciones ejecutivas: valoración e instrumentos de medida en niños en edad escolar</b> .....	112
<i>Juan Antonio Becerra</i>	
8.1. Procesos neuropsicológicos de las funciones ejecutivas.....	112
8.2. Funcionamiento ejecutivo en edades escolares: desarrollo y relación con el aprendizaje....	114
8.3. Medidas e instrumentos de evaluación de las funciones ejecutivas en niños en edad escolar	116
8.4. Valoración de capacidades ejecutivas: aplicación práctica y pautas de intervención.....	119
8.5. Bibliografía.....	120
<b>Capítulo 9. La inteligencia emocional en el campo de la neuropsicología y educación ...</b>	124
<i>Zaira Ortega</i>	
9.1. Introducción.....	124
9.2. Bases neuropsicológicas de la emoción.....	125
9.3. Modelos neuropsicológicos de la inteligencia emocional.....	126
9.4. Importancia de la evaluación de la inteligencia emocional en el contexto académico.....	127
9.5. Instrumentos de evaluación de la inteligencia emocional.....	129
9.6. Elección del instrumento de evaluación.....	130
9.7. Pautas de intervención.....	131
9.8. Ejemplos de programas de intervención.....	134
9.9. Importancia de formación inicial de los docentes .....	134
9.10. Bibliografía .....	135
<b>Capítulo 10. Importancia de la valoración de la creatividad desde su base neuropsicológica</b> .....	140
<i>Verónica López Fernández</i>	
10.1. Concepto de creatividad y bases neuropsicológicas implicadas en el proceso.....	140
10.2. Importancia de la valoración de la creatividad desde la base neuropsicológica a lo largo de cada fase del proceso .....	145
10.3. Evaluación de la creatividad.....	149
10.4. Orientaciones prácticas para una evaluación completa: tener en cuenta todos los procesos .....	154
10.5. Casos prácticos.....	156
10.6. Bibliografía .....	158
<b>Parte 3. Procesos de instrumentos de valoración neuropsicológica de las dificultades de aprendizaje y trastornos</b> .....	163
<b>Capítulo 11. Las dificultades de lenguaje y la detección de los procesos neuropsicológicos relacionados</b> .....	164
<i>Cristina de la Peña Álvarez y Silvia Pradas Montilla</i>	
11.1. Proceso neuropsicológico del lenguaje.....	164
11.2. Dificultades lingüísticas e instrumentos para su valoración.....	166
11.3. Aplicaciones de estrategias desde la neuropsicología y la educación para el desarrollo del lenguaje.....	170

11.4. Estudio de valoración de dificultades lingüísticas y orientaciones para la intervención eficiente .....	173
11.5. Bibliografía .....	174
<b>Capítulo 12. Enfoque y recursos neuropsicológicos para detectar y diagnosticar la dislexia</b> .....	176
<i>M<sup>a</sup> Ángeles Martínez Berruezo</i>	
12.1. Introducción a los Trastornos de Aprendizaje .....	176
12.2. Bases neuropsicológicas de la dislexia .....	177
12.3. Incidencia de la dislexia en el rendimiento escolar .....	182
12.4. Instrumentos de evaluación y los trastornos del aprendizaje .....	184
12.5. Pautas de intervención y programas neuropsicológicos relacionados con los trastornos del aprendizaje .....	189
12.6. Caso práctico de valoración e intervención .....	189
12.7. Bibliografía .....	192
<b>Capítulo 13. Instrumentos de valoración de la discalculia</b> .....	194
<i>M<sup>a</sup> Ángeles Martínez Berruezo</i>	
13.1. Concepto del aprendizaje matemático .....	195
13.2. Instrumentos de evaluación .....	196
13.3. Pautas de intervención y programas neuropsicológicos para mejorar el aprendizaje matemático .....	198
13.4. Caso práctico de valoración e intervención .....	200
13.5. Bibliografía .....	205
<b>Capítulo 14. Evaluación del déficit de atención e hiperactividad en el alumnado en edad escolar</b> .....	207
<i>Esperanza Vergara-Moragues</i>	
14.1. Definición, diagnóstico y etiología del TDAH .....	207
14.2. Alteraciones y modelos neuropsicológicos en el TDAH .....	210
14.3. Rendimiento escolar y TDAH .....	211
14.4. Instrumentos de evaluación neuropsicológica en el TDAH .....	212
14.5. Pautas de intervención en el manejo del TDAH .....	213
14.6. Caso práctico .....	215
14.7. Bibliografía .....	218
<b>Capítulo 15. Procesos neuropsicológicos del Trastorno del Espectro del Autismo e Instrumentos de evaluación</b> .....	223
<i>Pilar Pozo Cabanillas</i>	
15.1. Conceptualización actual del autismo como Trastorno del Espectro del Autismo (TEA) y su relación con el aprendizaje .....	223
15.2. Bases neuropsicológicas para la comprensión de los TEA .....	224
15.3. Instrumentos de valoración neuropsicológica del TEA .....	229
15.4. Bibliografía .....	232
Glosario .....	234
Coordinación y Autoría .....	239

# Prólogo

**Miguel Pérez García, Ph.D.**

Centro de Investigación Mente, cerebro y comportamiento (CIMCYC)  
Catedrático de Neuropsicología Clínica de la Universidad de Granada.

**Juan Carlos Arango Lasprilla, Ph.D.**

IKERBASQUE. Basque Foundation for Science. Bilbao, Spain  
University of Deusto.

La Neuropsicología como disciplina científica y profesional no para de ampliar sus horizontes. Allí donde las funciones cerebrales tienen alguna implicación, la Neuropsicología puede realizar importantes aportaciones. Esto ha sido tradicionalmente así en el campo de la clínica, trabajando con personas que sufren alguna patología cerebral ya sea adquirida o congénita. Este desarrollo solo ha sido posible combinando el conocimiento derivado de los modelos neuropsicológicos con el desarrollo de instrumentos de evaluación del funcionamiento cerebral y de desarrollo de programas de rehabilitación de las alteraciones/ secuelas encontradas.

Sobre la solidez de los desarrollos en el campo de la clínica, la Neuropsicología está extendiendo su metodología de investigación y de trabajo al campo de la educación. Está claro que el cerebro y las funciones cerebrales tienen una fuerte implicación en los procesos de aprendizaje durante la etapa escolar. Esta implicación es doble. Por un lado, ayudar a comprender los procesos de aprendizaje e instrucción; por otro, ayudar a niños con alteraciones neuropsicológicas durante su etapa educativa.

Sin embargo, como en el comienzo de otras áreas, la Neuropsicología de la Educación necesita modelos teóricos contrastados e instrumentos para su aplicación en el aula. Para avanzar en esta línea, surge este interesante libro que intenta combinar tanto el conocimiento teórico sobre los procesos del aprendizaje como práctico incluyendo los instrumentos para evaluarlo. Además, el libro aborda desde los procesos más básicos como los más complejos y las alteraciones del aprendizaje. Así, el lector podrá encontrar capítulos sobre la evaluación de procesos sensoriales como la audición y la visión a capítulos sobre cómo evaluar la memoria, la atención, la función ejecutiva o la cognición social en el aula. Además, también se incluyen capítulos sobre la evaluación de la discalculia o el déficit de atención y/o hiperactividad.

En resumen, el lector podrá encontrar un completo libro sobre Neuropsicología de la Educación que le permitirá actualizarse de modo teórico al tiempo que le proporcionará la información práctica para extender ese conocimiento al aula. Además, esperamos que este libro contribuya al desarrollo de este nuevo campo para la Neuropsicología que es su aplicación en contextos educativos.

# Introducción

## **Pilar Martín-Lobo, Ph.D.**

Grupo de Investigación Neuropsicología aplicada a la Educación (Gdl.14-NYE). UNIRResearch.  
Universidad Internacional de la Rioja (UNIR).  
Sociedad de Investigación y Proyectos Cerebro, Educación y Talento, BRAINYET.

## **Esperanza Vergara-Moragues, Ph.D.**

Grupo de Investigación Neuropsicología aplicada a la Educación (Gdl.14-NYE).  
UNIRResearch.  
Universidad Internacional de la Rioja (UNIR).

Procesos e instrumentos de valoración neuropsicológica es un libro escrito como fruto de la investigación en el ámbito de la neuropsicología aplicada a la educación de los autores durante años de investigación, desarrollo e innovación. Existe en la actualidad un elevado porcentaje de estudiantes con fracaso escolar y parece que las estrategias tradicionales de intervención no dan solución a este grave problema. Es por ello que surge la necesidad de proporcionar una mayor calidad educativa que sea avalada por el avance de las investigaciones en el conocimiento de los procesos cerebrales.

Desde el campo de la Neuropsicología aplicada a la Educación, se plantea la pertinencia de proporcionar una formación completa sobre los procesos cognitivos relacionados con el desarrollo de una persona a lo largo de su etapa educativa. Esta formación parte de la necesidad del diálogo, el trabajo y la cooperación entre las personas que integran el campo de la educación y la neurociencia con un objetivo común: el de transformar directamente la preparación de las personas dedicadas al campo de la educación en su desarrollo profesional.

Hace ya veinte años que iniciamos unos cuantos profesores la investigación la docencia en postgrado universitario en el Máster de Neuropsicología y Educación en el Centro Universitario Villanueva, de la Universidad Complutense de Madrid y desde 2011 como Máster Oficial en la Universidad Internacional de la Rioja (UNIR). Los objetivos principales son formar en neuropsicología aplicada a la educación a los profesionales educativos, psicólogos, psicopedagogos y educadores; proporcionar nuevas vías de conocimiento de los alumnos en edad escolar; enriquecer y actualizar las metodologías de neurociencia aplicada en el aula para optimizar el rendimiento escolar; saber dar respuesta educativa a todos los alumnos, tanto los que tengan dificultades de aprendizaje como aquéllos con altas capacidades y proporcionar instrumentos y desarrollar competencias para el diseño y la creación de programas que mejoren la calidad educativa en la atención personalizada de los alumnos. En pleno siglo XXI, nos parece de vital importancia avanzar con rigor científico en el campo de la

educación y para ello pensamos que es fundamental el estudio y conocimiento de la neuropsicología educativa.

El desarrollo de este libro se basa en el Modelo de Procesamiento de la Información de Luria, en la investigación y en la experiencia docente y práctica acumulada en la aplicación de la neuropsicología en centros educativos y departamentos de orientación. El objetivo es proporcionar una publicación. Contar con que resuma la importancia de la evaluación neuropsicológica educativa y establezca los criterios para aplicar pruebas neuropsicológicas por parte de los psicólogos escolares con la formación necesaria y de los profesionales de los departamentos de orientación, así como proponer nuevos modos de intervención en el aula. Todo ello, supone una aportación básica al conocimiento de los procesos cognitivos de cada alumno para avanzar en estos propósitos.

Los capítulos de este libro se dividen en tres bloques. En el primero, se explica la importancia de la evaluación neuropsicológica en el ámbito educativo para, a continuación, exponer los aspectos psicométricos de los instrumentos que se utilizan para ello. En el segundo bloque, encontramos la información necesaria para la evaluación de los procesos neuropsicológicos básicos: funcionalidad visual y perceptiva, desarrollo auditivo, integración sensorial, desarrollo neuromotor, memoria, funciones ejecutivas, inteligencia emocional y creatividad. En el último bloque, se exponen los instrumentos utilizados en la evaluación de las principales dificultades y trastornos del aprendizaje: lenguaje, dislexia, discalculia, déficit de atención e hiperactividad y, por último, trastorno del espectro autista.

Agradecemos al Ministerio de Educación de España la oportunidad que nos han brindado y al Centro Nacional de Innovación e Investigación Educativa por la inestimable ayuda que nos han proporcionado para publicar el libro. Este libro ha sido escrito por un grupo de profesionales con amplia experiencia en el campo de la Neuropsicología y la Educación que durante años han investigado y aplicado pruebas neuropsicológicas relacionadas con los procesos cognitivos del alumnado para dar respuestas a sus necesidades de aprendizaje. Sirva esta introducción para agradecerles todo su esfuerzo y motivación durante este tiempo.

Además, queremos mencionar la importancia de las aportaciones de las personas que han pasado por nuestros procesos de formación. Planteando sus dudas e inquietudes nos han animado a desarrollar con especial ahínco cada capítulo y han ayudado a enriquecer este libro. Agradecemos a todas y cada una de las personas que han colaborado de una manera u otra en la consecución de esta obra. En especial, destaca nuestro reconocimiento a Dr. Miguel Pérez García, catedrático de la Universidad, y al Dr. Juan Carlos Arango Lasprilla, investigador senior en neuropsicología de la Universidad de Deusto, por su inestimable apoyo desde el comienzo de nuestro grupo de investigación, GdI-14 Neuropsicología aplicada a la Educación (UnirResearch); al grupo profesional académico y técnico de la Universidad de la Rioja (UNIR) y por último, y más importante, a todos los psicólogos escolares, profesores y al alumnado que durante tantos años han confiado y se han beneficiado de la aplicación de la neuropsicología en el ámbito educativo y a todos los que, sin duda, seguirán disfrutando de estos avances.

Es nuestro deseo que este libro sirva a todos estos profesionales para enriquecer y actualizar su actividad, implementar una educación de calidad y aumentar el prestigio de su excepcional tarea. Nunca debemos olvidar que el fin último de la educación es sacar todo el potencial de cada persona para que podamos entre todos trabajar por un futuro mejor de nuestra sociedad.

Un placer para nosotras haber podido colaborar juntas y con este plantel de profesionales de esta categoría humana y de tanto conocimiento y experiencia. Simplemente gracias.



# Parte I. La evaluación neuropsicológica en el ámbito escolar

# Evaluación neuropsicológica en el ámbito escolar

Pilar Martín-Lobo

## 1.1. Introducción

La *neuropsicología infantil* dirige su análisis a las problemáticas del desarrollo y es necesaria para explicar las funciones cerebrales relacionadas con la formación cognoscitiva durante la infancia y la adolescencia. Estas funciones se adquieren a lo largo del desarrollo individual, como resultado del desarrollo filogenético y ontogenético (Pérez, Escotto, Arango y Quintanar, 2014).

De forma específica, se estudian los cambios evolutivos del sistema nervioso que se llevan a cabo durante la infancia y sus implicaciones en la conducta, así como las alteraciones bioquímicas o ambientales que se pueden dar (Portellano, 2008). Existe una neuropsicología del desarrollo que estudia las relaciones cerebro-conducta en los niños y las niñas y, a su vez se relaciona con otras ciencias como la neuropediatría, la psicología evolutiva, la psicología clínica infantil, la psicología pediátrica, la psicopedagogía y la neuropsicología educativa que tienen el objetivo común de favorecer el desarrollo y el potencial del niño y del adolescente.

Podemos enmarcar la neuropsicología infantil en las neurociencias conductuales y en la neuropsicología que tienen como objetivo el estudio entre el cerebro y la conducta en sujetos sanos y en los que han sufrido una lesión cerebral. En este sentido, ya Alexander Luria definió la neuropsicología como neurofisiología de los niveles superiores (Luria, 1980), en las que las funciones superiores son el resultado del procesamiento cerebral y en las que están implicadas las áreas de asociación occipito-parieto-temporal y prefrontal del córtex cerebral.

Por otra parte, la neurociencia cognitiva enfatiza los procesos cognitivos de la neuropsicología y extrae conclusiones sobre los procesos cognitivos normales a partir de los trastornos estudiados (Feinberg y Farah, 2006). Utiliza los datos neuropsicológicos para elaborar y contrastar modelos teóricos de la estructura, del funcionamiento cognitivo y de sus posibles bases neuroanatómicas y se engloba en el campo de las neurociencias los estudios de la relación cerebro-conducta (Allen, 2002).

Estos conocimientos hacen posible plantearnos qué aportaciones puede dar la neuropsicología a los procesos de aprendizaje, al desarrollo infantil y juvenil y qué instrumentos de valoración neuropsicológica se pueden utilizar para un conocimiento más profundo y científico de los estudiantes. Sin duda, conocer las ciencias neuropsicológicas y su posible aplicación, añadirán rigor científico y, al mismo tiempo, humanista a los modelos educativos.

## 1.2. Las ciencias neuropsicológicas y su relación con la neuropsicología educativa

Los avances científicos sobre el cerebro han favorecido la aplicación de los conocimientos de la relación del cerebro, la mente y la conducta con enfoques diversos, dando lugar a diferentes ciencias como son, por una parte, la neurología de la conducta y la neuropsiquiatría y, por otra, la neuropsicología básica con dos disciplinas (neuropsicología fisiológica y neuropsicología cognitiva) y la neuropsicología clínica (Pérez, Puente y Vilar-López, 2009):

- **La neuropsicología básica** se compone de las disciplinas psicológicas que tienen como objetivo el conocimiento y la comprensión de la relación cerebro y conducta. Se pueden distinguir dentro de la neuropsicología básica dos disciplinas:
  - *La neuropsicología fisiológica* que estudia las bases biológicas y neuroanatómicas de la conducta.
  - *La neuropsicología cognitiva* es parte de la neuropsicología básica y tiene por objeto el estudio de la estructura y funciones del sistema cognitivo normal a través de pacientes con daño cerebral y de sujetos normales (Pérez, Puente y Vilar-López, 2009. p 21).
- **La neuropsicología clínica** es una disciplina de la neuropsicología aplicada que tiene por objeto evaluar y rehabilitar alteraciones de daño cerebral mediante su propio desarrollo y las aportaciones de las ciencias neuropsicológicas. Hay dos grandes áreas de aplicación: la evaluación neuropsicológica y la rehabilitación neuropsicológica.

Todas las ciencias neuropsicológicas tienen partes comunes en cuanto que comparten los mismos sujetos a quienes estudian y tratan, e, incluso, comparten instrumentos de valoración neuropsicológica, conocimientos y tratamientos; la diferencia está en el objetivo de cada una de ellas.

*La neuropsicología educativa* se puede considerar parte de la *neuropsicología básica* (se nutre de la neuropsicología fisiológica y de la neuropsicología cognitiva) y se relaciona estrechamente con la *neuropsicología clínica* en los sujetos que trata en edad escolar. Por una parte, el neuropsicólogo cognitivo y el neuropsicólogo clínico, actúan en muchas ocasiones en los mismos sujetos que asisten a un centro educativo y encuentran un gran apoyo si el psicólogo escolar y los profesores tienen la formación necesaria para comprender la situación de cada caso y apoyar las orientaciones que da el neuropsicólogo en la actividad escolar diaria.

La experiencia de aplicación de la neuropsicología en el centro educativo es muy interesante porque el diagnóstico y las orientaciones de rehabilitación sugeridas por el neuropsicólogo clínico o cognitivo encuentran el ambiente adecuado al tratamiento para obtener una mayor efectividad. La colaboración entre el centro clínico, los psicólogos escolares, los profesores y los padres son claves para la mejora de los procesos neuropsicológicos que están en la base del rendimiento escolar, tal y como muestran las publicaciones de en torno a la mejora del rendimiento escolar mediante la incorporación de la neuropsicología al ámbito educativo (Martín-Lobo, 2003; 2006).

### **Relaciones entre la Neuropsicología clínica y la neuropsicología educativa**

Existe relación entre la neuropsicología educativa y la neuropsicología clínica en cuanto al estudio de la normalidad que la Asociación Americana de Psicología (*American Psychological Association* o *APA*) (2003), incluye en el estudio de la neuropsicología, puesto que estudia la conducta humana y sus relaciones con el funcionamiento normal del sistema nervioso central (no sólo anormal) y la

especialidad está dedicada a mejorar el entendimiento de las relaciones cerebro-conducta y de la aplicación de dichos conocimientos a los problemas humanos.

El conocimiento del cerebro por parte de los psicólogos, psicopedagogos y educadores tiene gran importancia porque es fundamental que los educadores conozcan cómo evoluciona el sistema sobre el que intervienen cuando se educa (García-Moreno, 2014). Toda conducta tiene una base neuropsicológica en cuanto que la actividad se realiza interviniendo el Sistema Nervioso con una dotación genética, la influencia del ambiente y la acción de la propia persona que ejerce su voluntad y su libertad. Desde una perspectiva psicológica, pedagógica y neuropsicológica la persona tiene la oportunidad de llevar a cabo acciones que favorecen la modificación de circuitos nerviosos para adquirir las habilidades básicas a nivel sensorial, motriz y más complejas a nivel propiamente cognitivo y afectivo. “En la medida en que el cerebro recibe e interpreta las informaciones sensoriales, se comunica con los demás y se relaciona mediante el lenguaje y la motricidad, construye su continuidad, y por tanto, su identidad coherente a través de la memoria” (Gil, 2007, pp. 1).

La neuropsicología clínica y la neuropsicología educativa pueden trabajar conjuntamente, sobre todo en neuropsicología infantil y en la adolescencia, puesto que en muchos casos son los mismos sujetos los que son diagnosticados y tratados por un neuropsicólogo clínico y, al mismo tiempo, realizan las tareas educativas en un centro escolar. Psicólogos escolares, psicólogos clínicos, neuropsicólogos y educadores tienen el mismo objetivo de la mejora del niño o joven y comparten pautas de observación, instrumentos de evaluación y orientaciones metodológicas para la mejora de los procesos estudiados. Lógicamente, cada profesional realiza las tareas que le competen de conocimiento y orientación de los alumnos, según el nivel de especialización que exige la competencia de cada especialidad en el ámbito clínico o educativo, sumando siempre para conseguir el objetivo de la mejora de cada niño.

*El neuropsicólogo* debe favorecer la integración del sujeto a su medio y en el entorno cotidiano, forma parte de un equipo multidisciplinar (Pérez, Escotto, Arango y Quintanar, 2014), que selecciona los instrumentos de valoración neuropsicológica y los programas de tratamiento e intervención y coordina sus acciones profesionales con el resto de profesionales que actúan con el niño o adolescente.

En síntesis, los avances de investigación y de aplicación de la neuropsicología básica y de la neuropsicología clínica están demandando el desarrollo, ya en marcha, de la neuropsicología educativa; ésta puede dar respuesta y aportaciones científicas y profesionales a la necesaria mejora de la calidad educativa y a la colaboración de los neuropsicólogos cognitivos y clínicos con los profesionales educativos en el ámbito escolar.

### **1.3. Aplicación de la neuropsicología al ámbito escolar**

El planteamiento de aplicar los avances científicos sobre el cerebro a la educación se está llevando a cabo con el objeto de comprender mejor los procesos de aprendizaje y de plantear intervenciones específicas que podrían integrarse y aplicarse a los fenómenos del aprendizaje y de la enseñanza (Bruer, 1997; Szucs, Goswami, 2007; Varma, McCann, Schwartz, 2008).

Investigadores, científicos y profesionales de la neurociencia, la neuropsicología, la psicología y la educación proponen tender un puente entre dos perspectivas distintas del aprendizaje para enriquecer tanto la interpretación científica como la educativa, trabajando conjuntamente en actividades de investigación que construyan los conocimientos necesarios (Howard-Jones, 2011). Para ello, se requiere partir de una mentalidad abierta, dispuesta a seguir aprendiendo acerca del cerebro y del aprendizaje a nivel científico y educativo, junto con los métodos y técnicas que se pueden aplicar. De ello se derivan:

- *Nuevos conocimientos y procedimientos innovadores* para los investigadores y para los psicólogos educativos que tienen la oportunidad de aprender y de profundizar en los procesos cerebrales relacionados con el aprendizaje y con el neurodesarrollo.
- *Ampliación de su campo de acción profesional y personal*, ya que se abren y se coordinan en dos mundos diferentes, el de la neuropsicología y el educativo, con un objetivo común que es el bien

de los niños y de los adolescentes, incorporando un soporte científico al proceso educativo y las mejoras metodológicas consecuentes que hacen posible las mejoras de las calificaciones escolares.

- *Enriquecimiento de la realidad educativa* con los avances de la neuropsicología y del campo de la investigación neuropsicológica para la educación.
- *Enriquecimiento de la neuropsicología a través del estudio, la investigación* y las propuestas de programas al ámbito de la psicología educativa y de la educación.
- *Aportaciones y coordinación entre los profesionales* de la psicología educativa, los educadores y la psicología clínica para la prevención e interpretación de diagnósticos, así como para las intervenciones de quien requiere un tratamiento neuropsicológico y educativo al mismo tiempo.

La colaboración entre los neurocientíficos, neuropsicólogos y educadores dará el fruto de una mejor educación de niños y jóvenes para una sociedad mejor preparada para el futuro (Caew y Magasamen, 2010).

### **Objetivos de la Neuropsicología Educativa**

El objetivo de la aplicación de la neuropsicología en el ámbito escolar es enriquecer la realidad educativa; podríamos especificar tres aspectos claves en los que índice directamente, como son la *prevención, el desarrollo y la atención a la diversidad y a las diferencias específicas* (Martín-Lobo, 2012):

- *La prevención para adelantarse a las dificultades* e identificar cuáles pueden ser los riesgos cercanos que se pueden dar, así como pronosticar aspectos del desarrollo más débiles que pueden surgir en las siguientes etapas escolares, si no existe un buen nivel de neurodesarrollo (Solovieva, Quintanar, 2000, 2002).
- *El desarrollo del potencial de cada alumno*, siguiendo modelo de Luria (1980) en el que se activan las áreas de asociación occipito-parieto-temporales para facilitar la entrada de la información en el cerebro, después se procesa dicha información en diferentes áreas entre las que está el córtex prefrontal y de esta forma se puedan llevar a cabo las funciones superiores del pensamiento.
- *La atención a las necesidades específicas de cada alumno* para corregir y reorientar las dificultades de aprendizaje que es uno de los puntos clave de la investigación neuropsicológica y de la práctica de la neuropsicología para superarlas (Semago, Semago (2003); Glozman, 2006, 2009; Akhutina y Krichevet, 2002).

Un planteamiento educativo desde la base neuropsicológica hace posible adelantarnos y evitar posibles dificultades de aprendizaje y puede marcar qué periodo evolutivo y qué momento es el más adecuado para un aprendizaje (Baerklüh, 2009).

### **1.4. Bases neuropsicológicas del aprendizaje**

Para comprender la significación educativa de los descubrimientos científicos, es necesario conocer los procesos cerebrales básicos del cerebro y sus implicaciones educativas. Diferentes autores han estudiado y aplicado programas de formación para científicos y educadores (Ortiz, 2009; García-Moreno, 2014), de neuropsicología infantil (Portellano, 2010) y se han desarrollado planes de estudio de neuropsicología y neurociencia y educación como postgrados oficiales y títulos universitarios (Martín-Lobo, 2012).

Howard-Jones (2011), propone que se estudien conocimientos básicos de Neuroanatomía para comprender la significación educativa de los descubrimientos científicos: neuronas, sinapsis y neurotransmisores; partes del cerebro: cerebelo, cerebro y cuerpo caloso; la corteza cerebral; hipocampo y amígdala; sistema límbico y el tálamo.

La experiencia de la aplicación de la neuropsicología al ámbito educativo indica que es conveniente conocer las bases neuropsicológicas del aprendizaje y del neurodesarrollo, partiendo de conocimientos como los que se proponen a continuación.

### ***Sistema Nervioso, neuronas y plasticidad cerebral***

Las nociones básicas acerca del Sistema Nervioso, de las neuronas y del tejido neuronal, junto al conocimiento de las oportunidades que representa la plasticidad cerebral, aporta nociones de gran interés para organizar actividades de enriquecimiento en el aula con repercusiones en aprendizajes como la lectura y el lenguaje, la actividad sensorial y motora y el ambiente con oportunidades de desarrollo, como veremos a continuación.

- **Sistema Nervioso Central y Sistema Nervioso Periférico:** el Sistema nervioso humano se divide en Sistema Nervioso Central, constituido por el cerebro y la médula espinal, y Sistema Nervioso Periférico, formado por los nervios craneales, los nervios espinales con sus ganglios que ponen en conexión al cerebro y la médula espinal con estructuras periféricas de los músculos, las glándulas y los órganos (Webb y Adler, 2010). Ambos controlan los movimientos corporales e inervan los órganos sensoriales, y parte de carácter autónomo. La sensorialidad y el movimiento son claves para el neurodesarrollo del niño y para realizar los procesos cognitivos desde sus primeros años.
- **Neuronas y tejido cerebral:** al analizar funciones cognitivas como aprender palabras y números o imaginar un movimiento, se ponen en activación neuronas y regiones de tejido cerebral que contienen millones de neuronas y funcionan como pequeñas baterías (Bakemore y Frith, 2007). Hay una diferencia de voltaje entre el interior (negativo) y el exterior de la célula y al activarse, se descarga un impulso (potencial de acción) y entran iones sodio por poros de la membrana, invirtiendo el voltaje. A continuación, se liberan neurotransmisores desde el botón terminal de la neurona y pasan a receptores de dendritas de otras neuronas. Los potenciales de acción producen la activación cerebral. El crecimiento neuronal se produce por la activación y los procesos, no por las soluciones y, en consecuencia, es conveniente organizar actividades de enriquecimiento en el aula mediante la lectura y el lenguaje, la actividad motora, el pensamiento y la solución de problemas, las artes y el ambiente (Jensen, 2004).

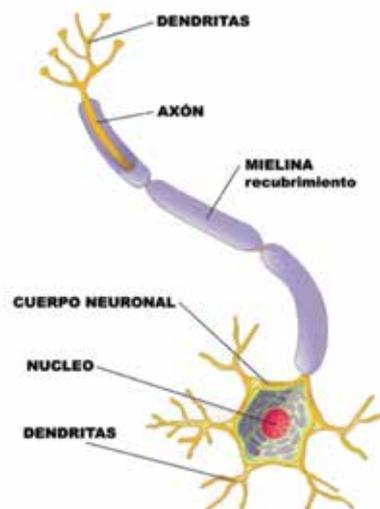


Figura 1. Neurona humana.

Extraído de: <http://recursostic.educacion.es/bancoimagenes/web/>

- **Plasticidad cerebral:** es una de las características del cerebro y consiste en la capacidad de modificar las conexiones sinápticas (Citri y Malenka, 2008). Se ha demostrado ampliamente la eficacia de la intervención temprana en niños de educación especial en diversos ámbitos sensorial, motor, lingüístico y cognitivo debido a la gran plasticidad existente en los primeros años de vida (García-Navarro, Tacoronte, Sarduy, Abdo, Galvizú, Torres, et al, 2000). Los mecanismos responsables de los fenómenos de plasticidad para las diferentes funciones y en las distintas áreas del córtex motor, somestésico y las redes relacionadas con la cognición son los mismos que los mostraron mejoras significativas, por lo que podemos afirmar que las investigaciones realizadas muestran las

posibilidades de modificaciones y mejora de los procesos de neurodesarrollo en base a la activación y aprovechamiento funcional de todas las estructuras del SNC que conservan su funcionalidad normal e incluso aquellas que presentan funciones incompletas en relación al daño cerebral (Hernández-Muela, Mulas y Mattos, 2004).

El educador puede influir en esos cambios y es importante que conozca el sistema en el que puede influir (García-Moreno, 2013). La educación pretende desencadenar una serie de ajustes y modificaciones en el aprendizaje y en el neurodesarrollo que requieren de un sistema nervioso en actividad; si los educadores lo conocen, podrán plantear y diseñar estrategias apropiadas a las modificaciones que se requieran en cada edad o caso.

### ***Cerebro, áreas cerebrales y hemisferios***

El conocimiento de diferentes partes del cerebro y de las funciones que realizan las áreas cerebrales favorece la comprensión de los procesos cerebrales relacionados con los diferentes aprendizajes, como se puede ver a continuación:

- **La médula espinal:** está en la columna vertebral y relaciona el organismo con la sensorialidad, ya que ascienden los axones de las neuronas sensoriales que llevan información al cerebro y descienden los axones motores que llevan órdenes a los músculos y a las vísceras (García-Moreno, 2013).
- **El tálamo:** tiene un papel muy importante en la transmisión de la información aferente a la corteza cerebral, en la sensorialidad y en la motricidad. La información procedente de los sentidos es canalizada por vías separadas y mantienen una inicial independencia funcional, pero solo un 5% y un 10% de las sinapsis proceden de aferentes sensoriales; el 90%-95% son moduladores y proceden de otras zonas, como la capa VI de la corteza, el tronco encefálico, interneuronas y el núcleo reticular del tálamo (Sherman y Guilleri, 2002). Esto tiene gran importancia por su relación con funciones de vigilia (arousal), atención y control de la información enviada a la corteza cerebral (Sherman y Guilleri, 2001).

En la transmisión de la información el tálamo tiene la función de transmitir dicha información entre las áreas corticales y en la coordinación, de forma que establece cambios funcionales en la modalidad sensorial o intermodales (Crabtree., Isaac. (2002).

Las áreas de la corteza reciben aferencias talámicas y los axones se bifurcan en dos ramas, una dirigida al tálamo y otra a los centros premotores y motores del tronco encefálico que pone de manifiesto un enlace sensoriomotor. Percepción y acción están íntimamente unidas en todos los niveles de organización del sistema nervioso, desde la periferia hasta las cortezas de orden superior y el tálamo interviene como supervisor o controlador en las aferencias motoras (Guillery, 2003).

Un ejemplo de este proceso es como desde los núcleos talámicos de orden superior se alcanzan las cortezas sensoriales visuales de orden superior; se envía información a los centros motores subcorticales que se relacionan con instrucciones sobre los movimientos de los ojos y la cabeza y, a la vez, la información pasa de una corteza a otra y puede jugar un papel importante en el procesamiento sensorial (Peña-Casanova, 2007).
- **Los ganglios basales:** tienen funciones relacionadas con los hábitos, las funciones motoras, como sistema central de selección de respuestas y en la adquisición, retención y expresión de la conducta cognitiva por sus conexiones con los lóbulos frontales; con manifestaciones motoras, oculomotoras, cognitivas y conductuales cuando están afectados (Ring, Serra-Mestres (2002). Se relacionan con el ámbito sensoriomotor, cognitivo asociativo y emocional y tiene gran importancia desde edades muy tempranas.
- **El cerebelo:** los circuitos de los ganglios basales y del cerebelo son motores y cognitivos y se relacionan con las neuronas de las áreas corticales a las que están conectados (Middleton y Strick, (2000). El cerebelo se relaciona con funciones de coordinación e integración sensoriomotora, el

aprendizaje motor, la marcha, y en aspectos de funciones cognitivas y afectivas (Ohyama, Nores, Murphy, Mauk, 2003).

- **Hemisferios derecho e izquierdo** que se especializan en algunas competencias y están conectados a través de redes y del cuerpo caloso. La integración hace que la información pueda permanecer a largo plazo. Si son contradictorios hay bloqueos y no se aprende bien (Ferré, 2013).
- **Existe alta especialización de áreas del cerebro y también el cerebro actúa de forma modular**; muchas zonas del cerebro están implicadas en una misma función. **Los lóbulos cerebrales constituyen la corteza cerebral**: las áreas primarias y asociativas están especializadas en la recepción e interpretación de las informaciones sensoriales, en la programación, supervisión y ejecución de las actividades motoras y en el comportamiento (Portellano, 2008). Las áreas primarias reciben las informaciones sensoriales e inician las respuestas motoras voluntarias hacia el exterior. Las áreas secundarias se encargan de la codificación de la información recibida en las sensoriales primarias y aprenden, almacenan y programan las secuencias necesarias para realizar las actividades motoras. Las áreas terciarias integran de forma supra modal la información y son la base de los procesos simbólicos y de las actividades cognitivas complejas. Estas áreas se localizan en el área occipito-parieto-temporal, el sistema límbico y en la corteza prefrontal.

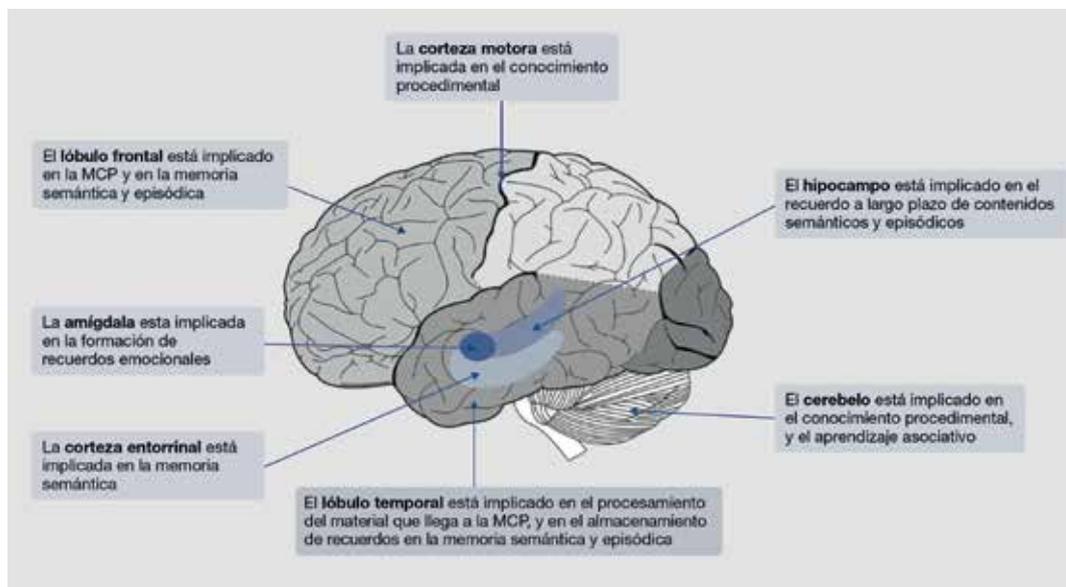


Figura 2. Estructuras cerebrales implicadas en la memoria

Tomado de Delgado Losada, María Luisa, *Fundamentos de Psicología: para ciencias sociales y de la salud*. © 2015. Con autorización de Editorial Médica Panamericana

- **El sistema límbico**: son un conjunto de estructuras situadas alrededor del tronco encefálico que incluye el hipotálamo, las cortezas límbicas y núcleos que forman circuitos muy importantes en las funciones de aprendizaje y memoria (Peña-Casanova, 2007). Está implicado en las emociones, en la motivación para el aprendizaje, en el interés por los contenidos, la memoria a largo plazo y avisa de los peligros mediante la activación de la amígdala, hipocampo, fornix, corteza angulada y cuerpos mamilares.

### **Metabolismo cerebral del niño**

**El cerebro consume energía y glucosa**: el metabolismo cerebral del niño es mucho más activo que el del adulto y en el momento del nacimiento los niños tienen un metabolismo cerebral más activo en el subcortex, tálamo y cerebelo; posteriormente en las áreas cerebrales (Portellano, 2008). La fuente principal de energía para el aprendizaje es la sangre, que aporta nutrientes como glucosa, proteína, oligoelementos y oxígeno; además, el agua aporta el equilibrio electrolítico para su correcto

funcionamiento (Jensen, 2004). Estos datos nos indican la necesidad de proporcionar la nutrición adecuada para el aprendizaje desde el desayuno, antes de asistir al centro educativo, de beber agua con frecuencia y de respirar un ambiente sano y bien ventilado desde las primeras edades.

En síntesis, el conocimiento del Sistema Nervioso Central, de la plasticidad cerebral y del cerebro proporcionan una base científica y enriquecedora para comprender los procesos neuropsicológicos del aprendizaje.

### **1.5. Importancia de la valoración neuropsicológica y de los instrumentos**

La APA (2003), afirma que la neuropsicología es una especialidad que aplica los principios de evaluación e intervención sobre la base del estudio científico de la conducta, relacionada con el sistema nervioso central en el niño y en el adulto. Forman parte de su conocimiento y valoración diferentes aspectos, como la comprensión de la relación del cerebro-conducta y la aplicación del conocimiento a los problemas humanos.

#### ***La evaluación neuropsicológica***

La evaluación neuropsicológica de los niños en edad escolar debe tener en cuenta la situación de cada niño en cuanto a la fase de formación en que se encuentran los sistemas funcionales del cerebro, relacionando la conducta, los niveles de aprendizaje y el cerebro, tal y como estudia la neuropsicología (García-Moreno, 2014), prestando especial atención a los procesos psíquicos complejos (Kolb y Wishaw, 2009).

Es importante la aplicación de la evaluación neuropsicológica y la experiencia así lo muestra:

- a) Para exploración y conocimiento del nivel de desarrollo y diagnóstico de los procesos de aprendizaje.
- b) Para la prevención y el desarrollo del potencial de cada niño, teniendo en cuenta la fase anterior y la posterior que tendrá que superar.
- c) Para el diseño de programas de intervención en el aula y para la actuación de profesionales especializados, cuando el caso lo requiera.

Todos los profesionales e investigadores que han aplicado la neuropsicología a las dificultades de aprendizaje coinciden en una misma concepción y valoración positiva de lo que aporta (Álvarez y Conde-Guzón, 2009). Supone un mayor conocimiento y posibilidades de aplicación de los avances de neuropsicología infantil a las edades evolutivas de cada niño y adolescente, mejor aprovechamiento de los conocimientos y utilización del Sistema Nervioso Central, la descripción más detallada de los procesos que influyen en el aprendizaje y, en consecuencia, un enriquecimiento de la actividad docente y orientadora.

#### ***Requisitos para una eficiente evaluación neuropsicológica***

Los mismos autores proponen unos requisitos necesarios para llevar a cabo en toda evaluación neuropsicológica (Álvarez y Conde-Guzón, 2009):

- Aproximación comprensiva del nivel del desarrollo del proceso que se valora.
- Identificación de las dificultades y de los trastornos con mayor conocimiento de las bases neuropsicológicas que están en la base.
- Validez ecológica para orientar la intervención de forma eficaz.
- Contextualizar el estudio en las etapas del desarrollo en las que se encuentre el sujeto que se valora.
- Tener en cuenta otras variables socioemocionales.

Cuando se realizan evaluaciones neuropsicológicas con el rigor científico que se requiere, se pueden transferir los conocimientos y las aportaciones que conlleva al enriquecimiento de la metodología de los programas escolares. En este sentido, estudios anteriores, como el de Yeates y Taylor (2001), muestran modelos de enseñanza de la lectura que están basados, en parte, en *análisis neuropsicológicos* de los procesos cognitivos del proceso lector.

Para realizar el diagnóstico neuropsicológico se puede proponer uno a nivel general y otra parte a nivel específico, de forma que la evaluación responda a los procesos de la estructura cognitiva del aprendizaje en general y al de los trastornos específicos en particular; por ejemplo, en el lenguaje se puede valorar desde el proceso auditivo receptivo y expresivo en general y los procesos anártricos o afásicos u otros, según sea la función superior afectada (Geromini, 1996, 2007).

Uso de los test y baterías neuropsicológicas representado por el modelo cuantitativo o psicométrico (nace en la escuela de la Haestead, USA).

El modelo cualitativo también se utiliza en neuropsicología, se centra en el proceso de resolución de tareas de sujetos con lesión cerebral (nace en la Psicología soviética con Luria).

Para aplicar bien los instrumentos de valoración neuropsicológica es necesaria la preparación previa y la formación para seleccionar la prueba adecuada al objetivo de valoración. Además, se requieren competencias prácticas de utilización de los manuales correspondientes, de la administración y de la recogida de datos, así como del análisis y la interpretación de los resultados. Es importante asegurar la objetividad en todo el proceso...

### ***Criterios de valoración de pruebas estandarizadas***

El diagnóstico y las intervenciones eficaces dependen, en gran parte, del diseño y la utilización de instrumentos estandarizados, por lo que es necesario analizar las pruebas disponibles y la calidad en cuanto a su fiabilidad y validez. Es conveniente recabar la información de cada prueba para valorar su nivel de calidad mediante los datos que aporta (Martín-Lobo, 2003):

- Componentes y procesos neuropsicológicos que mide.
- Metodología utilizada y técnicas de análisis empleados.
- Muestra representativa.
- Reproducibilidad entre evaluadores para cada escala que mide. Test-retest.
- Coeficientes de correlación.
- Coeficiente promedio de límites (95%).
- Coeficientes de Validez.
- Coeficientes de Fiabilidad.
- Otros aspectos en función de la prueba específica que se valora.

### ***Pruebas Neuropsicológicas***

Las pruebas neuropsicológicas publicadas más utilizadas en la actualidad son las siguientes:

- *ENI. Evaluación Neuropsicológica Infantil* (Matute, Rosselli, Ardila y Ostrosky, 2007).
- *LURIA-INICIAL. Evaluación neuropsicológica en la edad preescolar* (Ramos y Manga, 2006).
- *CUMANES. Cuestionario de Madurez Neuropsicológica para Escolares* (Portellano, Mateos y Martínez Arias, 2012).
- *CUMANIN. Cuestionario de Madurez Neuropsicológica* (Portellano, Mateos, Martínez Arias, Granados y Tapia, 2000).
- *Esquema de Diagnóstico Neuropsicológico* (Ardila y Ostrosky, 2000).

En cada uno de los capítulos de este libro se pueden encontrar las pruebas neuropsicológicas para los procesos que se evalúan.

### **Importancia de los instrumentos de valoración neuropsicológica**

Disponer de instrumentos y pruebas neuropsicológicas es necesario para identificar los niveles de neurodesarrollo de los niños y adolescentes relacionados con el rendimiento escolar y con la conducta, así como para descubrir las bases neuropsicológicas que subyacen y que se pueden mejorar. Por ejemplo, el área motora influye de forma directa en el desarrollo integral del niño, en procesos de lectura, de escritura y cognitivos y es necesario valorar el nivel de desarrollo motor. Pues bien, se considera necesario disponer de instrumentos válidos y fácilmente aplicables para identificar características del desarrollo motor que se encuentren fuera de la variabilidad normal del proceso (Hormigal, Comargo y Orozco, 2008). En algunos casos, es necesario adaptar pruebas ya existentes en diferentes países, como es el caso del estudio realizado para adaptar la prueba *Neurosensory Motor Development Assessment*, de Estados Unidos, adaptación llevada a cabo por estos mismos autores.

Estos mismos autores explican los procesos necesarios para la adaptación y creación de pruebas que se deben realizar con el fin de que garanticen el rigor científico, la ética, la fiabilidad y validez que este tipo de instrumentos requieren:

- *Diseño del instrumento* o de su adaptación por parte de un investigador o grupo de investigación.
- *Aprobación por un Comité de Ética*, siguiendo las recomendaciones para la investigación en seres humanos establecidas en la Declaración de Helsinki, respetando los principios básicos de la ética biomédica. Esta declaración se elaboró y firmó por parte de la Asamblea Médica Mundial en Helsinki (Finlandia) en 1964 y fue ratificada sucesivamente en las asambleas siguientes, incluyendo la última en Fortaleza (Brasil) en 2013. La Declaración está destinada principalmente a los médicos, aunque la AMM insta a otros involucrados en la investigación médica en seres humanos a adoptar estos principios.
- *Revisión del instrumento* por parte de expertos y reorganización y redefinición del instrumento con las aportaciones formuladas por los expertos.
- *Selección de la muestra*. La participación de personas debe realizarse a través de un *consentimiento informado en la investigación de forma voluntaria*.
- *Aplicación y valoración de la prueba* piloto por varios evaluadores. Es conveniente repetir la aplicación y valoración de la prueba para evaluar la reproducibilidad entre evaluadores.
- *Análisis de la información* aplicando los estudios estadísticos necesarios en este tipo de pruebas: medidas de tendencia central y dispersión para caracterizar la población, de *reproductibilidad intra y entre evaluadores, concordancia entre las mediciones* (entre 0, 60 y 0, 80 se considera buena y en 0,80 casi perfecta).
- *Redefinición de la prueba*.
- *Aplicación de la prueba al número de sujetos representativos* de la población para la que se destina.
- *Análisis y valoración estadística de los resultados*.
- *Elaboración definitiva de la prueba*.
- *Publicación de la prueba y difusión de los resultados de la investigación*. Todos los componentes del grupo de investigación son responsables de la integridad y exactitud de sus informes, deben aceptar las normas éticas de entrega de información y cumplir las normas éticas establecidas.

Para llevar a cabo los procesos de creación y validación de pruebas, es necesario contar con profesionales expertos en los procesos neuropsicológicos y en métodos de investigación neuropsicológica, de forma que se pueda asegurar el rigor científico y profesional que este tipo de pruebas requieren.

### **La publicación de los resultados de la investigación de elaboración de pruebas**

Grupos de trabajo como el de Colaboración Croane proponen diferentes criterios de calidad para publicar artículos sobre evaluación de pruebas, de forma que reúnan unos STARD (Standards for Reporting of Diagnostic Accuracy) acerca del diseño, del test y de los resultados, de la validez interna y de la validez externa (Bossuyt PM, Reitsma JB, Bruns DE, Gatsonis CA, Glasziou PP, Irwig LM, et al., 2003). El listado con los 25 elementos a incluir en estudios sobre evaluación de pruebas diagnósticas se refleja en la Tabla I (Carnero-Pardo (2005), p. 642).

**Tabla I. Listado de elementos a incluir en estudios sobre evaluación de pruebas diagnósticas (iniciativa STARD).**

Sección	Elemento	Descripción
<b>Título</b>	1	El artículo se identifica como un estudio Palabras clave sobre validez diagnóstica (VD).
<b>Resumen</b>		
<b>Introducción</b>	2	Consta que el objetivo es estimar la VD o compararla con la de otro test.
<b>Participantes</b>	3	Describe la población estudiada y los criterios de selección y exclusión.
	4	Describe el criterio de reclutamiento: síntomas, otros test, hacer el test actual
	5	Describe el muestreo: consecutivo, aleatorio, no especificado.
	6	Describe la recogida de datos: prospectivo, retrospectivo.
<b>Test</b>	7	Describe el estándar de referencia y su justificación
	8	Describe o referencia las especificaciones técnicas y cómo tomar las medidas.
	9	Describe las unidades de medida, puntos de corte o categorías de los resultados.
	10	Describe si la aplicación de la prueba y del test de referencia se realizó de forma ciega
	11	Describe si la aplicación de la prueba y del test de referencia se realizó de forma ciega.
<b>Estadística</b>	12	Describe los métodos para calcular o comparar la VD y el grado de incertidumbre.
	13	Describe si se ha calculado la fiabilidad y cómo se ha hecho.
<b>Participantes</b>	14	Informa cuándo se realizó el estudio (fecha de inicio y final del reclutamiento).
	15	Informa de los caracteres demográficos y clínicos
	16	Informa de las razones para las pérdidas (diagrama de flujo).
<b>Resultados</b>	17	Informa del tiempo y circunstancias (tratamiento) entre el test y el estándar.
	18	Informa del grado de afectación de los enfermos y del diagnóstico de los no enfermos.
	19	En caso de valores discretos, hay tabla 2 × 2 con los resultados En caso de valores continuos, se informa de la distribución Se describen los resultados perdidos o indeterminados.
	20	Se describen los efectos adversos del test y del estándar.
<b>Estimación</b>	21	Se describe la VD y su incertidumbre estadística (p. ej., IC 95%).
	22	Informa cómo se han manejado los perdidos, indeterminados o extremos.
	23	Informa de la variabilidad de la VD entre evaluadores, centros o subgrupos.
	24	Informa sobre la fiabilidad en el caso de que se haya evaluado.
<b>Discusión</b>	25	Discute la aplicabilidad clínica de los hallazgos del estudio.

### ***Estudios multicéntricos***

Actualmente se realizan estudios entre diferentes universidades y centros que tienen como finalidad estandarizar instrumentos neuropsicológicos en muestras representativas de la sociedad española, que son procedentes de Estados Unidos y Sudamérica. La publicación de estos instrumentos supone un medio idóneo para realizar diagnósticos clínicos y neuropsicológicos fiables y aprovechables también para su aplicación en el ámbito educativo, sobre todo para alumnos con dificultades de aprendizaje.

## **1.6. Investigaciones y experiencias de aplicación de la neuropsicología en la educación**

En los estudios científicos que se realizan en el ámbito educativo se requiere que la investigación sea educativa y científicamente significativa al mismo tiempo (Howard-Jones, 2011). En primer lugar, es necesario partir de la base de conocimientos que consideran los científicos y, al mismo tiempo, establecer las condiciones para que tenga suficiente significación para los psicólogos escolares y los educadores. Esto requiere un enfoque multidisciplinar.

Las investigaciones y los estudios que se centran en el cerebro se pueden realizar en cuatro niveles diferentes, dependiendo del objetivo del estudio que se desee conseguir en cada caso (Jensen (2004):

- elaboración de teorías del aprendizaje y del cerebro
- descubrimiento de laboratorio
- estudios clínicos
- aplicaciones en el contexto.

Las aplicaciones en el contexto son las que se realizan en los centros docentes y suele ser un tipo de investigación-acción que aporta resultados que se pueden verificar en la realidad.

Los propios psicólogos escolares pueden trabajar en equipo con los profesores para tomar datos, aplicar pautas de observación, participar en la aplicación de pruebas sencillas e incluso crear nuevos instrumentos de valoración neuropsicológica para medir aspectos claves en los procesos de aprendizaje y en la madurez infantil y adolescente. Los maestros y profesores están en contacto durante muchas horas con los estudiantes y además tienen un alto nivel de competencia en el diseño y aplicación de actividades, por lo que pueden aportar el diseño de tareas experimentales para estudios científicos, completando la visión del psicólogo escolar o clínico con la perspectiva y el dominio de las metodologías educativas.

### ***Participación en el proceso de valoración***

Durante la aplicación de las pruebas y el proceso de valoración, el educador puede aportar datos de valoración cualitativa acerca de la conducta, las habilidades neuropsicológicas de tipo sensorial y motriz observadas durante la prueba, sobre estrategias cognitivas y actitudes mostradas. Dicha información enriquece el diagnóstico, aporta un conocimiento más completo y se puede recoger con un carácter formal para incluir en la información a analizar. Por ejemplo, en los estudios de tecnología educativa la participación del usuario se considera clave en la fase de diseño (Facer, 2004).

En los informes de estudios científicos se suelen plasmar conclusiones de tipo especulativo nada más y se podrían añadir comentarios críticos sobre la relación que puede existir entre los descubrimientos experimentales y el aprendizaje, proporcionando orientaciones que los psicólogos escolares y los educadores puedan poner en práctica.

### ***Estudios basados en la práctica***

El interés de los educadores por la investigación neuropsicológica en la práctica educativa se incrementa cuando descubren la posibilidad de estudiar los problemas que se encuentran en el aula, desde una perspectiva científica y neuropsicológica. Basar estudios acerca de cómo funciona el cerebro para aprender, aplicar pautas y pruebas a los alumnos que no obtienen un buen rendimiento escolar o valorar con objetividad científica los efectos de la aplicación de programas supone un gran aliciente para ellos.

El reto que supone aplicar investigaciones basados en la práctica educativa y en la psicológica educativa, debe planificarse cuidadosamente para obtener un trabajo científico, y práctico al mismo tiempo, de calidad. Para ello es conveniente tener en cuenta los siguientes aspectos (Howard-Jones, 2011):

- Asegurar la participación de un experto en neuropsicología, con dominio de las competencias científicas, que intervenga en los estudios realizados en la práctica psicológica y educativa.
- Dialogar y trabajar en equipo neuropsicólogos y psicólogos escolares y educadores, para establecer los planes a realizar conjuntamente en cada estudio.
- Elaborar los documentos necesarios, por ambas partes, y revisar las mejoras que se incorporen en el proceso.
- Los neuropsicólogos centran más su interés en la comprensión y la participación de la mente y del cerebro en el proceso estudiado y pueden aportar orientaciones y recursos de programas de intervención al equipo.
- Los informes pueden darse a conocer a la comunidad científica mediante la participación conjunta en congreso y en publicaciones de artículos en revistas científicas.
- Los neuropsicólogos, científicos, psicólogos y educadores descubren nuevos temas de interés para nuevas investigaciones se pueden planificar nuevos estudios concretando la toma de datos, la recogida de observaciones y las medidas informales para identificar y desarrollar nuevos estudios.

### **Formación en neuropsicología**

La formación de los educadores en neuropsicología básica es clave para utilizar conocimientos de neuropsicología en la práctica diaria y generar líneas de investigación que combinen avances básicos con aplicaciones prácticas (Ansari y Coch, 2006). Además, es necesario que los neuropsicólogos puedan compartir el conocimiento para su aplicación a situaciones reales y conseguir una integración conceptual y metodológica que comparta objetivos y conocimiento en el diseño tanto de investigaciones como de intervenciones (Benarós et al. 2010).

Los profesores que adquieren esta formación neuropsicológica, aprenden a diseñar programas y estrategias de aprendizaje teniendo en cuenta el planteamiento y los conocimientos de los procesos cerebrales relacionados con la lectura, la escritura y las técnicas instrumentales de aprendizaje, y entienden que la adquisición de capacidades está influenciada por el desarrollo cerebral.

Estudios actuales, como el de la OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) 2007, publicado en el CERI (Centre for Educational Research and Innovation), titulado: *Understanding the Brain: The Birth of a Learning Science*, reflejan la gran aportación que supone la neurociencia a la educación actual. En este estudio participaron expertos en neurociencia y educación de países de la OECD y de la Comunidad Europea.

Estas investigaciones y experiencias han favorecido la creación de Centros e Instituciones dedicadas a la investigación y a la formación de los educadores en Alemania (Ulm University), Holanda (Lab Denmark), Inglaterra (Cambridge University), Estados Unidos (Sackler Institute), Japón (Riken Brain Science Institute) y otros. Además, los programas Máster de la actualidad dan oportunidades de formación a muchos profesores, como el Máster oficial de Neuropsicología y Educación de la UNIR (Universidad Internacional de la Rioja), con un enfoque de aplicación a la práctica educativa (<http://www.unir.net/master-neuropsicologia-educacion.aspx>), iniciado con anterioridad en el Centro Universitario Villanueva, adscrito a la Universidad Complutense de Madrid y que se imparte también en la Universidad Panamericana de México (<http://www.up.edu.mx/document.aspx?doc=31497>), con más de 600 graduados ya en estos estudios. Otros programas se relacionan con temáticas similares incluidos en Máster de Educación, entre los que podemos destacar el *Master of Education: Program in Mind, Brain and Education* (USA, University of Harvard), (<http://www.gse.harvard.edu/academics/masters/mbe/>).

Estudios actuales, como el de la OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) 2007, publicado en el CERI (Centre for Educational Research and Innovation), titulado: *Understanding the Brain: The Birth of a Learning Science*, reflejan la gran aportación que supone la neurociencia a la educación actual. En este estudio participaron expertos en neurociencia y educación de países de la OECD: Australia, Austria, Belgium, Canada, the Czech Republic, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Japan, Korea, Luxembourg, Mexico, the Netherlands, New Zealand, Norway, Poland, Portugal, the Slovak Republic, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey, the United Kingdom and the United States. La Comunidad Europea formó parte en el trabajo publicado.

Desde los años 90 se vienen aplicando metodologías específicas para el desarrollo de la inteligencia de los niños desde las primeras edades, progresando a las etapas siguientes y a la atención a la diversidad. Estas investigaciones y experiencias han favorecido la creación de Centros e Instituciones dedicadas a la investigación y a la formación de los educadores, psicólogos, logopedas y otros profesionales que están en relación con los niños y jóvenes en edad escolar. Prueba de ello, son los centros creados a raíz del estudio de la OECD, mencionado anteriormente, en Alemania (Ulm University), Holanda (Lab Denmark), Inglaterra (Cambridge University), Estados Unidos (Sackler Institute), Japón (Riken Brain Science Institute) y otros que se han creado con la finalidad de descubrir nuevas metodologías y formar a los profesionales de la educación y a todos los que están en relación con el desarrollo y la educación infantil.

Los programas que se aplican en este tipo de centros y en algunos centros educativos, están resultando altamente efectivos en todos los alumnos y, de forma especial, por las necesidades urgentes de mejora, para aquellos alumnos que tienen dificultades en el aprendizaje. Hasta ahora, en muchas ocasiones, los profesionales educativos y psicólogos escolares, podíamos trabajar en los “síntomas” que mostraban los niños y algunas causas que las producen; en la actualidad, podemos descubrir muchas más “causas” que están en la base de muchos problemas de fracaso escolar, gracias a los conocimientos que nos aporta la neurociencia y la neuropsicología.

El fracaso escolar es una de las preocupaciones más importantes en nuestra sociedad. Los resultados de los últimos informes PISA así lo muestran. Estos datos nos estimulan a buscar soluciones y a descubrir nuevos procedimientos para que cada uno de los alumnos en edad escolar pueda desarrollar todo su potencial. La formación de posgrado de los maestros, psicólogos y profesionales de la educación, requieren una formación específica actual que va más allá de la formación universitaria que reciben y que puede aportar el *Máster en Neuropsicología y Educación*.

En el caso de Finlandia, por ejemplo, que es el país que obtiene los mejores resultados educativos en los Informes PISA, se incluye la neuropsicología entre los planes de estudio de Psicología.

En Reino Unido se llevan a cabo programas de formación, como el Máster of Neuroscience and Education en la University of College of London y en la University of Bristol, programas de investigación como el Centre for Neuroscience in Education en la University of Cambridge, como los estudios sobre la dislexia Goswami (2015, 2014, 2013) y equipos de investigación en Neuropsicología Cognitiva e investigación en edades tempranas y en dificultades y trastornos de aprendizaje en la University of College of London.

En síntesis, la neuropsicología educativa está aportando rigor científico, aplicación práctica y profesionalidad al ámbito educativo. El trabajo en equipo de todos los profesionales que se relacionan con cada niño y adolescente, junto con la investigación y la colaboración de la familia incidirán claramente en una mejor calidad personal y educativa.

## 1.7. Bibliografía

- Ávarez, T. y Conde-Guzón, P. (2009). Formación de subtipos de niños con problemas Escolares de aprendizaje a partir de la Evaluación Neuropsicológica, Capacidades cognitivas y comportamiento. *Clínica y Salud*, 1, 19-41.
- Allen, J. B. (2002). Clinical Neuropsychology and allied disciplines. En J. B. Allen, *Treating patients with neurological disorders: A clinician's guide to assesmente and referral*. Washington, DC, APA, 11-27.
- Ansari, D. y Coch D.(2006). Bridges over troubled waters: education and cognitive neuroscience. *Trends Cogn Sci*, 4, 146-51.
- Ball, W.S., Byars, A.W., et al.(2012). Total and regional brain volumes in apopulation-based normative sample from 4 to 18 Years: the NIH MRIstudy of normal brain development. *Cortex* 22 (1), 1-12.
- Benarós, S., Lipina, S.J., Segretin, M.S., Hermida, M.J., Colombo, J.A. (2010). Neurociencia y educación: hacia la construcción de puentes interactivos. *Rev Neurol*, 50, 179-186.
- Blakemore, S.J., Burnett, S., et al., (2010). The role of puberty in the devel-oping adolescent brain. *Hum. Brain Mapp*. 31 (6), 926-933.

- Blumenfeld-Katzir T, Pasternak O, Dagan M, Assaf Y (2011). Diffusion MRI of Structural Brain Plasticity Induced by a Learning and Memory Task. *PLoS ONE* 6(6): e20678. doi:10.1371/journal.pone.0020678
- Bossuyt PM, Reitsma JB, Bruns DE, Gatsonis CA, Glasziou PP, Irwig LM, et al. (2003). Towards complete and accurate reporting of studies of diagnostic accuracy: the STARD initiative. *BMJ*, 326, 41-4.
- Bruer, JT. Education and the brain: a bridge too far. *Educational Researcher* 2, 4-16.
- Caew, TJ, y Magsamen, SH. (2010). Neuroscience and Education: An ideal Partnership for producing evidence-based solutions to guide 21 Century Learning. *Neuron*, 67:685-688.
- Carnero-Pardo, C. (2005). Evaluación de las pruebas diagnósticas. *Rev Neurol*, 40 (11), 641-643.
- Crabtree, JW., Isaac, JT. (2002). New intrahalamic pathways allowing modality –related and cross-modality switching in the dorsal thalamus. *J. Neuroc*, 22, 875-6.
- Citri, A, Malenka, RC. (2008). Synaptic plasticity: multiple forms, functions and mechanisms. *Neuro-psychopharmacology Rev*, 33, 18-41.
- Facer, K. (2004). *Designing Educational Technologies With Users*. Bristol: FutureLab.
- Feinberg, T. E. Farah, M. J. (2006) A historical perspective on cognitive neuroscience. En Feinberg, T. E. Farah, M. J. (eds.), *Patient-based approaches to cognitive neuroscience*, Cambridge, MA: MIT Press.
- Flores-Lázaro, J.C., Ostrosky-Solís, F. y Lozano, A. (2008). Batería de funciones ejecutivas, presentación. *Revista de Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 8 (1), 151-158.
- García-Moreno, L.M. (2014). *Psicobiología de la educación*. Madrid: Síntesis.
- García-Sabrio, D. Introducción histórica al modelo neuropsicológico. *Rev Neurol*, 2004.
- Germinini, G. (1996). Diagnóstico diferencial en neuropsicología: Las alteraciones del lenguaje infantil. *Fundación Dr. J. R. Villavicencio. Anuario* núm. 4: 118-123.
- Germinini, G. (2007). Cálculo, razonamientos matemáticos y lectoescritura en niños con patología neurolingüística, agnósico-aprática y apractognósica, *Fundación Dr. J. R. Villavicencio. Anuario* núm. 15.
- Gil, R. (2006). *Neuropsychologie*. Paris: Masson.
- Giorgio, A., Watkins, K.E., et al. (2010). Longitudinal changes in grey and white matter during adolescence. *Neuroimage*, 49 (1), 94-103.
- Gogtay, N., Giedd, J.N., et al. (2004). Dynamic mapping of human cortical development during childhood through early adulthood. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 101 (21), 8174–8179.
- Gold, S.M., Voskuhl, R.R. (2009). *Estrogen and testosterone therapies in multiple sclerosis*. *Prog Brain Res*, 175, 239-51.
- Goswami U. (2014). The neural basis of dyslexia may originate in primary auditory cortex. *Brain*, 137(12), 3100-3102. doi: HYPERLINK “http://brain.oxfordjournals.org/lookup/doi/10.1093/brain/awu229”10.1093/brain/awu229
- Goswami U. (2015). Visual attention span deficits and assessing causality in developmental dyslexia. *Nat Rev Neurosci*. 16(4):225. HYPERLINK “http://www.nature.com/nrn/journal/v16/n4/full/nrn3836-c2.html”doi: 10.1038/nrn3836-c2
- Goswami U. & Leong V. (2013). Speech rhythm and temporal structure: Converging perspectives? *Lab. Phon.* 4 (1), 67-92. doi HYPERLINK “http://dx.doi.org/10.1515/lp-2013-0004”10.1515/lp-2013-0004
- Guillery, RW. (2003). Branching thalamic afferents link action and perception. *J. Neurophysiol*, 90, 539-48.
- Hormigal, C. M.; Comargo, D. M. y Orozco, L. C. (2008). Reproducibilidad y validez convergente de la Escala Abreviada del Desarrollo y una traducción al español del instrumento. *Neurosensory Development Assessment. Biomédica* 28, 237-46.
- Howard-Jones (2011). *Investigación neuroeducativa. Neurociencia, educación y cerebro: de los contextos a la práctica*. Madrid: La Muralla.
- Jensen, E. (2004). *Cerebro y aprendizaje. Competencias e implicaciones educativas*. Madrid: Narcea.
- Junqué, C., Barroso, J. (1994). *Neuropsicología*. Madrid: Síntesis.
- Kolb, B. y Wishaw, I.Q. (2009). *Manual de Neuropsicología*. Madrid: Síntesis.
- Kroes, M., Kessels, AG., Kalf, AC., Feron, FJ., Vissers, YL., Jolles, J. et al. (2002). Quality of movement as predictor of ADHD. Results from a prospective population study in 5- and 6-year-old children. *Dev Med Child Neurol*, 44, 753-60.
- Lenroot, R.K., Gogtay, N., et al., 2007. Sexual dimorphism of brain developmental trajectories during childhood and adolescence. *Neuroimage*, 36 (4), 1065–1073.

- Luria, A. (1980). *Higher cortical Functions in Man*. New York: Basic Book
- Martín-Lobo, P. (2003). *La lectura. Procesos neuropsicológicos de aprendizaje, dificultades, programas de intervención y estudio de casos*. Barcelona: Lebrón.
- Martín-Lobo, P. (2006). *El salto al aprendizaje. Cómo obtener éxito en los estudios y superar las dificultades de aprendizaje*. Madrid: Palabra.
- Middleton, FA. y Strick, PL. (2000). Basal ganglia and cerebellar loops: motor and cognitive circuits. *Brain Res Rev.* 31, 236-50.
- Ortiz, T. (2009). *Neurociencia y Educación*. Madrid: Alianza.
- Ohyama, T., Nores, WL., Murphy, M., Mauk, MD. (2003). What the cerebellum computes. *Trends. Neurosci* 26, 222-7.
- Peña-Casanova, J. (2007). *Neurología de la Conducta y Neuropsicología*. Madrid: Panamericana.
- Pérez, M., Escotto, E., Arango, JC., (2014). *Rehabilitación neuropsicológica. Estrategias en trastornos de la infancia y del adulto*. México: Manual Moderno.
- Portellano, J.A. (2005). *Introducción a la neuropsicología*. Madrid: McGraw-Hill interamericana de España.
- Portellano, J.A. (2008). *Neuropsicología infantil*. Madrid: Síntesis.
- Raznahan, A., Lerch, J.P., et al., 2011. Patterns of coordinated anatomical change in human cortical development: a longitudinal neuroimaging study of maturational coupling. *Neuron*, 72 (5), 873–884.
- Sherman, S.M. Guillery, R.W. (2001). *Exploring the thalamus*. San Diego, California: Academic Press.
- Ring, HA., Serra-Mestres, J. (2002). Neuropsychiatry of the basal ganglia. *J. Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2002; 72:12-21.
- Sherman, S.M., Guillery, R.W. (2002). The role of the thalamus in the flow of information to the cortex. *Phil Trans R. Soc London B.*, 357, 1695-708.
- Shaw, P., Kabani, N.J., et al. (2008). Neurodevelopmental trajectories of the human cerebral cortex. *J. Neurosci*, 28 (14), 3586–3594.
- Solovieva, Y., Quintanar, L. (2000). *Evaluación neuropsicológica infantil breve*. Mexico: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Solovieva, Y., Quintanar, L. (2002). The role of zone pf proximate development in diagnostic of intellectual development. *V congress On Activity Theory And Cultural Research*, Amsterdam, Holland.
- Sowell, E.R., Thompson, P.M., et al., 2004. Longitudinal mapping of cortical thickness and brain growth in normal children. *J. Neurosci*. 24 (38), 8223–31.
- Sullivan, MC. y McGraft, MM. (2003). Perinatal morbidity, mild motor delay and later school outcomes. *Dev Med Child Neurol*, 45,104-12.
- Szucs, D., Goswami, U. (2007). Educational neuroscience: defining a new discipline for the study of mental representations. *Mind, Brain, Education*, 3,114-127.
- Tirapu- Ustárriz, J., García-Molina, A., Luna-Lario,P., Roig-Rovira, T., Pelegrín-V. (2008). Modelos de funciones y control ejecutivo. *Rev Neurol*, 46: 742-50.
- Varma, S., McCansliss, BD., Schwartz, DI. (2008). Scientific and pragmatic challenges for bridging education and neuroscience. *Educational Researcher*, 3,140-52.
- Webb, W.G. y Adler, R.K. (2010). *Neurología para logopedas*. Barcelona: Elsevier Masson.
- Yeates, K. O. y Taylor, H.G. (2001). Neuropsychological assesment of children. En J, J, W. Andrews,. D. H. Saklofke y H. L. Lanzen (Eds). *Handbook of Psychoeducational Assesmente. Ability, Achievement, and Behavior in Children*, 415-450.

### Lecturas recomendadas

- Ardila, A. y Roselli, M. (2007). *Neuropsicología clínica*. Méjico: Manual Moderno.
- Glozman, J. (2002). La valoración cuantitativa de los datos de la evaluación neuropsicológica de Luria. *Revista Española de Neuropsicología*, 4, 2-3, 179-96.
- Manga, D. y Campos, F.R. (2002). *Luria inicial. Valoración neuropsicológica en la edad preescolar: manual*. Madrid: TEA Ediciones.
- Quintanar, L. y Sosavieva, Y. (2003). *Manual de evaluación neuropsicológica infantil*. México. Universidad Autónoma de Puebla.

- Cardinalli, D. (2007). *Neurociencia aplicada. Sus fundamentos*. Buenos Aires. Editorial Médica Panamericana.
- Cuetos, F. (2012). *Neurociencia del lenguaje. Bases neuropsicológicas e implicaciones clínicas*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Freides, D. (2010). *Trastornos del desarrollo. Un enfoque neuropsicológico*. Barcelona: Ariel Neurociencia.
- Jensen, E. (2010). *Cerebro y aprendizaje. Competencias e implicaciones educativas*. Madrid: Ed Narcea.
- Martín-Lobo, P. (2012). La neurociencia en la formación inicial de educadores: una experiencia innovadora. *Participación educativa. La investigación sobre el cerebro y la mejora de la educación*, 1. 93-101.
- Matute, E., Roselli, M., Ardilla, A. Otrosky-Solis, F. (2007). *Evaluación neuropsicológica infantil (ENI)*. Méjico: Manual Moderno.
- Ortiz, T. (2009). *Neurociencia y Educación*. Madrid: Alianza.
- Peña-Casanova, J. (2007). *Neurología de la conducta y Neuropsicología*. Madrid: Panamericana.
- Roselli, M.; Matute, E, y Ardilla, A. (2007). *Neuropsicología del desarrollo infantil*. Méjico: Manual Moderno.
- Tirapu, J. (2007). *La evaluación Neuropsicológica*. *Psychosocial Intervention*, 16.

# Aspectos psicométricos que deben considerarse en la evaluación neuropsicológica en el ámbito escolar

Enrique Navarro Asencio

## 2.1. Introducción

Este capítulo tiene el propósito de describir al lector los aspectos clave que deberá considerar en el proceso de evaluación de variables neuropsicológicas. No solo los profesionales de la psicología o la pedagogía evalúan este tipo de variables. Esta evaluación implica directamente la medida como proceso de recogida de información mediante instrumentos de medición cuantitativos, principalmente test neuropsicológicos, los docentes también pueden enfrentarse a esta situación y necesitan dominar ciertas competencias vinculadas con el proceso de medida de variables.

El proceso de medida de variables neuropsicológicas no es tan sencillo como medir, por ejemplo, la longitud de un objeto. Si quisiéramos medir esa longitud podríamos recurrir a un instrumento de medida muy común en todos los hogares: el metro. Esa herramienta está en una escala determinada, el sistema métrico, donde 100 centímetros equivalen a un metro. Para medir variables neuropsicológicas necesitaremos instrumentos adecuados, lo habitual son **test neuropsicológicos**.

Se utiliza el término **test neuropsicológico** para denominar a un grupo de instrumentos de recogida de información que se utilizan para medir esas variables neuropsicológicas. Estos instrumentos para garantizar que logran su objetivo deben cumplir ciertos requisitos psicométricos, principalmente que realmente son capaces de medir lo que dicen que miden (validez) y que las puntuaciones están libres de error (fiabilidad).

Por tanto, si utilizamos este tipo de instrumentos es muy conveniente conocer cuáles son los pasos fundamentales para su construcción, cómo se estiman las puntuaciones que finalmente se asignan a los sujetos y la forma de interpretarlas. Este capítulo no pretende ser una guía para elaborar test, pero sí describir los aspectos necesarios para hacerlo.

Si el lector quiere construir una herramienta de este tipo deberá adquirir mayor conocimiento sobre algunos de los conceptos que se mencionan aquí. Para ello, ofrecemos bibliografía que puede consultar para tal propósito.

## 2.2. La evaluación de variables neuropsicológicas

La evaluación de variables neuropsicológicas consiste en emitir juicios objetivos sobre los niveles que alcanzan los sujetos en esos aspectos. Evaluar no debe confundirse con medir o recoger información, aunque están relacionadas: llevar a cabo una evaluación implica un proceso de recogida de información y un proceso de medida.

Evaluar es una práctica orientada hacia la mejora, es decir, evaluamos los aspectos neuropsicológicos para determinar los niveles y proponer acciones de mejora. Mateo (2000) define la evaluación como un proceso de recogida de información que se orienta hacia la elaboración de un juicio de valor sobre algún sujeto, objeto o intervención y para Scriven (1991) es un proceso que tiene por misión determinar, de forma objetiva y sistemática, el mérito, la capacidad y el valor.

De las definiciones anteriores se pueden extraer algunas características definitorias de la evaluación. En primer lugar, es un proceso cuyo objetivo es emitir una valoración o juicio y ese juicio debe ser objetivo. En segundo lugar, la recogida de información juega un papel fundamental. Es necesario contar con datos sobre el objeto o sujeto evaluado que permitan emitir ese juicio de valor. Además, este proceso se debe asociar con la toma de decisiones con el propósito de conseguir una mejora.

La **medición** es la herramienta que utiliza la evaluación para recopilar la información objetiva necesaria para emitir un juicio o valoración. Por tanto, la evaluación está vinculada con la toma de decisiones, es imprescindible emitir un juicio de valor sobre la persona o situación que está sometida a evaluación. Y ese juicio ha de ser justo, es decir, el nivel o puntuación de distintos sujetos en algún aspecto neuropsicológico se obtendrá siguiendo los mismos criterios y debe permitir la comparación. Un evaluador debe rodearse de los mejores instrumentos de recogida de información que permitan la evaluación fiable de este tipo de variables, lo que implica proceso de medición cuantitativa.

Este capítulo se centra en la medición cuantitativa de aspectos neuropsicológicos, pero esto no quiere decir que un profesional no pueda utilizar otro tipo de herramientas de recogida de información (observación sistemática, entrevistas, etc.) para emitir un diagnóstico.

En el campo de la neuropsicología es fundamental destacar el papel de la persona evaluadora experta que, en muchas ocasiones, es el agente encargado de completar el test. Algunos de los test neuropsicológicos están dirigidos a evaluar sujetos de edades tempranas por lo que no es posible que los evaluados sean los que respondan directamente a la prueba y, en estos casos, se ha de contar con un observador-evaluador que se encargue de completarla. Por ejemplo, los test encargados de medir aspectos motrices solicitan a los evaluados que desarrollen ciertos ejercicios mientras el observador-evaluador decide el nivel de dominio de esos aspectos. Este papel como observador demanda formación especializada y experiencia para no influir en la valoración, es fundamental actuar de forma totalmente objetiva.

### ***El proceso de medida***

Cada vez que se observa un fenómeno o se administra un determinado test, cuestionario o encuesta a un sujeto, se está llevando a cabo un proceso de medición de variables. Como se ha mencionado, si un metro se utiliza para medir la longitud o distancia, un test se emplea para medir alguna variable o característica de las personas, por ejemplo su inteligencia.

De la misma forma que existen varias escalas para medir la distancia, como el sistema métrico (milímetro, centímetro, etc.), el sistema náutico (milla, legua, etc.) o el inglés (pulgada, pie, yarda, etc.); también puede haber diferentes escalas para medir la inteligencia (factor G, Inteligencias Múltiples, cociente intelectual, etc.). Las distintas escalas se obtienen empleando instrumentos distintos para realizar la medida, en este caso diferentes test de inteligencia.

Por tanto, el proceso de medida consiste en convertir a una escala numérica diferentes objetos o atributos considerando unas reglas establecidas de antemano. Este proceso parece sencillo cuando tenemos que medir objetos o características que se observan directamente, por ejemplo, la longitud de un objeto. Es posible, utilizar el metro y aplicarlo directamente para conseguir los datos, pero ¿qué ocurre con las variables que no se observan directamente, como los aspectos neuropsicológicos?

Cuando una variable no se observa de forma directa se debe partir de las definiciones teóricas (constructos) para planear las evidencias empíricas que permitan medir ese aspecto. El proceso que permite pasar de una definición o constructo teórico a su medición se denomina **operacionalización de una variable**.

Si seguimos con el ejemplo de la variable inteligencia, en primer lugar, el investigador debe situarse en una de las perspectivas teóricas que la definen. Imaginemos que se opta por un concepto de inteligencia como capacidad para resolver problemas y adaptarse a nuevas situaciones. Y, en segundo lugar, el investigador debe decidir cómo va a conseguir evidencias empíricas de este aspecto, es decir, elegir uno de los test disponibles (WPPSI, WISC-R, Test de aptitudes diferenciales, etc.).

Hay diferentes escalas de medida de variables, son cuatro:

- A. **Escalas nominales:** se emplean para clasificar o categorizar sujetos u objetos y determinar si son iguales o no respecto a alguna característica o variable. Por ejemplo, la lateralidad está medida en una escala nominal cuando únicamente permite diferenciar el tipo que tiene cada sujeto (homogénea, cruce visual, sin definir...), otros ejemplos de variables que se miden con una escala nominal son el color de pelo (rubio, moreno, blanco...), el género (masculino y femenino), etc. Son, por tanto, escalas para clasificar a los sujetos y solo permite establecer relaciones de igualdad-desigualdad. No se pueden realizar operaciones matemáticas con este tipo de escalas, únicamente frecuencias y porcentajes de cada categoría o la moda.
- B. **Escalas ordinales:** permiten establecer un orden de mayor o menor grado o al revés, de los sujetos respecto alguna variable. Además de la relación de igualdad-desigualdad también es posible tiene mayor o menor nivel en atributo, pero no la distancia exacta que hay entre ellos. Un ejemplo típico de este tipo de escalas son las tipo Likert que permiten señalar el grado de acuerdo con diferentes afirmaciones (Totalmente de acuerdo-Totalmente en desacuerdo). Además de frecuencias, porcentajes y la moda, también es posible calcular con este tipo de escalas la mediana y medidas de posición (terciles, cuartiles, centiles...).
- C. **Escalas de intervalo:** los valores que asignan este tipo de escalas a las variables permiten conocer la distancia exacta que tienen dos sujetos en el nivel de una variable, es decir, es posible saber cuál es la magnitud de la diferencia. La característica determinante de estas escalas es que no existe cero absoluto, lo que quiere decir que obtener un valor cero en una escala de intervalo no significa que un sujeto carezca de esa variable, por ejemplo, si un sujeto obtiene un valor cero en un test de inteligencia no quiere decir que no sea inteligente. Esta posición arbitraria provoca que no se pueda afirmar que un sujeto con una puntuación de 8 puntos en inteligencia sea el doble de inteligente que alguien que obtiene 4 puntos.
- D. **Escalas de razón:** es una escala de intervalo pero se añade la propiedad del cero absoluto, es decir, el valor cero en este tipo de escalas indica la ausencia de esa variable. Son ejemplos de variables medidas con estas escalas el tiempo, la altura, el peso, la velocidad, etc. En consecuencia, esta característica permite afirmar que una puntuación de 200 en una escala de razón es el doble que un valor de 100, por ejemplo, 200 km/h es el doble de velocidad que 100 km/h.

### ***La teoría psicométrica***

Antes de describir los principios de la **teoría psicométrica** es conveniente llevar a cabo una aproximación a las características de un test como herramienta de medida cuantitativa. Son muchas las definiciones que se ofrecen en la literatura sobre el significado de los **test**, la primera de

ellas la realizó Cattell en 1890 y caracterizó los test como aquellos procedimientos que permiten obtener información objetiva de un sujeto cuando se enfrenta a la resolución de unas tareas determinadas. Para Anastasi (1980) es una medida objetiva y tipificada de una muestra de conductas; Yela (1980) define un test como una situación problemática, planificada previamente a la que el sujeto debe responder siguiendo unas instrucciones y a partir de las respuestas se estima, por comparación con las respuestas de un grupo normativo (o un criterio u objetivo). Finalmente, Cronbach (1990), un siglo después de la definición de Cattell, lo define como un procedimiento sistemático para observar la conducta y describirla con ayuda de escalas numéricas o categorías establecidas.

Tomando como base diferentes concepciones sobre el término, Martínez-Arias (1995, pág. 31) presenta las **características** principales de los **test**:

- Medida objetiva, que implica la idea de seguridad y precisión de la medida.
- A partir de una muestra de conductas: dado un rasgo o una característica del sujeto que se pretende medir, se elegirán para formar el test elementos que constituyan una muestra representativa del conjunto de aspectos de dicho rasgo o conducta. Las respuestas concretas al test representan únicamente una pequeña proporción de la población de conductas posibles.
- Técnica sistemática: el sujeto responde en una situación problemática que se ha dispuesto y analizado previamente, y siguiendo unas instrucciones concretas.
- Comparar conductas: la respuesta de un sujeto se estima por comparación con un grupo normativo o criterio u objetivo externo.
- Predicción o inferencia: la realización de un test implica por lo general una predicción o inferencia acerca de conductas más generales e importantes que las observadas durante la ejecución del test.

Un test tiene que contar con una situación o estímulo, normalmente un ítem, común para todos los sujetos que lo contestan. Las instrucciones y la forma de contestar también deben ser iguales para todos los que se enfrenten a la prueba. Y la corrección de las respuestas a esos ítems se realiza siguiendo unos criterios previamente establecidos con el propósito de estimar un valor numérico.

La teoría psicométrica trata de trasladar las propiedades de la medida de variables como la longitud o el peso a la medida de constructos psicológicos. Bajo esta teoría las cantidades numéricas que se asocian a las variables neuropsicológicas de un sujeto realmente muestran diferencias en el grado de adquisición, es decir, un sujeto que obtenga 150 puntos en una prueba de creatividad tendrá mayor nivel que otro que obtenga 100. El problema es que su objetivo es medir atributos que no se observan directamente y pretenden construir una escala de puntuaciones que refleje fielmente un constructo neuropsicológico a través de las respuestas de los sujetos a determinados estímulos o ítems.

La construcción de un test para medir aspectos neuropsicológicos u otros rasgos cognitivos implica vincular las respuestas a los distintos ítems con esa variable que pretenden medir, dicho de otro modo, las puntuaciones que obtienen los sujetos que se enfrentan a la prueba deben estar relacionadas con ese constructo neuropsicológico. Esa relación se establece mediante lo que se denomina modelo de medida y se diferencian principalmente dos:

#### **Teoría Clásica de los Test (TCT)**

Los test elaborados bajo los supuestos de esta teoría ponen el foco de atención en la puntuación total producto del conjunto de ítems que lo componen, que se calcula como la suma de sus respuestas o como la proporción de aciertos, dependiendo del tipo de reactivos (puede haber variaciones ponderando el peso que cada ítem tiene sobre la puntuación final o como promedio en escalas ordinales con el mismo número de categorías, como las tipo Likert).

En esta teoría la puntuación que obtiene el sujeto en un test, su puntuación observada, puede ser más o menos precisa para conocer el nivel que realmente tiene un sujeto en la variable medida, su puntuación verdadera, en función de la fiabilidad del test. Si un test tiene baja fiabilidad la puntuación observada tendrá más error y será menos precisa y la precisión aumentará a medida que aumente su fiabilidad. Una variación de esta teoría es la denominada **Teoría de la Generalizabilidad** (Cronbach, 1972) que utiliza el análisis de varianza para estudiar cómo afectan diferentes condiciones o facetas (distintos tipos de ítems, distintos evaluadores, etc.) al error de medida.

### Teoría Respuesta al Ítem (TRI)

La segunda aproximación es la **Teoría Respuesta al Ítem (TRI)**. Los vínculos entre esas conductas observadas en las respuestas a los ítems que forman parte de un test y el constructo medido se establecen de distinta forma bajo los supuestos de esta teoría, se utilizan para ello diferentes modelos matemáticos basados en la probabilidad de respuesta. En lugar de considerar la puntuación total en el test, analiza el patrón de respuestas a los ítems que lo componen para la estimación de la puntuación final. Esa puntuación ya no depende de la fiabilidad del test, sino de los distintos parámetros de los ítems (varían en función del modelo que se utilice para la estimación: dificultad, discriminación y azar son los más comunes). Con esos parámetros se elabora la **Curva Característica del Ítem (CCI)** que indica la probabilidad de responder correctamente en función de la puntuación final obtenida en el constructo evaluado, como en el siguiente gráfico:

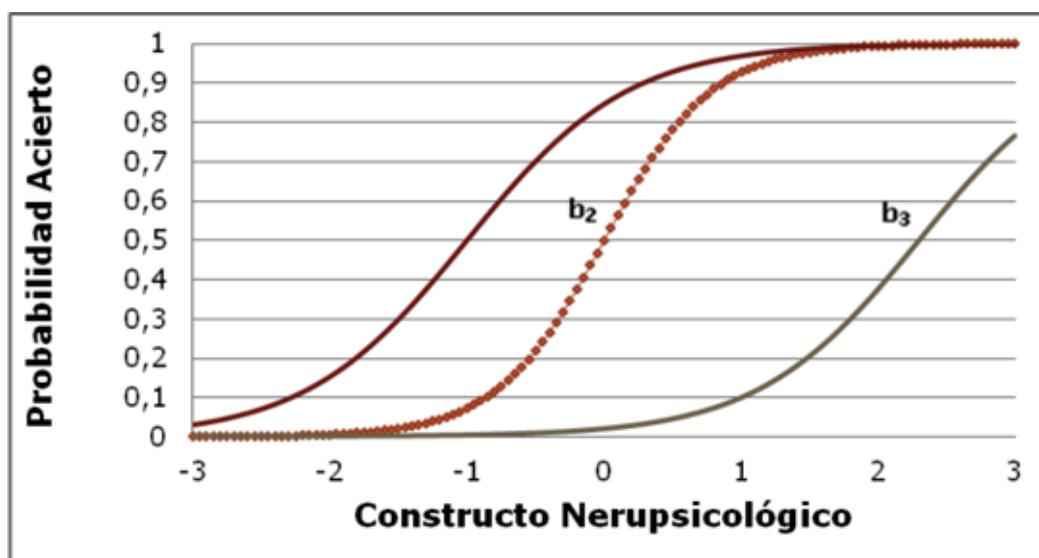


Figura 1. Curva Característica de tres ítems con distinta dificultad.

La figura anterior es un ejemplo para ítems dicotómicos (acierto/error, sí/no, etc.), la curva varía si los ítems tienen más de dos posibilidades de respuesta (ítems politómicos). En el eje de ordenadas incluye la probabilidad de acertar el ítem, superar el 0,5 quiere decir que tienes más del 50% de probabilidades de acierto. Y en el eje de abscisas la puntuación en el constructo evaluado en una escala estandarizada. Cada línea representa un ítem y se observa que el nivel de rasgo necesario para responder correctamente a cada uno es distinto.

El concepto de dificultad varía respecto a la TCT. Si en esa teoría la dificultad de un ítem se define como la proporción de casos que aciertan ese ítem, es un valor entre cero y uno, si se aproxima a uno el ítem es más fácil porque lo acierta una mayor proporción de casos. En TRI la dificultad de un ítem es la puntuación que necesita alcanzar un sujeto para responder de forma correcta, es decir, cuando la probabilidad supera el 0,5. El parámetro de dificultad tiene la misma escala que la del constructo evaluado y habitualmente se denomina parámetro  $b$ , por ejemplo, si un ítem tiene una dificultad de 1,2 quiere decir que necesitará lograr al menos esa puntuación en el test para responder correctamente.

También el concepto de fiabilidad cambia en esta teoría, aquí se estudia la función de la información del test. Este concepto, de forma teórica, es similar a la fiabilidad de la TCT, pero en lugar de estimar una fiabilidad completa para todo el test, se estudia para cada nivel de la escala construida, es decir, el test puede ser más fiable para estimar valores intermedios que valores extremos.

Dentro de esta teoría existen varias aproximaciones, los modelos basados en la curva normal sugeridos por Thurstone (1928) y desarrollados por Lord (1952) o los modelos logísticos de Rasch (1960) y Birnbaum (1968).

Elegir una de ambas opciones, TCT o TRI, es una de las decisiones que deben tomarse en el proceso de elaboración de un test. Y para conseguir un buen instrumento psicométrico se han establecido ciertas “reglas”, aceptadas por toda la comunidad de profesionales que utilizan estas herramientas, para garantizar la rigurosidad de la medida. Esas reglas son propiedades de los test como su fiabilidad o validez. Independientemente del tipo de variable que se pretenda medir, un test no podrá ser utilizado si no cumple con esas garantías.

#### Fiabilidad:

Cuando se aplica el mismo test a los mismos sujetos en varias ocasiones es posible que las puntuaciones no sean iguales para cada uno en todas las mediciones, aunque sean parecidas. La fiabilidad hace referencia a esa precisión y estabilidad de una medición. Un test será más fiable a medida que esas puntuaciones obtenidas en distintas mediciones sean más parecidas, es decir, cuando se cometan menos errores en el proceso de medición. Para considerar un test fiable se establecen ciertos límites y analizando esa fiabilidad podemos conocer para qué y con qué garantías utilizarlo.

Hay muchos factores que pueden ser fuentes de error en el proceso de medida y que pueden estar provocadas por el test, como una interpretación errónea de las instrucciones o ítems redactados de forma ambigua, pero también producidas por aquellos a los que se aplica el test (fatiga, suerte, nivel de comprensión de las instrucciones, motivación etc.) En el campo de la neuropsicología los errores de medida pueden producirse en los test y, en ocasiones, en los observadores encargados de completarlos. Así que debemos mencionar aquí también el concepto de fiabilidad vinculado a esos observadores, a los denominados jueces (fiabilidad interjueces).

Hay diferentes formas de comprobar la fiabilidad de un test, McMillan y Shumacher (2011) las resumen en cinco:

- **Fiabilidad como estabilidad:** conocida como test-retest y consiste en administrar el mismo test a los mismos sujetos en dos ocasiones de medida distintas y correlacionar sus puntuaciones. Un mayor nivel de correlación indica mayor fiabilidad.
- **Fiabilidad como equivalencia:** conocida como formas paralelas y consiste en construir dos formas equivalentes del mismo test y administrárselas a los mismos individuos. También se correlacionarían las dos formas porque deberían ser la misma o equivalente.
- **Fiabilidad como estabilidad y equivalencia:** combina las dos anteriores y consiste en administrar diferentes formas del test, aunque equivalentes, a los mismos sujetos en diferentes momentos temporales.
- **Fiabilidad como consistencia interna:** es la más utilizada ya que solo necesita una aplicación del test y asume que si el test se dirige a medir un constructo todos los ítems que los componen deberían tener ese propósito. Hay diferentes tipos pero el más habitual consiste en correlacionar las respuestas a los distintos ítems para asegurar que son equivalentes, como Alpha de Cronbach o el coeficiente de Kuder-Richardson para ítems dicotómicos u otros como Rulon, Guttman o Spearman-Brown.
- **Fiabilidad como acuerdo entre jueces:** se utiliza cuando las puntuaciones en los ítems de un test son otorgadas por observadores o jueces. Se comprueba estudiando el grado de acuerdo entre las respuestas de distintos jueces, la forma de calcularlo también depende del tipo de ítem.

#### Validez:

La validez es un concepto fundamental en la teoría psicométrica. Un test que no sea válido carecerá de utilidad porque no podrá asegurar que es capaz de medir la variable neuropsicológica para la que ha sido diseñado. La validez se vincula directamente con la teoría que se utiliza como base para definir ese rasgo medido y cómo es posible analizarlo mediante la demostración de conductas por parte de los sujetos que contestan al test. Está, por tanto, relacionada con la interpretación y uso de las puntuaciones.

Validar un test implica ofrecer garantías de interpretación de las puntuaciones cuantitativas para vincularlas con la teoría neuropsicológica subyacente. De forma general, el concepto validez se utiliza para hacer referencia a si un test mide lo que realmente pretende medir y no otros aspectos, pero va más allá. La validez debe analizarse en función de la finalidad del instrumento de medida, los sujetos a los que se dirige y el contexto de aplicación.

En el estudio de la validez es fundamental elaborar el test partiendo de su fundamentación teórica, hay que tener claro qué se está midiendo, el constructo teórico. Y cómo el estudiante puede mostrar conductas que reflejen ese constructo mediante las respuestas a los ítems del test. Algunos aspectos que se estudian son:

- **La representatividad del contenido del test:** denominada validez de contenido y se dirige a comprobar si el conjunto de ítems de la prueba representan el conjunto de conductas necesario para medir el constructo. Lo habitual para analizarlo es preguntar a expertos y elaborar indicadores de validez de contenido a partir de esa evaluación.
- **La estructura interna del test:** denominada validez de constructo y consiste en comprobar, a partir de las relaciones entre las respuestas de los sujetos a los ítems, si se vincula con ese constructo teórico que se pretende medir. Es posible probar hipótesis de diferencias entre grupos en el rasgo, por ejemplo si hay diferencias en función de grupos de edad o el género. También el análisis factorial exploratorio y confirmatorio son técnicas utilizadas para tal fin. Este tipo de análisis trata de agrupar los ítems en dimensiones o factores más generales y comprobar si son coincidentes con los distintos aspectos del constructo considerados para su medida.
- **La similitud con constructos similares:** denominada validez criterial, que estudia la relación entre las puntuaciones del test construido con las producidas por otra prueba que mida un constructo similar.
- **Validez aparente o didáctica:** cuestiones de formato, claridad de los ítems o también de longitud, instrucciones, etc. del test.

Con esas reglas deben elaborarse los test para conseguir medidas fiables y válidas de los constructos que pretenden evaluar. La estimación de puntuaciones y elaboración de escalas se lleva a cabo mediante el proceso de inferencia psicométrica, que se resume en la siguiente figura:

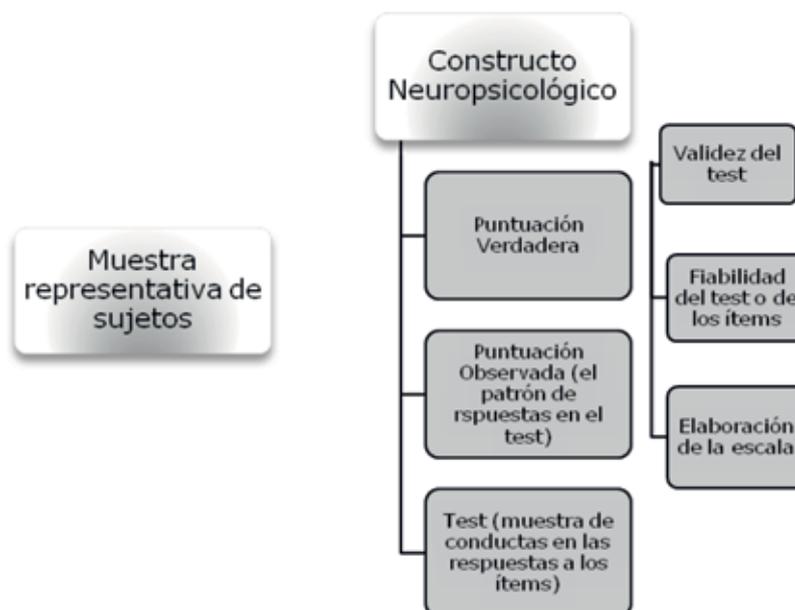


Figura 2. Proceso de inferencia psicométrica.

### ***Tipos de Test***

Son muchos los autores que han hecho clasificaciones de test (Martínez-Arias, 1995; Martínez-Arias, Hernández y Hernández, 2006; García, 1994)

Empleamos el término test como instrumento de medida que se emplea para evaluar determinadas conductas o respuestas de sujetos cuando se enfrentan a reactivos o ítems para mostrar el dominio de aptitudes, actitudes, aspectos de personalidad, neuropsicológicos, etc. y que permite estimar una puntuación de ese constructo evaluado. Considerando esta definición se pueden diferenciar **tipos de test** en función de:

**La forma de calcular las puntuaciones:** Test que emplean la Teoría Clásica de los Test (TCT) basada en el cálculo de puntuaciones totales como suma de las respuestas a los ítems, o los que utilizan la Teoría Respuesta al ítem (TRI) que se basan en la estimación de las probabilidades de estar en las distintas categorías del ítem en función del nivel del constructo que mide.

**La forma de interpretar las puntuaciones:** Test referidos a la norma cuyas puntuaciones se calculan tomando un grupo de referencia, también denominados normativos o estandarizados o los test referidos a un criterio cuyas puntuaciones están definidas en función de un dominio definido previamente.

**La forma de estimar las puntuaciones en el test:** la diferencia principal en el cálculo de las puntuaciones depende de la teoría psicométrica utilizada (TCT vs. TRI). En la TCT la puntuación en un test es producto de la suma de sus respuestas correctas o la proporción de aciertos, dependiendo del tipo de ítems (como ya se ha mencionado, también puede calcularse como promedio en escalas ordinales con el mismo número de categorías, como las tipo Likert). Y en TRI la puntuación total del test depende de las probabilidades de acierto a cada uno de los ítems, existen varias opciones:

- **Modelos logísticos:** se utiliza con ítems objetivos, es decir, aquellos en los que el sujeto debe elegir la respuesta correcta entre dos o más opciones y utiliza la función de logística para representar las probabilidades de respuesta al ítem. El modelo inicial fue planteado por Birnbaum (1968) y otros autores desarrollaron variaciones, como la realiza por Rasch (1960) que sólo utiliza un parámetro del ítem para estimar la probabilidad de respuesta, su dificultad.
- **Modelo de Respuesta Graduada:** se emplea para ítems con más de dos categorías de respuesta y avanzar en esas categorías supone un mayor nivel de la variable medida. Fue propuesto por Samejima (1969) y permite incluir ítems con distinto número de categorías en un mismo test. El tipo de ítems que habitualmente emplean los test neuropsicológicos demandan este tipo de modelos. También se puede incluir aquí el **Modelo de Crédito Parcial** desarrollado por Masters (1982) con una finalidad similar pero en el contexto de los modelos de Rasch.
- **Modelo de Escala de Clasificación:** similar al anterior pero que se aplica a test cuyos ítems tienen el mismo número de categorías de respuestas, como el ejemplo de las escalas para medir actitudes compuestas por ítems tipo Likert donde avanzar de una categoría a otra dentro del ítem supone el mismo nivel de cambio. Hay versiones distintas de este modelo, como el propuesto por Andersen (1977), Andrich (1978) o el de Muraki (1990).

**La forma de aplicación:** en el ámbito neuropsicológico es conveniente diferenciar entre aquellos test que son respondidos por expertos a partir de la observación de la conducta de los sujetos evaluados y los que son contestados por los propios sujetos. Como ya se ha mencionado en párrafos anteriores, las características de los sujetos a los que se aplican este tipo de pruebas demandan test diseñados para que sean evaluadores los encargados de llevar a cabo la valoración de los ítems observando una demostración de la conducta objeto de medida. La fiabilidad de esos observadores es fundamental en este tipo de pruebas, es decir, debe asegurarse que varios jueces otorgarán la misma puntuación a un sujeto que realiza una conducta determinada, si no es así, la prueba no cumpliría su propósito.

**El constructo o aspecto del comportamiento que miden:** lo habitual es diferenciar entre test que miden aspectos cognitivos, entre los que se encontrarían los neuropsicológicos, también los de aptitudes, inteligencia, rendimiento académico, etc. y los que miden otros aspectos relacionados con intereses, actitudes, personalidad, motivación, etc.

La construcción de estas herramientas no es tarea fácil, los test que miden constructos tan complejos como los neuropsicológicos se elaboran con un diseño metodológico riguroso que garantice una medida fiable y válida, sobre todo si las herramientas se utilizan para tomar decisiones educativas o de tratamiento en los sujetos evaluados. A continuación se describen las etapas básicas del proceso de elaboración de este tipo de test.

### 2.3. Construcción de un test

La elaboración de cualquier test debe iniciarse con la **definición concreta de su finalidad y el constructo que se pretende evaluar o medir**. En el campo de la neuropsicológica un test puede cumplir varios propósitos:

- Diagnóstico de algún tipo de anomalía, por ejemplo observar algún tipo de trastorno de motricidad.
- Clasificación en categorías, por ejemplo determinar el estilo cognitivo.
- Asignación de un nivel, por ejemplo el nivel de creatividad.

Conviene delimitar también al comienzo las **condiciones de aplicación del test**. No es lo mismo tratar de medir aspectos motrices, donde los sujetos deberán realizar ejercicios para mostrar esas conductas que reflejen el constructo, que la creatividad donde es los estudiantes pueden mostrar su nivel respondiendo a preguntas o problemas en papel o por ordenador.

El siguiente paso es **delimitar el constructo que va medirse**, esa variable neuropsicológica. En esta fase se debe pensar en las características (conductas, destrezas, conocimientos, etc.) que son propias de esa variable. Comienza aquí el proceso de operacionalización, transformar definiciones teóricas del constructo en indicadores medibles.

Se debe definir cada aspecto a medir de la variable, el conjunto de procesos cognitivos, conductas o demostraciones que permiten observarlo, ya sea contestando a unos ítems o realizando físicamente un ejercicio. Y también se describen las tareas concretas que debe llevar a cabo el sujeto que se enfrenta el test, este conjunto de información se denomina **universo de medida de la variable**. Esta información se incluye en tablas organizadas, denominadas tablas de especificaciones. Se incluye un ejemplo a continuación

Dimensiones del constructo	Conductas a mostrar	
	Conducta 1	Conducta 2
Dimensión 1	Tarea 1.1.a	Tarea 1.2.a
	Tarea 1.1.b	Tarea 1.2.b
Dimensión 2	Tarea 2.1.a	Tarea 2.2.a
	Tarea 2.1.b	Tarea 2.2.b

Figura 3. Ejemplo de tabla de especificaciones.

Es una tabla básica, la complejidad de algunos constructos conlleva la definición de más dimensiones, conductas y tareas. Esas tareas son los ítems que formarán parte del test y para comprobar si representan el universo de medida está tabla se suele evaluar preguntando a expertos en la temática, empleando cuestionarios o con técnica Delphi. No olvidemos los constructos neuropsicológicos son latentes, no se pueden observar directamente sino a través del análisis de las conductas que muestran los sujetos y, por tanto, esta definición es de vital importancia y determinará la calidad de las puntuaciones finales.

La especificación concreta de esas tareas dará lugar a los ítems que van a formar parte de la prueba y, en esta fase debe delimitarse su tipo y formato. Hay multitud de opciones y sin pretender llevar a cabo una revisión exhaustiva, aquí se mencionan algunos:

- **Con respuesta correcta:** el sujeto debe elegir entre dos o más opciones de respuesta vinculadas a una pregunta o estímulo, y solo una de ellas es la correcta.

- **Con respuesta construida:** el sujeto debe desarrollar la respuesta a una determinada pregunta, puede ser un problema matemático, un dibujo, gráficos, etc. Necesitan un corrector o juez para establecer la puntuación ya que permiten varios niveles en la calificación de esa respuesta.
- **Con la respuesta establecida en grados o niveles:** el sujeto debe elegir entre los niveles en función de su acuerdo o preferencia por una afirmación. Uno de los ejemplos más conocidos son los ítems tipo Likert.
- **Con la respuesta polarizada:** el sujeto debe seleccionar entre dos polos o extremos de respuesta en función de lo sugerido por el estímulo. Esos extremos suelen ser adjetivos opuestos. También es posible incluir distintos niveles entre los polos para ampliar las posibilidades de respuesta.

Una vez elaborados los ítems que formarán parte del test deben ser sometidos a un **proceso de revisión**, principalmente desde tres enfoques distintos:

- **De los expertos en el contenido:** se encargan de revisar si el constructo que se va a medir con esos ítems está suficientemente representado o si, al contrario, existen ítems que no están destinados a medirlo.
- **De los expertos en psicometría o medición educativa:** revisan los aspectos metodológicos de los ítems como la adecuación del formato y redacción o su escala de respuestas.
- **De los sujetos a los que se dirige la prueba:** conviene que lleven a cabo una revisión sobre aspectos vinculados a la comprensión de los ítems, por ejemplo si el lenguaje es adecuado a la edad de esos sujetos.

Esa primera revisión de los ítems produce una versión del test que está lista para probarse, es el momento del **estudio piloto**. En esta etapa se recoge información respecto al proceso de aplicación y recogida de información, la fiabilidad y validez, la forma de puntuar o aspectos del funcionamiento de los ítems. Los aspectos de la calidad del test que se comprueban habitualmente son:

- **Fiabilidad y validez:** se analiza uno o varios tipos de fiabilidad, como las mencionadas unos párrafos más arriba (test-retest, alpha de Cronbach, formas paralelas, etc.), de la misma forma que pueden estudiarse diferentes tipos de validez. No obstante, lo habitual es comprobar la validez de constructo, es decir, analizar si las respuestas a los ítems del test reproducen la estructura de dimensiones de contenido teórico y para ello se utiliza el análisis factorial exploratorio y confirmatorio.
- **Comprensión del test:** si los sujetos o los evaluadores entienden las instrucciones, la forma de responder o de puntuar la respuesta. Es conveniente diseñar un cuestionario para recoger información sobre estos aspectos.

Y con los ítems que componen el test se lleva a cabo un estudio pormenorizado de su calidad. Este análisis está directamente relacionado con la teoría de medida empleada, desde la TCT se analizan principalmente las distribuciones de respuestas a los ítems, es decir, la proporción de sujetos que se sitúa en cada una de las alternativas o niveles de cada ítem. Por ejemplo se puede comprobar la **dificultad del ítem**, como la proporción de respuestas, en caso de contar con ese tipo de reactivos. Y también la relación entre las respuestas a los ítems y un criterio, es lo que se denomina **discriminación del ítem**. Ese criterio puede ser interno, lo que significa que se utiliza la puntuación en el test elaborado como referencia, de la siguiente forma:

- Correlacionando la respuesta en el ítem con la puntuación total en el test para comprobar si miden en el mismo sentido. Una correlación positiva alta es indicador de esa situación. El tipo de correlación que se emplea varía en función de la escala de medida del ítem y del test.
- Dividiendo a los sujetos en dos grupos en función de su puntuación total, con alto bajo nivel, por ejemplo seleccionar el 27% o el 33% con resultados más altos y más bajos suele ser lo habitual. Una vez seleccionados esos dos grupos se comprueba si difieren en sus respuestas a los ítems.

El criterio también puede ser externo y utilizar la puntuación en un constructo similar al que mide el test como referencia. Otro tipo de indicador de la calidad del ítem es el índice de fiabilidad que

se estima a través del producto de la desviación típica del ítem por su discriminación (se utiliza la correlación entre la puntuación en el ítem y el total del test como indicador de esa discriminación). Y también el índice de validez, que se calcula de la misma manera que el anterior, pero empleando como discriminación la correlación entre la puntuación en el ítem y un criterio externo.

Desde la TRI es posible estudiar otros aspectos de los ítems. La principal referencia de análisis es la curva característica del ítem (CCI) que hemos mencionado unos párrafos más arriba. Esa curva, en función del modelo TRI empleado (1, 2 o 3 parámetros), se construye considerando:

- **La discriminación** (parámetro a): indica la capacidad del ítem para diferenciar entre los sujetos que tienen un nivel en el constructo por debajo de la dificultad del ítem y los que superan ese valor. Es la pendiente de la CCI y una mayor pendiente señala un mayor poder de discriminación. Los modelos de dos parámetros añaden este parámetro a la dificultad.
- **La dificultad** (parámetro b), en TRI se define como la cantidad o nivel de rasgo necesario para resolver correctamente un ítem o situarse en alguna de las categorías de respuesta. Hay modelos que construyen la curva únicamente con este parámetro (modelos de Rasch).
- **El azar** (parámetro c): es la probabilidad de acertar el ítem en aquellos sujetos con un nivel del constructo inferior a la dificultad del ítem, por tanto, es adecuado para ítems que incluyan respuesta correcta.

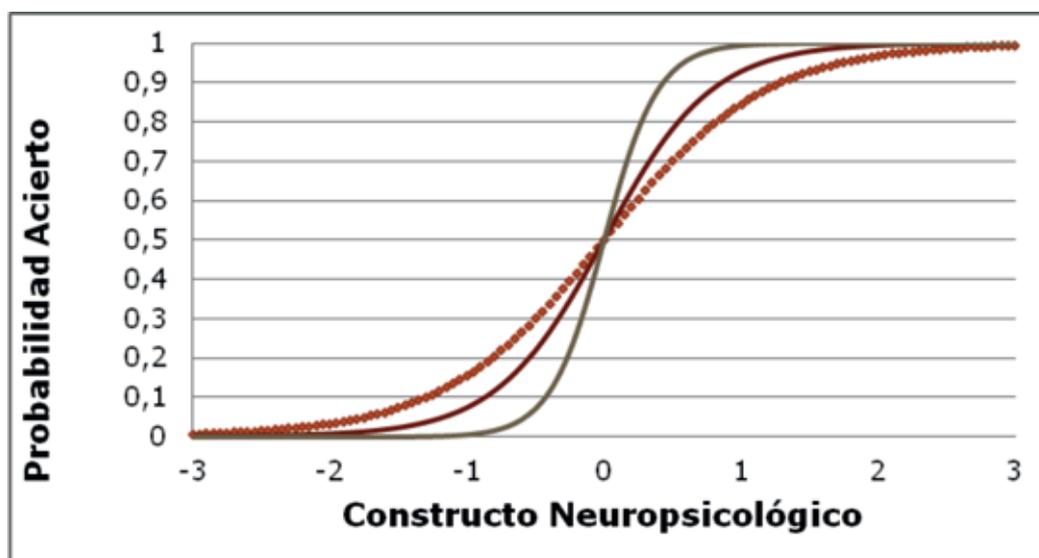


Figura 4. CCI de tres ítems con la misma dificultad y distinta discriminación.

En la figura anterior podemos observar como varía la CCI de tres ítems que tienen el mismo parámetro de dificultad, en este caso una puntuación igual a cero que equivale a un 0,5 en la probabilidad de acierto, pero distinta discriminación. El ítem con más discriminación tiene una mayor inclinación en la pendiente de la CCI e indica que tiene mayor capacidad para diferenciar entre los casos que responden correctamente al ítem y los que no.

El concepto de fiabilidad se sustituye en TRI por la capacidad informativa del ítem o del test. Esa información puede cambiar en los distintos niveles del constructo analizado, es decir, un ítem puede tener mayor capacidad informativa en valores cercanos a la media y menor en los niveles más bajos.

La **información de un ítem** se vincula con la capacidad de discriminación en los distintos valores del rasgo y, en consecuencia, para su cálculo se considera la desviación típica del ítem y el parámetro de discriminación. Y la **función de información de un test** se calcula sumando la información de cada uno de los ítems, de esta forma es posible saber la capacidad informativa del test en los distintos niveles del constructo.

Con la información obtenida en el estudio piloto se elabora la versión final de la prueba y, en el caso de los test referidos a normas, es necesario aplicar el test final a una muestra de sujetos

representativa de la población de referencia para hacer la **baremación**, es decir, un grupo de referencia normativo. Si es un test referido a un criterio, esta información se emplea para determinar los distintos niveles de dominio del constructo evaluado.

Finalmente, es necesario elaborar el **manual del test** que incluye los aspectos más relevantes (fundamentación teórica, población de referencia, instrucciones, datos de fiabilidad y validez e interpretación de las puntuaciones obtenidas).

Otra cuestión importante cuando se utilizan este tipo de test es la interpretación de las puntuaciones que producen. Las instrucciones que incluyen estas herramientas deben indicar cómo puntuar y obtener los niveles de los sujetos en los constructos medidos.

## 2.4. Interpretación de puntuaciones

Las escalas de puntuaciones que producen este tipo de test, si se construyen con referencia a una norma, es decir, tomando una población de referencia, se presentan de forma estandarizada o normalizada.

Esa estandarización, también denominado normalización, supone una transformación de la escala original de puntuaciones a una escala normalizada o tipificada. El proceso de normalización consiste en ajustar la distribución de puntuaciones obtenidas con el test a las características de la curva normal o campana de Gauss. En este tipo de distribución los valores de la media y desviación típica se emplean como referencia para caracterizar la escala y situar a los sujetos.

Este tipo de distribución tiene unas características específicas que pueden observarse en la siguiente figura:

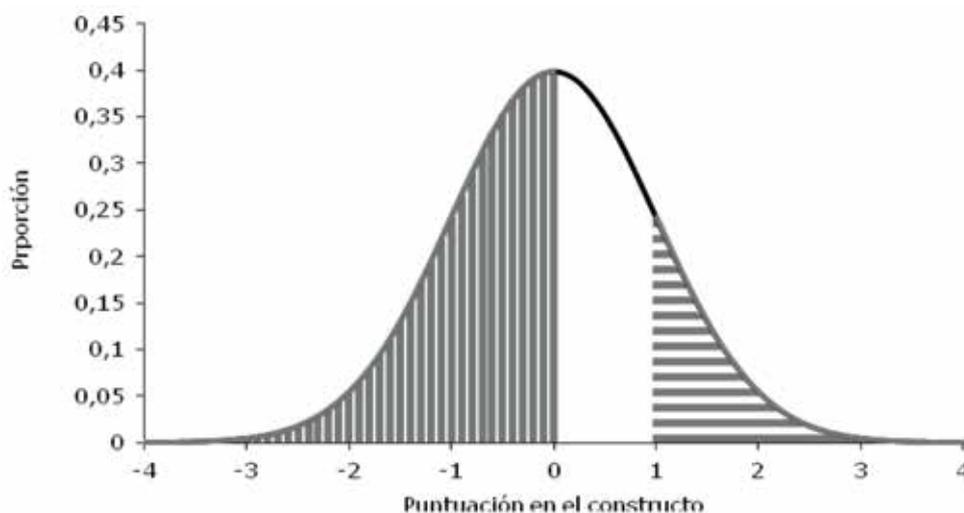


Figura 5. Distribución normal con media 0 y desviación típica 1.

En la figura anterior, el eje horizontal señala la puntuación en el test (con media igual a 0 y desviación típica igual a 1) y el eje vertical la proporción de sujetos situados en cada una de las puntuaciones. Este tipo de distribuciones permiten caracterizar a los sujetos en función de su puntuación. Si al responder al test se obtiene una puntuación igual a cero, el sujeto se sitúa en la media lo que indica que ha obtenido un resultado que supera al 50% de la población. Es una distribución simétrica, el 50% de los sujetos se sitúan a un lado y otro de la puntuación media, por tanto, media y mediana coinciden, y también la moda.

La media es una referencia de este tipo de escala, pero el otro indicador importante es la desviación típica que señala la dispersión o varianza de las puntuaciones. Y con esa información es posible saber que entre la puntuación media y una desviación típica se encuentran el 34,1% de los casos que responden al test. A medida que nos alejamos de la media también se reduce la cantidad de casos que se sitúan en esas puntuaciones, entre la primera y segunda desviación típica encontramos al 13,6% de los sujetos y entre la segunda y la tercera el 2,1%.

Otra fuente de información en estas escalas son las **medidas de posición**: cuartiles, quintiles, deciles, percentiles, etc. son medidas que señalan el orden en el que se encuentran los sujetos en esa distribución de puntuaciones, y cada una de ellas sólo varía en el punto concreto que identifican. Y ese punto es la posición del sujeto respecto a la muestra de referencia con la que se validó el test y, por tanto, permite la comparación de los resultados obtenidos por un sujeto con su población. Muchos test están validados en distintos países y con distintas edades para contar con valores de comparación más realistas.

El percentil es una de esas medidas de posición y divide la distribución en 99 partes iguales, los cuartiles en 4 (equivalen al percentil 25, 50, 75) y los deciles en 10 (el percentil 10, 20, 30, 40, etc.). Por ejemplo, si en la media se encuentra el percentil 50 (el 50% de los casos obtiene ese valor o inferior), y desde la media a la primera desviación típica se sitúan un 34,1%, significa que esa posición es el percentil 84 aproximadamente ( $50+34,1=84,1\%$ ). Veamos el ejemplo en una distribución de puntuaciones con media 50 y desviación típica 10:

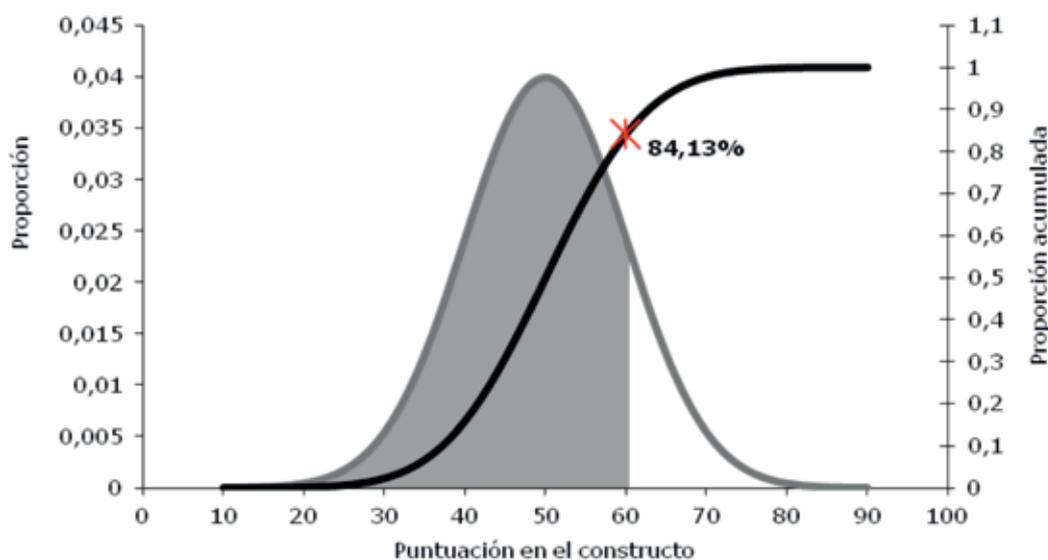


Figura 6. Distribución de proporciones y de proporciones acumuladas

Con esta escala, una puntuación igual a 60 equivale al percentil 84 y, por tanto, si un sujeto alcanza ese nivel, indica que está en la parte alta de la distribución de puntuaciones y únicamente es superado por aproximadamente 16% de los casos.

## 2.5. Bibliografía

- Andersen, E. B. (1977). Sufficient statistics and latent trait models. *Psychometrika*, 42 (1), 69-81.
- Anastasi, A. (1980). *Tests psicológicos*. Madrid: Aguila.
- Andrich, D. (1978). A Rating Formulation for Ordered Response Categories. *Psychometrika*, 43 (4), 561-573
- Birnbaum, A. (1968). Some latent trait models and their use in inferring a examinee's ability. En F.M. Lord y M. Novik, *Statistical theories of mental test scores*. Reading Mass: Addison-Wesley
- Cronbach, L. J., Gleser, G. C., & Nanda, H. Rajaratnam, N. (1972). *The dependability of behavioral measurements. Theory of generalizability for scores and profiles*. Nueva York: Wiley
- Cronbach, L.J. (1990). *Essentials of psychological testing*. (5ª edición). Nueva York: Harper & Row.
- García-Ramos, J.M. (1994). *Bases pedagógicas de la evaluación (Guía práctica para educadores)*. Madrid: Síntesis.
- Lord, F.M. (1952). A theory of tests scores. *Psychometric Monographs*, 7.
- McMillan, J.H. y Schumacher, S. (2011). *Investigación educativa (5º edición)*. Madrid: Pearson Educación.

- Martínez-Arias, R. (1995). *Psicometría: teoría de los test psicológicos y educativos*. Madrid: Síntesis.
- Martínez-Arias, R., Hernández, M.V. y Hernández, M.J. (2006). *Psicometría*. Madrid: Alianza editorial.
- Masters, G. N. (1982). A Rasch Model for Partial Credit Scoring. *Psychometrika*, 47 (2), 149-174.
- Mateo, J. (2000). La evaluación del profesorado y la gestión de la calidad de la educación. Hacia un modelo comprensivo de evaluación sistemática de la docencia. *Revista de Investigación Educativa*, 18 (1), 7-36.
- Muraki, E. (1990). Fitting a polytomous item response model to Likert-type data. *Applied Psychological Measurement*, 14 (1), 59-71.
- Rasch, G. (1960/1980). *Probabilistic models for some intelligence and achievement tests*. Copenhagen: Danish Institute for Educational Research. Reprinted: Chicago: University of Chicago.
- Samejima, F. (1969). Estimation of Latent Ability Using a Response Pattern of Graded Scores. *Psychometric Monograph*, 34 (17), 1-100.
- Scriven, M. (1991). *Evaluation Thesaurus* (4ª Ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Thurstone, L. L. (1928). Attitudes can be measured. *American Journal of Sociology*, 529-554.
- Yela, M. (1980). La evolución del conductismo. *Interdisciplinaria*, 1 (1), 43-65.

## Parte 2. Evaluación de los procesos neuropsicológicos básicos

# La evaluación de la funcionalidad visual y perceptiva

M. Carmen García-Castellón

## 3.1. Descripción del proceso visual

### 3.1.1. *Retina central y periférica*

La luz es una radiación electromagnética con una longitud de onda entre 380 a 760 nm. Atraviesa el globo ocular e impacta en las células fotorreceptoras de la retina denominadas conos y bastones (Core, Ward, y Ennes 2.001). Esta diferenciación de receptores es importante para comprender los dos tipos de retina, que a nivel funcional, se encuentran en el ojo humano. Se trata en concreto de la **retina central** y la **retina periférica**.

*La retina central* se sitúa en la línea de mirada y es donde convergen los rayos de luz que atraviesan la pupila. En ella se encuentran los **conos**.

Los conos son las células responsables de la percepción del color por los pigmentos fotosensibles que contiene y que se degradan según la longitud de onda de cada color del espectro visible. Además se encuentran agrupados en una gran proporción lo que permite una excelente discriminación visual.

*La retina periférica*, más extensa, cubre todo el fondo del ojo. Aquí se sitúan los **bastones**, muy sensibles al movimiento y responsables de la visión en niveles bajos de luminosidad. Al encontrarse más extendidos por la retina proporcionan muy baja agudeza visual. (Bruce Goldstein, 2006).

### 3.1.2. Células ganglionares parvas y magnas

Tanto los conos como los bastones hacen sinapsis con *neuronas bipolares* que a su vez conectan con las *células ganglionares*. Los axones de estas células van a constituir el nervio óptico. A este nivel también se diferencian las dos retinas ya que encontramos dos tipos de células ganglionares, las parvas y las magnas. Estas células nerviosas se diferencian a distintos niveles (**tabla 4.1**).

**Tabla 4.1. Diferencias anatómicas, fisiológicas y funcionales de las células parvas y magnas de la retina**

	Células ganglionares parvo	Células ganglionares magno
Diferencias anatómicas	Cuerpo celular <b>pequeño</b> Ramificación <b>densa</b> Ramas <b>cortas</b>	Cuerpo celular <b>grande</b> Ramificación <b>escasa</b> Ramas <b>largas</b>
Diferencias fisiológicas	Velocidad lenta de conducción Respuesta sostenida Campo receptivo pequeño. Sensibilidad al color.	Velocidad rápida de conducción Respuesta transitoria Campo receptivo grande Ciegas al color.
Consecuencias en su funcionamiento	Análisis de <b>formas detalladas</b> Análisis <b>espacial</b> Visión de <b>color</b>	Detección de <b>movimiento</b> Análisis <b>temporal</b> Percepción de <b>profundidad</b>

### 3.1.3. Vías visuales

El **nervio óptico**, formado por los axones de las células ganglionares, abandona el ojo por su parte posterior y llega al **quiasma óptico**. Esta estructura se encuentra situada encima de la pituitaria y en ella se van a decusar parcialmente los nervios ópticos de ambos ojos. Las fibras de la mitad nasal de la retina del ojo izquierdo se enlazan con las fibras de la mitad temporal de la retina derecha, constituyendo la parte derecha del nervio óptico, formándose de modo análogo, mediante el necesario cruce de fibras, su parte izquierda (Fort, 2010).

La siguiente estructura que atraviesa el nervio óptico es el **Núcleo Geniculado Lateral**. No sólo llegan las fibras de la retina, sino que recibe información de muchas otras fuentes; del tallo cerebral, del córtex, de neuronas del tálamo y de otras neuronas del núcleo geniculado lateral. Es una zona de asociación.

En el lóbulo occipital se encuentra la **corteza visual** áreas 17 y 18 de Brodman. Existen más de 100 millones de neuronas en la corteza visual. Sólo se ha estudiado con minuciosidad una minúscula fracción de ellas en un intento por descubrir sus características de respuesta. Los conocimientos actuales en ésta área se deben a los trabajos precursores de David Hubel y Toslstein Wiesel, quienes recibieron el premio Nobel en 1981.

Ver con nitidez es una habilidad visual muy importante, pero es necesario, además, mover los ojos correctamente, enfocar con precisión, fusionar las imágenes de ambos ojos e interpretar lo que se ha visto. (Krumholtz, 2004).

## 3.2. Motricidad ocular para la fluidez lectora

Los movimientos oculares se llevan a cabo gracias a los **músculos extraoculares** que permiten realizar unos movimientos precisos y conjugados de los ojos.

Se trata de seis músculos que permiten el movimiento del globo ocular en todas las posiciones de mirada, inervados por el sistema nervioso simpático y parasimpático (**Tabla 4.1**). Además los movimientos de ambos ojos han de realizarse de forma conjugada. A partir del siglo XX se ha producido un gran avance sobre el estudio de los movimientos oculares gracias al desarrollo de equipos no invasivos para su estudio.

**Tabla 4.1. Acciones de los músculos extraoculares de los ojos**

Músculo	Acciones de los músculos		
	Primaria	Secundaria	Terciaria
Recto medio	Abduce		
Recto lateral	Abduce		
Recto inferior	Deprime	Excicla	Abduce
Recto superior	Eleva	Encocla	Abduce
Oblicuo inferior	Ex cicla	Eleva	Abduce
Oblicuo superior	Encocla	Deprime	Abduce

### **3.2.1. Evaluación de la motricidad ocular**

Los movimientos de los ojos han de ser:

- Suaves.
- Simétricos. Ambos ojos a la vez.
- Regulares.
- Sin saltos.
- Sin parpadeos.
- Sin lagrimeos.
- Sin participación de la cabeza.

Se evalúan pidiendo al niño que siga con los ojos el movimiento de un lápiz que se desplaza a 40 cm de sus ojos en:

- Horizontal.
- Vertical.
- Rotaciones a derecha e izquierda.
- Primero se procede con el ojo derecho y, a continuación, con el izquierdo.

### **3.2.2. Síntomas de un mal movimiento ocular**

Cuando no existe un buen desarrollo de los movimientos oculares, se observa en la lectura los siguientes síntomas:

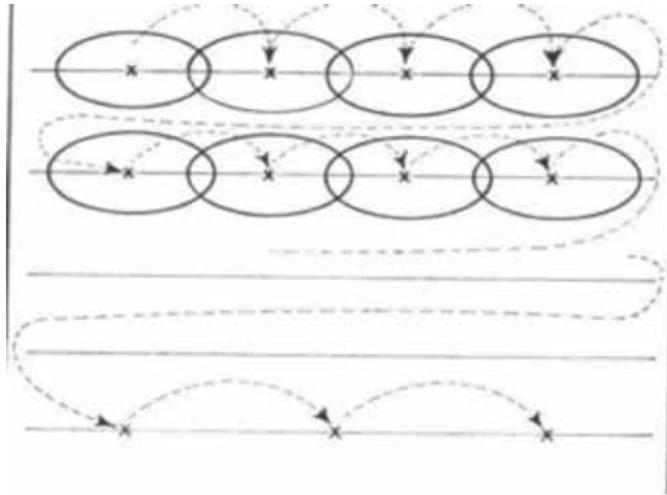
- Mover la cabeza al leer.
- Saltarse de línea.
- Usar el dedo para seguir la lectura.
- Mala comprensión lectora.
- No les gusta leer.
- La lectura se hace muy lenta, con pausa y retrocesos.

## **3.3. Habilidades visuales relacionadas con la velocidad lectora**

### **3.3.1. Movimientos sacudidos**

Los **movimientos sacudidos** son unos pequeños saltos que los ojos realizan durante la lectura. El ojo no sigue la línea de un texto de manera regular, sino que cambia de un grupo de letras a otro

produciendo unos ligeros saltos (Curves, Agustín, Fitzpatrick, y col. 2001). Cada vez que los ojos realizan un movimiento sacádico, antes de realizar otro salto, se paran en lo que se denomina fijación (**Figura 1**). El buen desarrollo de los movimientos sacádicos capacita para una mejor velocidad lectora. (Leong, Maestro, Messner, Pang, Smith, y Starling, 2014).



**Figura 1.** Movimiento sacádico de los ojos durante la lectura.  
Dibujo esquema de los movimientos sacádicos

### 3.3.2. Test K-D. Prueba de King-Devick

Esta prueba evalúa el movimiento ocular para la lectura. Las siglas K-D corresponden a los nombres de los autores, King y Devik, quienes en 1976 crearon este test para valorar el rendimiento sacádico en relación a la lectura. La prueba se suministró a 1202 niños en 1936 en la Universidad Estatal de Nueva York (SUNY) y se concluyó que era una prueba rápida y fácil de administrar, y proporcionaba una valiosa información para los profesionales. Estudios posteriores han confirmado la importancia de la evaluación de los movimientos oculares para la detección y corrección temprana, de esta forma se aumenta el potencial de aprendizaje.

La prueba King-Devick consiste en leer en voz alta una serie de números de izquierda a derecha, repartidos en cuatro tarjetas. La primera es de prueba y las tres restantes sirven para la evaluación (Krumholtz, 2002).

Preparación del niño:

- Si el niño es portador de gafas o lentes de contacto para leer, examinarlo con sus gafas o lentes de contacto puestas.
- Si el sujeto las tiene pero no las trae, el examen debe ser programado para otro día con sus gafas.
- Poner la carta de demostración enfrente del niño sobre la mesa.
- Pedir que diga en voz alta todos los números de la carta tan rápido y cuidadosamente como le sea posible. Cuando comprenda la prueba, comenzar el examen. No permitir que siga la lectura con el dedo.

Procedimiento de examen:

- a) Poner la carta nº 1 enfrente del niño.
- b) Usar el cronómetro para identificar los segundos que tarda en leer la carta entera.
- c) El niño debe decir, en voz alta, todos los números de la carta.
- d) Anotar el número de errores cometidos y los segundos que tarda en leer la carta, registrándolo en la ficha.

Repetir los procedimientos a), b), c) y d) con la carta nº2 y nº 3.

### **3.3.3. Normas de corrección de la prueba K-D**

Para la corrección de la prueba de valoración de seguimientos oculares, se procede de la manera siguiente:

- 1º Sumar el tiempo de lectura de las tarjetas I, II y III (la de prueba queda excluida).
- Comparar con el tiempo según la edad. En la prueba se estipula entre 6 y 14 años.
- El tiempo está medido en segundos. El niño supera o no supera la prueba y sabemos el tiempo exacto de diferencia entre su lectura y el valor exigido para su edad. Existe un margen de error para cada edad.
- 2º Sumar el número total de errores de las tarjetas I, II y III (la de prueba queda excluida).
- Comparar con el número de errores totales según edad.
- El número de errores es una estadística. Tenemos que redondear. Si pone 16.97 entendemos que no puede cometer más de 17 errores. En el caso de 12 años se pueden cometer 0.83, es decir, un solo error y para 14 años no puede haber equivocaciones.

## **3.4. Habilidades visuales relacionadas con el aprendizaje**

### **3.4.1. Acomodación y nitidez de imagen durante la lectura**

La **acomodación** es la capacidad que tiene el ojo para enfocar con nitidez objetos que se encuentran a diferentes distancias. El sistema acomodativo es importante en el proceso de lectura. Cuando la acomodación es eficaz, se obtiene una visión nítida y cómoda. Un buen enfoque permite realizar cambios de mirada consiguiendo una claridad de visión instantánea. La capacidad de acomodar se debe a la posibilidad del ojo para modificar la curvatura del cristalino.

Clínicamente se ha comprobado que el 34 % de los niños con síntomas subjetivos para realizar trabajos en cerca, presentarán dificultades de enfoque que afectan significativamente a su capacidad para realizar trabajos en visión próxima como leer o escribir. (Sternier, Gellerstedt, y Sjöström, 2006).

### **3.4.2. Evaluación de la acomodación**

Para evaluar la capacidad de enfocar o acomodar se aplica el Método de Donders o de acercamiento (Carson, Kurtz, Heath, y Hines, 1992):

- Pedir al sujeto que se cubra uno de los ojos.
- Colocar un lápiz a unos 50 cm delante del ojo destapado.
- Acercar el lápiz al ojo muy despacio pidiendo al niño que nos indique cuando lo vea borroso.
- En ese momento parar el acercamiento y medir la distancia entre el vértice del ojo y la punta del lápiz.
- La distancia medida en centímetros es el punto próximo de acomodación. Aproximadamente entre 5 y 10 cm.
- Proceder de igual manera con el otro ojo.

### **3.4.3. Síntomas que provocan una mala acomodación**

La capacidad de acomodar la vista, o enfocar, es uno de los factores que más afectan el funcionamiento visual en la población infantil. Siempre que exista alguna deficiencia a este nivel, el sujeto se quejará de:

- Visión borrosa de cerca y a veces de lejos.
- Fatiga ocular después de leer.
- Somnolencia, lagrimeo y sensibilidad a la luz.

- Mala comprensión.
- Le cuesta copiar de la pizarra al cuaderno.
- Se acerca mucho al papel al leer o escribir.

#### 3.4.4. La convergencia visual y el confort durante la lectura

La **convergencia** es el movimiento que realizan los ojos, totalmente involuntario, que permite pasar de la posición de mirada lejana a la visión próxima, acercando los globos oculares hacia la nariz (**Figura 2**). Muy pocas personas son conscientes de realizar este movimiento, y sin embargo, nos capacita para conseguir una visión binocular en tareas de visión cercana. Si no se realiza la convergencia de forma automática, con flexibilidad y cómodamente, el rendimiento en la lectura se verá afectado. Se denomina visión binocular cuando las imágenes procedentes de ambos ojos se fusionan en una sola y gracias a esta capacidad podemos percibir la sensación de profundidad, (Goldstein, 2.006).

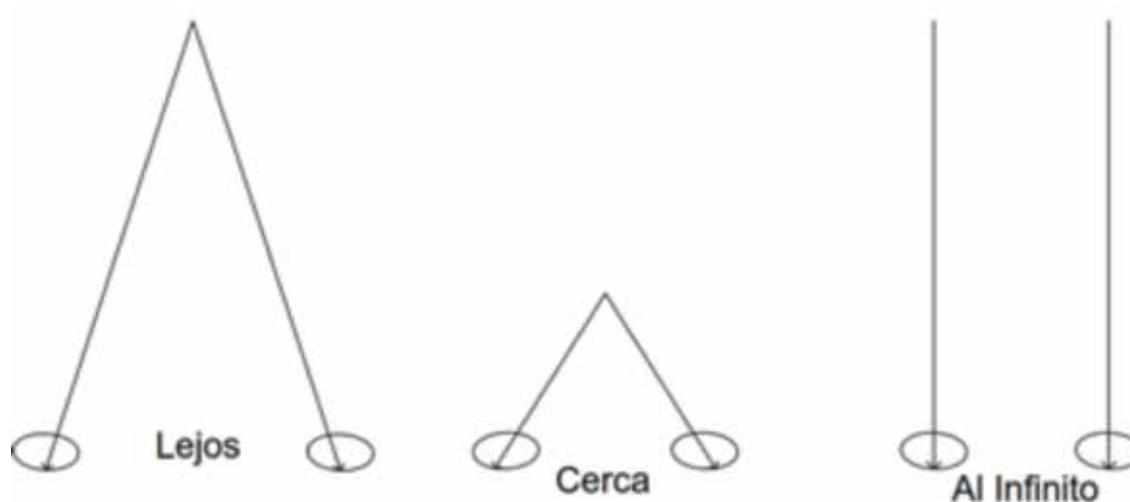


Figura 2. Movimiento de los ejes visuales para cambiar la distancia de la mirada.  
Dibujo, Esquema de los ejes oculares

#### 3.4.5. Medida de la convergencia ocular

Con el fin de valorar la convergencia ocular se realiza la prueba del Punto Próximo de convergencia (PPC) (Carson, Kurtz, Heath, y Hines, 1992):

- Situar un lápiz a 50 cm centrado entre los dos ojos del niño.
- Pedir que mire la punta y nos indique en qué momento la ve mal o doble, mientras se lo acercamos lentamente a los ojos.
- Parar cuando nos indique que lo ve mal.
- Medir la distancia entre los ojos y la punta del lápiz.
- La distancia será entre 6 a 15 cm.

#### 3.4.6. Síntomas de una mala visión binocular

Cuando exista una mala convergencia, les será difícil a los ojos conjugarse para formar una única imagen. Los síntomas más habituales son:

- Molestias al leer o escribir.
- Visión doble.

- Guiña o se cubre un ojo.
- Nunca termina a tiempo las tareas escolares.
- Disminuye la comprensión.
- Dificultad al pasar la mirada de lejos a cerca.

Estos síntomas se pueden observar en personas de cualquier edad, siendo los primeros signos observables: la disminución de la eficacia y rendimiento escolar, y la falta de comodidad y comprensión en la lectura.

### 3.5. Evaluación de los procesos perceptivos

#### 3.5.1. Concepto de percepción visual

La percepción visual es el mecanismo por el que el cerebro obtiene una imagen identificable a partir de una serie de impulsos que le llegan desde las retinas de los ojos. Mediante este mecanismo, las imágenes que se forman en la retina, son expresadas en los códigos neuronales, que constituyen el lenguaje del cerebro, y son percibidas como objetos en tres dimensiones (Martín Lobo, 2003).

Para el aprendizaje de la lectura se requiere de un buen desarrollo de la Percepción Visual, sobre todo en las habilidades de constancia de forma, posición en el espacio, discriminación figura-fondo y relaciones espaciales, según los estudios de Marianne Frostig. Estudios recientes llevados a cabo por Boden y Giaschi, (2007), ponen de manifiesto la relación entre los procesos de percepción y los déficits de lectura.

Se ha comprobado que los niños que tienen problemas de percepción visual presentan, con más frecuencia, dificultades de aprendizaje. Por ello se considera muy importante evaluarla lo más precozmente posible (Munsterberg, E. 2011). Con ello se pueden evitar fracasos escolares, pues, aunque muchos sujetos superan estos problemas con la edad, no existe, por el momento, ningún medio para determinar cuántos podrán hacerlo sin ayuda. En cambio, se ha demostrado que los trastornos de la percepción visual, convenientemente detectados, pueden ser atenuados por medio de una re-educación específica.

Además se tiene que llevar a cabo una integración modal multisensorial. Esta tiene lugar en la parte posterior del lóbulo temporal donde la información visual y auditiva se integran en informaciones visoauditivas lo que permiten que los estímulos visuales tengan significado (Portellano, 2.005).

#### 3.5.2. Pruebas de evaluación de la percepción

Las diferentes pruebas de evaluación de la percepción visual se detallan en el cuadro siguiente:

Prueba	Autor	Evaluación
Test de percepción de diferencias-Revisado. CARAS-R. TEA Ediciones	Thurstone L.L.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Medida de la aptitud para percibir rápida y correctamente semejanzas y diferencias.</li> <li>– Capacidades perceptivas y atencionales.</li> <li>– Items gráficos de caras con trazos elementales.</li> <li>– De 6 años a 18 años.</li> <li>– Aplicación individual y colectiva.</li> </ul>
Atención Global-Local TEST AGL. TEA Ediciones	Blanca, M.J. Zalabardo, C. Rando, B., López-Montiel, D. Y Luna, R.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Evalúa la rapidez y precisión perceptivas de un estímulo visual.</li> <li>– Habilidad diferencial para procesar rasgos globales y locales.</li> <li>– De 12 a 18 años.</li> <li>– De 1º de la ESO a 2º de Bachillerato.</li> </ul>

Prueba	Autor	Evaluación
Test De Discriminación Visual Simple De Árboles. DIVISA. TEA Ediciones	Santacreu, J. , Shih Ma, P. y Quiroga, M <sup>a</sup> . A.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Discriminación de un estímulo visual.</li> <li>- Mide la atención global en contextos educativos y clínicos.</li> <li>- De 6 a 12 años.</li> <li>- Aplicación individual y colectiva.</li> </ul>
Test De Observación. TO-1 TEA Ediciones	Rosel, F.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evalúa la capacidad de atención voluntaria.</li> <li>- Medida de la concentración y rapidez de la percepción visual.</li> <li>- Se aplica a adolescentes y adultos, sin límite de edad.</li> </ul>
Test De Desarrollo De La Percepción Visual. FROSTIG. TEA Ediciones	Frostig, M.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evalúa el retraso en la madurez perceptiva en niños con dificultades de aprendizaje.</li> <li>- Aspectos de la percepción que valora:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Coordinación viso-motora.</li> <li>- Discriminación Figura-Fondo.</li> <li>- Constancia de forma.</li> <li>- Posiciones en el espacio.</li> <li>- Relaciones espaciales.</li> </ul> </li> <li>- De 4 a 7 años.</li> </ul>
Test Gestáltico Visomotor. BENDER TEA Ediciones	Bender, L.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reproducción visomotora de unas figuras.</li> <li>- Explora los niveles de maduración y tiene indicadores afectivos.</li> <li>- Valora las desviaciones de la personalidad y en espacial fenómenos de regresión.</li> <li>- A partir de los 4 años.</li> </ul>
Test De Retención Visual De Benton. TRVB. TEA Ediciones	Benton, A-L.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Examen de la percepción visual.</li> <li>- Evaluación de las actividades visoestructuras.</li> <li>- Diagnóstico de anomalías de la patología cerebral.</li> <li>- Evaluación premórbida de la inteligencia afectada por algún defecto orgánico.</li> <li>- A partir de los 8 años.</li> </ul>
Test De Copia De Una Figura Completa. REY TEA Ediciones	Rey, A.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluación de la capacidad visoperceptiva.</li> <li>- Evaluación de la capacidad visomotora.</li> <li>- Evaluación de la capacidad visoespacial</li> <li>- De 4 a 15 años.</li> </ul>
Formas Idénticas-Revisado FI-R TEA Ediciones	Thurstone L.L.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluación de las aptitudes perceptivas y atencionales.</li> <li>- Consiste en identificar la figura que es igual a un modelo.</li> <li>- Aplicación individual y colectiva.</li> <li>- Para escolares de primaria y adultos entre 19 y 50 años.</li> </ul>

### 3.5.3. Orientaciones y proceso de evaluación

Es importante determinar qué es lo que deseamos medir y cuál es la prueba más apropiada para la edad del niño. Seleccionar el test que se corresponda con la edad del sujeto y sus características personales.

Situarse en un lugar que cumpla los requisitos para la aplicación. Una habitación sin distractores visuales, sin mucho ruido y bien iluminada.

Ir tomando nota de los datos de interés que se produzcan durante la aplicación, como son por ejemplo, la postura que adopta el sujeto, la distancia al papel, sus comportamientos y sus comentarios.

Antes de comenzar es necesario asegurarse de que el niño entiende lo que se le pide, es necesario cumplir con las instrucciones de cada una de las pruebas.

### 3.5.4. Caso práctico

S. R. cursa 1º Educación Primaria en un colegio concertado, tiene 6 años y 9 meses de edad. Acude a consulta para una primera evaluación de sus procesos visuales y perceptivos, por presenta dificultades en el aprendizaje de la lectura. Actualmente no precisa tomar medicación. Antecedentes familiares de madre miope.

#### – EVALUACIÓN OPTOMÉTRICA

##### **Motricidad ocular**

Medida	Valoración
Realizó movimientos suaves, regulares y simétricos de ambos ojos e independientes de los movimientos de la cabeza.	Bien

##### **Movimientos sacudidos. K-D**

Prueba	Tiempo	Errores
Carta I	31"	0
Carta II	39"	5
Carta III	38"	5

Los movimientos oculares durante la lectura son muy lentos y se ayuda de los movimientos de la cabeza. Se saltó dos líneas de números.

##### **Acomodación**

Medida	Valoración
O.D. 6 cm	Bien
O.I. 6 cm	Bien

##### **Convergencia**

Medida	Valoración
9 cm	Bien

#### – TEST DE DESARROLLO DE LA PERCEPCIÓN VISUAL. Frostig

El "Test de desarrollo de la percepción visual" valora los aspectos más relacionados con el aprendizaje, con la medida de las siguientes capacidades:

1. Coordinación viso-motriz. Es la capacidad de coordinar la visión con los movimientos del cuerpo. Consiste en traducir la información recibida visualmente en una respuesta motora.
2. Percepción Figura- fondo. Capacidad para centrarse en lo que esté en un primer plano de la sensación que se presenta visualmente, distinguiéndolo del material del fondo. Vemos con más claridad aquellas cosas a las que prestamos atención. Los niños que tienen problemas en esta habilidad pueden tener dificultades para seguir la línea de lectura y encontrar confusa una página repleta de palabras o ilustraciones.
3. Constancia de forma. Ayuda a aprender a identificar formas cualquiera que sea su tamaño, color o posición y más adelante, a reconocer palabras que ha aprendido aunque aparezcan en contextos desconocidos o en diferentes tipos de letras.
4. Posición en el espacio. Nos permite diferenciar correctamente la p de la q, la b de la d. Con relación a los números el 9 del 6.

5. Relaciones espaciales. La percepción de las relaciones espaciales es la capacidad de un observador de percibir la posición de dos o más objetos en relación consigo mismo y respecto los unos de los otros.

Subtest	Coordinación-visomotriz	Figura-fondo	Constancia de forma	Posición en el espacio	Relaciones espaciales
Puntuación directa	14	16	7	5	5
Edad Perceptiva	6.9	6.0	6.0	5.6	6.6
Puntuación típica	10	9	8	8	10
<b>Total puntuación típica</b>			<b>42</b>		
Cociente perceptivo			90		
Centil			25		
Edad perceptiva total			6,2		

Se aprecia retraso en el desarrollo perceptivo, sobre todo en las habilidades de posición en el espacio y relaciones espaciales. No alcanza la puntuación adecuada a su edad de seis años y nueve meses en las habilidades de figura-fondo y constancia de forma. Dichas capacidades están muy relacionadas con la adquisición de la lectoescritura.

La percepción visual se sitúa en un centil 25, por debajo del cincuenta por ciento de los niños de su misma edad. Su edad perceptiva total es de seis años y dos meses, siete meses por debajo de su edad cronológica.

A nivel visual se han detectado las siguientes dificultades:

- Dificultades en la realización de los movimientos oculares para la lectura.
- Bajo desarrollo perceptivo visual.

Se aplica un programa de tratamiento mediante las técnicas de entrenamiento visual para mejorar los movimientos oculares para la lectura. Además se interviene en el desarrollo de la percepción visual aplicando el programa de la percepción visual “Figuras y Formas” de Marianne Frostig en el nivel medio. En seis meses se logra regularizar todos los valores visuales y perceptivos consiguiendo una normalización de la lectura.

### 3.6. Bibliografía

- Boden, C. y Giaschi, D. (2007). M-stream deficits and reading-related visual processes in developmental dyslexia. *Psychological Bulletin*, 133 (2), 346-366.
- Bruce Goldstein, E. (2.006). *Sensación y percepción*. Tomson. Madrid.
- Carson, N., Kurtz, D., Heath, A. y Hines, C. (1992) *Procedimientos Clínicos en el Examen Visual*. Colegio Nacional de Ópticos Optometristas. Madrid.
- Core, S. M., Ward, L.y Ennes, J. (2001). *Percepción y sensación*. Editorial MC, Graw Hill. México.
- Fort, J. A. (2.010). *Anatomía descriptiva*. Instituto politécnico Nacional. México.
- Leong, D. F., Maestro, C.L., Messner, L. V., Pang,Y., Smith, C. y Starling, A. J. (2014). The Effect of Saccadic Training on Early Reading Fluency. *Clinical Pediatric* 0009922814532520.
- Martín Lobo, P (2.003). *La Lectura. Procesos neuropsicológicos de aprendizaje, dificultades, programas de intervención y estudio de casos*. Barcelona: Lebon.
- Munsterberg, E. (2011). *El Test Gestáltico visomotor para niños*. Guadalupe: Buenos aires.
- Portellano, J. A. (2.005). *Introducción a la Neuropsicología*. Madrid: Mc Graw Hill.
- Purves D, Agustín GJ, Fitzpatrick D, et col. (2001). *Neurociencia*. Segunda edición Sunderland (MA): Sinauer Associates. USA.
- Krumholtz, I. (2000). Results from a pediatric vision screening and its ability to predict academic performance. *Optometry*, 71, 489.

- Krumholtz, I. (2004). Educating the educators: increasing grade-school teachers' ability to detect vision problems. *Optometry*, 75, 445-51.
- Sterner, B., Gellerstedt, M. y Sjöström, A. (2006). Accommodation and the relationship to subjective symptoms with near work for young school. *Ophthalmic and physiological optics*, 26, 148-155.

**Páginas web**

- <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK10991/>
- [http://www.scholarpedia.org/article/Eye\\_movements](http://www.scholarpedia.org/article/Eye_movements)
- <http://www.journalofvision.org/content/11/5/9.full>
- <http://archopht.jamanetwork.com/article.aspx?articleid=624334>
- <http://kin450-neurophysiology.wikispaces.com/Saccadic+Eye+Movement>
- [http://aiape.usal.es/docs/estrategias\\_intervencion.pdf](http://aiape.usal.es/docs/estrategias_intervencion.pdf)
- [http://www.mediafire.com/download/5qhdjlxan2ys0fn/Dislexias\\_I.zip](http://www.mediafire.com/download/5qhdjlxan2ys0fn/Dislexias_I.zip)
- <https://www.youtube.com/watch?v=LYhT2UM0tB8>
- <http://didactica-infantil.webnode.es/products/programa-para-mejorar-los-movimientos-sacadicos/>
- <http://www.youtube.com/watch?v=icGhYOrySWO>
- <http://www.youtube.com/watch?v=JJ8gIXgomeQ>
- <http://www.youtube.com/watch?v=kYMiNvDpJMc>

# Instrumentos y pruebas de valoración en el desarrollo auditiva.

## Interpretación de audiometrías

M. Carmen García-Castellón Valentín-Gamazo

### 4.1. El oído humano: estructuras y funcionamiento

El oído es la estructura encargada de transformar las vibraciones del aire en un estímulo eléctrico que se transmite por el nervio auditivo hasta el cerebro donde es interpretado. El rango de frecuencias que nuestros oídos pueden detectar se sitúa entre 20 y 20.000 hertzios (Core,Ward, y Ennes, J. 2.001).

#### 4.1.1. El oído externo, medio e interno

Las ondas sonoras deben pasar a través del **oído externo**, el cual está formado por la oreja y el canal auditivo. Las orejas tienen una función especial de “embudos”. Su forma está especialmente diseñada para que las frecuencias sonoras reboten en sus pliegues y se dirijan hacia el conducto auditivo externo. Las ondas sonoras deben llegar a este lugar para que puedan ser oídas.

Al llegar a la membrana timpánica, situada al final del canal auditivo externo, las ondas sonoras aéreas alcanzan el **oído medio**. Se trata de una pequeña cavidad, de unos dos centímetros cúbicos de volumen, limitada en un extremo por la membrana timpánica y en el otro por la ventana oval (Fort, 2010). Aquí se encuentra la cadena de huesecillo, yunque, martillo y estribo.

Las vibraciones han abandonado la naturaleza aérea que tenían al llegar al oído externo y se han convertido en las vibraciones mecánicas presentes en el estribo; en esta forma, y después de haber pasado por la ventana oval, afectarán a la cóclea, estructura llena de líquido y ubicada dentro del **oído interno**. La cóclea, es una estructura ósea con forma de caracol, en ella se encuentra el órgano de **Corti**, responsable de traducir las vibraciones en impulsos eléctricos que alcanzan el cerebro a través del nervio auditivo Goldstein, E.B. (2.006). **(Figura 1)**.

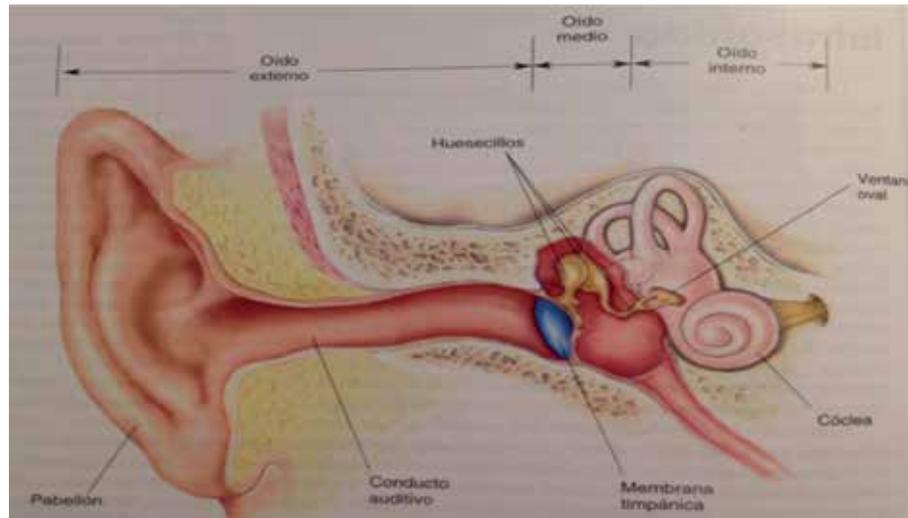


Figura 1. Estructura anatómica y funcional del oído  
Fuente: Bear, Connors & Paradiso (1998, p. 276)

#### 4.1.2. Las vías auditivas

El nervio auditivo transporta la señal nerviosa hasta el área receptora auditiva del córtex.

Se divide en dos vías, la primaria y la secundaria. La vía primaria, discurre desde la cóclea hasta el núcleo coclear, y se cruzan en el complejo olivar superior. La vía secundaria, parte del complejo olivar superior y discurre contralateralmente y de forma ipsilateral hasta el córtex auditivo.

El área cortical primaria auditiva corresponde a las áreas 41 y 42 de Brodman. Son las responsables del procesamiento sensorial de los sonidos procedentes del oído interno. Cada uno de los lóbulos temporales recibe información auditiva procedente de los dos hemisferios puesto que las vías auditivas son dobles, una transmite información del mismo hemisferio, mientras que otras cruzan al hemisferio contrario (Portellano, 2005).

#### 4.1.3. Análisis de frecuencias en la cóclea y en el nervio auditivo

La integración del mensaje sonoro se realiza cuando la información sobre intensidad, frecuencia y duración del estímulo sonoro (transformado ya en impulso nervioso por las células sensoriales) es codificado por tipos neuronales especializados en cada nivel de la vía auditiva que, a través de complicadas relaciones sinápticas, responden o no de forma específica.

Mediante registros electrofisiológicos se ha determinado la **organización fonotópica** (mapas de frecuencias) en cada región de la vía auditiva, que se corresponde con la que existe en la cóclea y en el nervio coclear. Significa que las neuronas sensibles a diferentes frecuencias están dispuestas de forma ordenada (de más agudo a más grave), correspondiéndose exactamente con la misma organización que se encuentra en la cóclea.

#### 4.2. Tipos de audiometrías y su interpretación

La audiometría es una prueba que evalúa el funcionamiento del sistema auditivo y determina el umbral o cantidad mínima del estímulo sonoro que provoca una sensación. Se realiza mediante un audiómetro. Se trata de un instrumento de precisión que emite tonos puros de sonido y mediante el cual se puede variar el volumen y la frecuencia del estímulo (Torres Monreal, Rodríguez Santos, Santa Hernández, y González Cuenca 2000).

#### 4.2.1. Audiometría vía aérea y vía ósea

El objetivo de la **audiometría tonal por vía aérea** es obtener los niveles mínimos de intensidad a los que la persona explorada es capaz de percibir estímulos acústicos presentados en forma de tonos puros por vía aérea. Se colocan unos auriculares en sus oídos y se emite directamente a través del oído externo.

**La audición por conducción ósea o por vía ósea.** Esta prueba se realiza exactamente igual que la anterior pero ahora en vez de enviar el sonido por el conducto auditivo externo, lo enviamos al oído interno a través de la vibración del hueso mastoides. Para ello basta colocar un vibrador detrás de la oreja y enviar frecuencias de vibración, el sujeto nos indicará cuando las oye. De esta manera se elimina la participación del oído externo y medio en el proceso de la audición. Para entender ésta prueba has de tener en cuenta:

- El oído interno se encuentra situado dentro del hueso del cráneo llamado mastoides.
- Las vibraciones del sonido se propagan más deprisa sobre un medio óseo que mediante las partículas del aire.

Las diferencias encontradas en las audiciones mediante estas dos audiometrías nos permiten evaluar la calidad de la audición y sus posibles anomalías.

Se denomina normoyente cuando se perciben bien los estímulos transmitidos por vía aérea y vía ósea (Figura 5.2).

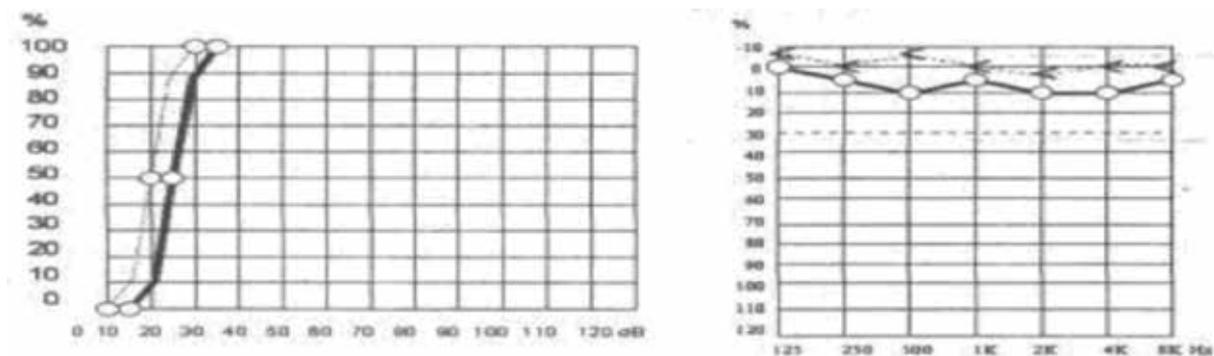


Figura 2. Gráfica de las audiometrías verbales, aéreas y óseas de un normoyente.

#### 4.2.2. Hipoacusia de transmisión, de percepción y mixta. Su implicación en el aprendizaje

Cuando se oyen mejor los sonidos por vía ósea nos indica que existen algún problema en el oído externo o medio, se denomina hipoacusia de trasmisión. Sus consecuencias a nivel educativo pueden ser:

- El sujeto oye, pero hay que hablarle más alto para que comprenda lo que se le dice.
- En clase, cuando hay mucho ruido de fondo, se pierde y se mete en sí mismo.
- Parece despistado.
- Sólo cuando se le habla directamente entiende mejor.
- Los padres suelen decir que “entiende lo que quiere”.

En el caso en que las gráficas nos muestren que el sonido se oye mal tanto por vía aérea como ósea se trata de una hipoacusia de percepción. Podemos encontrar las siguientes características:

- Oye, pero no entiende, puesto que está afectado el órgano sensorial.
- Comete errores al articular determinados fonemas, puesto que no los ha integrado a nivel auditivo.
- Dice mucho ¿qué?
- Se muestra inquieto y no puede concentrarse por espacios prolongados de tiempo.
- En algunas ocasiones malinterpreta peticiones o preguntas.

La hipoacusia mixta es la que presenta las características de las dos anteriores, dificultades de transmisión y de percepción.

La relación entre audición y desarrollo neurológico está ampliamente demostrada. Pérdidas auditivas leves o incluso de un solo oído, se asocian a un retraso más o menos leve en el lenguaje y dificultades en el aprendizaje escolar (Schonhaut, Farfán, Neuvonen y Vacarizas, 2006).

Según el grado de pérdida auditiva podemos clasificar las hipoacusias en ligera, moderada, severa, profunda y pérdida total de audición o cofosis (Torres Monreal, Rodríguez Santos, Santa Hernández, y González Cuenca 2000).

**Tabla 1. Clasificación de las pérdidas auditivas**

Clasificación	Decibelios a los que oye
Ligera	Entre 20 y 40 decibelios
Moderada	Entre 40 y 60 decibelios
Severa	Entre 60 y 90 decibelios
Profunda	Por encima de 90 decibelios
Cofosis	Pérdida total de audición

Estudios recientes, (Fontalvo de la Hoz, T.J. 2012), demuestran que los niños con pérdidas de audición desarrollan con más lentitud el vocabulario, aprenden con mayor facilidad las palabras concretas que las abstractas. Tienen a menudo problemas para entender y escribir oraciones compuestas. No pueden oír los sonidos /s/, /f/, /t/ y /k/, por lo que no los pronuncian en el habla.

Según el nivel de pérdida se pueden encontrar errores en la capacidad de audición, en el habla y en el lenguaje. (Tabla 2).

**Tabla 2. Errores en la audición, el habla y el lenguaje, dependiendo del nivel de audición**

**Pérdida ligera: de 20 a 40 dB**

<b>Errores de audición</b>
No oye la voz débil Percibe en la voz normal como cuchicheada La voz fuerte (no gritada) como normal Comprensión deficiente: pueden alterar
<b>Errores en el habla</b>
Alteraciones de la voz y el ritmo que modifican la cadencia normal del habla Omisión del fonema /s final y ligeras dislalias Confusión de los pares: /k/-/g/ /p/-/m/ /l/-/n/ /t/-/d/ /b/-/d/ /b/-/f/ /v/-/d/
<b>Errores en el lenguaje</b>
Estructuras morfológicas normales y desarrollo semejante al del niño oyente, pero más lento Dificultades en la conjugación de los verbos Dificultades en uso de complementos y retraso en aparición de disyuntivas Problemas en los cambios de voz: de activa a pasiva Dificultad en la comprensión de estructuras gramaticales complejas En la lectoescritura confusión de letras con similitud fonética, lentitud y ritmo y entonación escasos Dificultades en el resto de las materias escolares Presencia habitual de trastornos en la afectividad Alteraciones en el comportamiento social

### Pérdida media: de 40 a 70 dB

<b>Errores de audición</b>
Solo perciben la voz con fuerte intensidad Perciben la voz fuerte como cuchicheada No perciben la voz normal más allá de 1,5 metros de distancia
<b>Errores en el habla</b>
Múltiples dislalias Dificultades de incorporación de /ch/ y /s/ (por estar en frecuencias muy agudas) y de /j/ /g/ /k/
<b>Errores en el lenguaje</b>
Comprensión del 10% de la frase dentro del contexto Dificultad en formas plurales de los verbos Les cuesta establecer estructuras sintácticas, aunque siguen el mismo proceso de los oyentes, pero su evolución es más lenta Problemas en voz activa-pasiva y en doble complemento

### Pérdida severa: de 70 a 90 dB

<b>Errores de audición</b>
Solo perciben la voz fuerte, muy distorsionada, a pesar incluso de la prótesis auditiva Suelen desarrollar lectura labial
<b>Errores en el habla</b>
Retraso grave tanto en la adquisición del lenguaje como en la del habla Dificultades para incorporar: /s/ /ch/ /g/ /p/ y /m/
<b>Errores en el lenguaje</b>
Si el medio es adecuado, pueden desarrollar cierto lenguaje oral (con otros sistemas alternativos) Retraso en la adquisición morfológica, con menor dificultad en los posesivos Las estructuras sintácticas se retrasan notablemente, sobre todo en el uso de pronombres, complementos y frases con relativo Requiere servicios especializados y, en las ayudas auditivas, un entrenamiento auditivo sistemático y durante mucho tiempo Apoyo de la lectura labial y el lenguaje de signos

### Pérdida profunda: superior a 90 dB

<b>Errores de audición</b>
Solo perciben ruidos fuertes, por vibración (portazo, gritos muy cerca, golpes) Precisan ser educados en labiolectura
<b>Errores en el habla</b>
El lenguaje y el habla no se suelen desarrollar sin reeducación especial intensa La voz presenta saltos muy bruscos de altura o mesetas muy agudas; es aguda nasalizada y muestra timbre muy vibrante Mutismo
<b>Errores en el lenguaje</b>
Si no reciben tratamiento adecuado, serán niños "mudos" Estructuras morfológicas muy pobres La mayoría de las estructuras sintácticas no se llegan a desarrollar Generan un lenguaje basado en reglas no observadas en los oyentes

### 4.2.3. Zonas de hipersensibilidad auditiva y su relación con la audición

El estudio clásico de un audiograma se centra exclusivamente en el estudio de zonas situadas por debajo de 20 decibelios (límite de la audición normal), que señala una pérdida de audición. En cambio, en el siguiente audiograma, observamos unos picos en las frecuencias 1.000 y 8.000 (**Figura 3**)

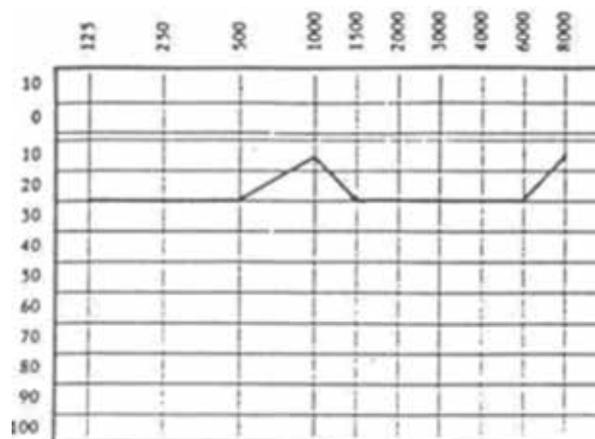


Figura 3. Audiograma con picos en las frecuencias 1.000 y 8.000 Hz.

Los picos situados por encima de la línea normal, señalan una **hiperaudición relativa** (Zona de Picos). Estas frecuencias constituyen unas zonas generadoras de trastornos no puramente auditivos, sino perceptivos (Berard, 2003). El individuo oye perfectamente el sonido, pero no puede interpretar correctamente el mensaje, los sonidos que se perciben mejor, enmascaran o tapan, las frecuencias que se encuentran en un umbral inferior.

Ocurre como si la percepción exagerada de determinadas frecuencias afectara a zonas muy localizadas del cerebro, provocando reacciones anormales de éste. El hecho de que sean siempre las mismas frecuencias las que generan los mismos trastornos, hace pensar que los sonidos, aunque percibidos prioritariamente por los centros auditivos cerebrales con vistas al control del entorno sonoro, lleguen además a otras zonas. Esas zonas reaccionarían entonces ante esas incitaciones anormales de una manera aparentemente constante. La calidad de la percepción auditiva y la forma de ser, actuar y reaccionar dependen de la forma de oír de cada sujeto (Martín Lobo, 2003).

## 4.3. Evaluación de los procesos perceptivos auditivos

### 4.3.1. Concepto de percepción auditiva

La audición es un proceso complejo que se inicia con la recepción de la onda sonora en los oídos, estas señales se transforman en neuroseñales que han de ser interpretadas por el cerebro, aquí es donde empieza el proceso perceptivo auditivo. No solamente se trata de oír bien un sonido, sino de interpretarlo y darle un significado (Schminky y Baran 2000).

El ser humano desarrolla dos tipos de habilidades perceptivo auditivas: percepción de ruidos y sonidos y percepción del lenguaje. Existen múltiples estudios en los que se presenta el déficit fonológico como una posible causa de la dislexia evolutiva (Ortiz, Estévez y Muñetón 2014).

En el momento de aplicar las diferentes pruebas de evaluación hemos de tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Situarse en una habitación donde no haya mucho ruido ambiental. Buscaremos el lugar más silencioso posible.
- Dadas las implicaciones que la audición tiene en la comprensión del lenguaje, hemos de estar seguros de que el niño entiende las instrucciones.
- En algunos casos será necesario repartir la aplicación de la prueba en varias sesiones.

- Evitar que el niño mire la boca del evaluador.
- Asegurarse de que el sujeto no se encuentra acatarrado o tomando alguna medicación que altere su audición.

#### 4.3.2. Pruebas de evaluación de la discriminación auditiva

De entre las diferentes pruebas de valoración, seleccionaremos la más acorde con los procesos que deseamos medir y con la edad del sujeto.

Prueba	Autor	Evaluación
Evaluación de la discriminación auditiva y fonológica. EDAF. Editorial Lebón	Brancal, M.F., Ferrer, A. M., Alcatud, F. y Quiroga, M. E. (1998)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Discriminación de sonidos del medio.</li> <li>- Discriminación figura-fondo auditiva.</li> <li>- Discriminación fonológica de palabras.</li> <li>- Discriminación fonológica de logotomas.</li> <li>- Memoria secuencial auditiva.</li> <li>- Aplicación desde 2,8 a 7,4 años.</li> </ul>
Prueba de valoración de la percepción auditiva. Explorando los sonidos y el lenguaje. Editorial Masson	Gotzens Busquets, A.M., y Marro Cosialls, S. (2001)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Discriminación y reconocimiento.</li> <li>- Figura-fondo auditivo.</li> <li>- Análisis auditivo.</li> <li>- Asociación auditiva.</li> <li>- Síntesis auditiva.</li> <li>- Reconocimiento auditivo.</li> <li>- Discriminación auditiva.</li> <li>- Cierre auditivo.</li> <li>- Rasgos suprasegmentales.</li> </ul>
Evaluación de la dislalia. Prueba de articulación de fonemas. PAF. Subprueba de discriminación auditiva. Editorial CEPE.	Vallés Arándiga, A. (2010)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Respiración.</li> <li>- Capacidad de soplo.</li> <li>- Habilidades buco-linguo-labial.</li> <li>- Ritmo.</li> <li>- Discriminación auditiva.</li> <li>- Discriminación fonética.</li> <li>- Lenguaje espontáneo.</li> </ul>
Test Illinois de aptitudes psicolingüísticas. ITPA. TEA Ediciones.	Samuel A. Kirk, S.A., McCarthy. J.J., y Kirk. W. D. (2004)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprensión auditiva.</li> <li>- Comprensión visual.</li> <li>- Memoria secuencial visomotora.</li> <li>- Asociación auditiva.</li> <li>- Memoria secuencial auditiva.</li> <li>- Asociación visual.</li> <li>- Integración visual.</li> <li>- Expresión verbal.</li> <li>- Integración gramatical.</li> <li>- Expresión motora.</li> <li>- Integración auditiva.</li> <li>- Desde los 3 a los 10 años.</li> </ul>
Exploración del lenguaje comprensivo y expresivo. ELCE. Subprueba de discriminación fonética. Editorial CEPE	López Ginés, M. J. y cols. (2007)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ritmo.</li> <li>- Discriminación fonética.</li> <li>- Para edades comprendidas entre 3 y 7 años.</li> </ul>

#### 4.4. Programas de desarrollo auditivo

Los programas de desarrollo auditivo constan de varias fases:

- *Detección*. El niño ha de ser capaz de identificar la presencia de sonido. Según se avanza en el tratamiento, se reduce la intensidad y la duración del sonido. Los programas se elaboran sobre sonidos del medio, conocidos y familiares.

- *Discriminación*. Aprender a diferencias entre dos estímulos muy similares. Según se avanza, la diferenciación es menor. Es importante aprender a diferenciar fonemas como la /s/ y la /f/, y palabras muy parecidas como gato/cato.
- *Identificación*. Se trata de identificar un ítem dentro de una serie de alternativas propuestas. Se incrementa la dificultad de oposiciones fonéticas o fonológicas sencillas a otras más difíciles.
- *Reconocimiento*. El sujeto debe aprender a reconocer un ítem verbal con la ayuda de una clave contextual. La progresión tendrá en cuenta la naturaleza de la clave contextual así como su previsibilidad.
- *Comprensión*. Es la identificación correcta de todos los ítems verbales presentes en el lenguaje oral. Se trata de participar en una conversación sin ayuda ni dificultades de reconocimiento.

Estos programas se pueden llevar a cabo dentro del ámbito educativo. A continuación se expone un ejemplo.

	FASE I	FASE II	FASE III
<b>Objetivo base: ritmo y movimiento</b>			
1	Comienza la música y escuchan unos minutos o segundos; se preparan para la actividad primera imitando a la profesora. Palmear al ritmo (con dos manos) y doblar poquito las rodillas: a) Con una mano sobre pierna. b) Dos manos sobre dos piernas. c) Mano con pierna contraria.	Comienza la música y escuchan unos minutos o segundos; se preparan para la actividad primera imitando a la profesora.  Marchar pasos en el sitio estilo "marcha". a) Palmear mano derecha sobre pierna izquierda y viceversa.	Comienza la música y escuchan unos minutos o segundos; se preparan para la actividad primera imitando a la profesora.  Marcar en el sitio estilo marcha y mover los brazos cerca del cuerpo (pie izquierdo y brazo derecho).
2	Palmear sobre los muslos una vez y de nuevo con las manos y repetir .	Marchar hacia la derecha, todos juntos, e ir formando un círculo. Al cambio de música nos volvemos hacia izquierda e intentamos formar círculo.	Marchamos a derecha y en cuanto cambie música cambiamos la dirección; volvemos a cambiar de dirección en el cambio musical (aquí los movimientos son más rápidos y cortos).
2a	Volvemos a la derecha y palmeamos; volvemos hacia izquierda y palmeamos. a) Palmeamos con dos manos las dos piernas. b) Con una mano, misma pierna. c) Con una mano, pierna contraria (depende de nosotros).	Hacemos variaciones palmeando al modo A/B/C.	Comenzaremos medio círculo a derecha y con el cambio medio círculo a la izquierda (intentamos palmeamos A/B/C).
3	En el sitio comenzamos el movimiento de marcha y pasamos hacia marcha adelante (los brazos izquierda delante y derecho detrás). Después marcha hacia atrás y de nuevo tres pasos en el sitio.	Nos paramos en el sitio en el cambio de música y es entonces cuando damos tres pasos hacia delante y tres hacia atrás. Después tres en el sitio coordinando y movimientos de brazos.	Tres pasos hacia adelante, palmeando a la vez. Tres pasos en el sitio palmeando sobre sus muslos. Y tres pasos hacia atrás palmeando.
4	Ahora somos dos parejas y formamos un grupo de cuatro; nos movemos los cuatro, a la vez, al ritmo y hacia adelante (unos 5 o 6 pasos).	(Disposición de espalda como anterior; ahora no se cogen de manos). Nos movemos por la clase hacia una dirección y con ritmo. Hemos de acordar el número de pasos a dar.	A la vez que nos movemos, delante y atrás, palmeamos el ritmo.  A la vez que nos movemos a izquierda y derecha, palmeamos el ritmo.

#### 4.5. Estudio de un grupo de alumnos de 1º de educación primaria con dificultades en rendimiento escolar

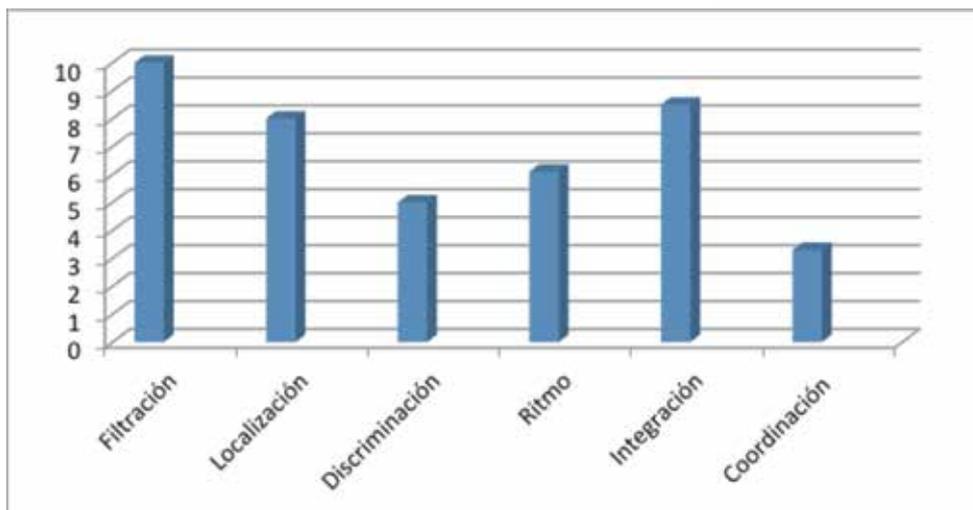
Un grupo de 1º de educación primaria fue objeto de estudio por presentar las siguientes características:

- Falta generalizada de atención y concentración.
- Nivel bajo de lectura y escritura.
- Dificultades para seguir las indicaciones del profesor.
- No obedecían las orientaciones del profesor ni mantenían el silencio adecuado en el aula.

La dirección del centro educativo solicitó una evaluación neuropsicológica completa a un equipo multidisciplinar formado por psicólogo, pedagogo y optometrista. Se aplicaron las pruebas a todos los niños de la clase. Los datos más relevantes de la valoración se detallan a continuación (**tabla 5.3**):

- El 100 % de los alumnos necesitaban mejorar la capacidad de filtración auditiva.
- El 79 % presentaban dificultades para localizar sonidos y los contenidos lingüísticos.
- El 47 % no tenían bien desarrollada la discriminación auditiva.
- El 60 % no reproducían correctamente una estructura rítmica.
- El 82 % debían mejorar la integración auditiva en el oído derecho y el 92% en el izquierdo.
- El 33% no alcanzaban un nivel adecuado de coordinación y equilibrio.

**Gráfico 1. Resultados de la evaluación neuropsicológica**



Dados los resultados encontrados, se procedió a elaborar un programa de intervención en el aula que dirigió y coordinó el orientador del centro escolar. También se solicitó la ayuda de los padres desde el ámbito familiar mediante la realización de unas pautas de orientación.

Una vez finalizado el curso académico se procedió a aplicar las pruebas de evaluación neuropsicológicas y se obtuvieron unos resultados muy positivos. Prácticamente todos los niños sabían leer. La capacidad de atención era muy satisfactoria, lo que nos lleva a concluir que un buen desarrollo auditivo ayuda a los alumnos a concentrarse mejor y por tanto a mejorar su comportamiento.

#### 4.6. Bibliografía

- Bérard, G. (2003). *Reeducación auditiva para el éxito escolar y el bienestar emocional*. Biblioteca Nueva. Madrid.
- Cañete, O., (2006). Desorden del procesamiento auditivo central (DPAC). *Rev. Otorrinolaringol. Cir. Cabeza Cuello*, 66, 263-273.

- Core, S. M., Ward, L. y Ennes, J. (2001). *Percepción y sensación*. Editorial MC, Graw Hill. México.
- Domínguez, A., Carrillo, M., Pérez, M. & Alegría, J. (2014). Analysis of reading strategies in deaf adults as a function of their language and metaphonological skills. *Journal Research in Developmental Disabilities*, 35(7), 1439-1456.
- Fontalvo de la Hoz, T.J. (2012). Efectos de la pérdida de audición en el desarrollo. American Speech-Language-Hearing. *Audiología Serie Informativa*. ASHA 2012 9349-S1. Rockville.
- Fort, J. A. (2010). *Anatomía Descriptiva*. Instituto politécnico Nacional. México.
- Goldstein, E.B. (2006). *Sensación y percepción*. Madrid: Tomson.
- Idiazábal-Aletxa, M. Saperas-Rodríguez, M. (2008). Procesamiento auditivo en el trastorno específico del lenguaje, *Rev Neurol*, 46, 91-95.
- Ortiz, R. Estévez, A. and Muñetón, M. (2014). Temporal processing in speech perception of children with dyslexia. *Anal. Psicol.*, 30, 2.
- Peñaloza-López, Y., Olivares, M. R., Jiménez, S., García-Pedroza, F. y Pérez-Ruíz, S.J. (2009). Procesos centrales de la audición evaluados en español en escolares con dislexia y controles. Pruebas de fusión binaural y de palabras filtradas, *Acta Otorrinolaringológica Española*, 60, 415-421.
- Pérez-Abaloa, M.C., Gaya, J.A., Savío, G., Ponce de León, M., Perera, M. & Reigosa, V. (2005). Diagnóstico e intervención temprana de los trastornos de la audición: una experiencia cubana de 20 años, *REV. NEUROL.*, 41, 556-563.
- Ruíz, I. & Castro, J. R. (2006). Desórdenes del procesamiento auditivo, *IATREIA*, 19 (4), 368-376.
- Sánchez, J.C. (2004). Bases biofísicas de la audición, *Scientia et Technica Año X*, 24, 273-278.
- Schminky, M. and Baran, J. (2000). Central Auditory Processing Disorders - An Overview of Assessment and Management Practices. *Teaching Research Division of Western Oregon University*, 5, 2.
- Schonhaut L., Farfán C. R., Neuvonen R., Vacarisas P. (2006). Hearing problems in preschool children according to audiologic examination and teachers perception. *Rev Child Pediatr*, 77, 247-53.
- Torres Monreal, S., Rodríguez Santos, J. M., Santa Hernández, R. y González Cuenca, A.M. (2000). Deficiencia auditiva. *Aspectos Psicoevolutivos y Educativos*. Málaga: Aljibe.

### **Páginas WEB**

- <http://blogdelosmaestrosdeaudicionylenguaje.blogspot.com.es/2013/03/recopilacion-materiales-para-trabajar.html>
- <http://www.cosasdelainfancia.com/biblioteca-esti-p-06.htm>
- <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:B2iu3xWtAZIJ:ardilladigital.com/DOCUMENTOS/EDUCACION%2520ESPECIAL/LOGOPEDIA/MATERIALES%2520AULA%2520LOGOPEDIA/ACTIVIDADES/Ejer.DiscriminacionAuditiva.doc+&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=es>
- <http://www.alafina.es/wp-content/uploads/2013/06/PAF.pdf>
- <http://www.tomatis.com>
- <http://web.educastur.princast.es/proyectos/lea/index.php?page=discriminacion-auditiva>
- <http://9letras.wordpress.com/discriminacion-auditiva/>
- <https://ptyalcantabria.wordpress.com/discapacidades/deficiencia-auditiva/juegos-de-discriminacion-auditiva/>
- <http://www.aulapt.org/2014/01/25/pruebas-de-discriminacion-auditiva-y-ejercicios-para-trabajarla/>
- [http://www.audirem.com/Conferencia\\_audicion\\_y\\_aprendizaje.html](http://www.audirem.com/Conferencia_audicion_y_aprendizaje.html)
- [http://lnx.educacionenmalaga.es/orientamalaga/files/2013/04/10.-Anexo-I-PROGR.-ESTIMUL.DLLO\\_-CONC.-FONOL.pdf](http://lnx.educacionenmalaga.es/orientamalaga/files/2013/04/10.-Anexo-I-PROGR.-ESTIMUL.DLLO_-CONC.-FONOL.pdf)
- [http://descargas.pntic.mec.es/cedec/atencion\\_diver/contenidos/nee/discapacidadauditiva/index.html](http://descargas.pntic.mec.es/cedec/atencion_diver/contenidos/nee/discapacidadauditiva/index.html)
- <http://blogdelosmaestrosdeaudicionylenguaje.blogspot.com.es/2009/06/pec-fono-segmentacion-silabica-juegos.html>
- <http://www.goear.com/search/EntrenamientoAuditivo>
- <http://es.slideshare.net/lolanp/manual-edaf>
- <http://es.slideshare.net/lolanp/lminas-edaf?related=1>
- <http://es.slideshare.net/lolanp/hoja-de-registro-edaf?related=2>
- <http://doloresnavasperez.blogspot.com.es/2013/08/evaluacion-de-la-discriminacion.html>

# Integración sensorial, instrumentos y valoración

María Jesús López-Juez

## **5.1. La integración sensorial**

La integración sensorial es el conjunto de procesos neurológicos que organizan la información que recibe nuestro sistema nervioso central (SNC), tanto de los receptores externos y por tanto del entorno que nos rodea, como de los receptores internos de nuestro organismo. El proceso de la integración sensorial nos permite “construir” un mapa mental del mundo y usarlo para poder interactuar con el entorno de forma eficaz. Los problemas de integración sensorial pueden afectar tanto al comportamiento del niño como a su rendimiento académico, ya que solo podemos relacionarnos con el mundo, desde el mapa del mundo que hemos construido en nuestro cerebro. (Ayes, 2006)

### **5.1.1. Vías de entrada & vías de salida**

De forma muy simplificada podemos decir que el cerebro recibe información, tanto en el medio externo como en el medio interno a través de las vías sensoriales o vías aferentes: visión, audición, tacto y propiocepción, gusto, olfato y el sistema vestibular. Como observamos en el gráfico, corresponden a las vías de entrada de información. Con esta información que percibimos, el SNC procesa y construye una idea del mundo. Dicha información recibida será procesada, podada, analizada, comprendida, y finalmente almacenada o no, en los diversos sistemas de memoria. El nivel de análisis de la información será coherente con el nivel de desarrollo del SNC. Sobre esta información recibida, el sistema organizara la respuesta motora, a través de las vías de salida o vías eferentes: movilidad o motor grueso, función manual o motor fino y lenguaje, que son las encargadas de dar respuesta y las que, en conjunto, constituyen el comportamiento humano externo, observable (Ferré, 2013). De nuevo, según el nivel de desarrollo del SNC esta respuesta podrá ser de diversa naturaleza: refleja, poco elaborada, básica, compleja o sofisticada.

Las vías de salida de información o eferentes, generan una retroalimentación sobre las vías de entrada o aferentes, y el circuito cerebral se cierra. Los humanos continuamente estamos usando la retroalimentación -feedback- para monitorizar todos los procesos de salida y este proceso se lleva a cabo por las vías de entrada, por ejemplo, cuando nos movemos, sentimos nuestras articulaciones, cuando hablamos oímos nuestra propia voz, cuando escribimos con la mano, vamos leyendo lo que hemos escrito con nuestra ruta visual.

Por tanto, la relación entre las vías de entrada y de salida se puede ver con claridad entre audición/comprensión auditiva y lenguaje: La calidad del lenguaje depende de la calidad auditiva y de la comprensión de los mensajes abstractos auditivos recibidos.

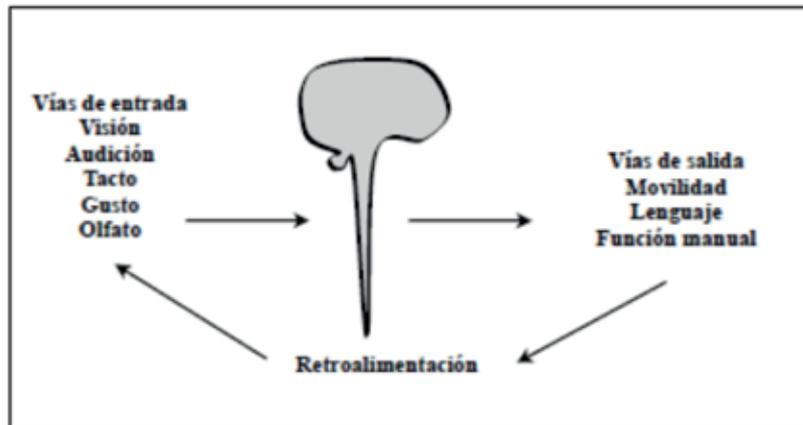


Figura 1. El circuito cerebral.

De la misma manera la movilidad de un individuo depende de la calidad de su procesamiento propioceptivo y vestibular, así como de su orientación viso-espacial. Estas herramientas de entrada también serán usadas desde el punto de vista de la función manual o motricidad fina para la escritura. Desde el punto de vista neuropsicológico, las vías aferentes y el procesamiento de la información que por ellas entra, corresponden fundamentalmente al sistema ascendente o “Bottom-up”, frente a las vías eferentes que son las ejecutoras de las ordenes generadas por el sistema descendente o “Top-Down” desde el lóbulo frontal, sede anatómica de las Funciones Ejecutivas (Purves, 2010).

### 5.1.2. El desarrollo de las vías de entrada de información

Las vías aferentes o de entrada de información al SNC se pueden clasificar según numerosos criterios: la naturaleza del estímulo - mecánico o químico - el origen del estímulo - externo o interno -, entre otros. Para aquellas personas que no se dediquen específicamente a este campo del conocimiento, nos gustaría, antes de empezar, hacerles caer en la cuenta de la distinción entre el órgano receptor de información sensorial (ojo, oído, etc.) y el procesamiento de la información que realiza el SNC.

**Tabla 1: Características básicas del funcionamiento del circuito cerebral**

Características generales del circuito cerebral:
1. Las vías de entrada nos permiten estar conectados con el entorno
2. Las vías de salida constituyen el comportamiento humano
3. La calidad de las vías de salida depende de la calidad de las vías de entrada
4. Las vías de entrada son uni-direccionales
5. Las vías de salida son uni-direccionales
6. Las vías de entrada maduran por estimulación
7. Las vías de salida maduran por uso

En algunas ocasiones un maestro les pregunta a los padres: ¿Este niño oye bien? Los padres le llevan al otorrinolaringólogo (OTL) que después de una exploración confirma que el niño oye bien. En realidad nos está diciendo que el órgano receptor del oído está sano, pero no nos habla de su procesamiento en el sistema nervioso central porque no lo explora.

**Tabla 2: Clasificación de los sistemas sensoriales**

Órgano receptor	SNC	Función	Proceso
Ojo	Ruta visual	Visión	Ver
Oído - Cóclea	Ruta auditiva	Audición	Oír
Oído - Vestíbulo	Sistema vestibular	Orientación	Equilibrio
Receptores de superficie Receptores de profundidad	Ruta somatosensorial	Sensación táctil, propioceptiva, cinestésica	Sentir
Mucosas olfativas	Ruta olfativa	Olfato	Oler
Mucosas gustativas	Ruta gustativa	Gustación	Gusto/ Saborear

A nivel ontogenético, durante la gestación se produce la formación estructural de los diversos órganos de los sentidos así como las vías de SNC. Es a lo largo de la infancia cuando la activación funcional se ira produciendo a través del desarrollo de las diferentes vías neurológicas, por la interacción con los estímulos ambientales. De forma que el resultado final presenta elementos tanto genéticos como elementos epigenéticos. Cada una de las diversas fases del desarrollo de las vías sensoriales implican una entrada sensorial de estímulos, la formación de sinapsis entre las neuronas de los diversos niveles cerebrales, la potenciación a largo plazo de dichas sinapsis y la mielinización de las vías, hasta generar circuitos cerebrales estables que se encarguen de la función cerebral correspondiente. La primera fase de la vida del niño, que según Piaget correspondería a la

“Etapa senso-motriz”, es en la cual se lleva con mayor intensidad este proceso, que culminara con una conexión completa del niño con su entorno.

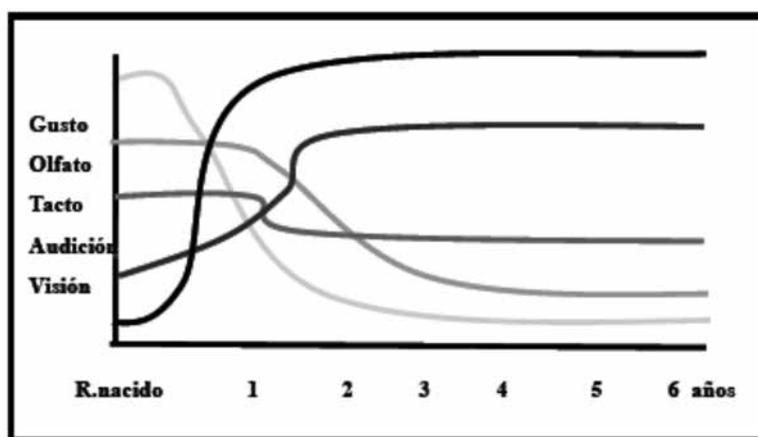


Figura 2. El desarrollo sensorial del niño (Vergara, 2008,p. 25).

En esta etapa la maduración de las vías de entrada es dependiente de la experiencia y la experiencia es una condición necesaria; es decir, no solo los estímulos son necesarios para madurar los circuitos, es que la ausencia de dichos estímulos, hace que los circuitos no puedan madurar adecuadamente. En el siguiente gráfico podemos observar el proceso de activación de las diversas rutas de entrada de información, a lo largo de los primeros años de vida, si se dan las condiciones neurológicas óptimas (Dionne et al., 2015).

Las vías sensoriales de entrada de información al SNC son importantes porque:

1. Conexión el entorno
2. Actúan de base para las vías de salida motora

3. Son la base de la inteligencia:
  - Inteligencia visual: Viso-cognición: Entender lo que veo
  - Inteligencia auditiva: Audio-cognición o comprensión: Entender lo que oigo
  - Inteligencia somatosensorial: Tacto-cognición: Entender lo que senso/siento

El cerebro recibe información de los diversos canales sensoriales y la procesa, solo tras su combinación –la integración sensorial– se forma una impresión completa y unitaria del entorno. El cerebro combina la información de las diversas vías sensoriales para elaborar una representación más o menos fiable/correcta de nuestro entorno.

Anatómicamente, la integración sensorial de dicha información se puede producir a varios niveles de procesamiento: Colículos, cerebelo y cortezas asociativas (Cardinalli, 2007). A nivel funcional la integración sensorial puede tener lugar en las fases tempranas del procesamiento sensorial de la información o también a nivel de las cortezas asociativas: existen varios modelos teóricos que pueden explicar este proceso de integración sensorial y que resultar factibles simultáneamente. Un primer modelo nos propone el procesamiento de cada ruta sensorial de forma individual con una integración con otras modalidades, al final del proceso, frente al otro modelo que nos propone una interacción desde las fases iniciales del procesamiento de cada una de las vías sensoriales (Calvert et al, 2004). Presentamos de una forma gráfica esta idea en la figura 3.

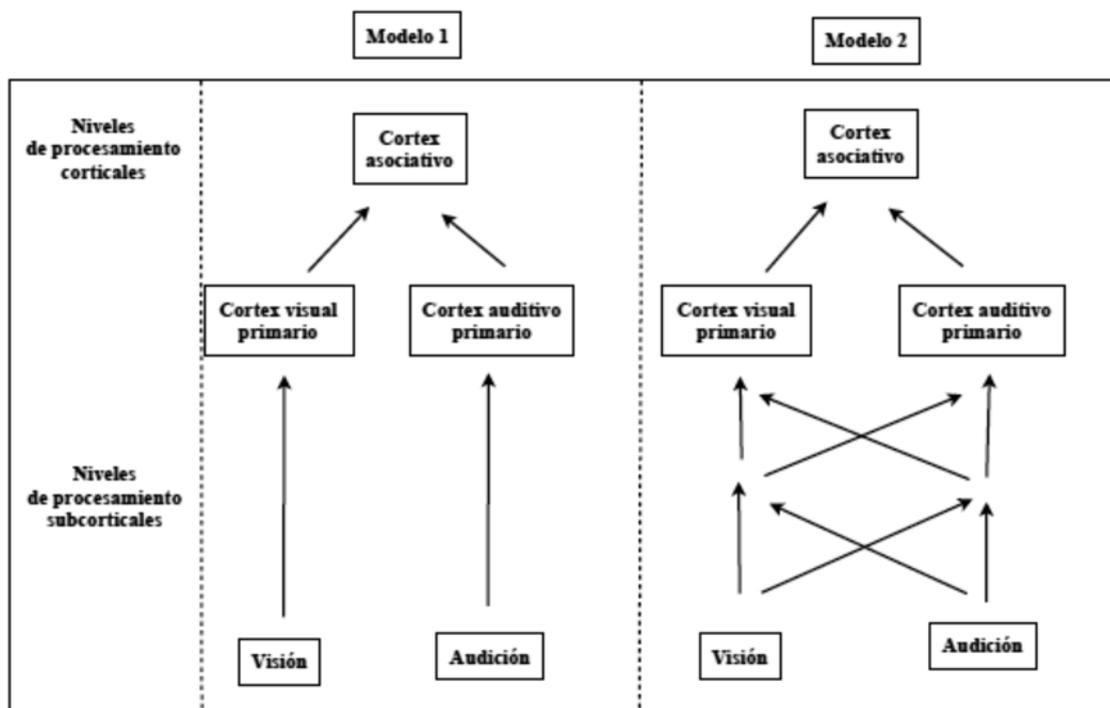


Figura 3. Modelos de Integración Sensorial (Kayser, 2007,p. 20).

Existen dos grandes sistemas de integración sensorial, uno a nivel cortical y otro a nivel sub-cortical, situados anatómicamente a nivel de la corteza asociativa y del cerebelo.

Por un lado, la corteza asociativa viso-auditiva-somatosensorial: Cada uno de los órganos receptores recibe información y la envía al SNC, vía tálamo y es en las cortezas de análisis unimodal –cortex visual, cortex auditivo y cortex somatosensorial– se analiza y se genera un “mapa” visual, auditivo y somatosensorial del mundo o la realidad, pero la realidad no la percibimos como dividida, sino como única. Corresponde al cortex asociativo la integración de estos tres mapas para generar un único mapa de la realidad. La calidad de este mapa es producto tanto de la calidad de cada uno de ellos individualmente como del proceso de integración de los mismos. Este mapa de la realidad es el que se pone a disposición de otras áreas, como el cortex frontal, tanto para las funciones ejecutivas, como del cortex motor para la ejecución de las órdenes motoras.

Por el otro, el cerebelo que, a nivel subcortical, actúa como el gran integrador de la información para contestar a la pregunta ¿Dónde está mi cuerpo en el espacio? Integra la información visual, especialmente la que informa de la distancia a los objetos, con la información vestibular que permite conocer la posición de la cabeza, tanto en estática como en dinámica y la información somatosensorial sobre la distribución de las cargas de peso sobre los pies, la posición relativa de las articulaciones, etc. De nuevo el resultado de este proceso de integración sensorial depende tanto de la calidad de la información de cada una de las modalidades sensoriales como del trabajo de integración que realice el cerebelo con ella. El cerebelo enviará esta información al cortex motor para la planificación y ejecución de los planes motores, así como en el ajuste de los mismos.

Los problemas de integración sensorial son un continuo. Existen situaciones de graves problemas de integración sensorial como cuando un niño presenta lesión cerebral (Delacato, 1984, Bogdashina, 2008, Pagliano, 2012), pero también existen situaciones más leves cuando los problemas de integración sensorial cursan con problemas de aprendizaje o en niños diagnosticados de trastorno de déficit de atención y/o hiperactividad (Han). En niños diagnosticados de Trastornos del espectro autista (TEA) o en trastornos generalizados del desarrollo (TGD) los problemas de Integración Sensorial pueden llevar a niño a estar totalmente desconectados del entorno o actual de forma “monocanal”, es decir, a procesar solo una modalidad sensorial cada vez, en vez de integrarlas todas (Artigas Palleres & Narbona, 2011) .

### 5.1.3. Problemas de desarrollo de las vías sensoriales

Los problemas de procesamiento de cada una de las vías sensoriales, puede llevar al niño a tener dificultades en diversas áreas funcionales: en su comprensión del mundo, a nivel de la planificación y ejecución de las tareas motoras y en el comportamiento diario en la vida cotidiana. El ser humano construye “su” mapa de la realidad, tanto por la información que recibe en estos momentos del entorno, como por los datos previos almacenados en memoria. Si tanto unos como otros, adolecen de “exactitud”, su construcción del mundo será diversa. En el siguiente gráfico podemos observar las repercusiones.

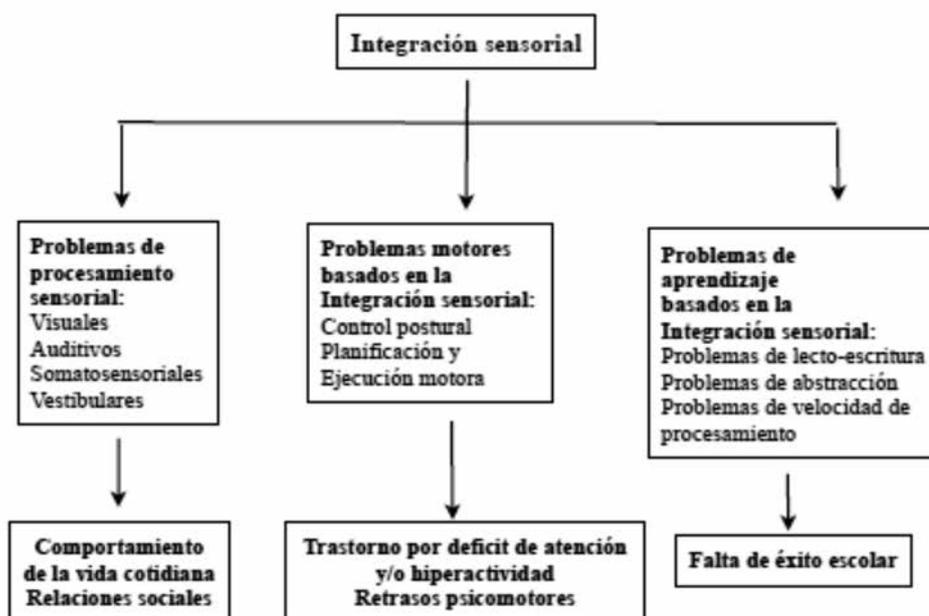


Figura 4. Consecuencias de los problemas de Integración sensorial.

Podemos encontrar magníficos ejemplos en los trabajos del Dr. C. Delacato (1984) y de la Dra. O. Bogdashina (2008) en el campo del autismo; como su problemas de procesamiento e integración sensorial les llevan a una percepción del mundo diversa y a un comportamiento motor diverso.

En el campo de la integración sensorial aplicado a los problemas de aprendizaje, encontramos los trabajos de la Dra. Ayres (2006), que resultan especialmente interesantes en el capítulo que nos ocupa.

Los problemas básicos que nos podemos encontrar en el procesamiento sensorial de la información tienen que ver con:

- Conexión / desconexión de la vía sensorial con el entorno. Estado de alerta o arousal
- Localización del estímulo en el campo receptivo
- Intensidad del estímulo
- Filtrado de la señal: Procesamiento Figura-Fondo

Los dos primeros ítems quedan fuera del objetivo de este capítulo, estando incluidos en los capítulos dedicados a la atención. A continuación vamos a sintetizar los problemas ms habituales que presentan los niños:

- **Procesamiento de la intensidad del estímulo:** Es la cantidad de información mínima capaz de activar la ruta sensorial correspondiente. En este apartado encontramos tres grupos de población:
- **Normosensibles:** Es decir aquellos sujetos que activan la ruta con la cantidad de información que todos consideramos estándar. Umbral de activación estándar.
- **Hiposensibles:** Son aquellos individuos que necesitan una cantidad de información mayor que la estándar para activar la ruta sensorial correspondiente. Umbral de activación muy alto o elevado con respecto al estándar.
- **Hipersensibles:** Son aquellos individuos que con una información de intensidad menos a la estándar activan la ruta sensorial correspondiente. Umbral de activación muy bajo o disminuido con respecto al estándar.

**Procesamiento de la Figura-Fondo:** Filtrado de la señal. Es el proceso por el cual el SNC selecciona de forma automática la información que ha de ser analizada con mayor detalle, frente aquella que en estos momentos va a ser ignorada para su procesamiento. Es decir, es el proceso por el cual el SNC separa el ruido de fondo de la señal que ha de procesar.

Según nuestra experiencia clínica, así como de diversos autores, un individuo puede presentar tanto problemas para el procesamiento de la intensidad del estímulo, como para el procesamiento de la figura-fondo, en una o en varias vías sensoriales. De ahí el diseño de pruebas como el “Perfil Sensorial”, para la comprensión en profundidad de sus dificultades. En la siguiente tabla, se puede ver resumido las dificultades más comunes de este tipo de problemas.

**Tabla 3. Resumen de los síntomas de problemas sensoriales**

Vía sensorial	Hiposensible	Hipersensible	Filtrado de la señal
<b>Visual</b>	Problemas con estímulos visuales pequeños No le gustan las actividades del campo visual central No le gustan las actividades de mesa: puzzles, coloreo, plastilina, etc Pobre lapso de atención en actividades a la corta distancia, como lectura, escritura, etc. Autoestimulaciones visuales: encender y apagar luces, batir puertas, etc.	Fotofobia - Le molesta mucho la luz Síndrome de Irlen o de hipersensibilidad escotópica Ojos enrojecidos, pican, lloran Conjuntivitis frecuentes Pupilas muy dilatadas Autoestimulaciones visuales diversas	Problemas seleccionando la información relevante Se distrae con cualquier movimiento Se distrae con estímulos periféricos No centra la atención en la tarea

Vía sensorial	Hiposensible	Hipersensible	Filtrado de la señal
<b>Auditiva</b>	Preferencia por ambientes ruidosos y lugares reverberantes. Problemas de comprensión de ordenes verbales Problemas en el desarrollo del lenguaje Pobre velocidad de respuesta Comportamiento muy ruidoso Problemas de aprendizaje por la vía auditiva Afecta al desarrollo de la lectura y la escritura, así como los mecanismos de aprendizaje. Afecta la vida emocional y la conducta.	Taparse los oídos. Asustarse con facilidad. Aparentar falsa sordera. Dificulta la correcta adquisición del lenguaje Hacer ruidos repetitivos propios. Dificultad para conciliar el sueño. Oír sonidos aparentemente inexistentes. Miedo o disconfort ante sonidos agudos. Miedo a lugares con reverberación.	Dificultades en entornos sociales: “Cocktail party effect”: Problemas de filtrado: Niños muy dispersos Tendencia al aislamiento: desconexión auditiva del mundo Problema para comprender ordenes verbales Retraso del lenguaje Afecta al comportamiento y a la vida emocional
<b>Táctil</b>	Hiposensible al dolor Se autoestimula Se lleva cosas a la boca Es torpe, problemas de coordinación fina Problemas de fuerza dirigida Problemas de esquema corporal Escasa habilidad manual	No le gusta que le toquen, rehúye el contacto físico Defensividad táctil Se quita los zapatos; prefiere andar descalzo Problemas para cortarle el pelo o las uñas Problemas para cepillarle los dientes Dificultad con ropa nueva	No para quieto: Puede parecer hiperactivo Pobre control postural Prefiere estar en el suelo que sentado en la silla Dedos de “velcro”: Lo toca todo Le molestan las etiquetas de la ropa
<b>Vestibular</b>	Nunca se marea Hipotónico Problemas de control postural Lento en reacciones motoras de defensa (sacar los brazos) Son torpes o bruscos Pobre equilibrio, se caen con frecuencia Se autoestimulan (giros, balanceos) Problemas de orientación espacial Arriba - Abajo Derecha - Izquierda Problemas de coordinación Problemas de lateralidad Posible dislexia: inversión de letras	Excesiva información altera el sistema digestivo: mareos Inseguridad gravitacional Intolerancia al movimiento Muchos miedos Evitan ejercicio físico Evitan los deportes Evitan actividades de equilibrio (montar en bici, escalar) Niños muy ansiosos	Patrones desorganizados de gravedad afectan al rendimiento académico en áreas como: Lectura Escritura Matemáticas Problemas de control postural y de ubicación de su cuerpo en el espacio.

#### 5.1.4. La integración de las vías sensoriales para la planificación y praxis motora

En general podemos decir que, el sistema escolar evalúa la calidad de ejecución de las vías de salida de información del cerebro, de forma estandarizada y dependiendo de la edad del niño, especialmente cuando hablamos del aprendizaje formal. Esta evaluación puede realizarse a través del lenguaje oral, de la escritura a través de la función manual o de la ejecución de ordenes motoras a través de la motricidad gruesa. Pongamos algunos ejemplos, para verlo más claro:

- **Ordenes motoras:** “Poneros el abrigo, coged la merienda, que vamos al patio”
- **Lenguaje oral:** “ Por favor, nos puedes contar que has hecho este fin de semana?”
- **Función manual:** Por favor sacad el cuaderno y copiar estas frases de la pizarra”

Cualquiera de estas órdenes ha de ejecutarse por las vías de salida a través de la planificación motora y la ejecución motriz de dicha orden. Por otro lado, la ejecución motora a través de cualquiera de las vías requiere la participación del lóbulo frontal en la toma de decisiones, la planificación de dicha orden motora y la propia praxis motora como tal. Cada una de estos pasos ha de ser aprendido y entrenado en las diversas etapas del desarrollo motor del niño, del desarrollo del lenguaje o del desarrollo de la función manual. Implica herramientas neurológicas de tono muscular, control postural, equilibrio, coordinación, etc. Sin embargo todos estos procesos neurológicos motores, de nuevo, implican las vías de entrada de información, su procesamiento y su integración (Burk et all, 2014). El control postural requiere tanto la información de la vía propioceptiva como de la información vestibular; el equilibrio implica tanto la ruta visual, como la somatosensorial y la información vestibular; la coordinación requiere la información de la posición relativa de cada una de nuestras extremidades en relación con el conjunto del cuerpo en el espacio (Morasso et al., 2015). Si la calidad de las vías de entrada o su integración no es correcta o no está desarrollada a nivel de edad, el resultado final se verá comprometido. Así mismo, los procesos de salida de información generan una retroalimentación de información que vuelve a procesarse por las vías de entrada y así el proceso se integra. Muchas de las herramientas que se usan para evaluar estos procesos, usan la respuesta motora hacia el estímulo o de evitación de dicho estímulo.

### 5.2. Implicaciones de los déficits sensoriales en el aprendizaje

Veamos a continuación una imagen de un alumno haciendo un dictado y reflexionemos sobre los numerosos procesos que han de llevarse a cabo, con calidad:

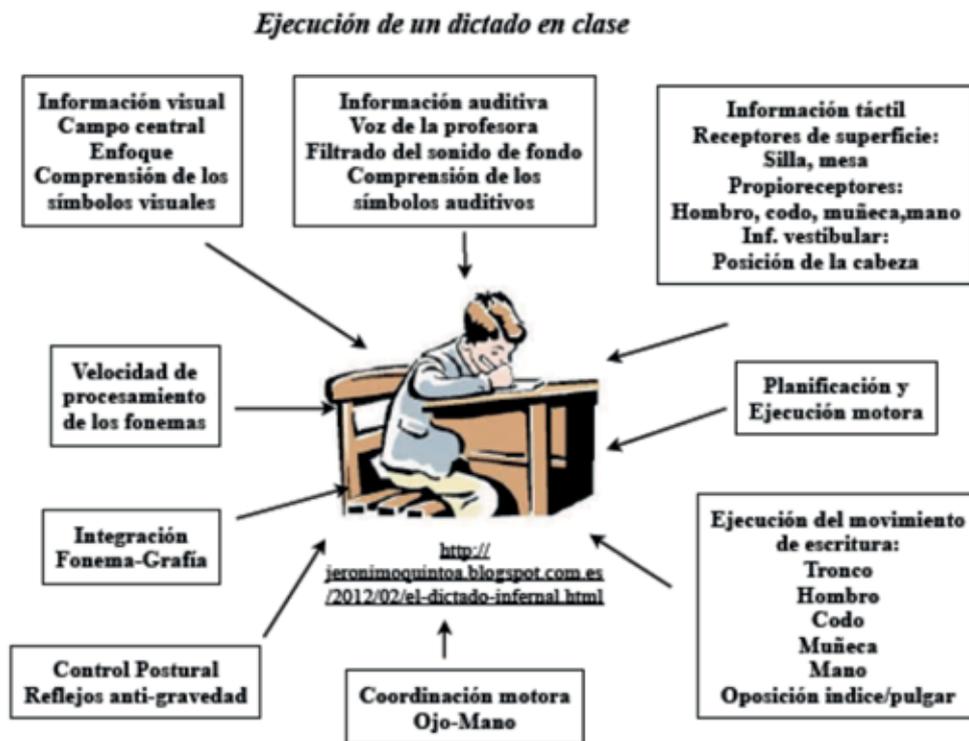


Figura 5. Algunas de las herramientas neurológicas necesarias para ejecutar un dictado.

El aprendizaje escolar requiere que todos estos procesos se ejecuten de forma coordinada y fluida, como cuando una orquesta toca una sinfonía, sin transiciones abruptas, con la velocidad y calidad adecuadas. La ejecución de las vías de salida requiere información a tiempo real y completa de lo que está pasando, y esto solo se lo puede suministrar las vías de entrada y la integración sensorial (Hahn, Foxe, Molholm, 2014). Por lo tanto, si un niño presenta problemas desde el punto de vista de su ren-

dimiento escolar, decirle que es un vago y que si esforzara un poco más lo conseguiría, no solamente es negativo para su autoestima, sino que es una simplificación terrible del proceso y deja al niño sin opciones para su resolución. Analizar y evaluar todos los procesos individualmente y diseñar estrategias específicas de intervención es imprescindible. La tendencia habitual en muchos de nosotros sería realizar un entrenamiento de las herramientas cognitivas como la lectura, la escritura, las matemáticas, o de los procesos de abstracción más complejos (Jensen, 2010). Sin embargo, nuestra propuesta es explorar y trabajar aquellas herramientas neurológicas subyacentes, como son las vías sensoriales de entrada y los procesos de integración sensorial que han de llevarse a cabo previamente, para dotar al cerebro del niño de instrumentos de análisis de la información más eficientes (Kagerer, Clark, 2014).

### 5.3. Instrumentos de evaluación

Existen diferentes herramientas individuales para evaluar el nivel de procesamiento de las diversas rutas sensoriales. Algunas de ellas, se han analizado con mayor detalle en otros capítulos dedicados a ellas. Como resumen, exponemos a continuación algunas que nos parecen especialmente interesantes:

- **Ruta visual:** En el campo de la optometría comportamental existen diferentes herramientas para evaluar la ruta visual de un niño: desde su agudeza visual hasta procesos de convergencia y oculomotricidad. Tal vez en este capítulo, nos resulta muy interesante la campimetría para valorar la amplitud del campo visual a nivel funcional. Así mismo pruebas como el test de Frostig nos permiten explorar la figura/fondo visual en niños en edad preescolar y primeros años de escolaridad. Otro instrumento muy interesante es el “Test de aptitudes Viso-Perceptivas” (no motor) “TVPS” de Dr. E. Carrow-Woolfolk, que permite conocer temas como discriminación, memoria, relaciones espaciales, constancia de forma, memoria secuencial, figura-fondo y cierre visual en niños entre los 4 y los 13 años.
- **Ruta auditiva:** Una herramienta especialmente útil es el audiograma o audiometría comportamental. Se denomina así porque a diferencia de la audiometría tradicional, esta no se realiza en un recinto insonorizado, sino en campo abierto, para reproducir de forma más real la situación de un niño en el aula. Este audiograma nos permite obtener: el trazado de umbral inferior, el trazado de umbral superior o de discomfort, la atención auditiva mantenida durante la tarea, y la simetría o asimetría de los trazados de ambos oídos. Así mismo, se pueden realizar otras pruebas como el EDAF (Evaluación de la discriminación auditiva y fonológica), entre otras, como la logaudiometría. Otro instrumento muy útil es la “Prueba de Habilidades de Procesamiento Auditivo”, TAPS-3 que permite obtener información en 4 áreas: atención auditiva, habilidades fonológicas básicas, memoria auditiva, conexión auditiva.
- **Ruta táctil:** Pruebas de discriminación háptica, existen algunas de ellas en el mercado especialmente diseñadas para niños ciegos, que permiten el reconocimiento de objetos a través de la ruta táctil. Son especialmente útiles los estesiómetros para medir la sensibilidad cutánea y los umbrales de percepción táctil y la sensibilidad relativa en diferentes regiones de la piel (Travieso, García, 2002).
- **Sistema vestibular y del equilibrio:** Existen numerosos test para la evaluación del sistema vestibular y de equilibrio como: Test de Romberg, Test de Mann, Tandem walk, y de las pruebas de Fomento de sub-apartado del equilibrio (Rigal, 2006).
- **Integración sensorial:** Existen herramientas específicas para la evaluación de la integración sensorial como son: Sensory Integration and Praxis Test, Sensory Profile, Sensory Organization Test, entre otras. Algunas requieren una formación específica pero otras como el “Perfil Sensorial” que explicaremos con más detalles, son de fácil acceso para cualquier profesional (Dunn, 1999, 2001) (Ermer, Dunn, 1998) (Chien et al, 2014).

### 5.4. Programas multisensoriales y métodos de integración sensorial

Dentro de los programas multisensoriales, expondremos primero aquellos que trabajan cada una de las vías sensoriales, de forma individual, para poder madurarlas individualmente y llevarlas

al siguiente nivel de desarrollo. Como vimos en un apartado anterior, la integración sensorial se produce con los datos disponibles de cada una de las modalidades y uno de los problemas más comunes es un desarrollo asimétrico de una de las vías frente al resto. Por ello, un programa de estimulación sensorial básico de cada una de las rutas -visual, auditiva, somatosensorial, vestibular - se hace necesario durante un periodo inicial. Estos programas han de estar diseñados de forma que nos aseguremos que el niño adquiere la nueva herramienta neurológica que estamos trabajando y puede usarla en la vida cotidiana (Doidge, 2007). Esto implica a nivel neurológico, la creación de un nuevo circuito cerebral, responsable de dicha función. La formación de nuevos circuitos implica que se generen nuevas sinapsis y que dichas sinapsis se potencien a largo plazo, por ello han de respetar unos parámetros de frecuencia, intensidad y duración adecuados y diseñados de forma específica para cada niño.

- **Ruta visual:** La estimulación visual básica está basada en el uso de la luz en sus diferentes longitudes de onda, para madurar los niveles más básicos de procesamiento de la información, es decir antes de llegar al cortex visual, donde los estímulos que se procesan pueden ser más sofisticados, como son los símbolos visuales abstractos, como la grafía de las letras. Estas técnicas se engloban en el uso de las luces - tanto blancas como de colores, en las denominadas terapias de luz o “light therapies”. Todas las fototerapias, están encaminadas a estimular los conos y los bastones, así como la ruta visual central y la ruta visual periférica, y la integración entre ambas. Entre todas ellas la más conocida es la Fototerapia “Syntonic” (Vergara, 2008).
- **Ruta auditiva:** La estimulación auditiva básica está basada en el uso del sonido y la música para madurar esta ruta en sus niveles más básicos de procesamiento, es decir antes de llegar al cortex donde los estímulos pueden ser más sofisticados como las palabras. Todas estas técnicas se engloban en las denominadas “Terapias de Escucha” o en inglés “Listening Therapies”. Entre ellas encontramos: Método Tomatis, Método Berard, Método Samonas, Sistema de estimulación neuro-auditiva (SENA), entre otras.
- **Ruta somatosensorial:** La estimulación somatosensorial básica tiene como objetivo la estimulación tanto de los receptores de superficie, como de los receptores de profundidad. La combinación de ambos tipos de información genera un mapa somatosensorial, de nuestro cuerpo en el espacio, que denominamos esquema corporal. Este mapa se pone a disposición del cortex motor para la planificación de los movimientos que han de llevar a cabo las diferentes partes del cuerpo, para ejecutar una orden motora. Existen numerosos tipos de estimulación tanto de los receptores superficiales como de los receptores profundos, entre ellos las técnicas de masajes para bebés, con el masaje Santala, el masaje Estesiológico, entre otros.
- **Sistema vestibular:** El estudio del sistema vestibular nos da la pauta de trabajo. Los tres canales semi-circulares, el sáculo y el utrículo, nos informan de nuestra relación con la fuerza de la gravedad. Colocar al niño en distintas posiciones en el espacio y balancearle según los ejes del movimiento proporciona información abundante, tanto a los núcleos vestibulares como al cerebelo. El cerebelo es el encargado de integrar dicha información con la enviada por otros sistemas. Por lo tanto los programas de desarrollo del equilibrio son todos ellos, herramientas útiles para su desarrollo.
- **Técnicas de integración multisensorial:** Existen diversas técnicas de integración multisensorial, dependiendo de las vías que vayamos a trabajar, como por ejemplo la integración entre lo auditivo y lo vestibular, la propiocepción y lo vestibular, etc. Cada una de ellas se engloba en diferentes campos como la “Integración sensorial” que realizan los terapeutas ocupacionales (Martin, 2014), la “Terapia de movimientos rítmicos” (Blomberg, 2011) que aplican en la inhibición de reflejos primitivos, etc.

## 5.5. Estudio o ejemplo de integración sensorial

Traemos aquí un ejemplo práctico de como trabajaríamos con el “Perfil sensorial” con un niño con problemas de aprendizaje. Este cuestionario es muy útil tanto para padres como para maestros; por

un lado permite reflexionar en profundidad sobre el comportamiento del niño, así como partir de una evaluación concreta sobre la diseñar un programa de intervención. Este perfil está basado en dos variables fundamentales: los umbrales de reactividad sensorial; es decir aquellos niños cuyo umbral sensorial es alto (correspondientes a los hiposensibles) frente aquellos que presentan un umbral bajo (hipersensibles) y los tipos de respuesta o niveles de autorregulación: niños pasivos frente a los estímulos ambientales o niños activos ante los estímulos ambientales. Nos gustaría hacer notar que la autora evalúa la vía de salida motora frente a la entrada sensorial (Dunn, Bennet, 2002). Presenta 125 ítems, que se puntúan como una encuesta likert (Siempre:1, Frecuentemente:2, A veces: 3, Casi nunca: 4, Nunca: 5), repartidos en 14 sub-listados que mostramos a continuación. Así mismo dentro de cada grupo pueden aparecer ítems correspondientes a bajo umbral, alto umbral o ni alto ni bajo umbral.

**Tabla 4. Resumen de los ítems del “Perfil Sensorial”**

	<b>Procesamiento</b>	<b>n° ítems</b>	<b>Anotación máxima/ mínima</b>	<b>L (bajo)</b>	<b>H (alto)</b>	<b>O (ni alto ni bajo)</b>
A	Procesamiento auditivo	8	8-40	5	3	0
B	Procesamiento visual	9	9-45	6	3	0
C	Procesamiento vestibular	11	11-55	6	5	0
D	Procesamiento táctil	18	18-90	11	7	0
E	Procesamiento multisensorial	7	7-35	1	4	2
F	Procesamiento sensorial oral	12	12-60	5	7	0
G	Procesamiento sensorial de resistencia/tono	9	9-45	0	8	1
H	Modulación relacionada con la posición corporal y el movimiento	10	10-50	3	5	2
I	Modulación del movimiento que afecta al nivel de actividad	7	7-35	4	3	0
J	Modulación de la información sensorial que afecta a las reacciones emocionales	4	4-20	1	2	1
K	Modulación de la información visual que afecta a las reacciones emocionales y niveles de actividad	4	4-20	1	3	0
L	Reacciones emocionales y de comportamiento.	17	17-85	0	0	17
M	Resultantes del comportamiento del procesamiento sensorial	6	6-30	0	2	4
N	Items que indican la base para las respuestas	3	3-15	0	2	1

Podemos generar un gráfico donde aparecen los niveles máximos y mínimos de cada uno de los sub-listados, tal y como podemos observar en la gráfica. Posteriormente cuando incluimos los datos que hemos obtenido con el sujeto de estudio, podemos observar cuales son los puntos que le pueden estar influyendo en su rendimiento académico. Esta información nos permitiría diseñar un programa de estimulación sensorial individual y de integración sensorial, que permitiera resolver las causas subyacentes a sus problemas escolares.

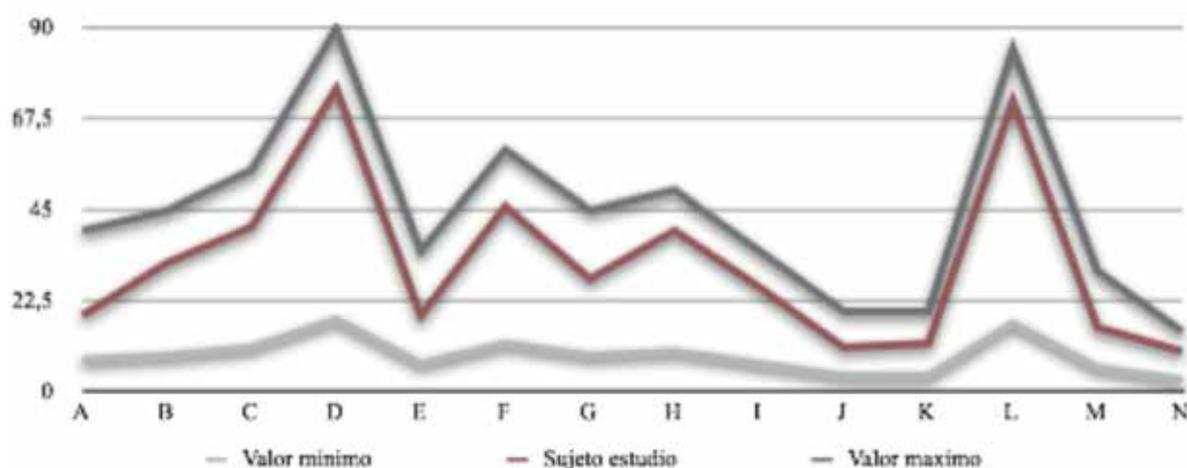


Figura 6. Gráfico de los resultados de un "Perfil Sensorial", aplicado a un niño con problemas de aprendizaje.

Como conclusión de este capítulo, nos gustaría poner de relevancia que aspectos básicos del neuro-desarrollo infantil como son las vías de entrada de información al cerebro, su procesamiento e integración multisensorial, tienen una importancia vital en el rendimiento académico del niño, ya que actúan de base para todos los procesos cognitivos más sofisticados. Estas dificultades de percepción e integración sensorial podrían compensarse espontáneamente, en algunos casos, pero que en aquellos en los cuales el sistema no sea capaz de hacerlo, requerirán de una intervención externa, que entre todos deberíamos ser capaces de dar al niño.

## 5.6. Bibliografía

- Artigas-Pallares, J.; Narbona, J. (2011). *Trastornos del neuro desarrollo*. Barcelona. Editorial Viguera.
- Ayres, J. (2006). *La integración sensorial y el niño*. México: Editorial Trillas.
- Blomberg, H. (2011). *Terapia de movimiento rítmico. Movimientos que curan*. Estocolmo: Cupiditas discendi AB.
- Bogdashina, O. (2008). *Percepción sensorial en el autismo y síndrome de Asperger*. Avila: Autismo Avila.
- Burk, D. Ingram, J. Franklin, D. Shalden, M. Wolpert, D. (2014). Motor Effort Alters Changes of Mind in Sensorimotor Decision Making. *PLoS One*. 9(3).
- Calvert, G.; Spence, C.; Stein, B. (2004). *The handbook of multisensory processes*. Massachusetts: The MIT Press.
- Cardinalli, D. (2007). *Neurociencia aplicada. Sus fundamentos*. Buenos Aires. Editorial Médica Panamericana.
- Chien, H. Eikema, D. Mukherjee, M. Stergiou, N. (2014). Locomotor sensory organization test: a novel paradigm for the assessment of sensory contributions in gait. *Ann Biomed Eng*;42(12):2512-23.
- Damasio, A. (2010). *Y el cerebro creó al hombre*. Barcelona: Ediciones Destino.
- Delacato, C. (1984). *El niño autista*. Barcelona: ASPACE
- Dionne, E. Paquette, N. Lassonde, M. Gallager, A. (2015). Multisensory integration and child neurodevelopment. *Brain Sci. Feb* 11;5(1):32-57.
- Doidge, N. (2007). *The brain that changes itself: stories of personal triumph from frontiers of brain science*. New York: Viking (Penguin).
- Dunn, W. (1999). *The Sensory Profile manual*. The Psychological Corporation. San Antonio.
- Dunn, W. (2001). The sensations of everyday life: theoretical, conceptual and pragmatic considerations. *American Journal of Occupational Therapy*, 55, 608-620.
- Dunn, W., & Bennett, D. (2002). Patterns of sensory processing in children with attention deficit hyperactivity disorder. *Occupational Therapy Journal of Research*, 22, 4-15.
- Dunn, W., Myles, B. & Orr, S. (2002). Sensory processing issues associated with Asperger syndrome: a preliminary investigation. *American Journal of Occupational Therapy*, 56, 97-102.

- EDAF. Evaluación de la discriminación auditiva y fonológica. Recuperado 28 de Julio de 2015. <http://web.teaediciones.com/EDAF--EVALUACION-DE-LA-DISCRIMINACION-AUDITIVA-Y-FONOLOGICA.aspx>
- Ermer, J., & Dunn, W., (1998). The sensory profile: a discriminant analysis of children with and without disabilities. *American Journal of Occupational Therapy*, 52, 283-290.
- Ferré, J.; Ferré, M. (2013). *Neuro-Psico-Pedagogía Infantil. Bases neurofuncionales del aprendizaje cognitivo y emocional*. Barcelona: Editorial Lebón.
- Gazzaniga, M. (2010). *¿Que nos hace humanos?. La explicación científica de nuestra singularidad como especie*. Barcelona: Ed. Paidós.
- Hahn, N. Foxe, J. Molholm, S. (2014). Impairments of multisensory integration and cross-sensory learning as pathways to dyslexia. *Neurosci Biobehav Rev*. 2014 Nov;47:384-92.
- Jensen, E. (2010). *Cerebro y aprendizaje. Competencias e implicaciones educativas*. Madrid: Ed Narcea.
- Kagerer, F. Clark, J. (2014). Development of interactions between sensorimotor representations in school-aged children. *Hum Mov Sci*. 34: 164-177.
- Koester, A. Mailloux, Z. Coleman, G. Mori, A, Paul, S. Blanche, E. Muhs, J. Cermak, S. (2014). Sensory integration functions of children with cochlear implants. *Am J Occup Ther*. 2014 Sep-Oct;68(5):562-9.
- Kientz, M., & Dunn, W. (1997). A comparison of children with autism and typical children using the Sensory Profile. *American Journal of Occupational Therapy*, 51, 530- 537.
- Kayser, C. (2007). Integración sensorial. *Mente y Cerebro. Julio-Agosto 2007.n.25*
- Martin, J. (2014). *La teoría de la Integración Sensorial y su aplicación práctica*. Zaragoza: Universidad de Zaragoza.
- McLean, P. (1990). *The triune brain in evolution: Role of paleocerebral functions*. New York: Springer.
- Método Berard. Recuperado 28 de Julio de 2015. <http://www.berardaitwebsite.com/espanol/index.htm>
- Método de Integración sensorial. Recuperado 28 de Julio de 2015. <http://www.sensoryintegration.org.uk>
- Método SAMONAS. Recuperado 28 de Julio de 2015. <http://www.samonas.com>
- Método SENA. Recuperado 28 de Julio de 2015. <http://senasystem.com>
- Método Syntonic. Recuperado 28 Julio de 2015. <http://www.collegeofsyntonicoptometry.com/home.html>
- Método Tomatis. Recuperado 28 de Julio de 2015. <http://www.tomatismetodo.com/TomatisMetodo-comunicacion.php>
- Morasso, P. Casadio, M. Mohan, V. Rea, F. Zenzeri, J. (2015). Revisiting the Body-Schema Concept in the Context of Whole-Body Postural-Focal Dynamics. *Front Hum Neurosci.*; 9: 83.
- Pagliano, P. (2012). *The multisensory handbook: A guide for children and adults with sensory learning disabilities*. New York. Routledge.
- Purves, D.; Augustine, G.; Fitzpatrick, D.; Hall, W.; Lamantia, A-S.; McNamara, J.; Williams, M. (2010). *Neurociencia*. Madrid. Editorial Médica Panamericana.
- Rigal, R. (2006). *Educación motriz y educación psicomotriz en preescolar y primaria*. Barcelona: Inde Publicaciones.
- Sensory Profile. Recuperado 15 de Abril de 20015. <http://www.pearsonclinical.com/therapy/products/100000822/sensory-profile-2.html>.
- Sensory Profile. Recuperado 15 de Abril de 2015. <http://www.pearsonclinical.com/therapy/products/100000822/sensory-profile-2.html#tab-training>. [http://downloads.pearsonclinical.com/images/Assets/SensoryProfile2/SP2-Podcast-Processing-Framework/story\\_html5.html](http://downloads.pearsonclinical.com/images/Assets/SensoryProfile2/SP2-Podcast-Processing-Framework/story_html5.html). [http://classes.kumc.edu/sah/resources/sensory\\_processing/learning\\_opportunities/concepts/sp\\_measures\\_sensory\\_profile.htm](http://classes.kumc.edu/sah/resources/sensory_processing/learning_opportunities/concepts/sp_measures_sensory_profile.htm)
- TAPS-3. Recuperado 28 de Julio de 2015. <http://www.wpspublish.com/store/p/3017/test-of-auditory-processing-skills-third-edition-taps-3>.
- TVPS. Recuperado 28 de Julio de 2015. [http://www.psychpress.com.au/psychometric/files/catalogue\\_educational\\_products.pdf](http://www.psychpress.com.au/psychometric/files/catalogue_educational_products.pdf)
- Stewart, C. Sanchez, S. Grenesko, E. Brown, C. Chen, C. Keehn, B. Velasquez, F. Lincoln, A.Müller, R. (2015). Sensory Symptoms and Processing of Nonverbal Auditory and Visual Stimuli in Children with Autism Spectrum Disorder. *J Autism Dev Disord*.
- Travieso, D. Garcia, M. (2002). Una batería de pruebas para la evaluación integral del sistema háptico. *Integración. Revista sobre ceguera y deficiencia visual*. 39: 7-20.
- Vergara, P. (2008). *Tanta inteligencia, tan poco rendimiento: ¿podría ser la visión la clave para desbloquear su aprendizaje?* Madrid: Ed. Rona Visión.

# La importancia del desarrollo neuromotor en el ámbito educativo

Marta Díaz-Jara

## **6.1. El desarrollo neuromotor**

Son muchos los autores que a lo largo del tiempo han hablado del desarrollo motor del niño y han establecido diferentes estadios en la adquisición de los patrones fundamentales del movimiento, a veces denominados en el ámbito de la Educación Física, habilidades motrices básicas o destrezas básicas. Esta línea de investigación, define el desarrollo motor como un proceso de adaptación, a través del cual, se va produciendo el dominio de uno mismo y del medio que le rodea pudiendo utilizar sus capacidades motrices como vía de comunicación y relación (Cratty, 1990; Ferré y Aribau, 2008; Ferré y Ferré, 2005, 2013; Lawther, 1993; Le Boulch, 1995; Mc Clenaghan y Gallahue, 1996; Rigal, 2006; Ruiz Pérez, 1994; Wickstrom, 1990).

Durante los últimos años, el área de investigación del aprendizaje y el control motor se ha convertido en un campo estrechamente relacionado con el procesamiento de la información en la neurociencia. Numerosos autores establecen una estrecha y clara relación entre el desarrollo perceptivomotriz y el desarrollo del sistema nervioso, considerando la motricidad y la percepción como bases fundamentales del neurodesarrollo, especialmente durante los primeros años de vida. De este modo, podemos definir la neuromotricidad como el análisis de los aspectos neurológicos que intervienen en el desarrollo de un movimiento, su programación, su control y la adquisición de los modelos de ejecución del mismo (Ayes, 2008; Ferré y Aribau, 2008; Ferré y Ferré, 2013; Goddard, 2005; Rigal, 2006; Zelaznik, 2014).

### ***6.1.1. Importancia de los reflejos primitivos***

El desarrollo motor del niño, que comienza ya en el seno materno, se produce desde la aparición de los primeros reflejos primitivos hasta el desarrollo de la motricidad voluntaria. La inhibición de estos

reflejos primarios, que son aquellos movimientos que se producen de forma automática para asegurar la supervivencia del bebé en sus primeras semanas de vida y que tienen lugar sin implicación cortical (desde el tronco del encéfalo), es el resultado del correcto desarrollo del sistema nervioso y dará paso, poco a poco, a los reflejos posturales y a la motricidad voluntaria. Estos reflejos posturales aparecen después del nacimiento y se desarrollan hasta los tres años y medio aproximadamente. El dominio de las habilidades motoras y un buen control postural son producto de un sistema integrado de reflejos (Goddard, 2012; Sousa, 2014).

### 6.1.2. Motricidad global (patrones motrices básicos)

Una vez que el niño es capaz de mantenerse tumbado y sentado durante largos periodos de tiempo y, gracias al desarrollo del sistema neuromuscular, comienza el desarrollo de la motricidad global y con ella los diferentes patrones básicos. Dichos patrones, que a continuación pasamos a describir y cuyo desarrollo tiene gran importancia para los aprendizajes, son un conjunto organizado de movimientos básicos que implican la movilización de dos o más partes del cuerpo y que van a constituir la base de habilidades motrices más especializadas y de la actividad deportiva (Bryant, Duncan & Birch, 2014; Lubans, Morgan, Cliff, Barnett & Okely, 2010; Martín-Lobo, 2003; Spessato, Gabbard & Valentini, 2013; Stodden et al., 2008).



Figura 1. Patrones motrices básicos.

A continuación se definen:

- a) **El arrastre** comienza cuando el niño ha estado un tiempo tumbado boca abajo. Los primeros intentos de realizar este patrón suelen producirse utilizando los brazos para avanzar, en el momento que quiere alcanzar algún objeto con ambas manos al mismo tiempo y no lo logra. Habitualmente, en los inicios del arrastre no se utilizan las piernas, pero cuando el niño empieza a utilizarlas, comienza a permeabilizar la vía piramidal de control motriz cruzado. Esta conecta la corteza cerebral con las estructuras inferiores que cada vez se encuentran más activas. De manera paulatina, se produce el perfeccionamiento del reptado hacia un patrón de movimiento contralateral anterior, en el que la cabeza se dirige al frente y la pierna de un lado se coordina con la pierna del lado contrario (Cratty, 1990; Ferré y Aribau, 2008).  
Sobre este patrón contralateral se asienta la base de coordinación necesaria para el resto de los movimientos, como andar, correr o saltar, que el niño aprenderá más adelante. Dicho patrón aparece filogenéticamente en los reptiles y es considerado como la forma más efectiva de desplazamiento hacia delante (Ferré y Ferré, 2013).

- b) **El gateo** aparece una vez que los sentidos, los músculos y las conexiones neuronales comienzan a adquirir cierto nivel de desarrollo, el cuerpo empieza a despegarse del suelo gracias a la lucha del niño contra la fuerza de la gravedad (equilibrio), se da la vuelta, se sienta y agarra objetos. En esta posición de gateo, los músculos y los sentidos empiezan a coordinarse y a trabajar conjuntamente cuando se mueven (De Jaguer, 2010). La transición del patrón de arrastre al del gateo tiene lugar como consecuencia de algunos aspectos como la experiencia motriz, el aumento del control corporal y la integración de las informaciones procedentes del laberinto y el cerebelo. Este nuevo patrón constituye la etapa posterior al arrastre contralateral y se considera una fase nueva de movilidad, ya que se produce la separación del cuerpo del suelo, el mantenimiento del mismo en equilibrio y se produce el desplazamiento pudiendo evitar obstáculos de mayor altura, elevar la cabeza y dirigir la escucha y la mirada a mayor distancia. Inicialmente, se realiza de forma homolateral para, más adelante y gracias a la mejora de las conexiones neuronales, dar paso a un gateo contralateral. De esta manera, aparece por primera vez la tridimensionalidad que activa la audición binaural y la visión binocular (Ferré y Aribau, 2008; Ferré y Ferré, 2013; Martín-Lobo, 2006).
- c) **La marcha** es la habilidad de desplazarse de forma autónoma y libre por la superficie y cuya evolución se produce partiendo de un movimiento desequilibrado en busca de la estabilidad. También se define este patrón como una forma de locomoción en la que los pies se apoyan sobre la superficie de desplazamiento de manera sucesiva y alternativa, sin la existencia de una fase aérea, es decir, que existe un contacto continuo de las piernas con la superficie de apoyo. Además, la marcha se lleva a cabo siguiendo un patrón contralateral, es decir, pierna derecha con brazo izquierdo y viceversa (Bueno, Del Valle y De la Vega, 2011; Ruiz, 1994; Wickstrom, 1990).
- d) **El triscado** es una forma de locomoción que se encuentra entre la marcha y la carrera, presentando características de ambos patrones y que se produce por el apoyo sucesivo y alternativo de los pies. Este patrón posee cuatro fases en vez de dos como ocurre en la marcha (apoyo doble y apoyo simple) y como veremos ocurre con la carrera (apoyo simple y fase de vuelo). De este modo, se produce una primera fase de apoyo doble, luego una fase de apoyo simple con un pie (el del impulso), una tercera fase de vuelo en la que la pierna del impulso se queda extendida y la contraria se eleva hacia arriba y la repetición de la fase de apoyo simple con la misma pierna que se produjo el impulso. Estas fases pasarían posteriormente a realizarse con la otra pierna resultando así un movimiento simétrico y contralateral, al igual que en la marcha y la carrera (Díaz-Jara et al., 2015; Martín-Lobo, 2006).
- e) **La carrera** es definida como un desplazamiento activo y contralateral caracterizado por la aparición de una fase de vuelo en la que los pies pierden el contacto con el suelo, existiendo así, una fase de apoyo simple (un pie) y otra de vuelo. Se establecen tres estadios (inicial, elemental y maduro) en el desarrollo de la carrera desde que, en un principio, este patrón se produce de poco coordinado e inestable, hasta que se realiza con soltura y de manera automática (Bueno, 2011; McClellan y Gallahue, 1996).

### **6.1.3. Tono muscular, control postural y equilibrio**

Para la adquisición de estos patrones motrices básicos que se acaban de definir es imprescindible la evolución de tres aspectos básicos e indicadores del neurodesarrollo del niño: el tono muscular, el control postural y el equilibrio (Da Fonseca, 2008; Gioftsidou et al., 2013; Jover, Schimtz, Centelles, Chabrol & Assalante, 2010).

- a) **Tono muscular.** El **tono muscular** es considerado como la base de toda la motricidad y aspecto básico para el mantenimiento de la postura. Cualquier acto motor que se produzca de una manera automática voluntaria, requiere del control del tono (González y Riesco, 2006; Le Boulch, 1995; Rigal, Paoletti y Portmann, 2003), que se definen como la tensión relativa o el estado fisiológico básico de contracción en el que se encuentra la musculatura cuando el cuerpo está en reposo y que acompaña a toda actividad cinética y al mantenimiento de la postura. Este estado de contracción continua depende de la acción sostenida de varias fibras musculares y se denomina tono muscular de base. Existen dos tipos de tono muscular: el tono postural, que es el estado que precede a la acción y el tono de acción, que acompaña a la actividad muscular cuando se está desarrollando dicha acción (Collado, Pérez y Carrillo, 2004; Contreras, 1998; Martín-Lobo, 2006; Rigal, 2006).

*“El tono muscular es un fenómeno neurológico complejo, que constituye la trama de todo movimiento, alcanza a toda la personalidad y participa en cualquier movimiento y su intencionalidad”* (Bueno, 2011, p. 64).

De esta idea se deduce la importancia que tiene el correcto desarrollo de la tonicidad para poder llevar a cabo de una manera adecuada los diferentes patrones fundamentales del movimiento, así como para el mantenimiento de la postura y el desarrollo del equilibrio. El tono muscular es la base de todo y va a definir la personalidad. De este modo, cada niño se manifiesta a través de una actitud y su expresión corporal y, en términos generales, se considera la existencia de una línea entre la hipotonía (disminución del tono muscular) y la hipertonía (aumento del tono muscular). Aunque cada niño se acercará, en mayor o menor medida, hacia una u otra tendencia, es en el término medio donde éste encontrará más facilidad para adaptar su tono al movimiento que ha de llevar a cabo. El tono muscular es un aspecto que se encuentra íntimamente relacionado con los aprendizajes ya que está regulado y controlado desde el sistema nervioso central. De esta manera, el control de la tonicidad está muy unido a los procesos de atención, existiendo una estrecha relación entre la actividad tónica muscular y la cerebral. Otro aspecto que se verá favorecido con el control tónico es el emocional, ya que existe una estrecha relación entre la tonicidad muscular con el estado emocional y la manera de reaccionar de las personas (las tensiones psíquicas suelen manifestarse a través de tensiones musculares) (Sugrañes y Ángels, 2008). En este sentido, Da Fonseca (2008) se basa en las tres unidades funcionales del cerebro descritas por Luria (1983), explicando que la que regula el tono, refleja el nivel más básico de maduración neurológica y dicha maduración del sistema nervioso se produce a partir de la función tónica. De esta manera, las reacciones exageradas pueden representar una señal de inmadurez y la tensión débil (hipotonía) o la tensión excesiva (hipertonía) indican predisposiciones de comportamientos reflejados en la cantidad y calidad de la actividad.

- b) **El control postural.** La **postura** adoptada por la persona es inseparable de la actitud y está muy relacionada con el tono muscular de base. La calidad del aprendizaje y la capacidad de relación pueden depender de un mayor o menor control postural, (Bueno, 2011) que, en palabras de Sugrañes y Ángels (2008), es “la capacidad de adaptar la postura del cuerpo a las diversas actividades y al hecho de ser capaz de mantenerla durante un cierto período de tiempo” (p. 116). Martín-Lobo (2006) define la postura corporal como la posición relativa que ocupan en el espacio el tronco, la cabeza y los miembros. Esta posición controlada predispone al individuo en las condiciones idóneas para llevar a cabo el inicio de la actividad voluntaria (López y Fernández, 2008).

Movimiento y postura no se pueden separar, en términos de control motor. El movimiento provoca la tendencia a desviar unos segmentos corporales de otros o el cuerpo entero con respecto al suelo. La postura es un proceso que requiere de un gran número de percepciones sensoriales que previenen el cambio de cualquier posición. La postura erecta, en condiciones normales, supone la relación no solo de diversas estructuras neurológicas, sino además de varios sentidos y sistemas funcionales (Da Fonseca, 2008).

- c) **El equilibrio.** El **equilibrio** está relacionado de manera directa con el mantenimiento de la postura y es básico para la realización de cualquier movimiento. Éste, supone un conjunto de reacciones que nuestro cuerpo realiza ante la fuerza de la gravedad y es la capacidad que tenemos de mantener la postura corporal que deseamos sin caer. En definitiva, el equilibrio es la capacidad que tenemos de mantener la estabilidad a ambos lados del eje corporal, manteniendo el centro de gravedad dentro de la base de sustentación durante la actividad motora estática y dinámica (Lesmes, 2007; Sugrañes y Ángels, 2008). Supone un paso esencial del desarrollo psiconeurológico del niño y, por consiguiente, un paso fundamental para todas las acciones coordinadas e intencionadas que, en el fondo, son la base de los procesos humanos de aprendizaje (Da Fonseca, 2008). El equilibrio, aspecto primordial en la actividad física de los seres humanos, está íntimamente relacionado con el tono y la postura y es de gran complejidad porque implica múltiples niveles de organización. En este sentido, se considera de suma importancia que el niño haya llegado a controlar correctamente el equilibrio entre flexión y extensión para poder controlar de manera automática la verticalidad, sea capaz de andar y correr, entre otras habilidades, y pueda mantener el equilibrio. Éste juega un papel fundamental en el control corporal y posterior control del movimiento en todas las actividades físicas y exige una perfecta regulación de los aspectos perceptivomotrices por medio del sistema nervioso central, que actúa sobre el sistema esquelético muscular para que el cuerpo pueda mantener dicho equilibrio (Bueno, 2011; Ferré y Ferré, 2013; González y Riesco, 2006).

Estos autores diferencian dos tipos de equilibrio:

- **Equilibrio estático:** habilidad de mantener el cuerpo en una determinada posición sin que haya ningún tipo de desplazamiento.
- **Equilibrio dinámico:** habilidad de mantener el cuerpo en una postura determinada requerida por la acción que se está realizando y que, por tanto, conlleva un desplazamiento.

De este modo, el desarrollo neuromotor del niño va pasando por diferentes fases, desde la aparición de los primeros reflejos hasta que, poco a poco, va siendo capaz de controlar sus movimientos, desarrolla los patrones motrices básicos y finalmente, es capaz de ejercer un total control motriz. Un adecuado tono muscular, un correcto control de la postura y el mantenimiento del equilibrio, van a jugar un papel fundamental en dicho desarrollo.

## 6.2. Bases neuropsicológicas de la motricidad

El movimiento es uno de los aspectos más básicos e importantes de la vida del ser humano. De él dependen las habilidades para caminar, correr, comunicarnos con los demás, realizar algunas acciones vitales como comer y, en definitiva, para la supervivencia. El control motor es la capacidad de regular o dirigir los mecanismos esenciales del movimiento y, este término, engloba cuestiones como la manera en la que el sistema nervioso central organiza y coordina los diferentes músculos y articulaciones, así como la forma en la que utiliza la información sensorial procedente del ambiente y del cuerpo, para producir dicho movimiento (Shunway-Cook & Woollacott, 2007).

La parte del sistema nervioso central que controla los movimientos voluntarios es el sistema motor, el cual permite que un pensamiento sea transformado en movimiento. Las células nerviosas de este sistema, denominadas neuronas motoras o motoneuronas, se organizan formando muchas vías diferentes, cada una de las cuales realiza también funciones diferentes y van a transmitir los impulsos neuronales para que se produzca la contracción muscular y, por tanto, el movimiento. Así, los axones de unas neuronas motoras recorren el sistema nervioso desde las áreas corticales implicadas en los movimientos, junto con los axones de otras neuronas, hasta la médula espinal, transmitiendo los impulsos motores (Freed, 2011).

Son diferentes las áreas de la corteza cerebral (véase imagen 2) que se identifican como responsables de la mayoría de los movimientos voluntarios: la **corteza premotora** y la **corteza motora suplementaria**, la **corteza motora primaria** y las **regiones sensitivas posteriores de la corteza**. La corteza motora primaria (4), premotora (2) y motora suplementaria (3) reciben instrucciones de la corteza prefrontal (1), que planifica el movimiento. Por su parte, las regiones sensitivas posteriores de la corteza (5), envían información a la corteza motora primaria para la realización de movimientos relativamente más automáticos y a la corteza prefrontal para llevar a cabo la planificación de movimientos de mayor complejidad (Kolb y Wishaw, 2006).

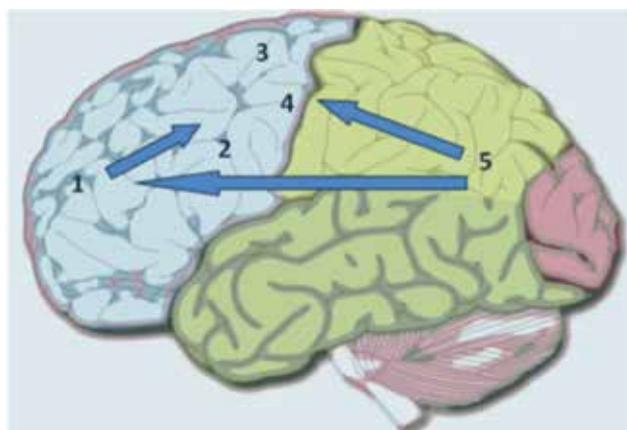


Imagen 2. Áreas motrices de la corteza cerebral. Elaboración propia.

De manera global, Soriano (2007), explica las funciones de estas regiones:

- **La corteza premotora** se encarga de organizar la secuenciación del movimiento, participando en la programación motora. Recibe información de los núcleos motores y del tálamo (que a su vez reciben información de los ganglios basales y del cerebelo), de la corteza somatosensorial primaria y parietal posterior (que informan sobre la respuesta motora que se está llevando a cabo) y prefrontal dorsolateral. Además, envía proyecciones a la corteza motora primaria y, en menor medida, a la médula espinal.
- **La corteza motora suplementaria** se relaciona con la programación y la coordinación de movimientos complejos. Recibe proyecciones de la corteza de asociación parietal posterior y prefrontal dorsolateral, así como de la corteza somatosensorial. También envía proyecciones a la corteza motora primaria.
- **La corteza motora primaria** produce los elementos individuales de los movimientos voluntarios, controlando su ejecución. Determina el momento en el que se tiene que realizar el movimiento y cómo debe ser este, regulando la fuerza de la contracción y la dirección del mismo. Recibe información a través de las proyecciones que le llegan desde las áreas premotoras (corteza premotora y corteza motora suplementaria), de la corteza somatosensorial primaria y del tálamo. A su vez, envía proyecciones al tronco del encéfalo y a la médula espinal.

La ejecución de un movimiento, como por ejemplo, el de coger un lápiz para escribir, se lleva a cabo a través de diferentes pasos que se producen para la consecución del mismo. De esta manera, la corteza visual (1) transmite la información captada por la vista a las regiones corticales motoras (2), que se van a encargar de la planificación e inicio del movimiento, enviando instrucciones a la zona de la médula espinal (3) que se encarga de los músculos del brazo y de la mano. Ésta, envía dicha información a través de las neuronas motoras y una vez que se coge el lápiz, los receptores sensoriales (4), situados en los receptores sensitivos de los dedos, mandan información a la médula espinal (5) y, desde ésta, se transmiten mensajes a las áreas sensitivas de la corteza que interpretan el tacto. La corteza motora es informada en ese momento de que se está sosteniendo el lápiz (Kolb y Whishaw, 2006).

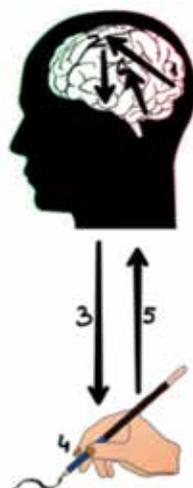


Imagen 3. Fases del movimiento para el agarre de un lápiz.

Además de las estructuras corticales descritas, existen otras zonas subcorticales que están implicadas de una manera muy directa en el control de los movimientos.

- **El tronco del encéfalo**, situado por encima de la médula espinal, contiene las vías nerviosas que llevan los impulsos del cerebro al resto del cuerpo y controla la ejecución de los movimientos más primarios e involuntarios como son los reflejos primitivos (Goddard, 2005).
- **El tálamo**, que se encuentra por encima del tronco del encéfalo, es una masa de lóbulos de células nerviosas y es importante en la transmisión de las fibras sensoriales y motoras, filtrando la infor-

mación procedente de casi todos los sentidos desde que es percibida hasta que llega a cada área específica del córtex. Estudios recientes sobre las funciones del tálamo motor, sugieren que este es un integrador de la actividad neural, donde converge y se procesa la información procedente de los ganglios basales y el cerebelo, regulando así el flujo de información hacia la corteza cerebral (Elder y Vitek, 2012).

- **Los ganglios basales** son un conjunto de núcleos que, junto con el cerebelo, tienen la función de controlar, organizar y regular los movimientos voluntarios. Su conexión con las áreas frontales, parietales occipitales y temporales, hacen que sean un elemento indispensable en la realización de cualquier movimiento voluntario, participando también, a través de su relación con núcleos mesencefálicos y troncoencefálicos, en los procesos motores automáticos, posturales y locomotores. Además, esta estructura interviene en el inicio de los movimientos, la velocidad, la precisión de los mismos, el tono, los movimientos involuntarios y la postura. Algunas investigaciones concluyen que los ganglios basales están implicados en el control motor y, más especialmente, en la motivación para la acción y la memoria motriz (Jankowski, Scheef, Hüppe & Boecker, 2009; Ortiz, 2009).
- **El cerebelo** es un órgano que envuelve la parte posterior del tronco encefálico y está conectado a él, en el que se procesan y organizan diferentes tipos de sensaciones y, de una manera más especial, las de la gravedad y el movimiento, así como las que proceden de los receptores de los músculos y las articulaciones. Es considerado uno de los tres centros que forman el sistema motor, junto con la corteza motora y los ganglios basales, que contribuyen de manera importante al control del movimiento. De hecho, las lesiones cerebelosas, a menudo, provocan ataxia o pérdida de la capacidad de coordinación de los movimientos. Aunque es el córtex el que nos permite llevar a cabo aquellas funciones más sofisticadas del ser humano, va a ser el cerebelo el encargado de controlar todos y cada uno de nuestros movimientos. A pesar de que por sí solo, no puede iniciar nada, el cerebelo controla los impulsos de las áreas motoras del cerebro y de las terminaciones nerviosas de los músculos, seleccionando la información realmente relevante (Freed, 2011; Goddard, 2005; Stoodley y Schmahmann, 2010).

### 6.3. Motricidad y aprendizaje

La educación psicomotriz influye en el desarrollo del niño de una manera global (factores motores, cognitivos y socioafectivos), por lo que el hecho de integrar en las clases actividades y/o ejercicios de motricidad ayuda a que el colegio sea fuente de comunicación, creación y conocimiento para los alumnos. En este sentido, el desarrollo físico, que se va produciendo a través del movimiento, tiene una gran importancia en la actividad cerebral y constituye la base de todas las habilidades posteriores emocionales, sociales e intelectuales (Bernaldo de Quirós, 2007; De Jager, 2010; Ortiz, 2009).

El movimiento es algo que posee una intención, lo cual implica la participación de aspectos como la atención, la motivación y los elementos emocionales del control motor. Así, cuando realizamos un movimiento, se produce la interacción de todos estos factores de manera conjunta, por ejemplo en el proceso de aprendizaje de la escritura (Shunway-Cook y Woollacott, 2007).

Existe una clara y estrecha relación entre el movimiento y el aprendizaje. Algunos movimientos simples, como los reflejos primitivos, son controlados desde zonas subcorticales, pero aquellos movimientos de mayor complejidad, como andar o correr, activan las áreas motrices de la corteza. Las mismas áreas corticales que están implicadas en el movimiento, también intervienen en las rutas cerebrales que se establecen para la consecución de determinados aprendizajes, de tal manera que si el desarrollo motriz se produce de una manera adecuada, con la consiguiente automatización de los movimientos, estas áreas corticales quedarán libres para otro tipo de aprendizajes. En el aprendizaje de la lectura y la escritura, por ejemplo, están implicados, además de los procesos auditivos y visuales, los procesos motrices (Ferré y Ferré, 2013; Jensen, 2008; Martín-Lobo, 2003).

Partiendo de los patrones motrices básicos, como base de los aprendizajes motores más sofisticados, se observa una influencia de su desarrollo en el rendimiento académico y la actividad física, lo cual implica que aquellos niños que poseen un mejor desarrollo de dichos patrones, muestran un mejor rendimiento académico y tienen una mayor tendencia a participar en actividades deportivas en años posteriores (Hormiga, Camargo y Orozco, 2008; Jaakkola et al., 2015; Lubans et al., 2010;

Simons et al., 2007). Es importante considerar este hecho si, además, tenemos en cuenta la influencia que la práctica de actividad física tiene en el rendimiento académico, lo que supone que aquellos niños que practican mayor cantidad de actividad física, poseen un rendimiento académico más elevado (Eriksson, 2008; Piek, Dawson, Smith, y Gasson, 2008; Westendorp, Hartman, Houwenl, Smith & Visscher, 2011).

Concretando más en algunos aspectos podemos decir que:

- La motricidad juega un papel primordial en el desarrollo del niño y va a constituir la base de algunos aprendizajes posteriores como es el de la escritura. Así, Martín-Lobo (2006), se refiere al tono muscular, al control postural y a los patrones motrices básicos del movimiento como aspectos necesarios para el aprendizaje y, de una manera más específica, para el desarrollo de aquellas actividades que exigen un control motor como la escritura. Un 6% de todos los niños en edad escolar son diagnosticados por los expertos como niños con falta de coordinación y déficits en las habilidades motoras gruesas. Por lo tanto, en casi todos los jardines de infancia y en todas las clases de los centros escolares hay niños con déficits en el desarrollo motor. Estos niños tienen más dificultad que sus compañeros para jugar a la pelota, por ejemplo, así como para realizar ciertas tareas motoras finas como el dibujo o la escritura (Largo y Fischer, 2003; Martín-Lobo, 2006).
- Existe una línea de investigación que ha descrito cómo los niños que presentan trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH), manifiestan también dificultad en el control de la postura con un aumento del tono muscular, en la organización espaciotemporal, en el equilibrio, en la motricidad fina y la motricidad global y en el esquema corporal (Gillberg, 2003; Poeta y Neto, 2007; Rubio-Grillo, Salazar-Torres y Rojas-Fajardo, 2014).

En resumen, hay muchos autores que están de acuerdo en considerar que el movimiento es un aspecto importante en el proceso de aprendizaje. Por medio de la percepción y la motricidad, la persona toma conciencia de su propia existencia gracias a la comprensión de su cuerpo que se relaciona e interactúa con el medio. Saber llevar a cabo un movimiento, implica la adquisición de una serie de aspectos perceptivos, motrices y organizativos integrados en la misma estructura de los procesos psíquicos (Bueno, 2011). Por ello, es importante tener presente esta variable en el contexto escolar para trabajar la optimización máxima del alumnado.

#### **6.4. Evaluación del desarrollo neuromotor**

Teniendo en cuenta, tal y como se ha expuesto en los primeros puntos de este capítulo, la gran relación que existe entre la motricidad y los aprendizajes y si consideramos que, un mal desarrollo motriz puede ser una de las causas de las dificultades de dichos aprendizajes, planteamos la necesidad de evaluar el desarrollo neuromotor en los centros escolares. Ésta, tiene como objetivo fundamental describir, explicar y optimizar las competencias motrices a lo largo del ciclo vital humano (Baena, Granero y Ruiz, 2010; Ruiz, Linaza y Peñaloza, 2008).

La evaluación del desarrollo motor ha de responder a tres preguntas: ¿Qué puede hacer un niño?, ¿Cómo lo hace? ¿Qué rendimiento consigue? Las escalas de desarrollo de carácter descriptivo, responden básicamente a la primera pregunta. La observación de manera sistemática permite determinar lo que el sujeto es capaz de hacer. El cómo, se refiere al proceso y, mediante la observación, se puede establecer un juicio cualitativo acerca de la manera en la que se realiza una actividad motriz determinada. Se suelen establecer diferentes estadios en función de las características del movimiento, como por ejemplo inicial, elemental y maduro. En cuanto al rendimiento, o producto, va implícito en la mayoría de los test enfocados a niños mayores de 3 años. Éstos, cuantifican el rendimiento, variable según la edad, en una determinada prueba (tiempo tardado o distancia recorrida, por ejemplo).

Tras llevar a cabo un análisis de los diferentes instrumentos más utilizados a lo largo del tiempo para valorar la motricidad, se muestra una tabla en la que podemos ver: el nombre del mismo y el autor, la edad a la que va dirigida y los aspectos que mide.

**Tabla 1. Diferentes instrumentos para la valoración de la motricidad**

<b>Prueba/Autor</b>	<b>Edad</b>	<b>Aspectos motrices que mide</b>
<b>Cuestionario de Madurez Neuropsicológica Infantil (CUMANI), (Portellano et al, 1999)</b>	De 3 a 6 años	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Caminar a la pata coja.</li> <li>2. Tocar la nariz con el dedo.</li> <li>3. Estimulación de los dedos.</li> <li>4. Andar en equilibrio.</li> <li>5. Saltar con los pies juntos.</li> <li>6. Mantenerse en cuclillas con los brazos en cruz y tocar con el pulgar todos los dedos de la mano.</li> </ol>
<b>Inventario del desarrollo (BATTELLE), adaptado por De la Cruz y González (1998)</b>	De 0 a 7 años	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Control muscular.</li> <li>2. Coordinación corporal.</li> <li>3. Locomoción.</li> <li>4. Motricidad fina.</li> <li>5. Motricidad perceptiva.</li> </ol>
<b>Escalas McCarthy de Aptitudes y Psicomotricidad, (McCarthy, 1972)</b>	De 2,5 a 8,5 años	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Coordinación de piernas.</li> <li>2. Coordinación de brazos.</li> <li>3. Acción imitativa.</li> <li>4. Copia de dibujos.</li> <li>5. Dibujo de un niño.</li> </ol>
<b>Escala de Gesell, (Gesell, 1949, 1963)</b>	1, 4, 6, 9, 12, 24, 36, 48 y 60 meses/ 5 a 10 años	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Acciones de la vida cotidiana (subir escaleras o patear un balón).</li> <li>2. Control de la postura.</li> <li>3. Prensión.</li> <li>4. Dibujos.</li> </ol>
<b>Test de evaluación del desarrollo de Denver, (Frankenburg y Dodds, 1967)</b>	0 a 6 años	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Motricidad fina (a través de acciones como alcanzar un objeto, garabatear o copiar).</li> <li>2. Motricidad global (con acciones como controlar las diferentes partes del cuerpo o lanzar, atrapar o patear, entre otras).</li> </ol>
<b>Evaluación perceptivo-motriz de Purdue, (Roach y Kephart, 1966)</b>	6 a 10 años	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Postura.</li> <li>2. Equilibrio.</li> <li>3. Esquema corporal.</li> <li>4. Escritura.</li> <li>5. Control ocular.</li> <li>6. Reproducción escrita de formas.</li> </ol>
<b>Test de motricidad global de Ulrich (1985)</b>	3 a 10 años	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Motricidad global (carrera, galope, salto con una pierna, saltos y salto de longitud).</li> <li>2. Manejo de objetos (bateo de una pelota, regateo, coger un balón con las dos manos y lanzamiento de una pelota).</li> </ol>
<b>Inventario del desarrollo del niño entre 0 y 7 años, (Brigance, 1998)</b>	0 a 7 años	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Habilidades motrices y comportamiento del niño (boca abajo, boca arriba, sentado, en pie).</li> <li>2. Motricidad global (equilibrio, marcha, carrera, saltos, lanzamientos, atrape, golpeo).</li> <li>3. Motricidad fina (coordinación óculo-manual, construcciones, dibujo, recorte y preescritura).</li> </ol>
<b>La escala de Sugden y Henderson "Movement Assessment Battery for Children, (Henderson y Sugden, 2007)</b>	4 a 7 años	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Equilibrio (dinámico, estático y de objetos).</li> <li>2. Coordinaciones manuales (insertar, enhebrar).</li> <li>3. Coordinaciones globales (lanzamientos, atrapes y saltos).</li> </ol>
<b>El instrumento de observación y evaluación de patrones motores fundamentales de McClenaghan y Gallahue (1978)</b>	2 a 7 años	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Patrones básicos (marcha, carrera, salto, lanzamiento, recepción y pateo).</li> </ol>

Prueba/Autor	Edad	Aspectos motrices que mide
<b>El inventario de la secuencia de desarrollo de habilidades motrices fundamentales de Seefeldt y Haubenstricker (1976)</b>	Cualquiera	1. Patrones motores fundamentales (andar, saltar, brincar, correr, dar una patada, lanzar, coger).
<b>Batería psicomotora (BPM) de Da Fonseca (2008)</b>	3 a 11 años	1. Tonicidad. 2. Equilibrio. 3. Lateralidad. 4. Noción del cuerpo. 5. Estructuración espacio-temporal. 6. Praxia global. 7. Praxia fina.
<b>Instrumento de evaluación de las habilidades motrices básicas, (Fernández, Gardoqui y Sánchez, 2007)</b>	5 a 12 años	1. Habilidades motrices básicas (carrera, giros y manejo de móviles).

Tras llevar a cabo un profundo análisis de los diferentes instrumentos citados, observamos que ninguno de ellos mide, de manera conjunta, los diferentes patrones motrices (arrastre, gateo, marcha, triscado y carrera), así como los tres aspectos básicos para el desarrollo del mismo (control postural, equilibrio y tono muscular), descritos en el primer apartado del capítulo. Determinados instrumentos miden, de manera aislada, algunos de ellos, pero ninguno los recoge todos.

Por este motivo, desde el grupo de Neuropsicología y Educación (GdI-14 NyE) de la UNIR (Universidad Internacional de la Rioja) estamos trabajando en el diseño y validación de un instrumento de evaluación del desarrollo neuromotor para niños de entre 5 y 11 años que valore dichos patrones y aspectos (**Prueba de evaluación neuromotriz EVANM**). Esta prueba, evalúa los aspectos mencionados a través de la anotación del cumplimiento, o no, de cada uno de los requisitos que dichos aspectos deben cumplir para que podamos considerar que están adquiridos y automatizados. Cada uno de estos requisitos se representa por un ítem diferente (Díaz-Jara, Martín-Lobo, Vergara-Moragues, Navarro-Asensio y Santiago-Ramajo, 2015).

## 6.5. Pautas de intervención motriz

Tal y como se ha descrito en el primero de los apartados de este capítulo, la motricidad es uno de los aspectos más básicos para el desarrollo del niño y puede ser una de las causas de los problemas de aprendizaje si no se desarrolla correctamente. Por este motivo, es fundamental que se lleven a cabo programas de intervención desde los primeros años de Educación Infantil que favorezcan el desarrollo de todos los aspectos que la motricidad engloba y cuyo correcto desarrollo será básico para la consecución de algunos aprendizajes como el de la escritura o la lectura. Estos programas deberán ir encaminados a:

- La **facilitación de la organización neurológica**.
- La **estimulación sensorial exteroceptiva y propioceptiva**.
- El **desarrollo y automatización motriz**.

No es necesario que exista un problema para llevar a cabo un programa de intervención motriz, sino que los mismos, deben tener un carácter preventivo adelantándonos a los problemas de aprendizaje desencadenados por la falta de desarrollo motor.

En ellos, deben trabajarse de manera específica y en función de la edad, los diferentes aspectos motrices:

- Estructuración perceptiva general.
- Motricidad global: patrones motrices básicos del movimiento (arrastre, gateo, marcha, triscado, carrera, salto, giro y manipulaciones).

- Esquema corporal.
- Tonicidad.
- Control postural.
- Equilibrio.
- Coordinación dinámica general.
- Coordinación viso-motriz
- Motricidad fina.

Para que las actividades llevadas a cabo sean motivadoras, es importante tener en cuenta una serie de aspectos (Rigal, 2006):

- El grado de dificultad de los contenidos en las actividades de aprendizaje que se presentan, deberá adaptarse a las posibilidades de los niños, ya que si la dificultad es excesivamente alta o excesivamente pequeña, el niño puede desmotivarse.
- Debe existir el mayor tiempo posible de actividad motriz por parte del niño, siendo mínimo el tiempo que se encuentre inactivo.
- Respetar el ritmo de evolución de cada niño, no pasando de nivel hasta que haya superado el anterior.
- Los materiales deben ser variados y atractivos y el espacio adecuado, utilizando salas amplias de psicomotricidad.

Las sesiones se llevarán a cabo 5 días en semana con una duración de 45-60 minutos, repartidas en tres partes:

- **Inicial** o calentamiento en la que los niños comenzarán la familiarización con las actividades que se van a llevar a cabo.
- **Principal**, en la que se llevarán a cabo las actividades encaminadas a la consecución de los objetivos propuestos y deberá constituir el mayor tiempo de la sesión. Esta parte se puede trabajar en forma de circuito, de tal manera que se establezcan diferentes estaciones, llevándose a cabo un ejercicio diferente en cada una de ellas.
- **Final o vuelta a la calma**, en la que se realizará algún juego tranquilo y se recogerán los materiales utilizados.

## 6.6. Ejemplo de un estudio de motricidad

### *Caso práctico basado en Serrano (2013)*

A continuación se expone un ejemplo de un estudio realizado por Serrano (2013) en el ámbito motriz y su relación con la lectura.

### **Referencia**

Serrano, M. (2013). Estudio de la relación entre la motricidad y la lectura en grupo de niños de 2º de Primaria. Trabajo de fin de Máster Neuropsicología y Educación. Universidad Internacional de la Rioja.

### **Estudio**

En dicho estudio, llevado a cabo en un colegio privado de la Comunidad de Madrid, se planteó el siguiente problema: ¿Qué relación existe entre la motricidad y la lectura en un grupo de niños de 2º de Primaria?

Para poder dar respuesta a dicha pregunta, el **objetivo general** del estudio fue analizar la relación existente entre la motricidad y la lectura en un grupo de niños de 2º de Primaria y se plantearon los siguientes objetivos específicos: 1) Evaluar la motricidad de un grupo de niños de 2º de Primaria, 2) valorar el proceso de lectura de dicho grupo, 3) comprobar, en qué medida, existe una relación entre el desarrollo motriz y el aprendizaje de la lectura. De esta manera la hipótesis planteada fue: “existe una correlación significativa entre la motricidad y la lectura”.

La muestra sujeto de estudio quedó constituida por un total de 74 alumnos de un colegio privado de la comunidad de Madrid, a los que se evaluó las variables neuropsicológicas de motricidad y lectura. En el caso de motricidad se analizaron los patrones motrices básicos (arrastre, gateo, marcha, carrera y triscado), el tono muscular, el control postural y el sistema vestibular (saltos, postura del avión, equilibrio con un pie y equilibrio en línea) y en el caso de la lectura, la velocidad y la comprensión lectora.

**Tabla 2. Distribución de la muestra según la edad**

Edad	Nº Alumnos	Nº Alumnas	Total
7 años	18	18	36
8 años	12	24	36
9 años	0	2	2
	<b>30</b>	<b>44</b>	<b>74</b>

Se llevó a cabo un análisis de los datos, tanto descriptivo como de correlación, cuyos resultados se pueden observar en las tablas siguientes:

**Tabla 3. Estadísticos descriptivos de motricidad y lectura**

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
ARRASTRE	74	1	5	3,1	1,4
GATEO	74	1	5	4,1	1,0
MARCHA	74	1	5	4,6	,6
CARRERA	74	2	5	4,2	,6
TRISCAR	74	1	5	3,7	1,3
T. MUSCULAR	74	2	5	4	,7
C. POSTURAL	74	2	5	4,5	,7
SALTOS	74	1	5	3,1	1,2
P.AVIÓN	74	1	5	3,4	1,1
EQ.PIE	74	1	5	3,1	1,1
EQ.LÍNEA	74	2	5	3,9	,8
V. LECTORA	74	3	10	7,5	1,9
C. LECTORA	74	1	5	3,5	1,1
N válido	74				

En el caso del análisis descriptivo (tabla 3) de la motricidad, puntuada sobre 5, vemos como los aspectos que obtienen una mayor media son los patrones de gateo, marcha y carrera, así como el tono muscular y el control postural (por encima de 4), frente a los patrones de arrastre y triscado y el sistema vestibular que obtienen las medias más bajas (entre 3 y 3,9). Si atendemos a la lectura, la velocidad alcanza una media de 7,5 sobre 10 y la comprensión un 3,5 sobre 5).

**Tabla 4. Análisis de correlación entre motricidad y lectura**

MOTRICIDAD	LECTURA	Comprensión lectora	Velocidad lectora
Arrastre	Rho de Spearman	,761**	,782**
	Sig. (bilateral)	,000	,000
Gateo	Rho de Spearman	,575**	,635**
	Sig. (bilateral)	,000	,000
Marcha	Rho de Spearman	,437**	,382**
	Sig. (bilateral)	,000	,000
Carrera	Rho de Spearman	,540**	,586**
	Sig. (bilateral)	,000	,000
Triscado	Rho de Spearman	,539**	,470**
	Sig. (bilateral)	,000	,000
T. Muscular	Rho de Spearman	,409**	,408**
	Sig. (bilateral)	,000	,000
C. Postural	Rho de Spearman	,440**	,443**
	Sig. (bilateral)	,000	,000
Saltos	Rho de Spearman	,600**	,688**
	Sig. (bilateral)	,000	,000
P. Avión	Rho de Spearman	,559**	,635**
	Sig. (bilateral)	,000	,000
Eq. Un pie	Rho de Spearman	,675**	,565**
	Sig. (bilateral)	,000	,000
Eq. Línea	Rho de Spearman	,634**	,689**
	Sig. (bilateral)	,000	,000

Para el análisis de correlaciones (tabla 4) se utilizó el índice de correlación no paramétrico Rho de Spearman que va de -1 a 1 y cuanto más se acerca a los extremos mayor índice de correlación existe. Tal y como se observa en la tabla anterior, se encontraron correlaciones significativas a un nivel de confianza del 99%, entre la velocidad lectora y la comprensión lectora y cada uno de los aspectos motrices evaluados.

De esta manera, se concluyó:

- Los aspectos motrices que obtuvieron una puntuación más baja fueron arrastre, triscado, saltos, equilibrio con un pie y equilibrio en línea, no llegando ninguno de ellos a la puntuación media de 4.
- En cuanto a los resultados de la lectura, la velocidad obtuvo una puntuación media de 7,5 sobre 10 y la comprensión de 3,5 sobre 5, por lo que ésta está por encima de la mitad en ambos casos
- Existe una correlación significativa entre la motricidad y la lectura, con la consiguiente afirmación de la hipótesis planteada. Estos resultados coinciden con las afirmaciones que determinan que las áreas corticales motrices forman, además, parte de las rutas cerebrales utilizadas para la consecución de los aprendizajes. Así por ejemplo, en el aprendizaje de la lectura y la escritura están, implicados, además de los procesos auditivos y visuales, los procesos motrices, (Ferré y Ferré, 2013; Jensen, 2008; Martín-Lobo, 2003).

## 6.7. Bibliografía

- Ayres, A. J. (2008). *La integración sensorial en los niños. Desafíos sensoriales ocultos*. Madrid: TEA.
- Baena, A., Granero A. y Ruiz, P.J. (2010). Procedimientos e instrumentos para la medición y evaluación del desarrollo motor en el sistema educativo. *Journal of Sport and Health Research*. 2 (2): 63-76.
- Bernaldo de Quirós, M. (2007). *Manual de Psicomotricidad*. Madrid: Pirámide.

- Brigance, A. H. (1997). *Inventaire du development de l'enfant entre 0 et 7 ans*, Vainier, Ont. Centre franco-ontorien de ressources pédagogiques.
- Bueno, M<sup>a</sup> L., Del Valle, S. y De la Vega, M. (2011). *Los contenidos perceptivomotrices, las habilidades motrices y la coordinación a lo largo de todo el ciclo vital*. España: Virtual Sports.
- Cratty, B. J. (1990). *Desarrollo perceptual y motor en los niños*. Barcelona: Paidós.
- De Jager, M. (2010). *Mente en acción. Movimientos que mejoran la mente*. Tucci Publishing S.L.
- Da Fonseca, V. (2008). *Manual de observación Psicomotriz*. Barcelona. Inde.
- De la Cruz, M. V. y González, M. (1996). *BATTELLE. Inventario de Desarrollo*. TEA ediciones.
- Díaz-Jara, M., Martín-Lobo, P., Vergara-Moragues, E., Navarro-Asencio, E. & Santiago-Ramajo, S (2015). *Bulding test motor Development Assesment (5-11 years)*. 1st International Congress Psychobiology. Oviedo.
- Elder, C. M. & Vitek, J. L. (2012). *Basal Ganglia and Thalamus in health and movement disorders*. USA. Edited by Kristy Kultas-Ilinsky, Igor A. Ilinsky.
- Evaggelinou, C., Tsigilis, N. & Papa, A. (2002). Construct validity of the test of gross motor development: a cross-validation approach. *Adapted physical activity quarterly*. 19, 483-495.
- Ferré, J. y Aribau E. (2008): *El desarrollo neurofuncional del niño y sus trastornos. Visión, aprendizaje y otras funciones cognitivas*. Barcelona: Lebón.
- Ferré, J. y Ferré, M. (2005): *El desarrollo neuro-senso-psicomotriz de los tres primeros años de vida*. España: Jorge Ferré Veciana.
- Ferré, J. y Ferré, M. (2013): *Neuro-psico-pedagogía infantil. Bases neurofuncionales del aprendizaje cognitivo y emocional*. Barcelona: Lebón.
- Freed, D. (2011). *Motor Speech Disorders. Diagnosis and treatment*. Cengage Learning.
- Gesell, A. (1949). *The Gesell Schedules of Children Development*. New York. Psychological Corporation.
- Gesell, A. et Ilg, F. L. (1963). *Lenfance de 5 à 10 ans*. Paris. Presses universitaires de France.
- Gillberg, C. (2003). Deficits in attention, motor control, and perception: a brief review. *Arch Dis Child*. 88, 904-10.
- Gioftsidou et al. (2013). Typical balance exercises or exergames for balance improvement? *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 26, 299–305.
- González, M. T. y Riesco J. F. (2006). *Manual de Educación Física*. Madrid: Globalia Anthema.
- Goodard, S. (2005). *Reflejos, aprendizaje y comportamiento. Una ventana abierta para entender la mente y el comportamiento de los niños*. Barcelona: Vida Kinesiológica.
- Goodard, S. (2012). *Attention, Balance and coordination. The A.B.C of learning success*. USA. WILEY-BLACKWELL.
- Hormiga, C. M., Camargo, D. M. y Orozco, L. C. (2008). Reproducibilidad y validez convergente de la Escala Abreviada del Desarrollo y una traducción al español del instrumento Neurosensory Motor Development Assessment. *Biomédica*, 28, 327-346.
- Jaakkola, T. et al. (2015). The associations among fundamental movement skills, self-reported physical activity and academic performance during junior high school in Finland. *Journal of Sports Sciences*, 33 (16), 1719-1729.
- Jankowski, J. Scheef, L., Hüppe, C. & Boecker, H. (2009). Distinct striatal regions for planning and executing novel and automated movement sequences. *NeuroImage*. 44, 1369–1379.
- Jensen, E. (2008): *Cerebro y aprendizaje. Competencias e implicaciones educativas*. Madrid: Narcea.
- Jiménez, J., Salazar, W. y Morera, M. (2013). Diseño y validación de un instrumento para la evaluación de patrones básicos de movimiento. Motricidad. *European Journal of Human Movement*, 31, 87-97.
- Jover, M., Schimitz, C., Centelles, L., Chabrol, B. & Assalante, C. (2010). Anticipatory postural adjustments in a bimanual load-lifting task in children with developmental coordination disorder. *Developmental medicine & child neurology*, 52, 850-855.
- Kolb, B. y Wishaw, L. Q. (2006). *Neuropsicología humana*. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- Largo, H., Fischer, F. E. & Rousson, V. (2003). Neuromotor development from kindergarten age to adolescence: developmental course and variability. *Swiss Med Wkly*. 133, 193-199.
- Lawther, J. D. (1993). *Aprendizaje de las habilidades motrices*. Barcelona: Paidós.
- Le Boulch, J. (1995): *El desarrollo psicomotor desde el nacimiento hasta los 6 años*. Barcelona: Paidós.

- Lubans, D. R., Morgan, F. J., Cliff, D. P., Barnett, L. M. & Okely, A. D. (2010). Fundamental Movement Skills in Children and Adolescents. *Sports Medicine*, 40 (12), 1019-1035.
- Martín Lobo, M<sup>a</sup> P. (2003). La lectura. *Procesos neuropsicológicos del aprendizaje, diagnósticos, estudio de casos y programas de intervención*. Barcelona: Lebón.
- Martín Lobo, M<sup>a</sup> P. (2006). *El salto al aprendizaje. Cómo obtener éxito en los estudios y superar las dificultades de aprendizaje*. Madrid: Palabra.
- McCarthy, D. (2006). *Escalas McCarthy de Aptitudes y Psicomotricidad para niños*. TEA ediciones.
- McClenahan, B.A. y Gallahue, D.L. (1996). *Movimientos fundamentales. Su desarrollo y rehabilitación*. Buenos Aires. Panamericana.
- Michel, E., Roethlisberger, M., Neuenschwander, R. y Roeber C. M. (2011). Development of Cognitive Skills in Children with Motor Coordination Impairments at 12-Month Follow-up. *Child Neuropsychology: A Journal on Normal and Abnormal Development in Childhood and Adolescence*, 17, 151-172.
- Ortiz, T. (2009). *Neurociencia y Educación*. Madrid: Alianza.
- Piek, J. P., Dawson, L., Smith, L. M., & Gasson, N. (2008). The role of early fine and gross motor development on later motor and cognitive ability. *Human Movement Science*, 27, 668-681.
- Poeta, L. S. y Rosa-Neto, F. (2007). Evaluación motora en escolares con indicadores del trastorno por déficit y atención/hiperactividad. *Rev. Neurol* 44, 146-149.
- Portellano, J. A., Mateos, R., Martínez, R., Granados, M<sup>a</sup> J. y Tapia, A. (1999). CUMANIN. *Cuestionario de Madurez Neuropsicológica Infantil*. TEA ediciones.
- Ratey, J., Hagerman, E. (2008). *Spark: The revolutionary new science of exercise and the brain*. New York: Little, Brown and Company.
- Rigal, R. (2006). *Educación motriz y educación psicomotriz en Preescolar y Primaria*. Barcelona: INDE.
- Rodríguez, M. et al (2005). Análisis de Consistencia Interna de la Escala Bayley del Desarrollo Infantil para la Ciudad de Córdoba (Primer año de Vida). *Evaluar*, 5, 55-69.
- Rubio-Grillo, M. H., Salazar-Torres, L. J. y Rojas-Fajardo, A. (2014). Habilidades motoras y de procedimiento que interfieren en la vida académica habitual de un grupo de estudiantes con signos y síntomas de TDAH. *Revista colombiana de psiquiatría*, 43, 18-24.
- Ruiz, L. M. (1994). *Desarrollo motor y actividades físicas*. Madrid: Gymnos.
- Ruiz, L. M. y Graupera, J. L. (2003). Competencia motriz y género entre los escolares españoles. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 3 (10), 101-111.
- Ruiz, L. M., Linaza, J. L. y Peñaloza, M. (2008). El estudio del desarrollo motor: entre la tradición y el futuro. *Revista Fuentes*, 8, 243-258.
- Seefeldt, V. & Haubenstricker, J. (1976). *A developmental sequence*. East Lansing. University of Michigan.
- Shunway-Cook, H. and Woollacott, M. H. (2007). *Motor control. Translating Research into Clinical Practice*. Philadelphia: Pennsylvania. Lippincott Williams and Wilkins.
- Simons, J. et al. (2007). Validity and Reliability of the TGMD-2 in 7-10-Year-Old Flemish Children With Intellectual Disability. *Adapted physical activity quarterly*, 25, 71-82.
- Soriano, C. (Coord.) (2007). *Fundamentos de neurociencia*. Cataluña: Editorial UOC.
- Sousa, D. (2014). *Neurociencia educativa. Mente, cerebro y educación*. Madrid: NARCEA.
- Stodden et al. (2008). A Developmental Perspective on the Role of Motor Skill Competence in Physical Activity: An Emergent Relationship. *Quest*, 60, 290-306.
- Stoodley C. J., Schmahmann, J. D. (2010). Evidence for topographic organization in the cerebellum of motor control versus cognitive and affective processing. *Cortex*, 46, 831-844.
- Sugden, D. & Henderson, S. (1992). *Movement Assessment Battery for Children*. London. Psychological Corporation.
- Sugrañes, E. y Àngels, M. A. (2008). *La educación psicomotriz (3-8 años)*. Barcelona: GRAÓ.
- Ulrich, D. A. (1985). *Test of Gross Motor Development*. Texas. Pro. Ed.
- Westendorp, M., Hartman, E., Houwen, S., Smith, J. & Visscher, C. (2011). Research in The relationship between gross motor skills and academic achievement in children with learning disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, 32, 2773-2779.
- Whishaw, K. (2006). *Neuropsicología humana*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Zelaznik, H. N. (2014). The Past and Future of Motor Learning and Control: What Is the Proper Level of Description and Analysis? *Kinesiology Review*, 3, 38-43.

# Evaluación de los procesos de memoria y aprendizaje

Sandra Santiago Ramajo

## **7.1. Aproximación neuropsicológica de la memoria y su desarrollo en la infancia y adolescencia**

A pesar de que la memoria es una de las funciones cognitivas más estudiadas en el ámbito neuropsicológico, a día de hoy, no contamos con una definición consensuada para la memoria. Hay tantas definiciones como autores que se acercan al estudio de esta temática, pero ciertamente, todas ellas coinciden en que la memoria está formada por un conjunto de funciones que registran, elaboran, almacenan, recuperan y utilizan la información (Soprano, 2003a). La memoria está formada por tres procesos básicos que actúan de forma secuencial, que convierte a la memoria en un proceso multifacético (Caracuel, Santiago-Ramajo, Verdejo-García & Pérez-García, 2014): la codificación de la información, almacenamiento de la información y recuperación de la información. En la codificación, la información se analiza, se registra y se organiza para el recuerdo posterior y puede ser consciente o inconsciente por parte del sujeto. La consolidación es el proceso donde la información temporal se almacena de forma duradera. Y por último, la recuperación se ocupa de los procesos de recuerdo y recuperación de la información previamente almacenada. Los procesos de codificación y almacenamiento corresponden a las funciones del aprendizaje y el proceso de recuperación, es exclusivo de la memoria. Es importante, a la hora de evaluar, distinguir los problemas de aprendizaje de los problemas de memoria. Si la información no ha sido aprendida correctamente (codificada y almacenada), es imposible que la información se pueda recordar correctamente en un momento posterior (recuperación). La memoria y el aprendizaje están íntimamente relacionados y ligados, por lo que son inseparables. El aprendizaje se podría considerar como un proceso de adquisición de nueva información, dando lugar a un cambio en el conocimiento del individuo, y por tanto, en su conducta. En cambio, la capacidad de almacenar esa nueva información, sería la función de la memoria (Aguado-Aguilar, 2001).

Durante muchos años, no se le ha otorgado la importancia suficiente a la evaluación de la memoria en el niño, pero cada vez más aparecen estudios que señalan la importancia de los déficit en esta habilidad cognitiva en el transcurso del desarrollo, como por ejemplo, a causa de daño cerebral adquirido como los traumatismos craneoencefálicos, las lesiones bihipocámpicas tempranas parciales o los vinculados a efectos de la epilepsia, como a causas de un trastorno del neurodesarrollo como el síndrome alcohólico fetal, nacimiento prematuro o niños con bajo peso (Soprano, 2003a). Otros trastornos que pueden ocasionar déficits son los accidentes cerebrovasculares o anomalías genéticas (Majerus & Der Linden, 2013).

Los déficits de memoria repercuten en el ámbito educativo, afectando al dominio de la lectura, al cálculo y la aritmética (Soprano, 2003a). Peralta López & Narbona García (1994) demostraron en su estudio que existe una correlación entre el nivel de memoria y el rendimiento escolar. Gracias a los avances de la neurociencia en el ámbito educativo, se ha comprobado la influencia que pueden tener determinadas variables en el proceso memorístico, como por ejemplo, la estimulación multimodal provocando una actividad cerebral adicional superior que la estimulación por separado de cada modalidad; el efecto del estrés en el aprendizaje (provocando un aumento del aprendizaje cuando la hormona del estrés está presente simultáneamente, pero si la hormona está presente antes del aprendizaje, interfiere negativamente en ese aprendizaje); la importancia de las emociones y las motivaciones en el procesos de aprendizaje o la importancia de la visualización (Howard-Jones, 2010).

Hay que tener claro que existen distintos tipos de memoria y que cada uno de ellos se puede ver afectado durante el desarrollo. Es muy difícil que un niño tenga afectados todos los tipos de memoria, por lo que es importante una evaluación exhaustiva de todos los tipos de memoria para confirmar cuáles están conservados y cuáles afectados para realizar una buena planificación de la intervención (Majerus & Der Linden, 2013).

### 7.1.1. Clasificación de la memoria

Igualmente no hay consenso con la clasificación o tipos de memoria y, de esta manera, nos encontramos con distintas categorizaciones (Carrillo-Mora, 2010a). Existe cierto consenso de que la memoria está dividida en dos grandes depósitos (Figura 1): la memoria a corto plazo y la memoria a largo plazo (Portellano Pérez & García Alba, 2014). La memoria a corto plazo mantiene la información recién percibida por un periodo corto de tiempo y la memoria a largo plazo mantiene la información de manera duradera (Aguado-Aguilar, 2001). Etchepareborda & Abad-Mas (2005) la dividen en tres niveles de memoria: la memoria inmediata (sensorial), la memoria a corto plazo (mediata) y la memoria a largo plazo (diferida). Hay autores como Morgado (2005) que la dividen en tres sistemas de memoria: la implícita, la explícita y la de trabajo.

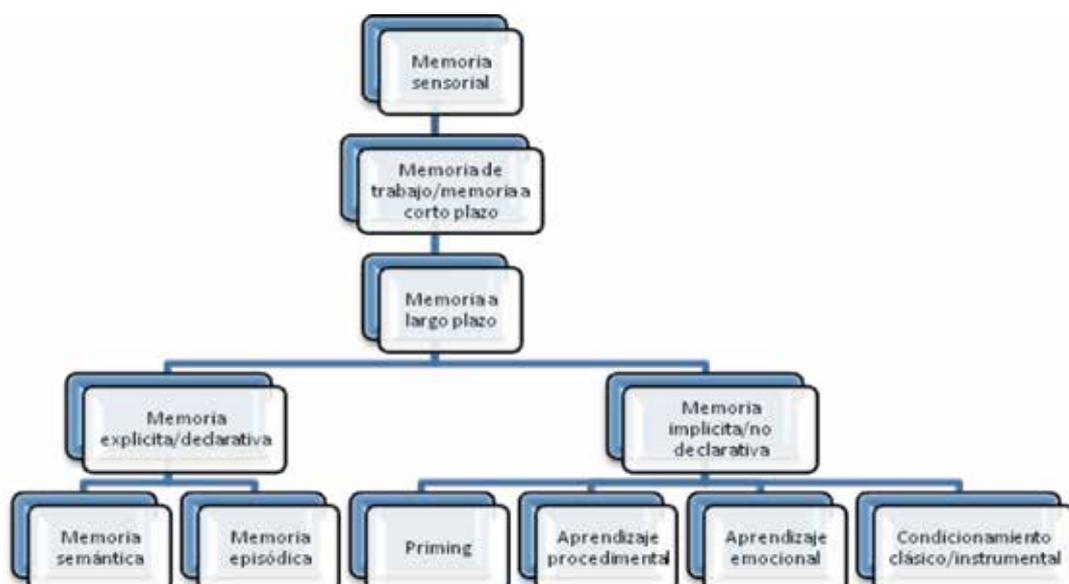


Figura 1. Tipos de memoria basado en Etchepareborda & Abad-Mas (2005).

- a) La **memoria sensorial** tiene una duración muy corta, de unos pocos segundos. Este tipo de memoria dependerá de la vía sensorial, por lo que podemos distinguir entre ellas la memoria auditiva (ecoica), la memoria visual (icónica), la gustativa, la táctil, etc.. (Portellano Pérez & García Alba, 2014). Muchos investigadores reconocen que este tipo de memoria registra las sensaciones el tiempo suficiente para explorar las características físicas de los distintos estímulos y, a continuación, es transmitida a depósitos de memoria mucho más estables (Soprano & Narbona, 2007). En cuanto a la estimación de la duración de esta memoria, parece que depende del tipo de estímulo. Si el estímulo es de naturaleza no verbal, la duración es menor de 1 segundo, mientras que si el estímulo es de tipo verbal, puede llegar a pasar de 2 segundos.
- b) En cuanto a la **memoria de trabajo** o también llamada memoria operativa, se refiere a la “capacidad para mantener información en la mente con el objeto de completar una tarea, registrar y almacenar información o generar objetivos, esencial para llevar a cabo actividades múltiples o simultáneas, como cálculos aritméticos o seguir instrucciones complejas” (Soprano, 2003b, p. 45). Tirapu-Ustárroz & Muñoz-Céspedes (2005) definen la memoria de trabajo “como la capacidad para mantener la información ‘*on line*’, la orientación y adecuación de los recursos atencionales, la inhibición de respuestas inapropiadas en determinadas circunstancias y la monitorización de la conducta en referencia a estados motivacionales y emocionales del organismo” (p. 475). Cada vez más se utiliza como sinónimos los términos de memoria a corto plazo y memoria de trabajo (Aguado-Aguilar, 2001). Sobre este tipo de memoria no vamos a tratar en este capítulo, ya que las investigaciones apuntan que debido a sus características de manipulación activa de la información, limitada y susceptible a interferencias, es más conveniente incluirlo dentro de las funciones ejecutivas (Morgado & Muñoz-Céspedes, 2005; Verdejo-García y Bechara, 2010). La estructura cerebral responsable de esta memoria es la corteza prefrontal, y más concretamente la parte del circuito dorsolateral. Lesiones en la corteza frontal pueden dar lugar a déficits de memoria como la afectación de la memoria de trabajo, problemas en la metamemoria, amnesia de la fuente y dificultades en la memoria prospectiva, lo que demuestra la influencia que tienen las funciones ejecutivas sobre la memoria (Tirapu-Ustárroz & Muñoz-Céspedes, 2005).
- c) La **memoria a largo plazo** se caracteriza por ser de capacidad ilimitada y de carácter duradero y persistente. Es un sistema de memoria multimodal y no unitario (Portellano Pérez & García Alba, 2014). Nos encontramos dos tipos de memoria a largo plazo: la memoria declarativa/explicita y la memoria no declarativa/implícita.
- La **memoria declarativa/explicita** es aquella que se encarga de almacenar y recuperar información de manera consciente y deliberada, que puede ser recuperado de forma verbal o no verbal (imágenes) (Soprano & Narbona, 2007). Aquí nos encontramos con dos sustratos neuronales diferenciados: uno para almacenar la información y otra para recuperarla. El hipocampo y las estructuras diencefálicas son las responsables del almacenamiento de la memoria declarativa y los lóbulos temporales mediales y algunas regiones de la corteza prefrontal (dorsolateral y anterolateral), son los responsables de recuperar esta información (Portellano Pérez & García Alba, 2014). Esta memoria se divide a su vez en dos tipos: la memoria semántica y la memoria episódica.
- La **memoria semántica** constituye el conocimiento general del individuo y se encarga de la adquisición, retención y utilización de los conocimientos que tenemos del mundo como son los conceptos y el vocabulario y no está vinculada a referencias espaciotemporales (Soprano & Narbona, 2007). Un ejemplo, de memoria semántica son los conocimientos adquiridos durante la educación escolar (abecedario, tablas de multiplicar, los países, etc..). Carrillo-Mora (2010a), define esta memoria como “ la información almacenada sobre las características y atributos que definen los conceptos, así como los procesos que permiten su recuperación de forma eficiente para su utilización en el pensamiento y el lenguaje” (p. 92). Las estructuras cerebrales implicadas en esta memoria varían según las características del concepto. Nos encontramos que están implicadas áreas de la corteza occipito-temporal para algunas categorías de objetos (objetos, animales, etc..), el hemisferio izquierdo para el almacenamiento de palabras con un significado concreto y el hemisferio derecho para palabras ambiguas. Además, nos encontramos con un patrón de activación según la recencia de la información,

activándose las áreas del hipocampo, amígdala y corteza temporal cuando la información es más recientes, disminuyendo esta activación con el tiempo, activándose áreas parietales y frontales (Smith & Squire, 2009).

- En cambio, la **memoria episódica** hace referencia a “los recuerdos de los acontecimientos pasados de la vida de una persona” (Soprano & Narbona, 2007, p. 14). Esta información hace referencia a hechos o acontecimientos personales con información espacio-temporal, es decir, contiene información espacial y temporal del recuerdo, y es donde se incluye la memoria autobiográfica. Un ejemplo de esta memoria, es la narración verbal del viaje realizado el año pasado. La estructura implicada en la consolidación de este tipo de memoria es el hipocampo (Smith & McAndrews, 2013). Hay estudios que señalan la importancia del sueño, sobre todo del sueño de ondas lentas, en la consolidación de la información de la memoria episódica en el hipocampo a largo plazo en los niños (Huber & Born, 2013). En el estudio llevado a cabo por Wilhelm, Diekelmann & Born (2008) demuestran el efecto beneficioso del sueño sobre la memoria declarativa pero no encontraron los mismos beneficiosos para la memoria procedimental en niños de 7/8 años. Estos datos señalan la importancia fundamental del sueño para que los niños consoliden la información en la memoria explícita (Ashwort, Hill, Karmiloff-Smith & Dimitriou, 2014). Durante el sueño, el cerebro infantil reorganiza recuerdos recientes y crea conocimiento semántico de experiencias episódicas (Friedrich, Wilhelm, Born & Friederici, 2015). Un sueño más intenso y duradero se relaciona con una mayor capacidad de aprendizaje y memorización en los niños (Wilhelma, Prehn-Kristensenc & Borna, 2012). Dentro de la memoria episódica, nos encontramos la división en memoria **prospectiva** (proyectada hacia el futuro) y **memoria retrospectiva** (basado en información del pasado) (Tirapu-Ustárroz & Muñoz-Céspedes, 2005). Según Morgado & Muñoz-Céspedes (2005), la memoria prospectiva nos permite almacenar planes futuros, consistente en recordar hacer algo en un futuro y llevar a cabo un plan previamente concebido (por ejemplo, tomarse una medicación a una hora determinada o acordarse de una cita concertada previamente). Según Soprano & Narbona (2007), casi la mitad de los fallos de memoria corresponden a este tipo de memoria. En caso de los niños, se evidencia en el olvido de realizar los deberes o el encargo de sus padres. Hay dos tipos de memoria prospectiva: basada en señales del tiempo (por ejemplo, llamar por teléfono a las 5) o basadas en señales externas o sucesos (por ejemplo, cuando veas a tu hermano darle un mensaje). Morgado & Muñoz-Céspedes (2005) relaciona este tipo de memoria con funciones del lóbulo prefrontal y lo incluye como parte de las funciones ejecutivas. Este tipo de memoria es crucial para la consecución de metas en la vida cotidiana y en su desarrollo están implicadas tanto la funciones ejecutivas como la teoría de la mente (Causey & Bjorklund, 2014). Además de la distinción de la memoria prospectiva y retrospectiva dentro de la memoria episódica, se está utilizando otro concepto nuevo el “**pensamiento episódico futuro**”, que se podría definir como “la habilidad de proyectarse a sí mismo hacia el futuro dentro del marco de un evento previamente experimentado” (p. 200).

- La **memoria no declarativa/implícita** se caracteriza por almacenar los aprendizajes que no pueden ser explicados verbalmente o conscientemente, ya que están automatizadas, mediante la práctica y no requieren una recuperación consciente para seguir los pasos que hay que seguir (por ejemplo, conducir). La memoria implícita ocurre de forma no intencional ni controlada por el individuo (Aguado-Aguilar, 2001). Las estructuras cerebrales implicadas en este tipo de memoria son: los ganglios basales, la corteza prefrontal, la amígdala y el cerebelo (Portellano Pérez & García Alba, 2014). Existen diferentes tipos de memoria no declarativa/implícita: el priming, el aprendizaje procedimental, el aprendizaje emocional, el condicionamiento clásico (Soprano & Narbona, 2007):
  - El **priming** se caracteriza por la facilitación que se produce de una información determinada si ha sido presentada previamente. Este fenómeno es muy estudiado y se produce de manera inconsciente. La estructura cerebral que está relacionada con este tipo de memoria es el neocórtex. Existen dos tipos de priming: el perceptivo, que implica un aumento de la distinción de un estímulo, y el conceptual, que facilita el acceso al significado de un estímulo (Portellano Pérez, & García Alba, 2014).

- El **aprendizaje procedimental o memoria de procedimiento** se ocupa de las habilidades o destrezas motora previamente adquiridas (por ejemplo, abrocharse los botones) y también cognitivas (por ejemplo, el cálculo mental) (Soprano & Narbona, 2007). Carrillo-Mora (2010b) afirma la implicación en este tipo de aprendizaje las siguientes estructuras cerebrales: la corteza prefrontal, la corteza del cíngulo, el área motora pre-suplementaria y suplementaria, el área premotora, el área motora primaria, el cerebelo y los ganglios basales.
- El **aprendizaje emocional** es responsable de la generación de las fobias y la respuesta al miedo (Soprano & Narbona, 2007). La estructura cerebral implicada en este aprendizaje es la amígdala (Portellano Pérez & García Alba, 2014). Cuando se experimenta un episodio con carga emocional, se liberan ciertas hormonas (como por ejemplo, el cortisol) que regulan la consolidación de los recuerdos (McGaugh, 2015), fenómeno que produce la potenciación de la memoria.
- El **condicionamiento clásico** es el responsable de la habituación y la sensibilización (Soprano & Narbona, 2007). Las estructuras cerebrales implicadas es el circuito formado por la amígdala, diencéfalo y corteza (Soprano & Narbona, 2007).

### 7.1.2. *Desarrollo de la memoria durante la infancia*

Las características del sistema de memoria en adultos y en niños es diferente, por eso es importante tener en cuenta el desarrollo de las habilidades memorísticas a lo largo de la infancia para poder evaluarlos correctamente (Rovee-Collier & Giles, 2010).

Según el modelo de la neuromaduración (Rovee-Collier & Giles, 2010), se produce una maduración ontogenética formado por dos sistemas: el sistema de memoria temprana que sería el primero en madurar en el ser humano y que corresponde a la memoria implícita o no declarativa. Este sistema estaría funcionando desde el nacimiento y se ocuparía de almacenar información sobre el aprendizaje procedimental simple y habilidades motoras y perceptivas. El segundo sistema es el de la memoria tardía que se caracteriza por la maduración de la memoria explícita (recuerdo de hechos y eventos), que curiosamente, es el primero en decaer en las personas mayores (Rovee-Collier & Cuevas, 2009). Esta diferenciación en la maduración se debe a que las dos memorias están sustentadas por estructuras cerebrales distintas, por lo que la capacidad de almacenar y recuperar información declarativa (explícita) a largo plazo no es funcional hasta que no se maduren las estructuras cerebrales correspondientes (aproximadamente al finalizar el primer año de vida). Según estos autores, hasta los 9 meses aproximadamente, se da lugar un período de aprendizaje “exuberante” (son capaces de discriminar diferentes aspectos y más detalles de un evento que un adulto). El término de este periodo coincide con la aparición de la memoria explícita aproximadamente, que no se podría explicar con el modelo tradicional de la neuromaduración, por lo que proponen un modelo ecológico de desarrollo de la memoria, donde los niños aprenderían rápidamente las asociaciones de los estímulos que tienen presentes (nicho ecológico), incluso más rápido que el adulto (Rovee-Collier & Cuevas, 2009).

Se ha estudiado ampliamente la evolución de la memoria explícita (memoria temprana). Los primeros recuerdos que podemos evocar de nuestra infancia se sitúan alrededor de los 3 y 4 años (Bauer & Larkina, 2014). Además, de los 2 a los 7 años hay menos recuerdos de lo previsto (Lavenex & Banta Lavenex, 2013). Este fenómeno se ha denominado “amnesia infantil” (ausencia de memoria declarativa episódica de los primeros años de vida). Los niños de dos años son capaces de relatar lo sucedido durante el día o algunos días posteriores pero en la edad adulta no son capaces de recordar esa información (Soprano & Narbona, 2007). En el estudio llevado a cabo por Bauer & Larkina (2014) confirmaron que los niños de 5 a 7 años recuerdan el 60% de los eventos de su infancia temprana (cuando tenían 3 años), en cambio, los niños de 8 y 9 años solo recuerdan el 40%. Además, en este estudio señalan que también que una variable importante tener en cuenta es el estilo narrativo de la madre. Los hijos de madres con un estilo narrativo donde se dan más detalles y deja que el niño participe en la elaboración del recuerdo, tienen más recuerdos de su infancia. Soprano & Narbona (2007) señalan la importancia de la repetición de esta información y afirman que esta amnesia se supera en cuanto los niños aprenden que estos recuerdos se pueden compartir verbalmente con otras personas de manera reiterativa, y que solo es posible

después de los 3 años ya que hasta ese momento no es factible una representación cognitiva del suceso (mecanismo de comprensión). Por su parte, Callaghan, Li & Richardson (2014) señalan la importancia de la amnesia infantil para estudiar los fenómenos del olvido de información en edad adulta. Según estos autores, las causas de la amnesia infantil se puede deber a distintas causas: al patrón de redes perineuronales (las propiedades electrofisiologías de las neuronas no soportan el almacenamiento a largo plazo de la información), al alto nivel de neurogénesis que pueden dar lugar a fallos en la consolidación y recuperación de la información y, por último, a las modificaciones epigenéticas en el almacenamiento a largo plazo donde son necesarias la activación de determinados genes. Todas estas causas son las que evitan que la información se almacene permanentemente en la memoria a largo plazo. En el estudio de Josselyn & Frankland (2012) señalan que la incapacidad de recordar episodios de la primera infancia se debe a los altos niveles de neurogénesis que regulan negativamente la capacidad de formar recuerdos a largo plazo, debido a la sustitución de las conexiones sinápticas en los circuitos preexistentes del hipocampo. Hay un estudio que afirma que los recuerdos de la infancia no se olvidan completamente y que influyen en una variedad de respuestas de comportamiento durante el resto de nuestra vida (Li, Callaghan & Richardson, 2014). Así mismo, se ha comprobado que desde el nacimiento se posee la memoria de reconocimiento (los niños de dos meses son capaces de conservar la información del objeto durante 1 día, a los 3 meses son capaces de recordarlo hasta 3-4 días y a los 6 meses durante 14 días) (Hernández Blasi & Bjorklund, 2001). En cambio, el inicio del recuerdo (evocación) de un recuerdo no es tan fácil de fechar. Soprano & Narbona (2007) afirman que se ha demostrado que hacia los 8 o 9 meses los bebés son capaces de recordar un objeto escondido el día anterior (paradigma de la búsqueda de objetos), lo que indica que a esa edad ya hay indicios de la memoria declarativa, aunque evidentemente no esté implicado el recuerdo de la información de forma verbal. En la etapa preescolar (3-6 años), los niños son capaces de recordar de una lista formada por 8-10 palabras, una media de 2 (3 años) a 4-5 palabras (5 años). En cambio, si en vez de una lista de palabras, le presentamos una lista de la compra (tarea más ecológica), el niño aumenta considerablemente el número de palabras. La memoria autobiográfica comienza a desarrollarse a partir de los 3 años y medio, aunque de naturaleza diferente a la del adulto, ya que los niños centran sus intereses en aspectos diferentes de un evento. Los niños de 4 años son capaces de recordar un evento que ha ocurrido hasta un año y medio antes (Soprano & Narbona, 2007). Debido al bajo nivel de las habilidades comunicativas de los niños de estas edades, es difícil estimar el recuerdo real, pero parece que recuerdan mucho más de lo que realmente saben decir. Un reciente estudio (Rajan, Cuevas & Bell, 2014) ha demostrado la influencia que tienen las funciones ejecutivas en el desarrollo de la memoria episódica en niños de 4 a 6 años. También se ha demostrado la importancia del reconocimiento de las emociones por parte del niño en el desarrollo de la memoria episódica, al estar implicado en el almacenamiento el aprendizaje emocional (Wang, 2008), por lo que los niños de preescolar (a partir de 3 años) ya pueden relatar información emocional de un episodio, que potencian la memorización de ese evento. Según Wang (2008), esta modulación emocional varía según la cultura del niño: niños euro-americanos tienden a relatar más detalles emocionales (tienen más inteligencia emocional) que los niños chinos, por lo que recuerdan más detalles de un evento. A partir de los 4 o 5 años se va incrementando progresivamente la rapidez y la eficiencia del recuerdo. Según Soprano & Narbona (2007), existen datos que confirman que a partir de los 4 años no se producen cambios en la capacidad, si no que es debido a la influencia de la utilización de estrategias mnemotécnicas (de almacenamiento y recuperación) y del desarrollo del conocimientos previos (conocimientos de base), los intereses y las motivaciones. Según la revisión realizada por Garvin, Werkle & Shing (2013), es esencial la influencia que tiene el conocimiento previo del sujeto sobre la adquisición de nueva información, de forma que los sujetos a los que previamente se le ha mostrado algo de información, posteriormente recordarán más que otros sujetos que no han tenido contacto previo con esa información. Esta facilitación se debe a que la información nueva se puede integrar en una estructura mental previamente elaborada (conocimiento previo). Este fenómeno se da lugar gracias a la coordinación que se produce entre la corteza prefrontal medial y el hipocampo. Por otro lado, la utilización de estrategias de aprendizaje se inicia entre los 7 y los 13 años, normalmente bajo las instrucciones de padres, maestros o niños mayores (Hernández Blasi & Bjorklund, 2001).

La memoria prospectiva se desarrolla a partir de los 2 años. Soprano & Narbona (2007) confirman que niños de 2 a 4 años son capaces de realizar tareas programadas con un 80% de éxito con una demora de entre 5 minutos hasta 8 horas, aunque son más sensibles a sufrir interferencias debido a las interrupciones. El desarrollo de esta memoria a lo largo del ciclo vital es en forma de “U” invertida (Mattli, Schnitzspahn, Studerus-Germann, Brehmer & Zöllig, 2014). Según el estudio de Walsh, Martin & Courage (2014), la memoria prospectiva va mejorando según aumenta la edad del niño. A los 4-5 años se produce una mejora de la memoria prospectiva relacionada con la evolución de las funciones ejecutivas, y específicamente, del desarrollo de la capacidad de inhibición (Mahy, Moses & Kliegel, 2014; May, Moses & Kliegel, 2014). Además, el rendimiento en este tipo de memoria en niños dependerá de otras variables como el tipo de recompensa que se obtenga o la carga de los recursos cognitivos. Los niños con 4 años distribuyen los recursos cognitivos de forma selectiva para tener éxito en tareas simultáneas (Causey & Bjorklund, 2014; Leigh & Marcovitch, 2014), y que por lo tanto, está ligada a la capacidad de la memoria de trabajo (Kretschmer, Voigt, Friedrich, Pfeiffer & Kliegel, 2014; Voigt, Mahy, Ellis, Schnitzspahn, Krause, Altgassen & Kliegel, 2014). Un predictor de un buen rendimiento en la memoria prospectiva en niños es el desarrollo de la memoria episódica futura (Nigro, Brandimonte, Cicogna & Cosenza, 2014). Esta memoria, que está obteniendo mucha repercusión en los últimos años, y se desarrolla a los 3 o 4 años aproximadamente (Atance & O’Neill, 2005).

Con lo anterior, podemos clarificar que existe un acuerdo entre los autores sobre el desarrollo por edad y tipo de memoria. Sin embargo, existen muchas variables que pueden inferir. Por ejemplo, Matute, Sanz, Gumá, Rosselli & Ardila (2009) encontraron que hay variables medioambientales que pueden interferir en el desarrollo de la memoria. Encontraron que las niñas (5-16 años) que estudian en colegios privados y que tienen padres con una mayor escolaridad, tienen mayores rendimientos en memoria, que los niños en colegios públicos y con padres con menos escolaridad.

Otro de los factores a tener en cuenta es la influencia del nacimiento prematuro sobre el rendimiento de la memoria. En un reciente estudio de Aanes, Bjuland, Skranes & Løhaugen (2015) se ha confirmado que los niños prematuros nacidos con menos de 1,5 kilos tienen un rendimiento memorístico más reducido al llegar a los 20 años. Estos niños obtienen unas puntuaciones más reducidas en memoria inmediata verbal y visual, en memoria de trabajo y en memoria demorada visual (no en la memoria verbal). Esta reducción en la memoria se correlaciona con el volumen del hipocampo (medido mediante Imagen por Resonancia Magnética), que es más reducido en los niños prematuros. Además, se ha encontrado una relación positiva entre el bajo peso y el número de días en la unidad del cuidado neonatal con los déficits en memoria.

Como se puede observar, la evolución de esta función cognitiva depende del tipo de memoria al que hagamos referencia, madurando unos procesos antes que otros, por lo que es importante, tener en cuenta esta información en ámbito educativo para detectar problemas lo antes posible.

## **7.2. Pruebas e instrumentos para medir la memoria y el aprendizaje en la infancia y la adolescencia**

A la hora de presentar la información de las pruebas que se pueden utilizar para evaluar la memoria, se va a utilizar la división presentada por Soprano & Narbona (2007). Las pruebas e instrumentos se dividen en 3 tipos: las baterías de memoria, que tienen la ventaja de evaluar un amplio rango de procesos memorísticos mediante diferentes subtests; los test específicos, que tienen la finalidad de medir un rasgo o tipo determinado de la memoria y, finalmente, los subtests de memoria, que estarán incluidos en baterías que evalúan diversos procesos neuropsicológicos.

En la actualidad se disponen de muy pocas pruebas e instrumentos para evaluar el rendimiento en memoria en niños de 3 a 6 años. La mayoría de las pruebas están englobadas en baterías generales de evaluación cognitiva. En la Tabla 1 se exponen las diferentes pruebas que se pueden utilizar en este rango de edad.

**Tabla 1. Pruebas e instrumentos para evaluar memoria en niños de 3 a 5 años**

<b>Baterías de memoria</b>		
<b>Prueba (autor y año)</b>	<b>Edad</b>	<b>Características</b>
Test de Memoria y Aprendizaje (TOMAL) (Reynolds & Bigler, 2001)	5 a 19 años	Mide los índices de: - memoria verbal - memoria no verbal - memoria compuesta - recuerdo demorado - recuerdo asociativo - recuerdo de aprendizaje - recuerdo secuencial - recuerdo libre - atención/concentración
<b>Test específicos</b>		
<b>Prueba (autor y año)</b>	<b>Edad</b>	<b>Características</b>
Figura Compleja de Rey (FCR) (Rey, 2003)	4 a 15 años y adultos con daño cerebral	Memoria visual inmediata
Test de Aprendizaje Verbal de Rey (TAVECI) (Benedet, Alexandre & Pamos, 2000)	3 a 16 años	Memoria verbal inmediata y demorada
<b>Subtest de memoria</b>		
<b>Prueba (autor y año): subprueba</b>	<b>Edad</b>	<b>Características</b>
Evaluación Neuropsicológica en la Edad Preescolar (LURIA-INICIAL) (Ramos & Manga, 2009)	4 a 6 años	Memoria verbal y no verbal
Cuestionario de Madurez Neuropsicológica Infantil (CUMANIN) (Portellano, Mateos, Martínez Arias, Granados & Tapia, 2002)	3 a 6 años	Memoria icónica
NEPSY-II (Korkman, Kirk & Kemp, 2013)	3 a 16 años	Área memoria y aprendizaje: - Interferencia de lista de palabras - Memoria de listas de palabras - Memoria de caras - Memoria de diseños - Memoria de nombres - Memoria narrativa - Repetición de frases
Evaluación de la Discriminación Auditiva y Fonológica (EDAF) (Branca, Alcantud, Ferrer & Quiroga, 2009)	2 a 7 años	Memoria secuencial auditiva
Aptitudes en Educación Infantil (Preescolar-2) (AEI) (De la Cruz, 2009)	4 y 5 años	Memoria
Escalas de Inteligencias de Reynolds (RIAS) (Reynolds & Kamphaus, 2009)	3 a 94 años	Memoria general
Test Illinois de Aptitudes Psicolingüísticas (ITPA) (Kirk, McCarthy & Kirk, 2004)	3 a 10 años	Memoria secuencial auditiva y visomotora
Escalas McCarthy para niños (MSCA) (McCarthy, 2006)	2 a 8 años	Memoria inmediata visual y auditiva
Batería de Evaluación de Kaufman para Niños (K-ABC) (Kaufman & Kaufman,)	2 a 12 años	Memoria visual y verbal
Escalas de Aptitudes Intelectuales (BAS-II) (Elliott, Smith & McCulloch, 2011)	2 a 17 años	Memoria visual y verbal
Desarrollo inicial de la lectura (BIL 3-6) (Sellés Nohales, Martínez Giménez & Vidal-Abarca, 2010)	3 a 6 años	Memoria secuencial auditiva

En la población de alumnos de de 6 a 12 años nos encontramos con algunas pruebas muy interesantes y, con respecto a la edad infantil, existen una amplia variedad de pruebas (Tabla 2).

**Tabla 2. Pruebas e instrumentos para evaluar memoria en niños de 6 a 12 años**

<b>Baterías de memoria</b>		
<b>Prueba (autor y año)</b>	<b>Edad</b>	<b>Características</b>
Test de Memoria y Aprendizaje (TOMAL) (Reynolds & Bigler, 2001)	5 a 19 años	Mide los índices de: - memoria verbal - memoria no verbal - memoria compuesta - recuerdo demorado - recuerdo asociativo - recuerdo de aprendizaje - recuerdo secuencial - recuerdo libre - atención/concentración
Test de Memoria (MY) (Yuste, 2010)	7 a 18 años	Medición de la memoria inmediata visual y verbal
Test de Memoria Auditiva Inmediata (MAI) (Cordero, 1978)	7 a 13 años	Evalúa memoria auditiva inmediata mediante 3 partes: memoria lógica, memoria numérica y memoria asociativa.
Batería de Eficiencia Mnésica (BEM) (González Torres, 1988)	6 años a adultos (versión española de 19 a 60 años)	Índices que se obtienen: - Adquisición - Retención - Capacidad de aprendizaje - Aprendizaje memorístico - Aprendizaje asociativo - Eficiencia mnésica
<b>Test específicos</b>		
<b>Prueba (autor y año)</b>	<b>Edad</b>	<b>Características</b>
Figura Compleja de Rey (FCR) (Rey, 2003)	4 a 15 años y adultos con daño cerebral	Memoria visual inmediata
Test de Aprendizaje Verbal de Rey (TAVECI) (Benedet, Alexandre & Pamos, 2000)	3 a 16 años	Memoria verbal inmediata y demorada
Test de Aprendizaje Verbal de Rey (TAVR) (Rey, 1962)	6 años a adultos	Memoria verbal inmediata y demorada.
Test de Retención Visual de Benton (TRVB)	8 años hasta adultos	Memoria visual inmediata
Memoria Verbal Ciclo Inicial (MEVECI) (Peralta & Narbona, 1994)	6 a 9 años	Evalúa memoria verbal.
Memoria Visual Ciclo Inicial (MEVICI) (Peralta & Narbona, 1994)	6 a 9 años	Evalúa memoria visual.
Evaluación del Potencial de aprendizaje (EPA-2) (Fernández Ballesterios, Calero, Campllonch & Belchí, 2010)	5 a 14 años	Evaluación del potencial de aprendizaje a través del Test de Matrices Progresivas de Raven

<b>Subtest de memoria</b>		
<b>Prueba (autor y año): subprueba</b>	<b>Edad</b>	<b>Características</b>
Evaluación Factorial de Aptitudes Intelectuales (EFAI) (Santamaría, Arribas, Pereña & Seisdedos, 2005)	7 hasta adultos	Memoria
NEPSY-II (Korkman, Kirk & Kemp, 2013)	3 a 16 años	Área memoria y aprendizaje: - Interferencia de lista de palabras - Memoria de listas de palabras - Memoria de caras - Memoria de diseños - Memoria de nombres - Memoria narrativa - Repetición de frases
Escalas de Inteligencias de Reynolds (RIAS) (Reynolds & Kamphaus, 2009)	3 a 94 años	Memoria general
Evaluación de la Discriminación Auditiva y Fonológica (EDAF) (Brancal, Alcantud, Ferrer & Quiroga, 2009)	2 a 7 años	Memoria secuencial auditiva
Diagnóstico Neuropsicológico de Adultos (LURIA-DNA) (Christensen, Manga y Ramos, 2007)	7 años hasta adultos	Memoria
Batería de tests para niños (Batería N-2) (TEA)	8 y 9 años	Memoria
Batería TEA Inicial (BTI) (García, Arribas & Uriel, 2006)	6 y 7 años	Memoria
Batería de Tests para el Diagnóstico de Niños (BTDN) (García, Rincón & Uriel)	6 y 7 años	Memoria
BTDN-6, Batería de Tests para el Diagnóstico de los Niños - 6 (García, Rincón & Uriel)	10 y 11 años	Memoria
Escalas McCarthy para niños (MSCA) (McCarthy, 2006)	2 a 8 años	Memoria inmediata visual y auditiva
Test Illinois de Aptitudes Psicolingüísticas (ITPA) (Kirk, McCarthy & Kirk, 2004)	3 a 10 años	Memoria secuencial auditiva y visomotora
Batería de Evaluación de Kaufman para Niños (K-ABC) (Kaufman & Kaufman,)	2 a 12 años	Memoria visual y verbal
Escalas de Aptitudes Intelectuales (BAS-II) (Elliott, Smith & McCulloch, 2011)	2 a 17 años	Memoria visual y verbal
Cuestionario de Madurez Neuropsicológica para Escolares (CUMANES) (Portellano, Mateos, Martínez Arias, 2012)	7 a 11 años	Memoria

En población de alumnos de 12 hasta los 18 años nos encontramos con la posibilidad de utilizar algunas pruebas para adultos (Tabla 3).

**Tabla 3. Pruebas e instrumentos para evaluar memoria en niños desde 12 años hasta adultos)**

<b>Baterías de memoria</b>		
<b>Prueba (autor y año)</b>	<b>Edad</b>	<b>Características</b>
Test de Memoria y Aprendizaje (TOMAL) (Reynolds & Bigler, 2001)	5 a 19 años	Mide los índices de: - memoria verbal - memoria no verbal - memoria compuesta - recuerdo demorado - recuerdo asociativo - recuerdo de aprendizaje - recuerdo secuencial - recuerdo libre - atención/concentración
Test de Memoria (MY) (Yuste, 1989)	7 a 18 años	Medición de la memoria inmediata visual y verbal
Test de Memoria Auditiva Inmediata (MAI) (Cordero, 1978)	7 a 13 años	Evalúa memoria auditiva inmediata mediante 3 partes: memoria lógica, memoria numérica y memoria asociativa.
Batería de Eficiencia Mnésica (BEM) (González Torres, 1988)	6 años a adultos (versión española de 19 a 60 años)	Índices que se obtienen: - Adquisición - Retención - Capacidad de aprendizaje - Aprendizaje memorístico - Aprendizaje asociativo - Eficiencia mnésica
Escala de Memoria de Wechsler- III (WMS-III) (Wechsler, 2004)	16-89 años	Mide memoria visual y verbal en tres modalidades: inmediata, demorada y memoria de trabajo
Escala de Memoria de Wechsler- IV (WMS-IV) (Wechsler, 2013)	16-89 años	Mide memoria visual y verbal en tres modalidades: inmediata, demorada y memoria de trabajo
<b>Test específicos</b>		
<b>Prueba (autor y año)</b>	<b>Edad</b>	<b>Características</b>
Figura Compleja de Rey (FCR) (Rey, 2003)	4 a 15 años y adultos con daño cerebral	Memoria visual inmediata
Test de Aprendizaje Verbal de Rey (TAVECI) (Benedet, Alejandre & Pamos, 2000)	3 a 16 años	Memoria verbal inmediata y demorada
Test de Aprendizaje Verbal España-Complutense (TAVEC) (Benedet & Alejandre, 1999)	Adolescentes y adultos	Memoria verbal inmediata y demorada
Test de Aprendizaje Verbal de Rey (TAVR) (Rey, 1962)	6 años a adultos	Memoria verbal inmediata y demorada.
Test de Retención Visual de Benton (TRVB)	8 años hasta adultos	Memoria visual inmediata
Test de Memoria discursiva (TEMEDI) (Benedet, 2013)	A partir de 15 años	Memoria verbal-auditiva
Evaluación del Potencial de aprendizaje (EPA-2) (Fernández Ballesterios, Calero, Campllonch & Belchí, 2010)	5 a 14 años	Evaluación del potencial de aprendizaje a través del Test de Matrices Progresivas de Raven
Memoria Visual de Rostros (MVR) (Seisdedos, 2002)	Adolescentes y adultos	Memoria visual

Subtest de memoria		
Prueba (autor y año): subprueba	Edad	Características
NEPSY-II (Korkman, Kirk & Kemp, 2013)	3 a 16 años	Área memoria y aprendizaje: - Interferencia de lista de palabras - Memoria de listas de palabras - Memoria de caras - Memoria de diseños - Memoria de nombres - Memoria narrativa - Repetición de frases
Escalas de Inteligencias de Reynolds (RIAS) (Reynolds & Kamphaus, 2009)	3 a 94 años	Memoria general
Diagnóstico Neuropsicológico de Adultos (LURIA-DNA) (Christensen, Manga y Ramos, 2007)	7 años hasta adultos	Memoria
Escalas de Aptitudes Intelectuales (BAS-II) (Elliott, Smith & McCulloch, 2011)	2 a 17 años	Memoria visual y verbal
Evaluación Factorial de Aptitudes Intelectuales (EFAI) (Santamaría, Arribas, Pereña y Seisdedos, 2005)	7 hasta adultos	Memoria

### 7.3. Pautas de intervención y programas para la mejora de la memoria

En este punto hay que distinguir entre los programas de intervención de la memoria cuando un niño sufre de un daño cerebral, donde estaríamos hablando de rehabilitación cognitiva, y los programas/intervenciones para mejorar las habilidades memorísticas de niños sin daño cerebral (estimulación).

a) Las técnicas de **rehabilitación cognitiva en caso de lesión cerebral**, coinciden con las utilizadas para personas adultas, aunque también se pueden utilizar para diseñar actividades en niños sin lesión y en el ámbito educativo. Los procedimientos utilizados se agrupan en tres: la recuperación, la compensación y la sustitución de la función perdida por medio de ayudas externas (Caracuel et al., 2014). Los procedimientos que más eficacia han conseguido son la compensación y la sustitución. Algunos ejemplos de técnicas de compensación son:

- Práctica masiva: se basa en la conceptualización de que el cerebro es un músculo y cuanto más se ejercite, más se fortalecerá y recuperará.
- Técnica de orientación a la realidad: se trata de seleccionar poca información para entrenar pero de mucha relevancia funcional.
- Autogeneración: se basa en la consideración de que se recuerda más la información que ha sido generada por uno mismo que la que es proporcionada por otra persona.
- Desvanecimiento de claves: consiste en proporcionar claves hasta recordar la información requerida, retirando progresivamente las ayudas.
- Aprendizaje sin errores: consiste en un conjunto de estrategias para reducir la comisión de errores en la fase de aprendizaje.
- Aprendizaje espaciado: se basa en el fenómeno de que cuando el aprendizaje es más espaciado en el tiempo se recuerda más, que si es más concentrado en el tiempo.
- Recuperación ampliada: se basa en el principio de que cuanto mayor es el periodo entre dos ensayos correctos, mayor es la probabilidad de que se recuerde correctamente la información en un tercer ensayo.
- Recuerdo potencial de una evaluación: cuando una información es aprendida y, luego es recuperada al poco tiempo, mediante una prueba de evaluación, en el futuro será más probable recordar ese material, que si se hubiera estudiado de nuevo esa información.

- Atención y elaboración del material: se basan en un conjunto de estrategias para fortalecer los procesos atencionales (reduciendo las distracciones) y de elaboración profunda de la información para memorizar.
- Visualización en la imaginación y en vivo: La visualización se basa en la asociación de una imagen mental o escena con un estímulo. Además, el registro en vivo de los acontecimientos del sujeto mediante un dispositivo electrónico, puede ayudar a consolidar determinados recuerdos.
- Estrategias para el aprendizaje y memorización del material verbal: conjunto de técnicas como memorizar como clave la primera letra, rimas o crear vínculos semánticos entre palabras.

En cuanto a la sustitución de la función perdida por medio de ayudas externas, se pueden utilizar de dos tipos: ayudas de memoria en el ambiente y ayudas que aporta la propia persona. Las primeras consisten en ayudas que se programan y controlan de forma externa y que se pueden aplicar con el mínimo esfuerzo del sujeto. Se basan fundamentalmente en la organización del ambiente donde se desenvuelve el sujeto como la utilización de alarmas, guardar los objetos por categorías y utilizar paneles para escribir notas. En cuanto a las ayudas que aporta la propia persona, se puede utilizar agendas, dispositivos móviles (tablets, móviles, etc.), organizadores, cuadernos de notas y sistemas de avisos.

b) Además de estas técnicas se pueden utilizar otros métodos más específicos en el ámbito educativo para potenciar el recuerdo de la información como el método EPL3R y los organizadores gráficos.

El método EPL3R es indicado para el aprendizaje de un texto y está compuesto por una serie de pasos, que corresponden con cada una de las iniciales (Martín-Lobo, 2006):

- Examinar (E): consiste en una lectura rápida del texto para tener una idea general.
- Preguntar (P): sería la segunda lectura del texto, donde el lector se va haciendo preguntas significativas.
- Leer (L): sería la tercera lectura del texto y se haría una lectura reflexiva y profunda.
- Resumir (R): se realiza un resumen del texto, identificando las ideas principales y secundarias.
- Repasar (R): se realiza un repaso del resumen elaborado, para comprobar que no falta ninguna idea importante (tanto principal como secundaria).
- Recordar (R): se realizarán determinados repasos de la información elaborada para almacenar la información a largo plazo.

Los organizadores gráficos son un método de memorización muy efectivo en la educación. Hay organizadores de muchos tipos: mapas de ideas, diagramas de causa-efecto, líneas del tiempo, etc... Pero es el más utilizado y útil es el mapa conceptual (Novak, 2003). En un estudio realizado por González, Pardo Palencia, Umaña, Galindo & Villafrade (2008), demostraron la efectividad de la utilización de los mapas conceptuales con respecto a las metodologías tradicionales en el ámbito educativo.

#### **7.4. Ejemplo práctico de estudio sobre evaluación de la memoria y aprendizaje**

Un ejemplo de estudio de la evaluación de la memoria y su importancia en el ámbito educativo es el realizado por Blanco-Cerro (2014). El objetivo general del trabajo fue estudiar la relación entre la memoria visual y verbal y el rendimiento académico en distintas asignaturas en alumnos del tercer ciclo de Educación Primaria. Por lo tanto, los objetivos específicos de este trabajo fueron: a) Estudiar la relación entre la memoria visual a corto y largo plazo y rendimiento en las asignaturas de lengua, matemáticas, conocimiento del medio e inglés en alumnos de entre 10 y 12 años estudiantes de primaria de la provincia de Salamanca, y b) Estudiar la relación entre la memoria verbal y el rendimiento en las asignaturas de lengua, matemáticas, conocimiento del medio e inglés. Los criterios de selección para la muestra fueron: estar cursando 6º de Educación Primaria, tener una edad comprendida entre 10-12 años, no tener antecedentes de alteraciones neurológicas, tener un desarrollo cognitivo normal y haber obtenido el consentimiento informa-

do firmado por los tutores legales. La muestra estaba compuesta finalmente por 30 alumnos de entre 10 y 12 años de Educación Primaria (Tabla 4).

**Tabla 4. Datos demográficos de la muestra**

Variables	Media	D.T	Mín.	Máx.
Edad	10,93	0,36	10	12
	N	%		
Sexo				
- Niño	14	46,7		
- Niña	16	53,3		

Para analizar las variables implicadas se aplicó el Test de la Figura Compleja de Rey (TFCR) para medir la memoria visual y el Test de Memoria Auditiva Inmediata (MAI) para medir memoria verbal (Tabla 5).

**Tabla 5. Variables incluidas en el estudio**

Rendimiento Académico	Memoria Visual (TFCR)	Memoria auditiva Inmediata (MAI)
Nota de Lenguaje	Memoria Inmediata (MCP)	Memoria Lógica
Nota de Matemáticas	Memoria Demorada (MLP)	Memoria Numérica
Nota de Conocimiento del Medio		Memoria Asociativa
Nota de Inglés	Reconocimiento Visual	
Rendimiento Académico Total		Memoria Auditiva total

Para realizar los análisis estadísticos se empleó un diseño no experimental cuantitativo descriptivo y correlacional (correlaciones de Pearson). Los resultados mostraron, por un lado, que la memoria verbal inmediata correlaciona positivamente con las asignaturas de Lengua, Matemáticas, Conocimiento del Medio e Inglés ( $p < ,05$ ) (Tabla 6). Por el contrario, no se obtuvo relación entre la memoria visual y el rendimiento académico (Tabla 7).

**Tabla 6. Relación entre la memoria verbal y el rendimiento académico**

	M. Lógica	M. Numérica	M. Asociativa	Memoria Auditiva Total
Lengua y Literatura	r ,349 p ,059	r ,519* p ,003	r ,479* p ,007	r ,611* p ,000
Matemáticas	r ,424* p ,020	r ,358 p ,052	r ,464* p ,010	r ,556* p ,001
Conocimiento del Medio	r ,408* p ,025	r ,416* p ,022	r ,324 p ,081	r ,507* p ,004
Inglés	r ,444* p ,014	r ,271 p ,148	r ,206* p ,275	r ,410* p ,024
Resultados Académicos Totales	r ,443* p ,014	r ,415* p ,023	r ,399* p ,029	r ,567* p ,001

\*  $p < ,05$

**Tabla 7. Relación entre la memoria visual y el rendimiento académico**

	R. Inmediato		R. Demorado		Reconocimiento	
Lengua y Literatura	r	,269	r	,226	r	-,155
	p	,150	p	,229	p	,414
Matemáticas	r	,156	r	,192	r	-,144
	p	,401	p	,308	p	,448
Conocimiento del Medio	r	,248	r	,227	r	-,158
	p	,187	p	,228	p	,405
Inglés	r	,017	r	,025	r	-,182
	p	,927	p	,894	p	,335
Resultados Académicos Totales	r	,157	r	,168	r	-,212
	p	,408	p	,374	p	,262

Las conclusiones que se sacaron de este estudio es que los alumnos de primaria de 10 a 12 años que obtienen mejores calificaciones en las asignaturas, obtienen mayores puntuaciones en la prueba de memoria verbal, en cambio, no se encontró la misma relación con la memoria visual.

#### 7.4. Bibliografía

- Aanes, S., Bjuland, K.J., Skranes, J. & Løhaugen, G.C. (2015). Memory function and hippocampal volumes in preterm born very-low-birth-weight (VLBW) young adults. *Neuroimage*, 15, 76-83.
- Aguado-Aguilar, L. (2001). Memoria y aprendizaje. *Revista de Neurología*, 32, 373-381.
- Ashworth, A., Hill, C.M., Karmiloff-Smith, A. & Dimitriou, D. (2014). Sleep enhances memory consolidation in children. *J Sleep Res*, 23(3), 302-308.
- Atance, C.M. & O'Neill, D.K. (2005). The emergence of episodic future thinking in humans. *Learn Motiv*, 36, 126-144.
- Bauer, P.J. & Larkina, M. (2014). The onset of childhood amnesia in childhood: A prospective investigation of the course and determinants of forgetting of early-life events. *Memory*, 22, 907-924.
- Blanco-Cerro, S. (2014). *Influencia de la memoria verbal y la memoria visual sobre el rendimiento académico en Educación Primaria*. Trabajo Fin de Máster del Máster de Neuropsicología y Educación de la Universidad Internacional de la Rioja (UNIR). Recuperado de: <http://reunir.unir.net/handle/123456789/2198>.
- Brod, G., Werkle-Bergner, M. & Shing, L.Y. (2013). The influence of prior knowledge on memory: a developmental cognitive neuroscience perspective. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 7, 1-13.
- Callaghan, B.L., Li, S. & Richardson, R. (2014). The elusive engram: what can infantile amnesia tell us about memory? *Trends in Neurosciences*, 37, 47-53.
- Caracuel, A., Santiago-Ramajo, S., Verdejo-García, A. & Pérez-García, M. (2014). Rehabilitación neuropsicológica de la memoria. En A.L. Dotor Llerena & J.C. Arango Lasprilla (Eds.), *Rehabilitación cognitiva de personas con lesión cerebral* (p. 105-119). México: Trillas.
- Carrillo-Mora, P. (2010a). Sistemas de memoria: reseña histórica, clasificación y conceptos actuales. Primera parte: Historia, taxonomía de la memoria, sistemas de memoria de largo plazo: la memoria semántica. *Salud Mental*, 33, 85-93.
- Carrillo-Mora, P. (2010b). Sistemas de memoria: reseña histórica, clasificación y conceptos actuales. Segunda parte: Sistemas de memoria de largo plazo: Memoria episódica, sistemas de memoria no declarativa y memoria de trabajo. *Salud Mental*, 33, 197-205.
- Causey, K.B. & Bjorklund, D.F. (2014). Prospective memory in preschool children: Influences of agency, incentive, and underlying cognitive mechanisms. *Journal of Experimental Child Psychology*, 127, 36-51.
- Etchepareborda, M.C. & Abad-Mas, L. (2005). Memoria de trabajo en los procesos básicos del aprendizaje. *Revista de Neurología*, 40 (Supl.1), 79-83.
- Friedrich, M., Wilhelm, I., Born J. & Friederici, A. D. (2015). Generalization of word meanings during infant sleep. *Nature Communications*, 6, 6004.

- González, H.L., Pardo Palencia, A., Umaña, L.A., Galindo, L. & Villafrade, L.A. (2008). Mediated learning experience and concept maps: a pedagogical tool for achieving meaningful learning in medical physiology students. *Adv Physiol Educ*, 32, 312–316.
- Hernández Blasi, C. & Bjorklund, D.F. (2001). El desarrollo de la memoria: avances significativos y nuevos desafíos. *Infancia y Aprendizaje: Journal for the Study of Education and Development*, 24, 233-254
- Howard-Jones, P. (2011). *Investigación neuroeducativa. Neurociencia, educación y cerebro: de los contextos a la práctica*. Madrid: La Muralla.
- Huber, R. & Born, J. (2013). Sleep, synaptic connectivity, and hippocampal memory during early development. *Trends in Cognitive Sciences*, 18, 141-153.
- Josselyn, S.A. & Frankland, P.W. (2012). Infantile amnesia: A neurogenic hypothesis. *Learning & Memory*, 19, 423–433
- Kretschmer, A., Voigt, B., Friedrich, S., Pfeiffer, K. & Kliegel, M. (2014). Time-based prospective memory in young children—Exploring executive functions as a developmental mechanism. *Child Neuropsychology: A Journal on Normal and Abnormal Development in Childhood and Adolescence*, 20, 662-676.
- Lavenexa, P. & Banta Lavenex, P. (2013). Building hippocampal circuits to learn and remember: Insights into the development of human memory. *Behavioural Brain Research*, 254, 8– 21.
- Leigh, J. & Marcovitch, S. (2014). The cognitive cost of event-based prospective memory in children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 127, 24–35.
- Li, S., Callaghan, B.L. & Richardson R. (2014). Infantile amnesia: forgotten but not gone. *Learning & Memory*, 21, 135–139.
- Mahy, C. E. V., Moses, L. J. & Kliegel, M. (2014). The impact of age, ongoing task difficulty, and cue salience on preschoolers' prospective memory performance: The role of executive function. *Journal of Experimental Child Psychology*, 127, 52–64.
- Mahy, C.E.V., Moses, L.J. & Kliegel, M. (2014). The impact of age, ongoing task difficulty, and cue salience on preschoolers' prospective memory performance: The role of executive function. *Journal of Experimental Child Psychology*, 127, 52–64.
- Majerus, S. & Der Linden, M. (2013). Memory disorders in children. *Handbook of Clinical Neurology*, 111, 251-256.
- Martín-Lobo, M.P. (2006). *El salto al aprendizaje. Cómo obtener éxito en los estudios y superar las dificultades de aprendizaje*. Madrid: Palabra.
- Mattli, F., Schnitzspahn, K.M., Studerus-Germann, A., Brehmer, Y. & Zöllig, J. (2014). Prospective memory across the lifespan: Investigating the contribution of retrospective and prospective processes. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 21, 515–543.
- Matute, E., Sanz, A., Gumá, E., Rosselli, M. & Ardila, A. (2009). Effects of parents' educational level, school type and gender on the development of attention and memory. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 41, 257-276.
- McGaugh, J.M. (2015). Consolidating Memories. *Annu Rev Psychol*, 66, 1-24.
- Morgado, I. (2005). Psicobiología del aprendizaje y la memoria: fundamentos y avances recientes. *Revista de Neurología*, 40, 289-297.
- Nigro, G., Brandimonte, M.A., Cicogna, P. & Cosenza, M. (2014). Episodic future thinking as a predictor of children's prospective memory. *Journal of Experimental Child Psychology*, 127, 82–94.
- Novak, J.D. (2003). The Promise of New Ideas and New Technology for Improving Teaching and Learning. *Cell Biology Education*, 2, 122–132.
- Peralta López, F. & Narbona García, J. (1994). Evaluación de la memoria verbal y visual en el ciclo inicial de la EGB. Aportación de un instrumento de medida (MEVECIMEVICI): estudio piloto. *Acta Pediátrica Española*, 52, 249-260.
- Portellano Pérez, J.A & García Alba, J. (2014). *Neuropsicología de la atención, las funciones ejecutivas y la memoria*. Madrid: Síntesis.
- Portellano Pérez, J.A. & García Alba, J. (2014). *Neuropsicología de la Atención, las Funciones Ejecutivas y la Memoria*. Madrid: Síntesis.
- Rajan, V., Cuevas, K. & Bell, MA. (2014). The Contribution of Executive Function to Source Memory Development in Early Childhood. *J Cogn Dev*, 15(2), 304-324.

- Rovee-Collier, C., & Cuevas, K. (2009). Multiple Memory Systems Are Unnecessary to Account for Infant Memory Development: An Ecological Model. *Dev Psychol*, *45*(1), 160–174.
- Rovee-Collier, C., & Giles, A. (2010). Why a Neuromaturational Model of Memory Fails: Exuberant Learning in Early Infancy. *Behav Processes*, *83*(2), 197–206.
- Smith, C.N. & Squire, L. (2009). Medial temporal lobe activity during retrieval of semantic memory is related to the age of memory. *J Neurosci*, *29*, 930-938.
- Smith, M.L. & McAndrews, M.P. (2013). The Hippocampus and Episodic Memory in Children. *Journal of the International Neuropsychological Society*, *19*, 1027–1030.
- Soprano, A.M. & Narbona, J. (2007). *La memoria del niño: desarrollo normal y trastornos*. España: Elsevier.
- Soprano, A.M. (2003a). Técnicas para evaluar la memoria del niño. *Revista de Neurología*, *37*(1), 35-43.
- Soprano, A.M. (2003b). Evaluación de las funciones ejecutivas en el niño. *Revista de Neurología*, *37*, 44-50.
- Tirapu-Ustárrroz, J. & Muñoz-Céspedes, J.M. (2005). Memoria y funciones ejecutivas. *Revista de Neurología*, *41*, 475-484.
- Tirapu-Ustárrroz, J. & Muñoz-Céspedes, J.M. (2005). Memoria y funciones ejecutivas. *Revista de Neurología*, *41*, 475-484.
- Verdejo-García, A. & Bechara, A. (2010). Neuropsicología de las funciones ejecutivas. *Psicothema*, *22*, 227-235.
- Voigt, B., Mahy, C.E., Ellis, J., Schnitzspahn, K., Krause, I., Altgassen, M. & Kliegel, M. (2014). The development of time-based prospective memory in childhood: the role of working memory updating. *Dev Psychol*, *50*(10), 2393-2404.
- Walsh, S.J., Martin, G.M. & Courage, M.L. (2014). The development of prospective memory in preschool children using naturalistic tasks. *Journal of Experimental Child Psychology*, *127*, 8-23.
- Wang, Q. (2008). Emotion knowledge and autobiographical memory across the preschool years: A cross-cultural longitudinal investigation. *Cognition*, *108*, 117-135.
- Wilhelm, I., Diekelmann, S. & Born, J. (2008). Sleep in children improves memory performance on declarative but not procedural tasks. *Learning & Memory*, *15*, 373-377.
- Wilhelma, I., Prehn-Kristensenc, A. & Born, J. (2012). Sleep-dependent memory consolidation – What can be learnt from children? *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, *36*, 1718-1728.

# Funciones ejecutivas: valoración e instrumentos de medida en niños en edad escolar

Juan Antonio Becerra-García

## **8.1. Procesos neuropsicológicos de las funciones ejecutivas**

En relación a las capacidades neuropsicológicas y cognitivas, las funciones ejecutivas son unos procesos de gran relevancia por los diferentes componentes que las integran y por la importancia de las mismas para el desarrollo y coordinación de diferentes conductas complejas.

### **8.1.1. Definiciones y componentes del constructo**

Las funciones ejecutivas han sido entendidas y definidas por diferentes autores como: a) funciones que comprenden diferentes procesos de nivel cognitivo (Junqué y Barroso, 1994); b) diferentes rutinas implicadas en la autorregulación de procesos mentales durante la realización de conductas complejas (Miyake, Friedman, Emerson, Witzki, Howerter y Wager, 2000); c) habilidades cognitivas que permiten la adaptación de la persona a situaciones complejas y novedosas (Collette, Hogge, Salmon, y van der Linden, 2006), d) capacidades relacionadas con habilidades de organización del comportamiento, el lenguaje y razonamiento de la persona (Fuster, 2008), entre otras descripciones propuestas.

Específicamente el término utilizado de “funciones ejecutivas” es acuñado por Lezak para hacer referencia a procesos mentales fundamentales para realizar un comportamiento de una forma eficaz, creativa y adecuada en términos sociales (Lezak, 1987). Como puede verse el constructo neuropsicológico de “funciones ejecutivas” refleja diferentes mecanismos que parecen estar relacionados con la mejor manera de poner en funcionamiento y coordinación los procesos mentales que implican para dirigirlos hacia la resolución de situaciones novedosas o con cierta complejidad (Tirapu-Ustárroz, Ríos-Lago, Maestú-Unturbe, 2011). De forma general, este constructo es considerado como un término amplio que engloba diferentes procesos y capacidades cognitivas superiores (por ejemplo,

planificación de acciones, flexibilidad cognitiva, memoria de trabajo, toma de decisiones, etc.) que controlan el comportamiento dirigido a una meta adecuando las respuestas ante tareas que implican diferente grado de novedad o complejidad (Bausela-Herreras, 2014).

### **8.1.2. Bases neurobiológicas de las funciones ejecutivas**

El sustrato neuroanatómico o neurobiológico de las funciones ejecutivas lo encontramos en los lóbulos frontales. En humanos estos lóbulos ocupan una gran proporción del volumen total del cortex y se ubican en la parte anterior del cerebro, su límite puede identificarse con la cisura de Rolando y la prolongación que puede trazarse desde la misma hasta la cisura de Silvio, en cuanto a su vascularización estas estructuras reciben su irrigación principalmente de las arterias cerebrales anterior y media (Ardila, 2008; Valiente, García y Fernández, 2012). Los lóbulos frontales están ampliamente conectados con diferentes áreas cerebrales corticales (como son el cortex parietal, occipital y temporal desde donde los mismos reciben información de tipo somatosensorial, visual y auditiva, entre otra) y subcorticales (principalmente el sistema límbico e hipocampo, estructuras encargadas de mediar en la memoria, los procesos de aprendizaje y de regular las respuestas emocionales y motivacionales, entre otras) por lo que son áreas cerebrales de integración de información procedente del espacio interno corporal y del medio externo (Stuss y Alexander, 2000; Valiente *et al.*, 2012).

Las distintas capacidades y procesos cognitivos integrantes de las funciones ejecutivas se han relacionado con el funcionamiento de diferentes circuitos fronto-subcorticales según diferentes autores (Jódar, 2004; Suchy, 2009; Verdejo-García y Bechara, 2010; entre otros) y trabajos empíricos que han utilizado en su investigación técnicas de neuroimagen (Leh, Petrides, y Strafella, 2010; Monchi, Hyun, y Strafella, 2006). De forma general, la corteza dorsolateral prefrontal (áreas de Brodmann 8,12, 46 y 47) se ha relacionado con actividades cognitivas como la atención selectiva, la memoria de trabajo, la flexibilidad cognitiva, fluidez verbal, planificación; y los circuitos ventromediales (áreas de Brodmann 10, 15 y 47) que conectan con diferentes áreas subcorticales se han relacionado con el procesamiento emocional que se pone en marcha en las tareas de toma de decisiones y que guía la misma de acuerdo a normas sociales y éticas, y con la modulación y manifestación emocional y de comportamientos instintivos (Jódar, 2004; Petrides, 2005; Suchy, 2009; Tanabe, Thompson, Claus, Dalwani, Hutchison y Banich, 2007; Verdejo-García y Bechara, 2010). Otras zonas frontales, como las áreas del giro cingulado (áreas 9, 13, 24 y 32 de Brodmann) se asocia con aspectos de motivación en anticipación de consecuencias, inhibición y planificación; mientras que áreas de la corteza orbitofrontal (áreas Brodmann de 11 a 14 y 47) se han relacionado con procesos como organización de conductas dirigidas a un objetivo en relación a cognición y lenguaje e inhibición de conductas inadecuadas (Damasio, 2006; Jódar, 2004; Martínez, Sánchez, Bechara y Román, 2006; Suchy, 2009; Verdejo-García y Bechara, 2010).

### **8.1.3. Modelos explicativos del funcionamiento ejecutivo**

En relación con el concepto de funciones ejecutivas, diferentes investigadores han propuesto distintos modelos explicativos del funcionamiento ejecutivo. De forma general Verdejo-García y Bechara (2010) proponen una clasificación de estos modelos en cuatro grupos: a) Modelos de procesamiento múltiple (según este las funciones ejecutivas realizarían principalmente resolución de situaciones novedosas mediante inhibición de rutinas y desarrollo de nuevas formas de actuación) como el modelo del Sistema Atencional Supervisor de Norman y Shallice (1986); b) Modelos de integración temporal orientada a la acción (plantean que las funciones ejecutivas realizan un mantenimiento-manipulación de información en memoria de trabajo para orientar y dirigir el comportamiento) como el planteamiento de funcionamiento propuesto por Fuster (2004); c) Modelos de funciones ejecutivas como representaciones de secuencias de acción orientadas a metas (en este caso las funciones ejecutivas disponen de representaciones de eventos que incluyen normas sociales para realizar una actividad orientada a objetivos) como los planteamientos propuestos por Graffman (2002); y d) Modelos de funcionamiento que incluyen diferentes aspectos de los modelos previos, que incluyen planteamientos conceptuales como los propuestos por Burgess, Dumontheil y Gilbert (2007).

### 8.1.4. Componentes cognitivos de las funciones ejecutivas

Las aproximaciones empíricas a este constructo también han llevado a identificar diferentes habilidades y capacidades cognitivas que forman parte de las denominadas funciones ejecutivas. Algunos investigadores indican como componentes cognitivos principales del funcionamiento ejecutivo a las capacidades atencionales (como por ejemplo, atención sostenida, alerta, atención espacial, etc.), memoria de trabajo, planificación, control inhibitorio y toma de decisiones (Fuster, 2008).

Otros autores que han revisado los diferentes modelos explicativos sobre funcionamiento ejecutivo realizan diferentes clasificaciones sobre los principales componentes cognitivos que integran el constructo. En relación a esto, Verdejo-García y Bechara (2010) identifican (basándose en investigaciones factoriales y trabajos en pacientes con lesión focal) los diferentes componentes: actualización (actualización de contenidos en la memoria de trabajo), inhibición (cancelación de respuestas que se emiten de forma automática para adecuar la conducta a la situación), flexibilidad (capacidad para alternar esquemas o patrones cognitivos según la situación), planificación/multitarea (capacidad de anticipación, ensayo y ejecución de conductas de forma prospectiva) y toma de decisiones (capacidad o habilidad para la selección de la mejor opción de entre un conjunto de alternativas). Por su parte Tirapu-Ustárroz y Luna-Lario (2011) clasifican los principales componentes de las funciones ejecutivas en: velocidad de procesamiento, atención alternante, memoria de trabajo, acceso a la memoria semántica, ejecución dual, inhibición y control de interferencia, flexibilidad cognitiva, planificación, multitarea y toma de decisiones.

Otra clasificación realizada de las diferentes capacidades integrantes de las funciones ejecutivas es la realizada desde la perspectiva de las funciones ejecutivas o procesos “fríos” y los procesos “calientes”. Los primeros entendidos como procesos puramente cognitivos o cognoscitivos (como por ejemplo, la memoria de trabajo, la flexibilidad cognitiva, atención selectiva, entre otros) y los segundos definidos como procesos ejecutivos que implican respuestas emocionales, motivacionales y de regulación del comportamiento, como pueden serlos procesos de toma de decisiones y de regulación de la conducta social (Chan, Shum, Touloupoulou y Chen, 2008; Prencipe, Kesek, Cohen, Lamm, Lewis y Zelazo, 2011; Zelazo y Carlson, 2012). La Tabla 1 recoge, de forma esquemática, los distintos procesos psicológicos planteados como componentes de las funciones ejecutivas propuestos por los diferentes autores indicados en este apartado.

**Tabla 1. Resumen de los procesos que integran las funciones ejecutivas propuestos por diferentes autores**

Autores	Procesos componentes
Fuster (2008)	Capacidad atencional, planificación, memoria de trabajo, control inhibitorio y toma de decisiones
Verdejo-García y Bechara (2010)	Actualización, inhibición, flexibilidad, planificación y toma de decisiones
Tirapu-Ustárroz y Luna-Lario (2011)	Velocidad de procesamiento, atención alternante, memoria de trabajo, memoria semántica, ejecución dual inhibición, flexibilidad cognitiva y planificación y toma de decisiones
Chan <i>et al.</i> (2008) Prencipe <i>et al.</i> (2011) Zelazo y Carlson (2012)	Procesos cognitivos (memoria de trabajo, flexibilidad cognitiva, etc.) y procesos ejecutivos motivacionales (toma de decisiones, regulación conductual)

### 8.2. Funcionamiento ejecutivo en edades escolares: desarrollo y relación con el aprendizaje

Las funciones ejecutivas se ven afectadas por cambios durante el ciclo evolutivo, de forma general en la infancia se produce un desarrollo de estas habilidades que empieza a observarse en edades tempranas pero no muestra un desarrollo completo hasta la edad adulta dependiendo del desarrollo y maduración de las áreas cerebrales frontales (Bausela-Herrera, 2014; Roselli, Jurado y Matute, 2008).

Las capacidades ejecutivas se ponen de manifiesto en las primeras tareas de solución de problemas durante el primer año de vida, produciéndose un desarrollo continuo durante la maduración que acompaña al crecimiento con etapas (una entre 6 y 8 años, otra entre los 9 y 12 y una tercera durante la adolescencia) donde se produce un mayor desarrollo de las habilidades que forman estas funciones (Best, Miller, y Jones, 2009; Brocki y Bohlin, 2004; Roselli *et al.*, 2008). Distintas investigaciones han indicado que las diferentes capacidades que integran el funcionamiento ejecutivo siguen un desarrollo diferente (Arán, 2011; Best *et al.*, 2009). Así capacidades ejecutivas como el control de la inhibición parece estar desarrollado en la etapa que va desde los 6 a los 10 años de edad; mientras que las capacidades de planificación, memoria de trabajo, toma de decisiones y flexibilidad cognitiva necesitan de mayor tiempo de maduración y siguen su desarrollo hasta la adolescencia-edad adulta (Best *et al.*, 2009; Huizinga, Dolan y Van der Molen, 2006), la fluidez verbal requiere un proceso de desarrollo de larga duración, completándose el mismo durante la edad adulta (Roselli *et al.*, 2008).

La etapa de infancia-adolescencia además de ser un periodo vital muy relevante para el desarrollo de las capacidades neuropsicológicas (como las funciones ejecutivas), es un periodo de gran relevancia en cuanto a adquisición de conocimientos. En este sentido, la influencia del funcionamiento neuropsicológico en el rendimiento académico del niño es un aspecto que ha recibido poca atención empírica hasta hace relativamente poco tiempo, produciéndose un importante desarrollo de trabajos que abordan estos aspectos en los últimos años. Para ilustrar esta afirmación se realizó una búsqueda bibliográfica de utilizando descriptores muy generales (en la base de datos Medline, durante el mes de Abril de 2015) como son las palabras clave “*neuropsychology*”, “*education*” y “*school*” para identificar trabajos que incluyeran las mismas realizados en los últimos 6 años (periodo comprendido entre los años 2008 a 2014). Como puede verse en la Figura 1 se evidencia un aumento progresivo de las investigaciones que incluyen estos descriptores pasando de unos 16 en el año 2009 a 58 tras finalizar el año 2014 (duplicándose los trabajos con estos descriptores en los 4 años previos).

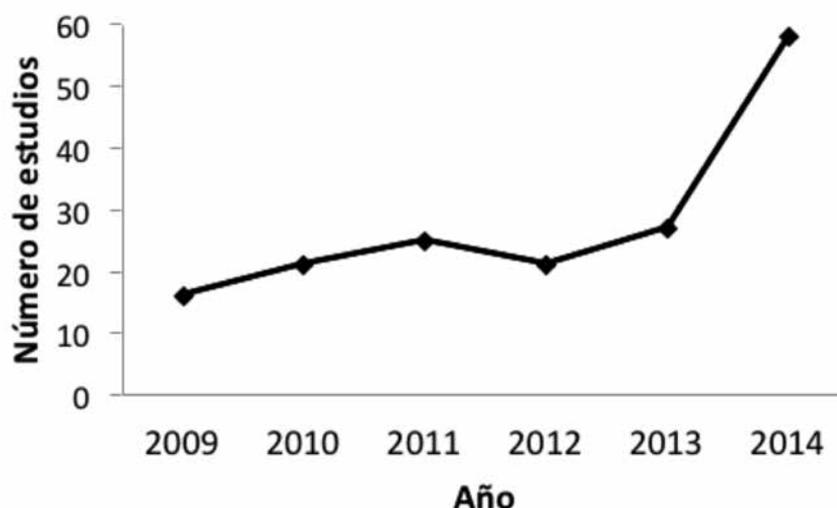


Figura 1. Evolución en el número de investigaciones localizadas entre 2008 y 2014.

Diferentes investigaciones informan de la existencia de relación entre el funcionamiento ejecutivo y el rendimiento escolar. Una de las capacidades que mayor atención empírica ha recibido es la memoria de trabajo (verbal y visual) hallándose relaciones entre el rendimiento en esta habilidad ejecutiva y aprendizaje de diferentes materias como lengua, lecto-escritura, matemáticas y ciencias (Best *et al.*, 2009; Kyttala y Lehto, 2008; Raghubar, Cirino, Barnes, Ewing-Cobbs, Fletcher y Fuchs, 2009). Algunos investigadores han examinado la relación entre diferentes capacidades ejecutivas (memoria de trabajo y control de la inhibición) y el rendimiento académico en distintas asignaturas en niños en edad escolar (de entre 11-12 años) encontrando una relación específica entre memoria de trabajo verbal con el rendimiento en lengua, una relación del componente visual de memoria de trabajo con las matemáticas y las ciencias y una asociación entre la capacidad de inhibición y el rendimiento en lengua, matemáticas y ciencias (Clair-Thompson, 2011; Clair-Thompson y Gathercole, 2006). En relación

a esto Best *et al.*, (2009) indica que, además de la memoria de trabajo, en las dificultades matemáticas y lecto-escritoras hay relación con el rendimiento mostrado por los escolares (niños de entre 6 y 13 años) en control inhibitorio y capacidad de planificación.

Otros autores, estudiando muestras de niños con dificultades lectoras, indican la importancia de las funciones ejecutivas de memoria de trabajo, planificación y control inhibitorio en tareas que requieren una buena comprensión y en la habilidad lectora general (Cutting, Materek, Cole, Levine, Mahone, 2009; Miranda-Casas, Fernández, Robledo, García-Castellar, 2010). Estas capacidades ejecutivas también se han mostrados como habilidades relevantes en la predicción del rendimiento académico de niños en edades escolares, indicando algunos trabajos que un desarrollo madurativo retrasado en cursos preescolares podría ser indicador de dificultades en aprendizajes escolares, como por ejemplo en matemáticas (Blair y Razza, 2007; Bull, Espy y Wiebe, 2008). Teniendo en cuenta los resultados de trabajos que estudian este constructo neuropsicológico en el rendimiento escolar, puede decirse que el funcionamiento ejecutivo es de gran relevancia para el desarrollo infantil al jugar un papel relevante en el aprendizaje en general y en el relacionado con el ámbito escolar en particular.

### 8.3. Medidas e instrumentos de evaluación de las funciones ejecutivas en niños en edad escolar

En relación a la valoración de las funciones ejecutivas en niños en edad escolar, vamos a empezar haciendo referencia a diferentes pruebas que evalúan de forma específica las capacidades y habilidades cognitivas que forman parte del constructo, para posteriormente realizar una aproximación a medidas de evaluación conductual relacionada con funciones ejecutivas y a distintos subtest de baterías de evaluación neuropsicológica y de inteligencia general que pueden ser relevantes para medir habilidades y procesos que forman parte de estas funciones. A modo de resumen, las diferentes pruebas e instrumentos específicos para valoración del funcionamiento ejecutivo incluidos en este apartado puede verse en la Tabla 2.

**Tabla 2. Medidas de valoración de funciones ejecutivas en niños con edad escolar**

<b>Instrumento de valoración (Nombre abreviado)</b>
Evaluación Neuropsicológica de las Funciones Ejecutivas en Niños (ENFEN)
Test de los Cinco Dígitos (FDT)
Test de Stroop o Test de Colores y Palabras
Test de Clasificación de Tarjetas de Wisconsin (WCST)
Test de Laberintos de Porteus (TLP)
<i>Trail Making Test (TMT)</i>
<i>Children's Color Trail Test (CCTT)</i>
Tareas de Ejecución <i>Go/No-Go</i> y <i>Test tapping</i> de Luria
Evaluación Conductual de la Función Ejecutiva (BRIEF y BRIEF-Preescolar)
Test de Emparejamiento de Figuras Conocidas (MFF-20)
Escalas Magallanes de Impulsividad Computerizada (EMIC)

En primer lugar, la prueba **Evaluación Neuropsicológica de las Funciones Ejecutivas en Niños** (ENFEN; Portellano, Martínez y Zumárraga, 2009) es una batería que nos permite una valoración específica de diferentes componentes del funcionamiento ejecutivo en niños de entre 6 y 12 años, en un tiempo de ejecución de unos 20 minutos. La prueba consta de diferentes tareas, estas son: a) una tarea de fluidez fonológica-semántica (letra M y animales); b) tarea de senderos diferenciando entre sendero gris (unir mediante una línea puntos del 20 al 1 distribuidos de forma aleatoria) y de color (unir puntos aleatorios del 1-21 alternado entre dos colores); c) tarea de anillas (reproducir en un

tablero en 3 ejes verticales un modelo presentado de dificultad creciente); y d) tarea de interferencias (similar a la tarea palabra-color del Test de Stroop).

Otra medida es el **Test de los Cinco Dígitos** (FDT; Sedó, 2007), se trata de un instrumento que evalúa de forma breve (en 5 minutos aproximadamente) capacidades como la velocidad de procesamiento, la capacidad de focalizar y orientar la atención y la capacidad de control de la interferencia. La prueba, que puede aplicarse desde los 7 años de edad, utiliza números como estímulos (que no superan el número 5) en cuatro condiciones con dificultad creciente. Estas condiciones son: condición de lectura (se debe leer el número que se repite), condición de conteo (contar asteriscos delimitados en un rectángulo); condición de elección (se deben contar los números que aparecen en un cuadro con una disposición espacial generadora de conflicto) y condición de alternancia (en esta debe cambiarse el criterio de contar a leer).

Una medida de especial importancia por su gran aplicación en la evaluación del funcionamiento ejecutivo es el **Test de Stroop o Test de Colores y Palabras** (Golden, 2007), que puede utilizarse en niños desde los 7 años de edad. La prueba presenta tres condiciones: a) Palabra, b) Color y c) Palabra-Color. En la primera condición se presentan nombres de colores (“Rojo”, “Azul” y “Verde”) en tinta de color oscuro que deben leerse. En la segunda condición se presenta el elemento “XXXX” en tintas de color rojo, azul y verde, en este caso debe indicarse el color de la tinta. En la condición Palabra-Color aparecen los nombres de los colores en diferentes tintas a las del color que se refieren debiendo indicarse el color de la tinta con la que está escrita la palabra. Este instrumento aporta una medida sobre la capacidad de la persona para clasificar información y reaccionar selectivamente a la misma, en concreto es una medida sobre capacidad para inhibir (control inhibitorio) respuestas verbales de carácter automático (Golden, 2007; Soprano, 2003).

Otra de las pruebas de amplia relevancia en la valoración del constructo es el **Test de Clasificación de Tarjetas de Wisconsin** (WCST; Heaton, Chelune, Talley, Kay y Curtis, 2001), es una medida que puede ser utilizada en niños en edad escolar a partir de los 6 años y medio. Este test requiere que la persona evaluada clasifique cartas que se le presentan teniendo en cuenta criterios inicialmente desconocidos y que son los criterios de forma, color y número. A la persona se le proporciona información verbal de si su ejecución es correcta o no cada vez que emite la respuesta de clasificación. Proporciona información sobre la capacidad de alternancia-flexibilidad de criterios cognitivos o patrones de ejecución para descubrir la regla de clasificación empleada en cada momento adaptando las respuestas a los cambios de criterios durante la ejecución. Esta capacidad es necesaria para el desarrollo y mantenimiento de estrategias de resolución de problemas que son necesarias para conseguir un objetivo (Tirapu-Ustárroz y Luna-Lario, 2011; Verdejo y Bechara, 2010).

El **Test de Laberintos de Porteus** (TLP; Porteus, 2006) es una prueba que permite la evaluación de la capacidad ejecutiva de planificación o la habilidad para desarrollar e implementar un plan de trabajo aspecto de relevancia para la adaptación social (Arán, 2011; Porteus, 2006). El TLP está compuesto por un total de 12 laberintos que presentan una dificultad creciente. En cuanto a su duración la prueba requiere de aproximadamente 25 minutos de ejecución, y es aplicable en niños en edad escolar a partir de los 3 años de edad. En relación a la medida de la capacidad de planificación, además del TLP, existen diferentes pruebas que también han sido utilizadas en niños en edad escolar. Entre estas están la Torre de Londres y Torre de Hanoi (Baker, Segalowitz y Ferlisi, 2001; Lezak, 1995; Mataix y Bartres, 2002). La prueba de la Torre de Londres está formada por tres ejes en vertical de distinto tamaño y tres figuras de distinto color (azul, rojo y verde) con forma esférica para colocar dentro de los ejes, siguiendo unas reglas deben reproducirse un total de 12 modelos que se presentan impresos en láminas en color. Por su parte, la versión Torre de Hanoi, está formada también por 3 ejes pero utiliza discos de diferentes dimensiones colocados formando una pirámide debiendo reproducirse la figura inicial en el último eje siguiendo unas reglas de movimiento para la transferencia de los discos a los diferentes ejes.

Las pruebas de medida **Trail Making Test o TMT y Children's Color Trail Test o CCTT** (D'Elia, Satz, Uchiyama y White, 1996; Reitan, 1992) requieren que la persona evaluada conecte diferentes elementos siguiendo una secuencia según reglas determinadas. El TMT está formado por dos partes, en la primera deben unirse números del 1 al 25 distribuidos irregularmente en una página de forma ordenada, mientras que en la segunda se deben conectar números y letras (del 1 al 13 y de A hasta L) de forma ascendente y alterna. La prueba CTT (también formado por dos partes) a diferencia

del TMT requiere conectar números con colores alternos en la segunda parte. Estas pruebas aportan información sobre la capacidad de atención alternante, secuenciación y flexibilidad cognitiva (D'Elia *et al.*, 1996; Kortte, Horner y Windham, 2002; Lezak, 1995; Reitan, 1992; Tirapu-Ustárrroz y Luna-Lario, 2011). En estas pruebas existen baremos de puntuación para niños en edad escolar desde los 6 años de edad a nivel internacional para el TMT y para el CCTT puede utilizarse de los 8 a los 16 en su versión infantil (D'Elia *et al.*, 1996; Soprano, 2003).

Otro tipo de medidas de capacidades ejecutivas en niños con edad escolar pueden obtenerse mediante las **Tareas de Ejecución Go/No-Go** como pueden ser el test de golpeteo (puño-palma), **Test tapping de Luria**, pruebas informatizadas que requieren emitir respuesta según estímulos presentados, etc., pudiendo aplicarse a partir de los 5-7 años de edad según la prueba (Soprano, 2003; Tirapu-Ustárrroz *et al.*, 2011; Verdejo-García y Bechara, 2010). Estas medidas informan sobre la capacidad de inhibición y regulación del comportamiento de emisión de respuesta debiendo dar la persona evaluada una respuesta ante un determinado estímulo (por ejemplo, golpear una vez si el evaluador lo hace dos veces, golpear con el puño cuando el evaluador golpee con la palma de la mano, etc.) e inhibir dicha respuesta o dar otra diferente ante estímulos distintos (por ejemplo, dar dos golpes cuando el estímulo que se presenta es un único golpe por parte del examinador).

Dentro de la evaluación de funciones ejecutivas en niños en edad escolar se debe tener en cuenta la medida del comportamiento relacionado con este funcionamiento. En este aspecto existen diferentes pruebas que evalúan la conducta relacionada con el funcionamiento ejecutivo en edades escolares. En primer lugar podemos hacer referencia a las escalas de **Evaluación Conductual de la Función Ejecutiva** (BRIEF y BRIEF-Preescolar; Gioia, Espy y Isquith, 2002; Gioia, Isquith, Guy y Kenworthy, 2000; Isquith, Crawford, Espy y Gioia, 2005) que permiten una medida por parte de docentes y padres de manifestaciones conductuales habituales del funcionamiento ejecutivo que pueden observarse en ambientes cotidianos (por ejemplo, incluye comportamientos de inhibición, control de emociones, planificación y organización, iniciativa, orden y control). Se aplican en niños con edades comprendidas entre los 2 y 5 años (versión BRIEF-Preescolar) y entre los 5 y 18 años (versión BRIEF). Estas escalas de medida están siendo actualmente adaptadas para poder aplicarse en nuestro entorno.

Otras escalas y pruebas de interés dentro de la evaluación conductual son las pruebas que miden impulsividad. Una de ellas es el **Test de Emparejamiento de Figuras Conocidas** (MFF-20; Cairns y Cammock, 2002) es una prueba proporciona una medida para identificar como la persona afronta tareas de ejecución (específicamente la reflexividad-impulsividad ante las mismas) en las que está implicada la incertidumbre, por la necesidad de elección de una sola respuesta entre un conjunto de varias posibles. En la prueba se muestran una figura modelo y seis figuras de referencia, o de posible respuesta, entre las que se encuentra la correcta (similar a la figura modelo). El tiempo de ejecución del MFF-20 es variable según la ejecución del evaluado y usualmente oscila entre los 15 y 20 minutos. En cuanto a la edad donde puede administrarse, la medida es aplicable a niños con edades de entre 6 y 12 años. Otra de estas medidas sería la **Escalas Magallanes de Impulsividad Computerizada** (EMIC), que al igual que el test MFF-20 (ya que se trata de una versión informática de dicha prueba) proporciona una medida de la reflexividad-impulsividad del niño desde los 6 años de edad (Servera y Llabres, 2001).

Para concluir este apartado de evaluación debemos tener en cuenta que existen diferentes subtest que pueden usarse para medir funcionamiento ejecutivo y que forman parte de baterías más amplias de evaluación de la inteligencia y de baterías para valorar el desarrollo y rendimiento de diferentes procesos neuropsicológicos. Dentro de estas medidas podemos destacar algunas subescalas que se encuadran dentro de dominios denominados de "funcionamiento ejecutivo" dentro de diferentes baterías, como son el **Cuestionario de Madurez Neuropsicológica Infantil** (CUMANES; Portellano, Mateos y Martínez, 2012), la **Evaluación Neuropsicológica de la Edad Preescolar** (Luria-INICIAL; Manga y Ramos, 2006), la **Batería de Evaluación Neuropsicológica del Desarrollo** (NEPSY; Korkman, Kirk y Kemp, 1998) y la **Batería de Evaluación Neuropsicológica Infantil** (BENCI; Cruz-Quintana, Pérez-García, Roldan-Vílchez, Fernández y Pérez-Marfil, 2013), un resumen de estas puede verse en la Tabla 3.

En estas baterías junto a las subescalas incluidas en el dominio funcionamiento ejecutivo también existen otros subtest que pueden ser de utilidad para la medida de capacidades ejecutivas,

como por ejemplo: las pruebas de fluidez verbal y copia de diseños de la NEPSY que están incluidos en los dominios de lenguaje y procesamiento visoespacial respectivamente. Las escalas de evaluación de la inteligencia como las Escalas de Wechsler para Niños (WISC; Wechsler, 2005) y adultos (WAIS; Wechsler, 2001, aplicable desde los 16 años) también incluyen pruebas de relevancia para las medias de estas capacidades en niños en edad escolar (entre 6-16 años) como pueden ser la pruebas de letras y números, dígitos, semejanzas, entre otras, que son de importancia para la medida de diferentes capacidades ejecutivas (como memoria de trabajo, razonamiento, etc.). Además existen diferentes revisiones que identifican además de las pruebas y tareas comentadas en este apartado otras medidas que pueden utilizarse con el propósito de evaluar las diferentes capacidades ejecutivas (Félix, 2005; Soprano, 2003).

**Tabla 3. Subtest incluidos en el dominio funcionamiento ejecutivo en diferentes baterías de evaluación neuropsicológica general y edad de aplicación**

Subtest	Batería	Edad
Función Ejecutiva Errores y Función Ejecutiva Tiempo	CUMANES	7 - 11 años
Motricidad manual, Orientación espacial, Gestos y praxis, Regulación verbal	Luria-INICIAL	4-6 años
Fluidez de diseños, Inhibición, Relojes, Estatua, Clasificación de animales, Atención auditiva y Flexibilidad cognitiva	NEPSY	3-16 años
Memoria de trabajo, razonamiento abstracto, fluidez semántica, inhibición (tarea <i>go/no-go</i> ), flexibilidad cognitiva (Stroop espacial) y planificación (parque de atracciones)	BENCI	6-11 años

#### 8.4. Valoración de capacidades ejecutivas: aplicación práctica y pautas de intervención

En este apartado se va a desarrollar la aplicación práctica de valoración y estudio de funciones ejecutivas mediante algunos de las pruebas descritas en el apartado anterior. Los instrumentos y medidas indicados van a ser de utilidad en la evaluación de capacidades ejecutivas en diferentes rangos de edad (niños en edad preescolar, en educación primaria y secundaria) ya que existen instrumentos específicos para distintos niveles de edad. Por otra parte, también van a ser útiles para estudiar el funcionamiento del niño en diferentes capacidades ejecutivas de una forma individualizada y obtener una indicación de cómo es su nivel de ejecución (comparando el rendimiento mostrado por el mismo con el de su grupo normativo) y para obtener medias del funcionamiento ejecutivo en diferentes capacidades de un grupo de niños para comparar el rendimiento cognitivo de los mismos con otro grupo de interés al que se haya administrado el mismo tipo de pruebas.

A modo de ejemplo, se describen brevemente los resultados de una posible aplicación de estas medidas, la relacionada con el estudio de casos concretos. Se presenta la puntuación obtenida en algunas medidas de funcionamiento ejecutivo descritas, e incluidas en una evaluación neuropsicológica más extensa (Becerra-García, 2010), en un caso de trastorno del neurodesarrollo (ver Tabla 4).

**Tabla 4. Resultados obtenidos en medidas de funcionamiento ejecutivo**

Prueba	Puntuación
Test de Stroop (Condición Palabra-Color)	PD = 30 / PC = 12
Subescala Semejanzas (Escala Wechsler)	PD = 30 / PE = 12
Subescala Dígitos (Escala Wechsler)	PD = 12 / PE = 6

PC: Percentil; PD: Puntuación directa, PE: Puntuación escalar (10 ± 3)

En concreto se presenta la puntuación del rendimiento de un menor (varón de 16 años de edad) diagnosticado de trastorno por déficit de atención e hiperactividad tipo combinado (código F90.0.,

según CIE-10), con problemas de rendimiento académico (fracaso escolar) y dificultades en relaciones sociales en hogar y en el centro educativo. La aplicación de las pruebas indicadas no proporciona una puntuación directa de la ejecución que al transformarla en puntuaciones referidas a la norma (como los percentiles y la puntuación escalar con media 10 y desviación típica 3) según el grupo normativo de la persona nos permite conocer su rendimiento. En este caso por las puntuaciones obtenidas puede verse que existen rendimientos inferiores en la prueba de dígitos y en la condición Palabra-Color del Test de Stroop, mientras que en el subtest de Semejanzas la ejecución es adecuada. Teniendo en cuenta estas puntuaciones en el ejemplo se observa dificultades en las capacidades ejecutivas de control de la inhibición y en la memoria de trabajo y un rendimiento adecuado en capacidad de razonamiento abstracto.

La evaluación del funcionamiento ejecutivo a nivel individual puede indicarnos si es necesario incluir pautas específicas de intervención sobre estas capacidades para mejorar la adaptación al aprendizaje y medio escolar. Como se ha visto las capacidades ejecutivas son necesarias para dirigir la conducta a objetivos y adecuarla a los requisitos del ambiente, establecer planes de actuación, regular de forma eficaz la conducta, etc. por lo que puede verse que son aspectos de relevancia a la hora de que el niño se enfrente a los aprendizajes y relaciones sociales propias del periodo escolar. Si tenemos en cuenta las capacidades integrantes del funcionamiento ejecutivo podemos advertir señales que pueden indicarnos dificultad en niños en edad escolar: dificultad para terminar sus trabajos y organizarlos, desorganización de diferentes materiales de estudio y ocio, problemas para seguir instrucciones indicadas, etc.

Teniendo en cuenta estos problemas anteriormente comentados, de forma general podrían indicarse a modo de ejemplo algunas pautas de intervención ante estas dificultades (siempre teniendo como paso previo la correcta evaluación profesional): 1) adaptar las actividades de trabajo a las características de la persona, 2) que la intervención, instrucciones, indicación de tareas, etc. requiera de una ejecución breve con información inmediata sobre el desempeño (se deberá ir graduando la dificultad y tiempo necesario para las mismas), 3) trabajar aspectos cognitivos que guíen el comportamiento (usando por ejemplo autoinstrucciones), 4) fomentar el uso de ayudas externas para la organización y planificación de actividades (por ejemplo, avisos al móvil, utilización de agendas, etc.), 5) utilizar diferentes vías sensoriales (perspectiva multisensorial) para presentar información, material, actividades, etc. para estimular de forma compleja y creciente las capacidades ejecutivas, 6) usar nuevas tecnologías como medio de trabajo de diferentes actividades escolares y de intervención específica en capacidades ejecutivas. Algunas de estas pautas de intervención son las que se indican en diferentes programas de intervención utilizados en el tratamiento de dificultades en capacidades ejecutivas en diferentes trastornos que conllevan dificultades académicas (Abad-Mas, Ruiz-Andrés, Moreno-Madrid, Herrero y Suay, 2013; Abad-Mas *et al.*, 2011; Miranda-Casas, Taverner, Soriano-Ferrer, Meliá y Simó, 2008).

## 8.5. Referencias

- Abad-Mas, L., Ruiz-Andrés, R., Moreno-Madrid, F., Herrero, R. y Suay, E. (2013). Intervención psicopedagógica en el trastorno por déficit de atención/hiperactividad. *Revista de Neurología*, 57, 193-203.
- Abad-Mas, L., Ruiz-Andrés, R., Moreno-Madrid, F., Sirera-Conca, M. A., Cornesse, M., Delgado-Mejía, I. D. y Etchepareborda, M. (2011). Entrenamiento de funciones ejecutivas en el trastorno por déficit de atención/ hiperactividad. *Revista de Neurología*, 52, 77-83.
- Arán, V. (2011). Funciones ejecutivas en niños escolarizados: efectos de la edad y del estrato socioeconómico. *Avances en Psicología Latinoamericana*, 29, 98-113.
- Ardila, A. (2008). On the evolutionary origins of executive functions. *Brain and Cognition*, 68, 92-99.
- Baker, K., Segalowitz, S. J. y Ferlisi, M. C. (2001). The effect of differing scoring methods for the Tower of London task on developmental patterns of performance. *The Clinical Neuropsychologist*, 15, 309-313.
- Bausela-Herrerías, E. (2014). La atención selectiva modula el procesamiento de la información y la memoria implícita. *Acción Psicológica*, 11, 21-34.
- Becerra-García, J. A. (2010). Neuropsicología del trastorno hiperactivo tipo combinado en la adolescencia: exposición de un caso. *Revista de Neurología*, 51, 250-250.

- Best, J. R., Miller, P. H. y Jones, L. L. (2009). Executive functions after age 5: changes and correlates. *Development Review*, 29, 180-200.
- Blair, C. y Razza, R. P. (2007). Relating effortful control, executive function, and false belief understanding to emerging math and literacy ability in kindergarten. *Child Development*, 78, 647-663.
- Brocki, K. C. y Bohlin, G. (2004). Executive functions in children aged 6 to 13: a dimensional and developmental study. *Developmental Neuropsychology*, 26, 571-593.
- Bull, R., Espy, K. A. y Wiebe, S. A. (2008). Short-term memory, working memory, and executive functioning in preschoolers: Longitudinal predictors of mathematical achievement at 7 years. *Developmental Neuropsychology*, 33, 205-228.
- Burgess, P. W., Dumontheil, I. y Gilbert, S. J. (2007). The gateway hypothesis of rostral prefrontal cortex (area 10) function. *Trends in Cognitive Sciences*, 11, 290-298.
- Cairns, E. y Cammock, T. (2002). *MFF-20. Test de emparejamiento de figuras conocidas 20. Manual*. Madrid: TEA Ediciones.
- Chan, R., Shum, D., Touloupoulou, T. y Chen, E. (2008). Assessment of executive functions: Review of instruments and identification of critical issues. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 23, 201-216.
- Clair-Thompson, H. L. (2011). Executive functions and working memory behaviours in children with a poor working memory. *Learning and Individual Differences*, 21, 409-414.
- Clair-Thompson, H. L. y Gathercole, S. E. (2006). Executive functions and achievements in school: shifting, updating, inhibition, and working memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59, 745-759.
- Collette, F., Hogge, M., Salmon, E. y Van der Linden, M. (2006). Exploration of the neural substrates of executive functioning by functional neuroimaging. *Neuroscience*, 139, 209-221.
- Cruz-Quintana, F., Pérez-García, M., Roldan-Vílchez, L. M., Fernández López, A. y Pérez-Marfil, M. N. (2013). *Manual de la Bateria de Evaluación Neuropsicológica Infantil (BENCI)*. Granada: Ediciones CIDER.
- Cutting, L. E., Materek, A., Cole, C. A., Levine, T. M. y Mahone, E. M. (2009). Effects of fluency, oral language and executive function on reading comprehension performance. *Annals of Dyslexia*, 59, 34-54.
- Damasio, A. (2006). *El error de Descartes*. Barcelona: Drakontos Bolsillo.
- Félix, V. (2005). Perspectivas recientes en la evaluación neuropsicológica y comportamental del trastorno por déficit de atención con/sin hiperactividad. *Revista Electrónica de Investigación Psicoeducativa*, 3, 215-232.
- Fuster, J. M. (2004). Upper processing stages of the perception-action cycle. *Trends in Cognitive Sciences*, 8, 143-145.
- Fuster, J. M. (2008). *The prefrontal cortex*. Londres: Academic Press.
- Gioia, G. A., Espy, K. A. y Isquith, P. K. (2002). *Behavior Rating Inventory of Executive Function, Preschool Version (BRIEF-P)*. Odessa: Psychological Assessment Resources.
- Gioia, G. A., Isquith, P. K., Guy, S. C. y Kenworthy, L. (2000). *Behavior rating inventory of executive function*. Odessa: Psychological Assessment Resources.
- Golden, C. J. (2007). *Stroop. Test de colores y palabras*. Madrid: TEA Ediciones.
- Grafman, J. (2002). The structured complex event and the human prefrontal cortex. En D. Stuss y R. Knight (Eds.), *Principles of frontal lobe function* (pp. 292-310). Oxford : Oxford University Press.
- Heaton, R. K., Chelune, G. J., Talley, J. L., Kay, G. G. y Curtis, G. (2001). *Test de Clasificación de Tarjetas de Wisconsin*. Madrid: TEA Ediciones.
- Huizinga, M., Dolan, C. V. y Van der Molen, M. W. (2006). Age-related change in executive function: Developmental trends and a latent variable analysis. *Neuropsychologia*, 44, 2017-2036.
- Isquith, P. K., Crawford, J. S., Espy, K. A. y Gioia, G. A. (2005). Assessment of executive function in preschool-aged children. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Review*, 11, 209-215.
- Jódar, M. (2004). Funciones cognitivas del lóbulo frontal. *Revista de Neurología*, 39, 178-182.
- Junqué, C. y Barroso, J. (1994). *Neuropsicología*. Madrid: Síntesis.
- Korkman, M., Kirk, U. y Kemp, S. L. (1998). *NEPSY. A developmental neuropsychological assessment*. San Antonio: The Psychological Corporation.
- Kortte, K. B., Horner, M. D. y Windham, W. K. (2002). The trail making test, part B: Cognitive flexibility or ability to maintain set? *Applied Neuropsychology*, 9, 106-109.

- Kyttala, M. y Lehto, J. E. (2008). Some factors underlying mathematical performance: the role of visuospatial working memory and non-verbal intelligence. *European Journal of Psychology of Education*, 23, 77-94.
- Leh, S. E., Petrides, M. y Strafella, A. P. (2010). The neural circuitry of executive functions in healthy subject and Parkinson's disease. *Neuropsychopharmacology Reviews*, 35, 70-85.
- Lezak, M. D. (1987). Relationship between personality disorders, social disturbances and physical disability following traumatic brain injury. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 2, 57-69.
- Lezak, M. D. (1995). *Neuropsychological assessment*. New York: Oxford University Press.
- Manga, D. y Ramos, F. (2006) *Luria-Inicial. Evaluación neuropsicológica de la edad preescolar*. Madrid: TEA.
- Martínez, J. M., Sánchez, J. P., Bechara, A. y Román, F. (2006). Mecanismos cerebrales de la toma de decisiones. *Revista de Neurología*, 42, 411-418.
- Mataix, D. y Bartres, D. (2002). Is the use of the wooden and computerized versions of the Tower of Hanoi puzzle equivalent? *Applied Neuropsychology*, 9, 117-120.
- Miranda-Casas, A., Fernández, M. I., Robledo, P. y García-Castellar, R. (2010). Comprensión de textos de estudiantes con trastorno por déficit de atención/hiperactividad: ¿qué papel desempeñan las funciones ejecutivas? *Revista de Neurología*, 50, 135-142.
- Miranda-Casas, A., Taverner, R. M., Soriano-Ferrer, M., Meliá, A. y Simó P. (2008). Aplicación de nuevas tecnologías con estudiantes con dificultades de aprendizaje en la solución de problemas matemáticos: la "escuela submarina". *Revista de Neurología*, 46, 59-63.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A. y Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49-100.
- Monchi, O., Hyun, J. K. y Strafella, A. P. (2006). Striatal dopamine release during performance of executive functions: a 11C raclopride PET study. *Neuroimage*, 33, 907-912.
- Norman, D. A., y Shallice, T. (1986). Attention to action. En R. J. Davidson, G. E. Schwartz y D. Shapiro, D.(Eds.), *Consciousness and self-regulation* (pp. 1-18). New York: Plenum Press.
- Petrides, M. (2005). Lateral prefrontal cortex: architectonic y functional organization. *Biological Sciences*, 360, 781-795.
- Portellano, J. A., Martínez, R. y Zumárraga, L. (2009). Evaluación neuropsicológica de las funciones ejecutivas en niños (ENFEN). Madrid: TEA Ediciones.
- Portellano, J. A., Mateos, R. y Martínez, R. (2012). *Cuestionario de Madurez Neuropsicológica Infantil (CUMANES)*. Madrid: TEA Ediciones.
- Porteus, S. D. (2006). *Laberintos de Porteus. Manual*. Madrid: TEA Ediciones.
- Prencipe, A., Kesek, A., Cohen, J., Lamm, C., Lewis, M. D. y Zelazo, P. D. (2011). Development of hot and cool executive function during the transition to adolescence. *Journal of Experimental Child Psychology*, 108, 621-637.
- Raghubar, K. P., Cirino, P., Barnes, M. A., Ewing-Cobbs, L., Fletcher, J. y Fuchs, L. (2009). Errors in multi-digit arithmetic and behavioral inattention in children with math difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, 42, 356-371.
- Reitan, R. M. (1992). *Trail making test: Manual for administration and scoring*. Tucson: Reitan Neuropsychology Laboratory.
- Rosselli, M., Jurado, M. B. y Matute, E. (2008). Las funciones ejecutivas a través de la vida. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 8, 23-46.
- Sedó, M. (2007). *Test de los Cinco Dígitos*. Madrid: TEA Ediciones.
- Servera, M. y Llabres, J. (2001). *Escalas Magallanes de impulsividad computarizadas (EMIC)*. Madrid: Albor-Cohs.
- Soprano, A. M. (2003). Evaluación de las funciones ejecutivas en el niño. *Revista de Neurología*, 37, 44-50.
- Stuss, D. T. y Alexander, M. P. (2000). Executive functions and the frontal lobes: a conceptual view. *Psychological Research*, 63, 289-298.
- Suchy, Y. (2009). Executive functioning: overview, assessment, and research issues for non-neuropsychologists. *Annals of Behavioral Medicine*, 37, 106-116.
- Tanabe, J., Thompson, L., Claus, E., Dalwani, M., Hutchison, K. y Banich, M. T. (2007). Prefrontal cortex activity is reduced in gambling and non-gambling substance users during decision-making. *Human Brain Mapping*, 28, 1276-1286.

- Tirapu-Ustárrroz, J. y Luna-Lario, P. (2011). Neuropsicología de las funciones ejecutivas. En J. Tirapu-Ustárrroz, M. Ríos-Lago y F. Maestú-Unturbe (Eds.), *Manual de neuropsicología* (pp. 219-260). Barcelona: Viguera Editores.
- Tirapu-Ustárrroz, J., Ríos-Lago, M. y Maestú-Unturbe, F. (2011). *Manual de neuropsicología*. Barcelona: Viguera Editores.
- Valiente, C., García, E. y Fernández, S. (2012). **Introducción al cortex prefrontal y las funciones ejecutivas: Conexiones entre neurobiología y cognición.** En R. Quevedo y V. Quevedo (Comps.), *Avances en Psicología Clínica* (pp. 848-851). Granada: Asociación Española de Psicología Conductual.
- Verdejo-García, A. y Bechara, A. (2010). Neuropsicología de las funciones ejecutivas. *Psicothema*, 22, 227-235.
- Wechsler, D. (2001). *WAIS-III. Escala de inteligencia Wechsler para adultos III. Manual de aplicación y corrección*. Madrid: TEA ediciones.
- Wechsler, D. (2005). *Escala de inteligencia de Wechsler para niños (WISC-IV)*. Madrid: TEA Ediciones.
- Zelazo, P. D. y Carlson, S. (2012). Hot and cool executive function in childhood and adolescence: development and plasticity. *Child Development Perspectives*, 6, 354-360.

# Instrumentos neuropsicológicos para la evaluación de la inteligencia emocional

Zaira Ortega Llorente

## 9.1. Introducción

El término Inteligencia Emocional es un concepto muy controvertido que hace referencia a la adecuada relación entre emoción y cognición, lo cual capacita a los individuos a adaptarse al medio en el que viven (Salovey & Grewal, 2005). Aunque anteriormente ya se habían acuñado términos como “inteligencia social” (Thorndike, 1920) o “inteligencia personal” (Gardner, 1983a), fueron Salovey y Meyer, en 1990 y basándose en los estudios previos de Gardner de las inteligencias múltiples (Gardner, 1983b), los que definieron explícitamente el término de inteligencia emocional (IE) (Salovey & Mayer, 1990). Estos autores definen la IE como un “*subconjunto de la inteligencia social que implica la capacidad para controlar los sentimientos y emociones propios y de los demás, para discriminar entre ellos y utilizar esta información para guiar el pensamiento y las acciones*” (Salovey & Mayer, 1990). Además, estos autores plantearon que la competencia emocional estaba constituida por cinco capacidades parciales diferentes (Salovey & Mayer, 1990):

- a) Reconocer las propias emociones,
- b) saber manejar las propias emociones,
- c) utilizar el potencial existente,
- d) saber ponerse en el lugar de los demás y
- e) crear relaciones sociales o facilidad de establecer relaciones interpersonales.

El término IE ha sido definido de múltiples formas en los últimos años, pero en todas ellas la idea central es la misma, las competencias emocionales son un factor crucial a la hora de explicar el funcionamiento del sujeto en todas las áreas de la vida (Mikolajczak, 2006).

## 9.2. Bases neuropsicológicas de la emoción

Las emociones son fenómenos psicológicos complejos que comprenden aspectos conductuales, fisiológicos y cognitivos. Pueden considerarse estados de supervivencia, como el ataque y la defensa; o de reproducción, como el apareamiento y el cuidado de la prole. Dichos fenómenos son la consecuencia de la coordinación de respuestas fisiológicas y conductuales y su finalidad es la de dotar al individuo de las herramientas necesarias para poder desenvolverse ante cualquier situación de forma eficaz y adaptativa (Aguado, 2002).

Ante determinados estímulos externos, el cuerpo reacciona y lleva a cabo una respuesta emocional. En el caso de los humanos, estas respuestas pueden desencadenarse también por estímulos internos como los recuerdos. El individuo, ante una situación o estímulo determinado, realiza una evaluación a partir de varias dimensiones afectivamente relevantes (importancia motivacional, capacidad de control o su implicación en la situación (Aguado, 2002). Los componentes conscientes de las emociones como la alegría, el miedo o el amor, que denominamos “sentimientos”, no son cualitativamente diferentes de procesos cognitivos como el análisis matemático de un problema. En los dos casos, el conocimiento consciente los detecta y añade a su función, dando así lugar a la consciencia (Belmonte, 2007). Sin embargo, los mecanismos mediante los cuales se lleva a cabo el procesamiento inconsciente en ambos casos es diferente.

Los hemisferios cerebrales están implicados en la emoción, aunque los elementos de la emoción no están distribuidos de igual forma en los dos hemisferios. Mientras, el **hemisferio cerebral derecho** se encarga principalmente de los procesos de comprensión y expresión de los aspectos afectivos del lenguaje y los elementos corporales de la expresión emocional, el **hemisferio izquierdo** contiene la capacidad de experimentar sentimientos positivos (Belmonte, 2007).

Al conjunto de las áreas cerebrales encargadas del procesamiento de las emociones se le conoce vulgarmente como cerebro emocional y constituye el **sistema límbico**. Éste sistema se sitúa por debajo de la corteza cerebral y comprende el tálamo, el hipotálamo, el hipocampo y la amígdala. Este sistema está en constante interacción con la corteza cerebral ya que trabajan juntos para poder tener el control de nuestras propias emociones.

Dentro de la **corteza cerebral**, la **corteza paracingulada anterior** es la encargada de realizar la representación mental de situaciones del entorno. Cuando otorgamos características o creencias humanas a determinados objetos inanimados o situaciones vitales, estamos activando esta región cerebral (Levav, 2005). El **surco temporal superior** es la región cerebral que se encarga de percibir las conductas planificadas y las señales sociales (Levav, 2005). Los polos temporales miden la evocación de recuerdos de la memoria. La activación de éstos tiene lugar cuando se reconocen objetos o rostros, o cuando recordamos situaciones de nuestra vida (Levav, 2005).

Por otro lado, los **lóbulos prefrontales y frontales** juegan un papel especial en la asimilación neocortical de las emociones. Se encargan de suavizar nuestras reacciones emocionales deteniendo las señales del cerebro límbico y se encargan de planificar estrategias de actuación ante las distintas situaciones emocionales que el individuo se pueda encontrar. Esto confiere la capacidad de cambiar el foco de atención, así como otorga flexibilidad cognoscitiva, lo cual mejora la capacidad de adaptación ante nuevas situaciones. Al proporcionar una perspectiva diferente de las situaciones (ya sean viejas o nuevas) facilita cambiar el hilo de actuación y media una conducta cooperativa. Está relacionada con los aspectos emocionales de la comunicación como pueden ser la modulación de la voz (MacLean, 1985) y es especialmente importante en aquellas situaciones en las que se requiere procesar las emociones asociadas con situaciones sociales y personales complejas (Damasio, 1997). Lesiones en la corteza prefrontal pueden producir desórdenes como tendencia a la preocupación, obsesividad, compulsiones, conducta oposicional y negativista, etc. La región orbitofrontal está involucrada en la respuesta emocional, particularmente cuando ésta implica contingencias aprendidas mediante refuerzos, constituyendo una zona de convergencia de la estimulación exteroceptiva e interoceptiva (Derryberry, 1992; Rolls, 1986). Lesiones de la región orbitofrontal producen desinhibición (Hecaen, 1978).

La **amígdala** es una estructura límbica fundamental para la adquisición del miedo condicionado y está relacionada con la mediación y control de las actividades afectivas más importantes como la amistad, el amor y el afecto, lo que la hace fundamental para la supervivencia. En ella converge

gran cantidad de información proveniente de áreas sensoriales tanto corticales como del resto de estructuras del sistema límbico. Está constituida por dos núcleos basolaterales situados en la región anteroinferior del lóbulo temporal medio (Belmonte, 2007). Se sitúa cerca del hipocampo (estructura relacionada con la memoria), por lo que al comunicarse con él se posibilita que se recuerden las emociones de tal manera que lo que se siente puede ser recordado y lo que es recordado puede ser sentido. Existen trabajos que muestran cómo la lesión de diferentes núcleos de esta estructura produce déficits selectivos en la adquisición y manifestación conductual del miedo a las señales de peligro (LeDoux, 1995).

El **hipocampo** es otro componente del sistema límbico que está relacionado con la memoria y el aprendizaje (Cohen, 1993; O'Keefe, 1978). Aquí tiene lugar el registro inicial y la consolidación de la memoria declarativa episódica, es decir, de los conocimientos explícitos y conscientes acerca de los sucesos vividos por el propio sujeto, especialmente con la formación de la memoria a largo plazo.

Existen conexiones recíprocas entre la corteza frontomedial, el hipocampo y la amígdala. Cuando los estímulos recibidos van acompañados de un contexto emocional, éstos actúan sobre la amígdala a través de los circuitos innatos o adquiridos por el aprendizaje. Sin embargo, estos mismos circuitos pueden ser activados sin la necesidad de estímulos externos gracias a las conexiones con la corteza prefrontal, el lóbulo temporal anterior y el hipocampo (Belmonte, 2007).

El **hipotálamo**, otro componente del sistema límbico, está conectado con múltiples estructuras cerebrales. Forma parte del sistema de supervivencia y coordina las respuestas anticipatorias encargadas de la movilización de los recursos energéticos y el aporte de oxígeno y nutrientes, prioritariamente al cerebro, el corazón y los músculos, a través de las adaptaciones vegetativas, para llevar a cabo las actividades motoras de lucha o huida (Bard, 1928). Los distintos patrones de conducta emocional se encuentran distribuidos en distintas áreas del hipotálamo. La zona caudal se encarga de la expresión coordinada de conductas emocionales sin tener en cuenta en el proceso los elementos cognitivos conscientes de la emoción, los cuales se originan en otras áreas cerebrales (Bard, 1928).

Otra estructura límbica involucrada en las emociones es el **tálamo**. Lo importante de esta estructura no es ella en sí misma, sino las conexiones que realiza con las demás estructuras del sistema límbico. El análisis de componente afectivo de los estímulos sensoriales se lleva a cabo a través de las conexiones tálamo-amigdalinas (LeDoux, 1987). Las conexiones tálamo-corticales se encargan del procesamiento de los estímulos complejos sin componentes afectivos (LeDoux, 1987). La vía tálamo-amigdalina es muy corta por lo que su activación es anterior a la activación de las tálamo-corticales, esto hace que la amígdala esté preparada para recibir la información procedente de la corteza, que será más compleja y elaborada, y añadirle su respectivo componente emocional. (LeDoux, 1989).

Por último, otra estructura involucrada en las emociones es el **septum**, asociado con diferentes tipos de sensaciones placenteras, principalmente relacionadas con las experiencias (Snell, 2010).

### 9.3. Modelos neuropsicológicos de la inteligencia emocional

Actualmente se considera dos modelos de inteligencia emocional (Trujillo-Flores, 2005):

- **Modelos mixtos** ( Bar-On, 2000; Boyatzis, 2000): La IE está compuesta por una serie de rasgos estables de la personalidad, competencias socio-emocionales, aspectos motivacionales y diversas habilidades cognitivas.
- **Modelos de habilidad**: conciben la IE como una inteligencia genuina basada en el uso adaptativo de las emociones y su aplicación a nuestro pensamiento (Extremera& Fernández-Berrocal, 2001; Fernández-Berrocal, 2005a; P. Salovey& Mayer, 1990). En este modelo, las emociones sirven de apoyo al individuo para que este sea capaz de resolver problemas y de adaptarse al medio en el que se encuentra. La IE es una habilidad que, mediante el procesamiento de la información emocional, proporciona al individuo la capacidad de utilizar sus emociones para realizar un razonamiento más eficiente, así como le permite hacer un análisis más inteligente de su vida emocional.

Aunque los procesos que evalúan son comunes, la diferencia entre estos dos modelos radica en las diferencias que existen entre los individuos a la hora de procesar estilos y habilidades. Estos mode-

los se encargan de analizar cualidades como la comprensión de nuestros propios sentimientos, la empatía por los sentimientos de los demás y la regulación de la emoción de forma que intensifique nuestras vidas.

Modelo de Habilidad		Modelos Mixtos	
Modelo	Mayer y Salovey (1997)	Bar-On (1997)	Goleman (1995)
<b>Definición</b>	“IE es un conjunto de habilidades que explican las diferencias individuales en el modo de percibir y comprender nuestras emociones. Más formalmente, es la habilidad para percibir, valorar y expresar emociones con exactitud, la habilidad para acceder y/o generar sentimientos que faciliten el pensamiento, para comprender emociones y razonar emocionalmente, y finalmente la habilidad para regular emociones propias y ajenas” (Mayer y Salovey, 1997, p.10)	“IE es... un conjunto de capacidades no-cognitivas, competencias y destrezas que influyen en nuestra habilidad para afrontar exitosamente las presiones y demandas ambientales” (Bar-On, 1997, p.14)	“IE incluye auto-control, entusiasmo, persistencia, y la habilidad para motivarse a uno mismo... hay una palabra pasada de moda que engloba todo el abanico de destrezas que integran la IE: el carácter” (Goleman, 1995, p.28)
<b>Habilidades integrantes</b>	Percepción evaluación y expresión de las emociones Asimilación de las emociones en nuestro pensamiento Comprensión y análisis de las emociones Regulación reflexiva de las emociones	Habilidades intrapersonales Habilidades interpersonales Adaptabilidad Manejo del estrés Estado anímico general	Conocimiento de las propias emociones Manejo emocional Auto-motivación Reconocimiento de las emociones en otros Manejo de las relaciones interpersonales

**Tabla 1.** Modelos actuales de inteligencia emocional. Adaptado de Mayer, Salovey y Caruso (Mayer, Salovey, Caruso., 2000). Extraído de Extremera y Fernández-Berrocal ( 2001).

A pesar de la rigurosidad de estos modelos, no están exentos de problemas concernientes a su fiabilidad y predicción (Davies, 1998):

- a) Los instrumento gozan de escasa fiabilidad.
- b) Los rasgos de la personalidad son difícilmente distinguibles debido a la poca fiabilidad de las medidas.

Estas limitaciones quedan subsanadas en un instrumento de autoinforme basado en el concepto de Salovey y Mayer y desarrollado por Schutte *et al* (Schutte, 1998).

#### 9.4. Importancia de la evaluación de la inteligencia emocional en el contexto académico

Hoy en día se forma e instiga a las personas para alcanzar el éxito educativo y laboral. Irónicamente, no se proporciona ninguna herramienta para poder gestionar las emociones que genera el no poder alcanzar las metas fijadas. Si nos centramos sólo en la etapa académica, estas carencias a la hora de formar a nuestros estudiantes han derivado en que un sector creciente de la juventud presente elevados índices de fracaso escolar, dificultades de aprendizaje, estrés ante los exámenes y abandono de los estudios; lo que provoca estados emocionales negativos tales como baja autoestima, apatía, depresión, estrés, violencia, delincuencia, etc. (Dryfoos, 1997; Sells, 1996; Walker, 1998). La sociedad tiende a sobrevalorar la inteligencia en detrimento de otras capacidades, aunque cada vez existen más evidencias empíricas que demuestran que ser cognitivamente inteligente no es suficiente para garantizar el éxito académico, profesional y personal ( Extremera& Fernández-Berrocal, 2003; Goleman, 1995). El objetivo último de la educación es el completo desarrollo de la personalidad del individuo para lo que no sólo hay que incluir el desarrollo de aptitudes como la capacidad de abstracción, la lógica formal, la comprensión de complejas implicaciones o amplios y precisos conocimientos (Vygostsky, 1978); sino que también es necesario prestar atención al desarrollo de otras aptitudes como la capa-

cidad de organización, de relación, de motivación, la creatividad, la interacción social ... (Gardner, 1989) relacionadas con rasgos de la personalidad que se consideran más ligadas al funcionamiento emocional del cerebro (Martin, 1997).

El *Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la Educación para el siglo XXI. La Educación encierra un tesoro* (Delors, 1996) dice que la educación tiene que estar fundamentada en torno a cuatro ideas principales:

- a) aprender a conocer
- b) aprender a hacer
- c) aprender a vivir juntos
- d) aprender a ser.

Los dos primeros pilares son en los que se ha basado la educación hasta el momento, el reto está en incluir los otros dos pilares que se centran más en el desarrollo del individuo y de la sociedad.

Recientes estudios demuestran que la IE puede ayudar a mejorar la realización individual (Hopkins, 2008; Turner, 2008) y que aquellos individuos con niveles de IE más elevados alcanzan un mayor éxito en la vida (Bar-On, 1997a) a nivel personal y profesional (Dulewicz, 1998; Weisinger, 1998), son menos inseguros en el trabajo (Jordan, 2002), lo realizan con mayor eficacia (Higgs, 2002; Prati, 2003) y se adaptan y desenvuelven mejor ante el estrés (Nikolaou, 2002). Además, también se ha demostrado la relación existente entre la IE y conductas disruptivas, agresivas (Bonhert, 2003; Gil-Olarte, 2006) y de riesgo como el consumo de drogas (Trinidad, 2002) o la conducción temeraria (Brackett, Mayer, J.D., Warner, R.M., 2004). Pero aun más importantes son los datos que apuntan que cuanto mayor es la IE de los jóvenes mayor es su retención en el sistema educativo (Parker, 2006) y mejor es su rendimiento académico (Brackett, Mayer, Warner, 2004; Gil-Olarte, 2006).

El paso de la escuela al centro de educación secundaria lo realizan mejor aquellos estudiantes con mayor IE y mejor autovaloración. Además, estos también obtienen mejores resultados académicos y mayor asistencia a clase en comparación con sus compañeros con baja IE (Qualter, 2007). Todos estos estudios demuestran la necesidad de que los estudiantes adquieran destrezas emocionales y las dominen antes de presentarles el material académico tradicional, ya que su éxito general y su bienestar cuando sean adultos no sólo va a depender de sus conocimientos intelectuales, sino que puede ser consecuencia directa del aprendizaje temprano de habilidades sociales y emocionales.

Actualmente existe cierta unanimidad en los factores que conforman la IE y que hay que potenciar desde la infancia para una adecuada educación emocional (Brockert, 1997; Salovey & Mayer, 1990). Estos factores son:

- **Conciencia emocional:** Consiste en ser consciente de uno mismo, de las emociones propias y de los demás y saber darles nombre. Esto se consigue mediante la autoobservación y la observación del comportamiento de las personas que nos rodean. Además también presupone la capacidad de diferenciar entre pensamientos, acciones y emociones. Para ello es muy importante ser capaz de reconocer y utilizar el lenguaje de las emociones, tanto verbal como no verbal.
- **Regulación emocional o autocontrol:** Consiste en ser capaz de manejar los sentimientos y estados de ánimo, tolerar la frustración y manejar la ira, así como ser capaz de retrasar las gratificaciones y afrontar las situaciones de riesgo.
- **Motivación:** Es una capacidad íntimamente relacionada con la capacidad de autocontrol. Consiste en tener una actitud positiva ante la vida y una imagen positiva de uno mismo, asumir responsabilidad en la toma de decisiones, ser capaz de buscar ayuda y recursos apropiados, ser perseverante y tener resistencia a las frustraciones.
- **Inteligencia interpersonal o empatía:** Consiste en ser capaz de ponerse en el lugar de la otra persona y comprender y respetar sus emociones. La empatía exige estados de calma y receptividad ya que las señales enviadas por la otra persona pueden ser sutiles y pasar desapercibidas a nuestro cerebro emocional.
- **Habilidad social:** Consiste en tener conciencia de la estructura y naturaleza de las relaciones interpersonales, ser capaz de entenderse y compartir emociones con los demás, no ser un mero espectador.

Los estudios anteriormente mencionados han hecho surgir una nueva inquietud, ¿hasta que punto la IE puede ser inculcada o educada en aquellos alumnos con menor desarrollo emocional?. Existen algunas evidencias que apoyan la **teoría de la educabilidad**, en cierto grado, de la IE (Bellamy, 2005; Fellner, 2007; Repetto, 2007; Ulutas, 2007), pero no se puede afirmar de forma rotunda ya que no existen más estudios que confirmen o refuten estos resultados totalmente.

## 9.5. Instrumentos de evaluación de la inteligencia emocional

Dentro de la investigación científica en el área de la inteligencia emocional, un campo que está suscitando mucho interés es el de desarrollar instrumentos de medida suficientemente fiables para poder validar los resultados e incluso llegar a predecir posibles conductas. Todas las personas son diferentes entre sí y por lo tanto presentan diferencias individuales en su capacidad para atender a sus emociones.

Cualquier instrumento de medida debe cumplir una serie de criterios psicométricos validados. Las herramientas desarrolladas deben demostrar que no sólo cumplen los criterios de calidad y fiabilidad, sino que no contaminan la medida incluyendo otras dimensiones psicológicas como las habilidades sociales, la inteligencia cognitiva o los rasgos de la personalidad del individuo de estudio. Para la evaluación de la IE se pueden seguir tres abordajes diferentes.

### 9.5.1. Instrumentos de autoinforme

Los más conocidos son:

- a) El modelo de Salovey y Mayer, conocido como **Trait Meta-Mood Scale (TMMS)** (Mayer, Salovey, P., Caruso, D., 2000; P. Salovey, Mayer, J.D., Goldman, S.L., Turvey, C., Palfai, T.P., 1995). Se trata de un formulario de autoinforme, el cual utiliza cualidades que la propia conciencia de las emociones y la capacidad de dominarlas para evaluar la IE. Estas cualidades son más estables que otras, por lo que la medida que se obtiene es más fiable. Posee un componente subjetivo ya que evalúa la opinión que tienen los individuos de estudio de su propia capacidad de atención, claridad y reparación de estados emocionales. Consta de 48 ítems en su versión extensa, con tres subescalas: 21 ítems para la atención a los sentimientos, 15 ítems para la claridad en los sentimientos y 12 ítems para la regulación emocional. Los niveles de consistencia interna y validez convergente de esta prueba son adecuados para las cualidades que evalúa. Además, ha mostrado capacidad predictiva con respecto al ajuste emocional y la disposición de las personas para adaptarse de forma exitosa a las experiencias estresantes.
- b) El modelo de Extremera y Fernández-Berrocal (Fernández-Berrocal, 2004) **TMMS24**, es una versión reducida y modificada del TMMS que evalúa 3 variables, percepción, comprensión y regulación; con 8 ítems para cada una de ellas. Contiene 3 dimensiones claves de IE: la percepción emocional, que es el grado en el que las personas creen prestar atención a sus emociones y sentimientos; la comprensión de los sentimientos, que hace referencia a cómo las personas creen percibir sus emociones; y la regulación emocional, que hace referencia a la capacidad que tiene el individuo de frenar y gestionar los estados emocionales negativos y prolongar los positivos.

Estos instrumentos son fáciles y rápidos de administrar y defienden que una de las formas más efectivas de estudiar las emociones y afectos de los individuos es a través de procesos introspectivos. La mayor crítica a la que se tienen que enfrentar estos instrumentos es al hecho de que más que obtener una evaluación objetiva de la capacidad emocional del individuo, proporcionan una estimación de sus habilidades de IE. Además, algunos autores consideran que las respuestas pueden estar sesgadas por problemas de deseabilidad. Los alumnos puede tender a mentir o modificar sus respuestas en base a lo que ellos creen que se espera que respondan, o simplemente por hábitos automatizados por el uso en su vida diaria y de los que no son conscientes, y que quedan reflejados en el cuestionario sin que se informe de ellos previamente (Geher, 2004).

### 9.5.2. Test de ejecución

Proporcionan medidas basadas en un acercamiento más práctico y dirigido a medir la IE mediante tareas de ejecución. La medida actualmente más utilizada y mejor validada es el “**Mayer-Salovey-Caruso Emotional Intelligence Test**” (MSCEIT) (N. Extremera, Fernández-Berrocal, P, 2002; Mayer, Salovey, P., Caruso, D., 2002). Se compone de 141 ítems que evalúan: la percepción de manera eficaz de las mociones, el uso de las emociones para facilitar el pensamiento, la comprensión de las emociones y el manejo de las mismas (J. D. Mayer, Salovey, P., 1997). Lo componen 8 tareas emocionales de distinto tipo índole cuya función es la de reconocer las habilidades del modelo. Dan una puntuación total, dos puntuaciones referidas a las áreas experimental y estratégica, cuatro puntuaciones para las cuatro habilidades del modelo y las puntuaciones en cada una de sus subescalas. Las principales limitaciones de este instrumento consisten en que algunas subescalas presentan limitaciones psicométricas (Roberts, 2001), no indican la habilidad real sobre la IE, sino el nivel de conocimiento emocional del alumno (Fernández-Berrocal, 2005b).

### 9.5.3. Informes de observadores externos

También conocidos como de observación externa o evaluación 360° ya que recaban información a cerca de la opinión que tienen observadores externos, como pueden ser los compañeros de clase o el docente, sobre la interacción que tienen el alumno con los demás alumnos del aula, la forma en la que se enfrenta a los conflictos o situaciones de estrés y las respuestas que lleva a cabo. Este instrumento es complementario a los instrumentos de autoinforme ya que aporta información adicional y ayuda a la detección de posibles sesgos. Algunos cuestionarios dentro del grupo de autoinforme, como EQ-i de Bar-On (Bar-On, 1997b), ya incorporan este tipo de instrumentos de evaluación externa. En otras ocasiones, es necesario aplicar técnicas sociométricas denominadas “*peer nominations*”. Estas técnicas proporcionan a los sujetos los adjetivos emocionales y los estilos de comportamiento más frecuentes por parte del alumnado y/o profesorado para que los utilicen en la evaluación de sus compañeros. Una limitación de este tipo de instrumentos es que el alumno no actúa de forma natural ya que se siente observado por el evaluador. Además, el evaluador no puede estar presente en todas las situaciones de la vida del alumno y tampoco puede recoger información intrapersonal, restringiendo el estudio a los aspectos observables que son los interpersonales.

## 9.6. Elección del instrumento de evaluación

La elección del instrumento de evaluación que se va a utilizar en el aula va en función de los intereses del evaluador. Fernández-Berrocal y Extremera, enumeran 19 ítems que pueden ayudarnos a la hora de elegir un instrumento u otro en nuestra evaluación (Fernández-Berrocal, 2005b):

- **Habilidades emocionales básicas versus competencias más generales:** Los instrumentos de evaluación basados en los modelos de Mayer y (Mayer, Salovey, P., 1997), ya sean de autoinforme o de habilidad, son los más adecuados si consideramos la IE una habilidad mental compuesta por procesos emocionales básicos. Sin embargo, si la consideramos como un concepto más amplio, lo mejor es utilizar instrumentos que evalúen competencias más generales, tales como rasgos de la personalidad, constructos emocionales tradicionales y variables de personalidad estables.
- **Áreas específicas de evaluación:** Para la evaluación de habilidades intrapersonales, las medidas de autoinforme son las más adecuadas, ya que son capaces de valorar procesos emocionales subyacentes que las tareas de habilidad no son capaces de medir. El formulario de autoinforme TMMS no analiza cualidades interpersonales por lo que puede que no sea la alternativa más adecuada, en este caso, las medidas de ejecución como el MSCEIT puede ser la opción más factible.
- **Facilidad de administración:** Los instrumentos de autoinformes se caracterizan por su facilidad de administración ya que se completan en menos de 10 minutos. Sin embargo, otros instrumento como las medida de habilidad, se caracterizan por ser laboriosos de cumplimentar y una vez

hechos por el alumno La plantilla de resultados debe ser enviada a la editorial que es la que se encarga de baremar a los alumnos en función de las puntuaciones obtenidas, con la consiguiente dilatación en la obtención del resultado final.

- **Limitación del tiempo disponible:** Las medidas de autoinforme son las más adecuadas cuando el tiempo del que se dispone para realizar la prueba es limitado, o la evaluación de la IE es sólo una parte de una batería de pruebas.
- **Influencia del cansancio en los resultados de las pruebas:** El cansancio en los individuos de estudio es una variable que hay que tener en cuenta a la hora de analizar los resultados. Algunos instrumentos, como las medidas de habilidad, debido a su longitud, son más propensos a generar cansancio tanto en el individuo que está realizando la evaluación como en el evaluador.
- **Influencia de la deseabilidad social o de la querencia a fingir mejores respuestas en los resultados de las pruebas:** En las medidas de autoinforme es relativamente fácil intuir el objetivo de la prueba por lo que es más susceptible a este tipo de problemas. Sin embargo, las medidas de habilidad tampoco están exentas de estos problemas, sobre todo en las dimensiones de regulación emocional. El evaluador deberá conocer la tendencia del grupo a evaluar y sesgar sus respuestas antes de elegir el instrumento.
- **Disponibilidad de recursos personales y materiales:** Una variable a tener en cuenta a la hora de elegir la herramienta a utilizar es la disponibilidad de las mismas. Las medidas de autoinforme requieren un gasto muy escaso ya que son fáciles de administrar. Sin embargo, las medidas de habilidad llevan más tiempo, engloban distintas tareas y requieren más material. Además, en este caso se necesitarán uno o varios evaluadores que vayan explicando las tareas según se van cumplimentando.
- **Recursos económicos limitados:** Este apartado va en consonancia con el apartado anterior. Hay que tener en cuenta que algunas de las pruebas de autoinforme, como las TMMS, son gratuitas; mientras que las medidas de habilidad están comercializadas y son de pago.
- **Características de los alumnos a evaluar (edad o capacidad lingüística):** Aunque existen trabajos en los que se han obtenido resultados fiables en alumnos de entre 12 y 13 años, las pruebas de habilidad no son recomendables para alumnos con edades inferiores a 16 años ya que requieren un nivel medio-alto de comprensión lectora que no se poseen a edades más tempranas.
- **Solapamiento con otras habilidades del alumno:** A la hora de analizar los resultados obtenidos por los distintos instrumentos hay que tener en cuenta las posibles relaciones que éstos tengan con otras dimensiones. Las medidas de autoinforme presentan correlaciones moderadas con variables de personalidad como extraversión, neuroticismo, apertura a la experiencia, amabilidad y responsabilidad. Por el contrario, las medidas de ejecución no presentan solapamiento con variables de personalidad aunque sí con medidas de inteligencia verbal.

## 9.7. Pautas de intervención

### 9.7.1. Objetivos y contenidos de la intervención

La educación emocional (EE) es un proceso educativo continuo y permanente que pretende potenciar el desarrollo de las competencias emocionales como elemento esencial del desarrollo integral de las capacidades y habilidades de los estudiantes, con objeto de capacitarles para la vida, y poder así compensar algunos de déficits que tienen. Por lo tanto, los objetivos principales de la educación emocional en todos los ámbitos y dirigidos a sujetos de todas las edades serían los siguientes (Bisquerra, 2006):

- Mejorar el autoconocimiento de las propias emociones
- Ser capaces de reconocer las emociones ajenas
- Ser capaces de gestionar las propias emociones
- Prevenir los efectos nocivos de las emociones negativas
- Generar emociones positivas
- Automotivarse
- Adoptar actitudes positivas

A nivel de aula, los objetivos que nos podemos plantear en un programa de intervención podrían ser los siguientes:

- Facilitar la expresión libre: Con el fin de potenciar las habilidades comunicativas tanto de un alumno en concreto como del grupo en general, es importante proveerles de las herramientas adecuadas para ello como pueden ser diferentes tipos de lenguajes y códigos. También es importante que comprendan que atender a lo que dicen los demás y reflexionar sobre ello es una parte muy importante de la comunicación.
- Inculcar el respeto hacia todas las culturas como base de la convivencia humana potenciando la solidaridad y la comunicación, lo que facilitará que los alumnos establezcan relaciones equilibradas y constructivas entre ellos.
- Trabajar la capacidad de escuchar activamente y de expresar los sentimientos para el desarrollo de las habilidades de comunicación.
- Enseñar a debatir y dialogar con respeto siguiendo unas pautas básicas como son respetar el turno de palabra y expresarse de forma correcta. Esto les ayudará a ser capaces de establecer normas y reglas democráticamente y a respetarlas una vez llegado a un acuerdo.
- Trabajar la autoestima y el autoconcepto desde una visión positiva y constructiva que les haga valorar el esfuerzo y la constancia.

Los contenidos de la educación emocional y los temas a tratar pueden variar y tener distintos niveles de profundidad según los destinatarios (nivel educativo, conocimientos previos, madurez personal, etc.). En general, los contenidos hacen referencia a los siguientes temas (Bisquerra, 2006):

- Dominar el marco conceptual de las emociones: incluye el concepto de emoción, los fenómenos afectivos, los tipos de emociones y emociones principales, conocer sus características.
- Conciencia emocional: Ayuda a conocer las emociones tanto propias como ajenas mediante la observación. Para ser capaces de reconocer y comprender tanto las causas como las consecuencias de las emociones hay que saber las diferencias entre pensamientos, acciones y emociones. Las emociones no sólo se transmiten a través del lenguaje verbal, sino que el lenguaje no verbal juega un gran papel, especialmente a la hora de modular la intensidad de las mismas. Para que se de una correcta comunicación a nivel emocional es importante dominar todos estos aspectos.
- Regulación de las emociones: Como se ha comentado en el punto anterior, la intensidad con que se expresan las emociones es muy importante para una correcta comunicación. Hay que ser cuidadoso a la hora de fomentar la regulación emocional ya que puede caerse en el error de provocar represión, un efecto completamente contrario a lo deseado. Algunas técnicas que se pueden utilizar para desarrollar estas capacidades son actividades de gestión del estrés y de reafirmación positiva. Además también es conveniente entrenar el comportamiento asertivo para lo que se pueden practicar técnicas de reestructuración cognitiva, imaginación emotiva, etc.
- Motivación: Está íntimamente relacionada con la emoción.
- Habilidades socio-emocionales: Son un conjunto de competencias que facilitan las relaciones interpersonales. Estas competencias sociales predisponen a la constitución de un clima social favorable al trabajo en grupo productivo y satisfactorio.
- Relación entre emoción y bienestar subjetivo: Esta relación define y delimita el constructo “bienestar subjetivo” así como y los factores que lo favorecen o lo dificultan.
- Concepto de Fluir: Entendido como la experiencia óptima (Csikszentmihalyi, 1997). Completa el tema sobre el bienestar. Ofrecen un marco de sugerencias para la acción, que se pueden aplicar al cuerpo, al pensamiento, al trabajo, a las relaciones sociales, etc.

### **9.7.2. Personas implicadas en la intervención**

La finalidad del trabajo es conseguir el máximo desarrollo como persona y como ser social del alumno, por ello, la intervención no debería circunscribirse sólo al ámbito escolar e involucrar sólo a los docentes, sino que debería ir más allá. Por supuesto, el profesional con mayor implicación en

el proyecto será el docente, el cual se encargara de llevarlo a cabo y tendrá un contacto más directo con los alumnos. Éstos deben ser profesionales comprometidos y dispuestos a trabajar en equipo, a aprender, a emplear metodologías y estrategias innovadoras que ayuden a los alumnos, a interactuar con los alumnos y disfrutar del proceso. Sin embargo, esto no quiere decir que no se deban implicar otros profesionales como por ejemplo el resto de profesores del centro que impartan docencia en el grupo en el que se está llevando a cabo la intervención. De esta forma, la intervención se realizará de forma transversal en todas las áreas del curriculum educativo y se verá reforzado el proyecto. La figura del orientador del centro es otra pieza clave en el proceso ya que deberá actuar como nexo de unión entre todos los implicados en el proyecto y coordinar su labor.

Si de verdad se pretende que el proyecto en educación emocional alcance su mayor éxito, en él se deben involucrar todos los miembros de la comunidad educativa dentro y fuera del centro (claustro de profesores, madres/padres, etc.). Entre la familia y el centro debe existir una estrecha comunicación para que ambos actúen conjuntamente y el efecto del proyecto se vea incrementado.

### **9.7.3. Metodología**

La metodología utilizada en la educación emocional debe ser activa y participativa, planteando un conjunto de actividades que estén relacionadas entre sí. Debe guiar al alumno hacia la reflexión y la comunicación. Para satisfacer este tipo de necesidades, las actividades que se deben plantear tienen que ser actividades en grupo. De este modo se conseguirá la participación activa de los alumnos. El alumno se relacionará con los compañeros y entre todos llegarán a acuerdos y consensos, lo cual será muy beneficioso para desarrollar las habilidades sociales y la comunicación a la hora de intervenir en los conflictos que puedan aparecer en las primeras etapas del proyecto.

Algunas de las actividades que se pueden proponer pueden ser (Jurado, 2009):

- Presentación: Presentarnos ante la clase enumerando todas nuestras habilidades, capacidades, gustos... para que los demás puedan conocernos.
- Fomentar las habilidades sociales: Actividades en las que se interpreten distintos papeles, lluvia de ideas...
- Fomentar la escucha activa: Como ya se ha mencionado anteriormente, la comunicación no verbal es una parte muy importante de la comunicación a la que generalmente no se le presta la atención necesaria. Nos proporciona información acerca de lo que la otra persona siente o como percibe las cosas. Para poder apreciar la comunicación no verbal es muy importante saber escuchar activamente y fijarse en los detalles. Para ejercitar esta habilidad se pueden realizar actividades de mímica en las que se tengan que representar distintos sentimientos o ideas sin palabras.
- Expresión de sentimientos: Ser capaz de identificar y expresar los sentimientos es reflejo de una buena IE. Para ejercitar esta capacidad se pueden realizar actividades en las que los estudiantes se tengan que presentar ante sus compañeros expresando su estado de ánimo y cómo se sienten al realizar la actividad. Ejercicios de autocontrol y relajación también pueden ser de ayuda.
- Resolución de conflictos: Ante diversas situaciones de la vida cotidiana, cada persona tiene su propio punto de vista y opinión. Es muy importante que los alumnos sean capaces de resolver conflictos y situaciones de manera pacífica, aceptando los puntos de vista de los demás y siendo capaces de argumentar sus opiniones. Para ejercitar estas capacidades se pueden realizar debates en los que los alumnos tengan que defender aleatoriamente un punto de vista, pudiendo ser el que ellos tienen realmente o el contrario. Además, este tipo de actividades les ayudarán a resolver más fácilmente posibles conflictos que aparezcan en el aula y mejorarán la cohesión social de la misma.
- Asertividad. Lo primero que se tiene que tener claro para poder trabajar esta capacidad es saber en qué consiste ser asertivo. Para ayudar a los alumnos a reconocerla se pueden realizar actividades de interpretación en grupos reducidos en los que se reflejen conductas agresivas, pasivas y asertivas ante distintas situaciones cotidianas y los alumnos tengan que reconocerlas.

### 9.8. Ejemplos de programas de intervención

Actualmente son muchos los programas de educación emocional que se están implementando. La mayoría de ellos están todavía en fase experimental aunque están arrojando resultados muy interesantes a cerca de la eficacia de la educación emocional en la prevención de comportamientos de riesgo tales como la violencia escolar y la adaptación psicosocial de los estudiantes.

En Estados Unidos, los programas que se están llevando a cabo lo hacen bajo la denominación “*Social and Emotional Learning*” (SEL), y están mostrando resultados muy prometedores aunque han sido poco replicados y por lo tanto hay que valorarlos con mucha precaución.

En España también se han puesto en marcha distintos proyectos de alfabetización emocional. Algunos de ellos se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 2. Programas de educación emocional**

Programa	Autor	Año
Programa S.I.C.L.E.	Vallés(Vallés-Arándiga, 1999)	1999
Programa de Educación Emocional	Traveset (Traveser, 1999)	1999
Programa conócete a ti mismo	Güell y Muñoz (Güell, 2000)	2000
Programa para el desarrollo y mejora de la inteligencia emocional	Espejo, García-Salmones y Vicente (Espejo, 2000)	2000
Programa de educación emocional para educación secundaria obligatoria	Pascual y Cuadrado (Pascual, 2001)	2001
Programa de educación emocional	Segura y Arcas (Segura, 2003)	2003
Programa de educación emocional para educación infantil	López	2003
Programa “sentir y pensar” de inteligencia emocional	Ibarrola y Delfo (Ibarrola, 2003a, 2003b)	2003
Educación emocional. Programa para 3-6 años	López-Cassá (López-Cassá, 32003)	
Programa Educar las emociones de la infancia (de 0 a 6 años). Reflexiones y propuestas prácticas	López-Cassá (López-Cassá, 2001)	2011
Programa Ulises de autocontrol emocional	Comas, Moreno y Moreno (Comas, 2002)	2002
Programa construyendo salud	Luengo et al (Luengo, 2002)	2002
Emociónate. Programa de educación emocional	Soldevila, A (Soldevila, 2009)	2009

### 9.9. Importancia de formación inicial de los docentes

Las competencias básicas que tienen que desarrollar los docentes en la mayoría de los contextos europeos para la correcta adquisición de conocimientos de los alumnos están muy claras (Eurydice, 2002; OCDE, 2002; Rychen, 2001; Yoo, 2006). Sin embargo, a estas competencias básicas hay que añadirles las competencias emocionales que promueven el desarrollo personal y social de los alumnos y de las que los alumnos con necesidades educativas especiales pueden beneficiarse especialmente (Obiakor, 2001; Poedubicky, 2006). El Libro Blanco del título de Grado de Magisterio (A.A.V.V., 2000) muestra una relación de las competencias básicas que todo titulado en magisterio debería alcanzar, entre las que se encuentran: un buen desarrollo intelectual, moral, emocional y social y ser capaz de promoverlo en la diversidad de su alumnado, además de trabajar en toda la comunidad educativa, investigar en su realidad y gestionar adecuadamente los centros. Teniendo en cuenta este nuevo modelo educativo y atendiendo a las nuevas demandas de la sociedad actual, el rol tradicional del profesor como figura de transmisión de conocimientos tiene que ampliarse e incluir aptitudes de orientación en el proceso de aprendizaje y apoyo emocional. Es por ello, que los docentes demanden cada vez más que se les enseñe cómo desarrollar, no sólo la IE de los alumnos, sino también la suya propia.

Un estudio de meta-análisis de investigaciones realizadas por cerca de 300 investigaciones ha puesto de manifiesto que un buen desarrollo emocional de los docentes es imprescindible, no sólo por su propio bienestar personal, sino también para que puedan llevar a cabo su labor docente de forma efectiva (Sutton, 2003). La IE de los profesores afecta a los procesos de aprendizaje, a la salud mental y física, a la calidad de las relaciones sociales y al rendimiento académico y laboral (M. A. Brackett, Caruso, D.R., 2007). Ellos tienen que hacer un gran esfuerzo no sólo por controlar y regular sus propias emociones, sino también para identificar, e intentar modular en algunos casos, las de los alumnos, padres, compañeros... (Brotheridge, 2002). Tanto las emociones negativas como las positivas influyen en el procesamiento de la información. Mientras las emociones negativas interfieren en este proceso (Eysenck, 1992), las positivas aumentan la capacidad creativa para generar nuevas ideas (Frederickson, 2001) aumentando tanto el bienestar del docente como el de los alumnos (Birch, 1996) y facilitando el clima de clase para el aprendizaje (Sutton, 2003).

No hace mucho que se ha empezado a utilizar el término inglés “*burnout*” para definir la presencia de una respuesta prolongada de estrés en el organismo ante los factores estresantes emocionales e interpersonales que se presentan en el trabajo. Existen estudios en los que se ha estudiado el nivel de *burnout* de los profesores en los que se ha detectado que está directamente relacionado su IE (Mendes, 2003). Altos niveles de *burnout* tiene repercusiones negativas en el bienestar general del docente, esto puede repercutir negativamente en la calidad de la enseñanza tanto a nivel de los procesos de aprendizaje-enseñanza, y por lo tanto en el rendimiento académico de los alumnos. (Vanderberghe, 1999), como a nivel de las relaciones interpersonales profesor-alumno (Yoon, 2002).

En base a la importancia que se ha demostrado que tiene que los docentes gocen de una buena IE y que además sean capaces de desarrollarla en los alumnos, es imprescindible que reciban, desde el comienzo de su formación, enseñanzas en competencias emocionales. Además, la formación en inteligencia emocional debe ser una competencia transversal que se trate desde todos los puntos de vista y en todas las materias, para dotar así a los docentes de las herramientas necesarias para impartir una educación de calidad.

## 9.10. Bibliografía

- A.A.V.V. (2000). *Libro Blanco para el título de grado en magisterio*. Madrid: ANECA.
- Aguado, L. (2002). Procesos cognitivos y sistemas cerebrales de la emoción. *Revista de Neurología*, 34(12), 1161-1170.
- Bar-On, R. (1997a). *Bar-On emotional Quotient Inventory: technical manual*. Toronto: Multi-Health Systems.
- Bar-On, R. (1997b). *The emotional Quotient (EQ-i): A Test of Emotional Intelligence*. Toronto: Multi-Health Systems.
- Bar-On, R. (2000). Emotional and social intelligence: insights from the emotional quotient inventory. In R. Bar-On, Parker, J. D. A. (Ed.), *Handbook of Emotional Intelligence* (pp. 363-388). San Francisco: Jossey-Bass.
- Bard, P. (1928). A diencephalic mechanism for the expression of rage with special reference to the sympathetic nervous system. *American Journal of Physiology*, 84, 490-515.
- Bellamy, A., Gore, D., Sturgis, J. (2005). Examining the relevance of emotional intelligence within educational programs for the gifted and talented. *Electronic journal of research in educational psychology*, 3(2), 58-78.
- Belmonte, C. (2007). Emociones y cerebro. *Real academia de ciencias exactas, físicas y naturales*, 101(1), 58-68.
- Birch, S.H., Ladd, G.W. (1996). Interpersonal relationships in the school environment and children's early school adjustment: the role of teachers and peers. In K. W. J. Juvenon (Ed.), *Social motivation: Understanding children's school adjustment* (pp. 199-225). New York: Cambridge University Press.
- Bisquerra, R. (2006). Orientación psicopedagógica y educación emocional. *Estudios sobre educación*, 11, 9-25.
- Bonhert, A.M., Cmic, K.A. , Lim, K.G. (2003). Emotional competence and aggressive behaviour in School-age children. *Journal of abnormal child psychology*, 31(1), 79-91.

- Boyatzis, R., Goleman, D., Rhee, K. (2000). Clustering competence in emotional intelligence: Insights from the emotional competence inventory (ECI). In R. Bar-On, Parker, J.D.A. (Ed.), *Handbook of Emotional Intelligence* (pp. 343-362). San Francisco: Jossey-Bass.
- Brackett, M.A., Caruso, D.R. (2007). *Emotionally literacy for educators*: Cary.
- Brackett, M.A., Mayer, J.D., Warner, R.M. (2004). Emotional intelligence and the prediction of behaviour. *Personality and Individual Differences*, 36, 1387-1402.
- Brockert, S., Braun, G. (1997). *los test de la inteligencia emocional*. Barcelona: Robin Book.
- Brotheridge, C.M., Grandey, A.A. (2002). Emotional intelligence and burnout: comparing two perspectives of "people work". *Journal of vocational behaviour*, 60, 17-39.
- Cohen, N.J., Eichbaum, H. (1993). *Memory, amnesia and the hippocampla system*. Cambridge, Massachusetts: Breadford Books.
- Comas, R., Moreno, G., Moreno, J. (2002). *Programa Ulises: Aprendizaje y desarrollo del autocontrol emocional*. Madrid: Asociacion Deporte y Vida.
- Csikszentmihalyi, M. (1997). *Fluir (flow). Una psicología de la felicidad*. Barcelona: Kairós.
- Damasio, A.R.: (1997). Towards a neuropathology of emotion and mood. *Nature*, 386, 769-770.
- Davies, M., Stankov, L., Roberts, R.D. (1998). Emotional intelligence: in search of an elusive cosntruct. *Management Journal of Personality and Social Psychology*, 75, 989-1015.
- Delors, J. (1996). *La Educación encierra un tesoro. Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la Educación para el siglo XXI*. Madrid: Santillana-Unesco.
- Derryberry, D., Tucker, D.M. (1992). Neural mechanisms of emotion. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 60, 329-338.
- Dryfoos, J.G. (1997). The prevalence of problem behaviors: Implications for programs. In T. P. G. R.P. Weissberg, R.L., Hampton, B.A. Ryan, & G.R. Adams. (Ed.), *Hearthy children 2010: Enchancing children's wellnes*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Dulewicz, V., Higgs, M. (1998). Can emotional intelligence be measured and developed? *Leadership & Organizations Development Journal*, 20(5), 242-252.
- Espejo, E., García-Salmones, J., Vicente, F. (2000). *El programa para el desarrollo y mejora de la Inteligencia Emocional*. Madrid.
- Eurydice. (2002). *Las competencias clave: un concepto en expansión dentro de la educación general obligatoria*. Madrid: MEC.
- Extremera, N., Fernández-Berrocal, P. (2001). *¿Es la inteligencia emocional un adecuado predictor del rendimiento académico en estudiantes?* Paper presented at the III Jornadas de Innovación Pedagógica: Inteligencia Emocional. Una brújula para el sigle XXI.
- Extremera, N., Fernández-Berrocal, P. (2002). *Cuestionario MACEIT (Versión española 2.0) de Mayer, Salovey y Caruso*. Toronto, Canadá: Multi-Health System Publishers.
- Extremera, N., Fernández-Berrocal, P. (2003). La inteligencia emocional en el contexto educativo: Hallazgos científicos de sus efectos en el aula. *Revista de educación*, 332, 97-116.
- Eysenck, M.W., Calvo, M.G. (1992). Anxiety and performance: the processing efficiency theory. *Cognitive emotion*, 6(409-434).
- Fellner, A., Matthews, G., Funke, G.J., Emo, A.K., Pérez-González, J.C., Zeidner, M., Roberts, R. (2007). *The effects of emotional intelligence on visual search of emotional stimuli and emotion identification*. Paper presented at the Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 51st Annual Meeting, Santa Monica, CA, USA.
- Fernández-Berrocal, P., Extremera, N. (2004). *Desarrolla tu Inteligencia Emocional*. Barcelona: Kairós.
- Fernández-Berrocal, P., Extremera, N. (2005a). La inteligencia emcional y la educación de las emociones desde e Modelo de Mayer y Salovey. *Revista interuniversitaria de formación del profesorado*, 19, 63-93.
- Fernández-Berrocal, P., Extremera, N. (2005b). La inteligencia emocional y la educación de las emociones desde el Modelos de Mayer y Salovey. *Revista interuniversitaria de formación del profesorado*, 19(3), 63-93.
- Frederickson, L. (2001). The role of positive emotions in positive psychology: the broadening-and-build theory of positive emotions. *American Psychology*, 56(218-226).
- Gardner, H., Hatch, T. (1983a). *Frames of mind: the theory of multiple intelligences*. New York: Basic books.

- Gardner, H., Hatch, T. (1983b). *Frames of Mind: The theory of Multiple Intelligences*. New York: Basic Books.
- Gardner, H., Hatch, T. (1989). Multiple intelligence go to school. *Educational research*, 18(8).
- Geher, G. (2004). *Measuring Emotional Intelligence: Common Ground and Controversy*. Hauppauge, N.Y.: Nova Science Publishing.
- Gil-Olarte, P., Palomera, R., Brackett, M.A. (2006). Relating emotional intelligence to social competence and academic achievement among high school students. *Psicothema*, 18(supl), 118-123.
- Goleman, D. (1995). *Emotional Intelligence. Why it can matter more than IQ*. Nueva York: Bantam Books.
- Güell, M., Muñoz, J. (2000). *Desconócese a ti mismo, Programa de alfabetización emocional*. Barcelona: Paidós.
- Hecaen, H., Albert, M.-J. (1978). *Human neuropsychology*. New York: Wiley.
- Higgs, M., Rowland, D. (2002). Does it need emotional intelligence to lead change. *Journal of general Management*, 27, 62-76.
- Hopkins, M.M., Bilimoria, D. (2008). Social and emotional competencies predicting success for male and female executives. *Journal of management development*, 27(1), 13-35.
- Ibarrola, B., Delfo, E. (2003a). *Sentir y Pensar. Programa de Inteligencia emocional para niños de 3 a 6 años*. Madrid: SM.
- Ibarrola, B., Delfo, E. (2003b). *Sentir y Pensar. Programa de Inteligencia emocional para niños de 6 a 8 años*. Madrid: SM.
- Jordan, P., Ashkanasy, N., Hartel, C. (2002). Emotional intelligence as a moderator of emotional and behavioural reactions to job insecurity. *Academy of management Review*, 27, 361-371.
- Jurado, C. (2009). La inteligencia emocional en el aula. *Revista digital de innovación y experiencias educativas*.
- LeDoux, J. (1987). Emotion. In F. Plum (Ed.), *Handbook of physiology (section 1). The nervous system* (Vol. 5). Bethesda: American Physiological Society.
- LeDoux, J. (1989). Cognitive-emotional interactions in the brain. *Cognition and Emotion*, 3, 267-289.
- LeDoux, J. (1995). Emotion: clues from the brain. *Annual Review of Psychology*, 46(209-35).
- Levay, M. (2005). Neuropsicología de la emoción. Particularidades en la infancia. *Revista Argentina de Neuropsicología*, 5, 15-24.
- López-Cassá, E. (2001). *Educar las emociones en la infancia (de 0 a 6 años). Reflexiones y propuestas prácticas*. Madrid: Wolters Kluwer.
- López-Cassá, E. (2003). *Educación emocional. Programa para 3-6 años*. Barcelona: Praxis.
- Luengo, R., Gómez-Fraguela, J., Garra, A., Romero, E. (2002). *CONstruyendo salud: Promoción del desarrollo personal y social*. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- MacLean, P.D. (1985). Brain evolution relating to family, play and the separation call. *Archives of General Psychiatry*, 42, 405-417.
- Martin, D., Boeck, K. (1997). *¿Qué es la inteligencia emocional?* Madrid: Roca.
- Mayer, J.D., Salovey, P. (1997). What is emotional intelligence? In P. Salovey, Sluyter, D. (Ed.), *Emotional Development and Emotional Intelligence: implications for Educators* (pp. 3-31). New York: Basic Books.
- Mayer, J.D., Salovey, P., Caruso, D. (2000). Models of emotional intelligence. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of Intelligence (2nd ed)* (pp. 396-420). New York: Cambridge.
- Mayer, J.D., Salovey, P., Caruso, D. (2002). *Mayer-Salovey-Caruso Emotional Intelligence Test (MSCEIT) users manual*. Toronto, Canada: Multi-Health System Publishers.
- Mendes, E.J. (2003). The relationship between emotional intelligence and occupational burnout in secondary school teachers. *Dissertation abstracts*, 2003-95008-284.
- Mikolajczak, M., Luminet, O., Menil, C. (2006). Predicting resistance to stress: Incremental validity of trait emotional intelligence over alexithymia and optimism. *Psicothema*, 18, 79-88.
- Nikolaou, I., Tsaousis, I. (2002). Emotional intelligence and occupational stress. *The international Journal of Organizational Analysis*, 10(4), 327-342.
- O'Keefe, J., Nadel, L. (1978). *The hippocampus as cognitive map*. Oxford: Oxford University Press.
- Obiakor, F.E. (2001). Developing emotional intelligence in learners with behavioural problems: Refocusing special education. *Behavior Disorders*, 26(4), 321-331.

- OCDE. (2002). *Conocimientos y aptitudes para la vida. Primeros resultados del Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes (PISA) 2000 de la OCDE*. Mexico: Santillana.
- Parker, J.D., Hogan, M.J., Eastabrook, J.M. Oke, A., Wood, L.M. (2006). Emotional intelligence and student retention: Predicting the successful transmission from high school to university. *Personality & Individual Differences*, 41(7), 1329-1336.
- Pascual, V., Cuadrado, M. (2001). *Educación emocional. Programa de actividades para Educación Secundaria Obligatoria*. Barcelona: CissPraxis.
- Poedubicky, V.A., Truene, L., Sperlazza, J. (2006). Promoting Social and Emotional Intelligence for Students with special Needs. In J. Pellitieri, Stern, R., Shelton, C., Muller-Ackerman, B (Ed.), *Emotionally intelligent school counselling* (pp. 125-139). Mahwah, NJ: Laurence Erlbaum Associates Publishers.
- Prati, L., Douglas, C., Ferris, G., Ammeter, A., Buckley, M. (2003). Emotional intelligence, leadership effectiveness and team outcomes. *The international Journal of Organizational Analysis*, 11(1), 21-40.
- Qualter, P., Whiteley, H.E., Hutchinson, J.M., Pope, D.J. (2007). Supporting the development of emotional intelligence competencies to ease the transition from primary to high school. *Educational Psychology in Practice*, 23(1), 79-95.
- Repetto, E., Pena, M., Mudarra, M.J., Uribarri, M. (2007). Guidance in the area of socio-emotional competencies for secondary students in multicultural contexts. *Electronic journal of research in educational psychology*, 11(5), 159-178.
- Roberts, R., Zeidner, M., Matthews, G. (2001). Does emotional intelligence meet traditional standards for an intelligence? Some new data and conclusions. *Emotion*, 1, 196-231.
- Rolls, E.T. (1986). *Neural systems involved in emotion in primates* (R. Plutchik, Kellerman, H Ed. Vol. 3). New York: Academic Press.
- Rychen, D.S., Salganick, L.H. (2001). *Definir y seleccionar las competencias fundamentales para la vida*. Mexico: Fondo de Cultura Económica.
- Salovey, P., Grewal, D. (2005). The Science of emotional intelligence. *Currents Directions in Psychological Science*, 14, 281-285.
- Salovey, P., Mayer, J.D. (1990). Emotional intelligence. *Imagination, cognition and personality*, 9(3), 185-211.
- Salovey, P., Mayer, J.D., Goldman, S.L., Turvey, C., Palfai, T.P. (1995). Emotional attention, clarity, and repair: exploring emotional intelligence using the Trait Meta-Mood Scale. In J. W. Pennebaker (Ed.), *Emotion, Disclosure and Health* (pp. 125-154). Washington: American Psychological Association.
- Schutte, N.S., Malouff, J.M., Hall, L.E., Haggerty, D.J., Cooper, J.T., Golden, J.J. Dornheim, L. (1998). Development and validation of a measure of emotional intelligence. *Personality and Individual Differences*, 25(2), 167-177.
- Segura, M., Arcas, M. (2003). *Educación emocional y los sentimientos: Introducción práctica al complejo mundo de los sentimientos*. Madrid: NARCEA S.A. Ediciones.
- Sells, C.W., & Blum, W.R. (1996). Current trends in adolescent health. In W. B. H. R.J. DiClemente, & L.E. Ponton (Ed.), *Handbook of adolescent health risk behavior* (pp. 5-34). Nueva York: Plenum Press.
- Snell, Richard S. (2010). *Neuroanatomía clínica de Snell* (septima ed.). Barcelona: Wolters Kluwer.
- Soldevila, A. (2009). *Emocionate. Programa de educación emocional*. Madrid: Pirámide.
- Sutton, R.E., Wheatley, K.F. (2003). Teacher's emotions and teaching. A review of the literature and directions for future research. *Educational Psychology*, 15(4), 327-358.
- Thorndike, E.L. (1920). Intelligence and its uses. *Harper's magazine*, 140, 227-235.
- Traveser, M. (1999). Educación emocional: estrategias de intervención. *Aula de innovación educativa*, 89, 15-20.
- Trinidad, D.R., Johnson, C.A. (2002). The association between emotional intelligence and early adolescent tobacco and alcohol use. *Personality and Individual Differences*, 32, 95-105.
- Trujillo-Flores, M.M., Rivas, L. (2005). Orígenes, evolución y modelos de inteligencia emocional. *Revista de ciencias administrativas y sociales*.
- Turner, R., Lloyd-Walker, B. (2008). Emotional intelligence (EI) capabilities training: can it develop EI in project teams? *International Journal of Managing projects in business*, 1(4), 512-534.

- Ulutas, I., Ömeroglu, E. (2007). The effects of an emotional intelligence education program on the emotional intelligence of children. *Social Behavior and Personality*, 35(10), 1365.
- Vallés-Arándiga, A. (1999). *SICLE. Siendo inteligente con las emociones*. Valencia: Promolibro.
- Vanderberghe, J., Huberman, A.M. (1999). *Understanding and preventing teacher burnout: A source-book of international research and practice*. Cambridge, UK: Cambridge university press.
- Vygotsky, L. (1978). *Mind in society*. Cambridge: Harvard University Press.
- Walker, Z., y Townsend, J. (1998). School and community competence-enhancement and prevention programs. In I. E. S. K. A. Renninger (Ed.), *Handbook of child psychology* (5th ed., Vol. 4, pp. 877-954). Nueva York: John Wiley & Sons.
- Weisinger, H. (1998). *Emotional Intelligence at work*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Yoo, S.H., Matsumoto, D., LeRoux, J.A. (2006). The influence of emotion recognition and emotion regulation on intercultural adjustment. *International Journal of Intercultural Relations*, 30(3), 345-363.
- Yoon, J.S. (2002). Teacher characteristics as predictors of teacher-student relationships: stress, negative affect and self-efficacy. *Social Behaviour and Personality: An International Journal*, 30(5), 485-493.

# Importancia de la valoración de la creatividad desde las bases neuropsicológicas

Verónica López Fernández

## **10.1. Concepto de creatividad y bases neuropsicológicas implicadas en el proceso**

En este capítulo se pretende mostrar la importancia de la creatividad en la educación, en tanto que ésta nos permite encontrar nuevas soluciones a problemas individuales, descubrir algo nuevo, pensar de manera diferente a lo preestablecido o de manera no convencional (Gonen-Yaacovi et al., 2013). Y no cabe duda que estos aprendizajes, son relevantes en sociedades complejas como en la que vivimos, ya que posibilitan que nos vayamos adaptando a los cambios, por lo que se puede afirmar que la creatividad es esencial para el progreso humano. Además, en este capítulo, se pretende evidenciar la base neuropsicológica que subyace a la creatividad y cómo ésta ha de ser tenida en consideración a la hora de evaluar los procesos creativos en las personas, centrándonos en la creatividad desde una perspectiva neuropsicológica.

Para lograr los objetivos mencionados, en primer lugar hemos de establecer lo que entendemos por creatividad. Sin duda, existen muchas definiciones de creatividad (Penagos y Aluni, 2000), y esto se debe en gran medida, a que: 1) hablamos de un constructo complejo y dinámico, y 2) se ha estudiado desde diferentes perspectivas, a saber: las características de las personas, el producto final, el proceso creativo y el contexto. Las definiciones en torno a la creatividad, en los últimos años tienen a ser cada vez más integradoras y a tener en cuenta los enfoques de estudio comentados, ya que en palabras de uno de los estudiosos más importantes de la creatividad, los diferentes enfoques más que opuestos han de considerarse complementarios y convergentes (Sternberg, 1996). En base a lo dicho, podríamos decir que la creatividad es la “capacidad que poseen las personas para producir ideas originales y, a partir de estas, originar materiales nuevos, tomando siempre como referente el contexto social en el que ocurren-“ (Rodríguez-Muñoz, 2011, p.46). En esta línea, la creatividad sería la interacción de multitud de aptitudes, procesos y ambiente, por el cual se crea un producto perceptible de manera individual o grupal (Plucker, Beghetto y Dow (2004) que es útil y novedoso dentro

de un contexto social (Runco y Jaeger, 2012). Además, otra acepción importante alude a entender la creatividad como la capacidad de resolver problemas de todo tipo (Vecina, 2006). De hecho, la mayoría de las definiciones de creatividad la describen como proceso de solución de problemas o se basan en el pensamiento divergente (nomenclatura empleado por Guilford respecto a la creatividad) como una de las formas de evaluar dicho constructo. Una distinción que debe hacerse en este punto es que la creatividad y el pensamiento divergente de Guilford (1950) no son exactamente lo mismo para algunos autores (Baer, 2011). Así, por una parte, la creatividad implica sensibilidad a los problemas, habilidades redefinidas, reinterpretaciones y fijar la libertad funcional en el impulso de soluciones únicas (Kim, 2006). En palabras de Torrance (1966) la creatividad supondría la capacidad para identificar dificultades, buscar soluciones, hacer preguntas y formular hipótesis que puedan dar respuestas a esos interrogantes, poner a prueba las mismas y, probablemente, modificarlas para, finalmente, comunicar los resultados encontrados. Por otro, el pensamiento divergente es una forma de entender la creatividad en un sentido más restringido, en el que la atención se centra en las producciones fruto de esos interrogantes. Estas producciones o productos podrían ser agrupada en cuatro categorías: fluidez, flexibilidad, originalidad y elaboración, que reflejarían el pensamiento divergente. Esto es, el pensamiento divergente sería un componente central de la habilidad creativa general, pero no abarcaría todo el constructo creativo, algo que no ha impedido que el pensamiento divergente sea la forma más empleada para evaluar la creatividad.

Dejando momentáneamente de lado los matices más específicos dentro del campo de la creatividad, reflejando la complejidad de la creatividad, pero necesarios para comprender este capítulo, trataremos a continuación de abordar el estudio de la creatividad desde la base neuropsicológica. Al respecto cabe afirmar que la creatividad involucra la integración de diversas estructuras cerebrales (Chávez, Graff-Guerrero, García-Reyna, Vaugier y Cruz-Fuentes, 2004) que, además, pueden estudiarse de manera experimental (Gonen-Yaacovi et al. 2013) y que iremos desgranando poco a poco en este capítulo. De esta forma, hablaríamos de que existe una distribución significativa de actividad por todo el cerebro (Bowden et al., 2005) que implica gran flujo de información entre diferentes áreas cerebrales (Rodríguez-Muñoz, 2011). Por tanto, no debemos centrarnos en un único punto de vista estructural, sino, sobre todo funcional. Esto es, las funciones cognitivas no están localizadas en un área cerebral específica, sino que se basan en el funcionamiento de complejos sistemas funcionales entre estructuras (Lee, Harrison y Mechelli, 2003).

A continuación vamos a comenzar a reflejar la evidencia científica de diferentes estructuras cerebrales y funcionales en el proceso creativo de manera general. Así, los lóbulos cerebrales parecen estar implicados de modo general en diversas tareas creativas (estructuras situadas en estructuras **frontales, parietales, temporales y occipitales**), y de manera específica diferentes zonas concretas y específicas pueden estar especializadas en diferentes tipos de procesos que dependerían del tipo de estímulo a procesar y responder (Gonen-Yaacovi et al. 2013). Esto sugeriría una implicación distribuida que dependería del tipo de tarea a realizar (por ejemplo, si son tareas de asociación remota o de posibles usos, si son estímulos verbales o visuales,...).

En primer lugar, si nos centramos en los **lóbulos frontales**, Carlsson, Wendt y Risberg (2000) encontraron que en las personas con mayor creatividad existía un incremento en el flujo cerebral de ambos lóbulos frontales a diferencia del grupo de menor creatividad. Más concreta y específicamente dentro de los lóbulos frontales, la **corteza prefrontal** es una de esas estructuras fuertemente implicadas en la creatividad (Wei et al., 2014). Es importante reseñar que dicha estructura es una de las áreas más altamente interconectadas con otras regiones del córtex humano (Bausela, 2007). Algunos autores han explicitado muestras de estas interrelaciones con los lóbulos parietales, temporales, y regiones subcorticales como el sistema límbico, ganglios basales, núcleos de la base y cerebelo (Jódar-Vicente, 2004), dejando patente la importancia funcional de esta estructura a la hora de conectar con otras áreas tanto corticales como subcorticales (Capilla et al. 2004). Justificada la importancia de la corteza prefrontal, hay autores que no destacan subregiones determinadas y específicas (Dietrich y Kanso, 2010), y en cambio otros sí destacan zonas concretas (Gonen-Yaacovi et al., 2013; Beaty et al., 2014). Respecto al segundo caso, se realizó una revisión científica que analizó 34 estudios experimentales sobre la creatividad y el funcionamiento cerebral con un total de 622 participantes. Los resultados mostraron que algunas subregiones del córtex prefrontal tienen un papel importante en la creatividad como serían la **corteza prefrontal supe-**

**rior, corteza prefrontal inferior, la medial y la lateral caudal y rostral** (Gonen-Yaacovi et al., 2013) y **dorsolateral** (Oliveiro, 2008).

En segundo lugar, otra región cerebral implicada comúnmente en la creatividad es la **corteza parietal**. En esta línea, Chávez et al. (2004) realizaron un estudio en el que observaron activación en el **lóbulo parietal inferior derecho** (AB 40) en tareas de creatividad y, además, dado que esta estructura se ha relacionado con el procesamiento multimodal, es importante resaltar que esta característica primordial de función integradora multimodal se ha relacionado la memoria semántica (Binder, Desai, Graves y Conant, 2009). En la misma línea, Gonen-Yaacovi et al. (2013) recalcan la importancia de **la corteza parietal inferior y posterior** en la creatividad. Como veremos en el siguiente apartado, la memoria es un proceso nada desdeñable en el proceso creativo y la integración multimodal que posibilita el lóbulo temporal es fundamental.

En tercer lugar, otra de las estructuras con un relevante papel en la creatividad, según diferentes autores es el **lóbulo temporal**. De hecho, el córtex temporal lateral ha sido asociado con la activación de conceptos semánticos y su integración en otros significados (Price, 2010). También Gonen-Yaacovi et al. (2013) enfatizan la importancia de las **cortezas temporales lateral posterior y anterior** en el acto creativo. Wei, Yang, Li, Wang, Zhang y Qiu (2014) muestran también la importancia de la **circunvolución temporal medial** (observada con resonancia magnética) analizando la conectividad funcional del cerebro en estado de reposo que se correlacionó positivamente con la creatividad. Ramachandran (2004) alude a la **circunvolución angular** y Kounios y Jung-Beeman (citados en Mallgrave, 2010, p.171) a la importancia del **lóbulo temporal izquierdo (área de Wernicke)**.

En cuarto lugar, no es desdeñable la relevancia de la **corteza occipital** en el proceso creativo. En concreto, Gonen-Yaacovi et al. (2013) apuntan al **córtex occipital bilateral**.

Comentábamos antes que las estructuras cerebrales relacionadas con la creatividad no han de entenderse de manera aislada, sino que el funcionamiento asociado a la creatividad deben entenderse desde la conectividad entre estructuras. Así pues, tras abordar las principales estructuras asociadas a la creatividad, nos centraremos ahora en los aspectos más funcionales.

### ***Relevancia de las conexiones temporo-parieto-occipitales y frontales***

Cuando se habla de la generación de ideas creativas Flaherty (2005) afirma que las conexiones entre los lóbulos frontales y los lóbulos temporales son más importantes que las interacciones que mantienen el hemisferio izquierdo y el derecho en el cerebro. Además, Arieti (1976) estableció que la creatividad se asocia especialmente con el **funcionamiento de la corteza temporo-occipito-parietal (TOP) y con la corteza prefrontal (CPF)**. En esta misma línea Heilman, et al. (2003) y Ramachandran (2004) afirman que estas fuertes conexiones de los lóbulos frontales con las regiones polimodales y supramodales de los lóbulos temporales y parietales son importantes en la creatividad, ya que podrían inhibir o activar estructuras del neocórtex posterior de manera selectiva y por ello ser importantes para el desarrollo de soluciones alternativas. Por lo tanto, estas soluciones creativas requerirían la coactivación y la comunicación entre regiones del cerebro que normalmente no están fuertemente conectadas (Heilman et al, 2003).

Gonen-Yaacovi et al. (2013) apuntan concretamente la relevancia de la **conexión parieto-occipital y la red por defecto**, ya que se relacionan con la creatividad. La red neuronal por defecto hace referencia al estado en el que se encuentra el cerebro cuando no realiza tareas o está en un periodo de reposo entre tareas, esto es, cuando la red neuronal orientada a la tarea no se encuentra activa en la ejecución de una tarea concreta. En palabras de Pérez, de León y Luque. (2015) esta red “gestiona la relación con el entorno, la búsqueda de refuerzo, las metas”,... (p.58). La red neural por defecto incluye el córtex prefrontal medial, el córtex cingulado posterior y el precúneo, así como los lóbulos parietales inferiores (Fox et al., 2005) Diversas investigaciones muestran que el pensamiento divergente está relacionado con la activación funcional de la red neuronal por defecto (Beatty et al., 2014). En esta misma línea se hallan las investigaciones de Takeuchi et al. (2012) ya que encontraron una fuerte conectividad incrementada entre la corteza prefrontal medial y la corteza cingulada posterior en relación al rendimiento en tareas de pensamiento divergente. Estos estudios fueron confirmados en el meta-análisis llevado a cabo por Gonen-Yaacovi et al. (2013).

Para mostrar la importancia de estas conexiones, Beaty et al., (2014) realizaron un estudio usando resonancia magnética funcional y revelaron que en las personas con mayor creatividad y producción de ideas originales, existía mayor conectividad entre el córtex parietal bilateral, la corteza prefrontal dorsolateral izquierda, el giro frontal inferior izquierdo y la red neural por defecto. En la Figura 1 se aprecia una representación de las complejas conexiones del cerebro humano.

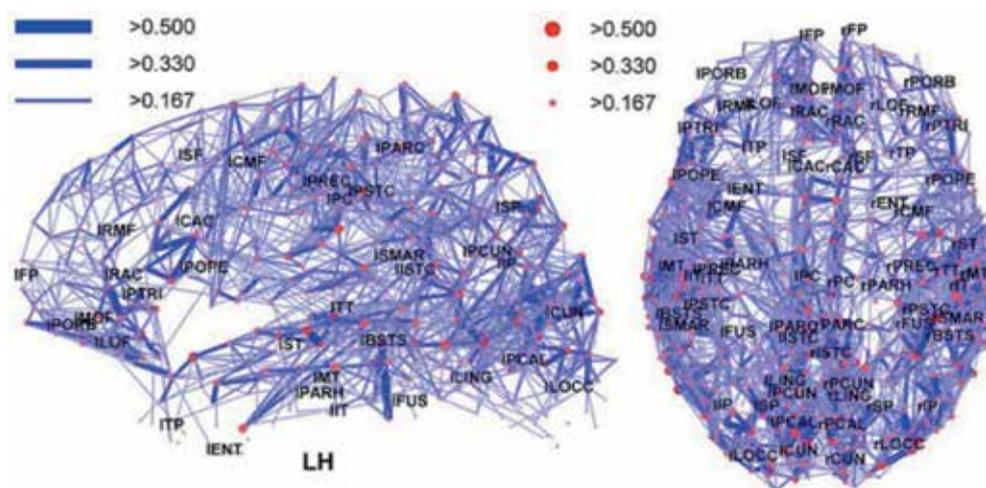


Figura 1. Representación de la red de conectividad del cerebro humano.

Fuente: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Network\\_representation\\_of\\_brain\\_connectivity.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Network_representation_of_brain_connectivity.JPG)

### ***Otras estructuras cerebrales asociadas a la creatividad.***

Al margen de los lóbulos propiamente dichos y sus conexiones, existen otras estructuras que se han relacionado con la creatividad. Así, se ha demostrado la activación en estudios empíricos con diferentes tareas de creatividad de las siguientes estructuras: ínsula y formación reticular (Arieti, 1976) **cerebelo**, en general y específicamente **el cerebelo ipsilateral** (Rendón, 2009); **tálamo, precuneus y corteza cingulada anterior** (Rendón, 2009; Kounios y Jung-Beeman -citados en Mallgrave, 2010; Gonen-Yaacovi et al. 2013), **sistema límbico** (Rodríguez-Muñoz, 2011; Flaherty, 2005); **hipocampo** (Rendón, 2009; Rubin, Watson, Duff y Cohen, 2014); así como **el córtex premotor dorsal bilateral**, el **córtex premotor ventral**, el área **premotora suplementaria** y el **surco intraparietal contralateral** (Rendón, 2009).

### ***Creatividad: localización hemisférica***

Otro aspecto fundamental relacionado con las bases neuropsicológicas de la creatividad hace referencia a la localización hemisférica de la misma. Algunos autores afirman que aunque los dos hemisferios participan en la creatividad, varía el grado en que participan, mostrando el hemisferio derecho como el hemisferio que está más relacionado con el pensamiento creativo (como Rendón, 2009). Otros autores, sin embargo, postulan que teniendo en cuenta el índice de creatividad la distribución cerebral se halla en muchas áreas (involucradas en funciones cognitivas complejas y procesamiento de emociones) de los dos hemisferios, por lo que defienden que el procesamiento central del proceso creativo se realiza en un sistema muy distribuido en el cerebro (Chávez, et al. 2004) en ambos hemisferios. En esta línea, Kenett, Anaki y Faust (2015) proponen una nueva hipótesis neurocognitiva sobre el proceso creativo, esto es que ante un estímulo el hemisferio especializado es el responsable de su procesamiento (visual, hemisferio derecho y verbal, hemisferio izquierdo), pero cuando no es común o usual el hemisferio especializado no puede procesar con éxito el estímulo especializado por sí

mismo y entonces recluta al hemisferio no especializado. Otros ejemplos de autores que defienden la participación de los dos hemisferios en función de distintos factores, se ejemplifica en un estudio de Aziz-Zadeh, Liew y Dandekar (2013) en el que se llegó a la conclusión de que el hemisferio izquierdo interviene más en la tarea creativa en sí, pero en el control de la misma el papel predominante sería para el hemisferio derecho. Gonen-Yaacovi et al. (2013) encuentran distribución aparentemente con predominancia izquierda con tareas de diferente dominio, y esto no apoyaría la dominancia total del derecho para la creatividad como se creía. Esto según estos autores es una evidencia de ambos hemisferios están involucrados en el pensamiento creativo, y es posible que el derecho esté especializado en un procesamiento específico. También Mihov, Denzler y Förster (2010) realizaron una revisión y no encontraron predominio hemisférico derecho.

En la Figura 2 se muestra un resumen de las principales teorías y sus conclusiones a este respecto.

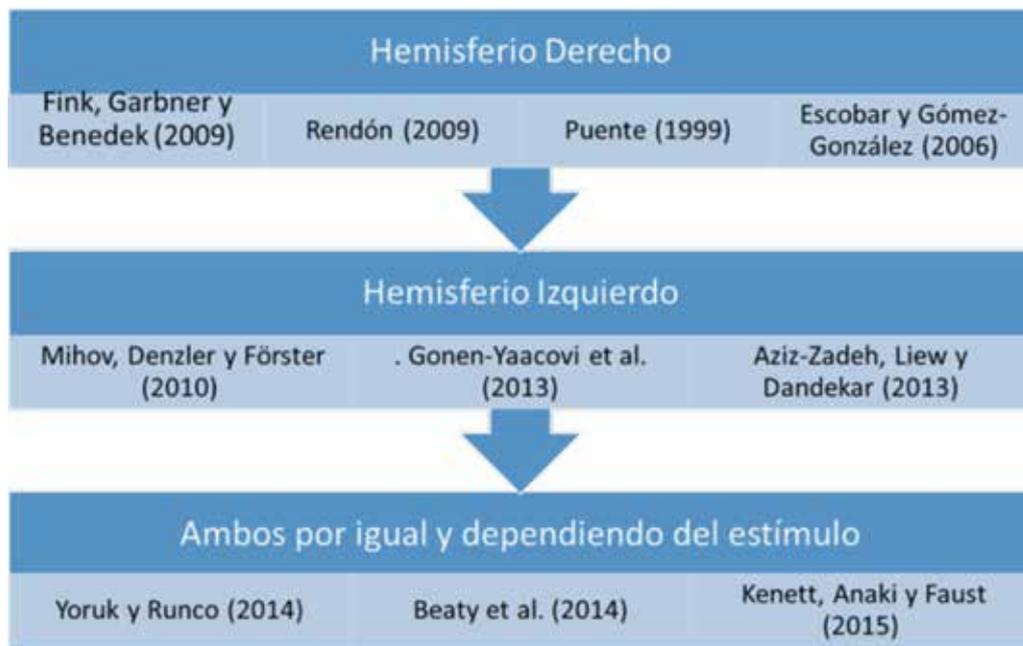


Figura 2. Síntesis de algunos de los principales estudios sobre creatividad y localización hemisférica cerebral.

En definitiva, es importante señalar que aparte del papel predominante que poseen las funciones cognitivas y sus constructos neuropsicológicos subyacentes, no debe olvidarse que la creatividad está ligada a ciertas actitudes afectivo-motivacionales que deben tenerse en cuenta (Rendón, 2003). Esto es, la creatividad se nutre de “funciones ejecutivas y no ejecutivas, y de otros procesos cognitivos incluyendo el desarrollo cognitivo, la adquisición y mejora de habilidades, la teoría de la mente, y las emociones” (Rendón, 2009, p.129).

En base a todo ello, es fundamental que se entienda la creatividad tomando como referencia el conjunto de componentes y dimensiones que la conforman, para que el constructo pueda entenderse con el mayor rigor científico. Este aspecto es importante por las importantes repercusiones y ventajas que pueden obtenerse de su comprensión. Una de esas aplicaciones abarcaría el campo educativo, sin lugar a dudas, dada la relación que parece existir entre la variable creatividad y el rendimiento académico (Bolandifara y Noordinb, 2013) o entre el fomento de la creatividad a través de la curiosidad que se desprende y el aprendizaje. De hecho, se ha demostrado que el aprendizaje y la curiosidad son unos aliados excelentes, y que a nivel cerebral, esta sinergia está modulada por el circuito dopaminérgico, concretamente, el núcleo accumbens bilateral, el área tegmental ventral bilateral/sustancia negra y el hipocampo (sustancia de especial relevancia en el aprendizaje). Por todo ello, resulta de especial interés trabajar la creatividad en el aula por sus repercusiones en el rendimiento académico del alumnado y en su aprendizaje (Gruber, Gelman y Ranganath, 2014).

## 10.2. Importancia de la valoración de la creatividad desde la base neuropsicológica a lo largo de cada fase del proceso

Como se mencionó anteriormente, se establece que el proceso creativo cuenta con una serie de fases. A continuación, se abordará cada una de ellas desde su base neuropsicológica en aras a resaltar la importancia de evaluar las múltiples funciones que participan en la creatividad.

De esta manera, algunos autores sugieren que la creatividad consta de cuatro fases diferenciadas, a saber: preparación, incubación, iluminación y verificación (Helmholtz, 1826; Wallas, 1926, en Heilman et al., 2003) (véase Figura 3).



Figura 3. Las fases del proceso creativo según algunos autores.

### 10.2.1. Preparación. Captación de la información por parte de los sentidos

En esta primera fase se da una sensibilización con el objetivo de captar información por parte de los sentidos. En ésta el sujeto se familiariza y acumula información sobre un determinado problema. Por ello, es preciso hacer alusión a que los diferentes órganos de los sentidos reciben información del exterior (en otras ocasiones los estímulos pueden proceder del propio interior del individuo- pensamientos, imaginación, esto es, la representación de información adquirida- Rendón, 2009). De esta manera, el punto inicial para transformar los estímulos captados en construcciones cada vez más elevadas es la recepción de dicha información (Heily et al., 2003; Chávez et al., 2004; Dulamea, 2013). Algunos investigadores señalan además que estas áreas relacionadas con la sensación, como la visión y audición, no sólo son importantes en una primera fase, sino además necesarias al final, a la hora de plasmar el producto creativo (Kenett, Anaki y Faust, 2015).

Dado que la cantidad de estímulos puede ser inabundante, una de las funciones cognitivas a tener en cuenta en esta fase es la **atención selectiva** (Rendón, 2009; Kim, 2006). De esta manera, la **sensación, la percepción y la atención** serían funciones importantes a tener en cuenta a la hora de estudiar e investigar la creatividad. Siguiendo el modelo de Luria (1973), la información llega a las áreas sensoriales primarias implicadas en la sensación, de ahí pasa a las áreas unimodales relacionadas con la percepción (representación de un objeto como una entidad única), y de ahí a las áreas transmodales implicadas en el reconocimiento del objeto. Tras este proceso, estas áreas proyectan la información a las estructuras frontales, límbicas y paralímbicas para un procesamiento completo (Rendón, 2009). Posteriormente, la corteza prefrontal interactúa con las estructuras del lóbulo temporal de la vía ventral para centrar la atención en las características particulares del estímulo. De nuevo cabe destacar que una de las funciones de la corteza prefrontal es la de focalizar la atención,

lo cual requiere la capacidad de suprimir estímulos que en ese momento puedan resultar secundarios (Rendón, 2009). Todo este proceso básico permite la entrada de la información al cerebro y permitiría en esta primera fase del proceso creativo, obtener la máxima información posible que pueda ser empleada para resolver un problema.

Un ejemplo de estudio que ejemplifica la importancia de esta fase, viene de la mano de Lin, Hsu, Chen y Chang (2013). Estos autores controlaron el rendimiento de los individuos en pruebas de inteligencia y de personalidad, y encontraron que la solución de problemas propios de la creatividad podía predecirse mediante la orientación a la sensibilidad o sensibilización. También, Grant y Spivey (2003) partiendo de la base de que el entorno visual, la atención y las operaciones mentales son interactivas y están relacionadas, llevaron a cabo un estudio en el que procedieron a la grabación de movimiento del ojo, como medida para la exploración de los procesos involucrados en resolver problemas. En concreto, encontraron que las fijaciones, la duración de la mirada, y los movimientos sacádicos hacia los objetivos de la tarea, son parámetros de movimiento de los ojos que se muestran eficaces en el aumento de nuestra comprensión de los procesos cognitivos de aspectos como la memoria de trabajo y la resolución de problemas. También encontraron que la interacción entre la capacidad de atención, los movimientos oculares y la memoria de trabajo interactiva influyen en la pericia de la resolución de problemas. Los investigadores mostraron que los movimientos sacádicos reflejan cambios atencionales durante las tareas de solución de problemas y que la atención y las operaciones mentales son interactivas. Estos hallazgos coincidían con los encontrados por Hafd y Clark (2002).

Por lo tanto, no cabe duda de que sería relevante cuando se evalúa la creatividad, evaluar sensación, percepción y atención.

### **10.2.2. Incubación: la importancia de la memoria y la Red por Defecto en el proceso creativo**

Según Wallas (1926), cuya clasificación permanece vigente en la actualidad por el influjo mantenido en las teorías cognitivas de la creatividad actuales (Sastre-Riba y Pascual-Sufrate, 2013) en esta segunda fase del proceso creativo, el creador parece desentenderse del problema de una manera consciente, aunque inconscientemente siga ocupándose de él y avanzando en la búsqueda de la solución. Esto es, el cerebro busca información de manera inconsciente. Según Chávez et al. (2004) la información se recibe, procesa e identifica a través de diferentes procesos mentales que posibilitan transformar los estímulos en elaboraciones cada más complejas a través **de asociación, anticipación, abstracción y actividades simbólicas** (Chávez y et al., 2004). Esos procesos mentales que nos van a permitir alcanzar mayor elaboración de la información requiere que ésta se seleccione, almacene, clasifique, etc., requiriendo funciones cognitivas como la memoria y estructuras como el hipocampo. En este sentido, Rendón (2009) señala que la creatividad emplea la representación de información que se adquiere a través de los sentidos utilizando datos almacenados y combinando de manera selectiva trozos de información. En esta misma línea, Martínez-Salanova (2003) argumenta que la memoria es un aspecto importante para incrementar el bagaje cognoscitivo y establecer nuevas relaciones que llevan a diferentes formas de pensamiento. No obstante, los procesos de memoria implicados en la capacidad creativa no sólo aluden a la memoria a largo plazo, sino que también requieren la participación de la memoria de trabajo, ya que es ésta la que permite mantener, operar y manipular la información de manera activa durante periodos limitados. Según Drubach, Benarroch y Mateen (2007) si ocurre una lesión del cerebro que afecta a la memoria, la capacidad de crear también puede verse alterada.

Respecto a la **memoria a largo plazo**, en este punto es importante reseñar que en la actualidad se divide a dicha memoria en dos grandes esferas principales: la memoria declarativa y la no declarativa (Carrillo-Mora, 2010). Dentro de la memoria declarativa se habla de memoria semántica cuando nos referimos a la información almacenada sobre las características y atributos que definen los conceptos (Carrillo-Mora, 2010). Pues bien, Weisberg (1999) examinó la relación entre el conocimiento (memoria semántica) y la creatividad y llegó a la conclusión básica de que conocimiento específico de dominio es un requisito previo para la creatividad. El papel que tiene el córtex temporal en este tipo de memoria ha sido demostrado por estudios experimentales y clínicos (Carrillo-Mora, 2010).

Enfatizando el papel de la **memoria de trabajo**, algunos autores muestran evidencias de los beneficios de capacidad de la memoria de trabajo en la solución de problemas, ya que permite a la persona mantener la atención centrada en la tarea y evita errores indeseables (De Dreu, Nijstad, Baas, Wolsink, y Roskes, 2012). En esta misma línea, Beaty et al. (2014) afirman que esta inhibición de información de tareas irrelevantes se logra con la ejecución de los procesos de búsqueda complejas que permiten la selección de ideas entre un gran conjunto alternativas que compiten. Todo esto se logra con el incremento de la conectividad funcional entre las regiones de la corteza prefrontal y la **red por defecto** (default mode network). Este aumento de la conectividad funcional entre dichas regiones, se puede corresponder con una mayor capacidad de los individuos creativos para dirigir su imaginación (Beaty et al., 2014). Otros autores también señalan la relevancia de las funciones prefrontales (tales como la flexibilidad, la fluidez, la planificación o la memoria de trabajo) en la creatividad (Carlsson et al., 2000; Zeki, 2001). Por tanto, evaluar la memoria es fundamental para conocer el proceso neuropsicológico de la creatividad en esta fase.

### **10.2.3. *Insight, iluminación, eureka o momento ajá. Importancia de las funciones Ejecutivas y la Memoria***

Esta fase del proceso creativo, se caracteriza porque la solución parece surgir de manera repentina, esto es, el problema creativo a resolver se presenta de manera reestructurada para el sujeto, lo que permite al individuo conocer, de manera nítida, como solucionar el problema. Esta reconstrucción del problema y repentina aparición de la solución ocurren después de búsquedas sistemáticas para soluciones que han fracasado (Yeh, Tsai, Hsu y Lin, 2014). Para que se llegue a este ¡eureka! o ¡ajá! se requieren asociaciones, combinaciones de imágenes, palabras, relación de la información disponible en el cerebro.

Según algunos autores como Dietrich y Kanso (2010) en esta fase serían de gran relevancia estructuras cerebrales relacionadas con procesos mnésicos. A esta conclusión llegaron tras analizar once estudios neurofisiológicos de neuroimagen que empleaban tareas de asociación remotas, centrándose en que estas tareas requieren procesos asociativos o combinatorios que permiten una solución. En estos procesos asociativos, es fundamental el papel de la **memoria**. La capacidad de la memoria de trabajo se considera un requisito previo para la flexibilidad cognitiva, la planificación estratégica, y la velocidad con que la información se transfiere a la memoria a largo plazo (Baddeley, 2000, Cowan, 2010). En esa misma premisa, Ramachandran (2004) argumenta que la creatividad es el resultado de la **hiperconectividad**. Es decir, los conceptos están representados a través de mapas mentales y por medio de una adicional conectividad, se logran más asociaciones de manera fluida y sin esfuerzo. Este autor afirma que las personas más creativas estarían más hiperconectadas y lograrían más asociaciones que la gente común. Ramachandran (2004) alude a la relevancia de las **conexiones temporo-parietal-occipitales**.

Kounios y Jung-Beeman (citados en Mallgrave, 2010, p.171) llevaron a cabo un estudio en 2006 con dos experimentos cuyos resultados sugieren que hay dos estructuras cerebrales muy relacionadas con el momento ¡ajá!, y estas se relacionan con poderes ejecutivos de los centros del cerebro (regiones asociadas con el control cognitivo según Beaty et al., 2014), centrando la atención al suprimir pensamientos irrelevantes o actividades perceptivas secundarias, comenzando así un proceso de lucha de tipo semántico, que a veces lo resuelve sin estridencias, pero otras veces lucha y llega a un callejón sin salida. El “¡eureka!” llega un momento en el impasse se rompe de repente ese conflicto gracias a estas estructuras relacionadas con la cognición espontánea (Beaty et al., 2014).

Estas sugerencias están en consonancia con investigaciones que enfatizan las asociaciones cerebrales en esta fase, ya que teniendo en cuenta que el conocimiento especializado se almacena en porciones específicas de los lóbulos temporal y parietal (Heilman et al. 2003) y los estudios de EEG realizados por Heilman permiten argumentar que en la contribución del proceso creativo son reclutados de áreas cerebrales distribuidas espacialmente. Estas asociaciones se harían de manera inconsciente hasta llegar al momento iluminador. Investigadores como Dehane (1997) afirman que en sus momentos más creativos, los genios matemáticos, no hacen razonamientos voluntariamente, ni piensan en palabras, ni realizan largas listas de cálculos formales.

Por lo tanto, el papel de la memoria y las funciones ejecutivas de control cognitivo en esta fase son fundamentales para lograr la cognición espontánea necesaria en esta fase de iluminación.

**10.2.4. Verificación. Importancia de las Funciones Ejecutivas y otras funciones para alcanzar el objetivo y plasmar la obra**

En esta fase del proceso creativo no sólo se comprueba que la solución es válida, sino que, también se perfecciona. Para ejecutar dicha solución se requiere la participación de diversas funciones neuropsicológicas. Según Arieti (citado por Rendón, 2009) nuevamente es reseñable la participación de **las áreas motoras, visuales y auditivas y de los centros del lenguaje** para que la persona creativa plasme su obra. Esto supone que las conexiones vuelven a las fuentes primarias tras transformaciones complejas e impredecibles. Otras estructuras relevantes en esta fase harían alusión a las **funciones ejecutivas**. Ya que implican procesos necesarios en esta fase tales como la formulación de metas, la inatención para la actuación, la selección de respuesta, la programación y, por último, el inicio de la acción (Jahanshani y Frith, 1998). Precisamente en este inicio de la acción es donde los mecanismos ejecutivos de supervisión controlan todos los procesos motores no rutinarios.

Algunas teorías se basan en la participación de los procesos ejecutivos en el pensamiento creativo en esta fase en la que se verifica si la respuesta es o no válida para solucionar el problema creativo planteado. Entre estos procesos, es fundamental la inhibición de respuestas obvias en las características típicamente creativas como fluidez, flexibilidad u originalidad (Gonen-Yaacovi et al., 2013) tratando de generar de manera constante la novedad (Oliveiro, 2008) a través de un mecanismo computacional que convierte la novedad en conductas creativas explícitas. Por lo tanto, se torna relevante evaluar las funciones ejecutivas que subyacen en esta fase del proceso creativo y de nuevo las áreas sensoriales, perceptivas motoras y lingüísticas a través de las cuales las personas pueden plasmar sus obras.

Para terminar con este apartado, cabe destacar que según algunos autores, incluso la lateralidad cerebral podría ser un aspecto a tener en cuenta, si nos atenemos a la teoría neuropsicofisiológica que enfatiza procesos de lateralización y codificación de los hemisferios cerebrales (García, Sánchez y Valdés, 2009).

En la Figura 4 puede apreciarse un resumen de los aspectos neuropsicológicos más relevantes en cada una de las fases y comentados en este apartado. Nótese que el inicio es la fase de preparación, seguida de incubación, iluminación y por último la verificación, por tanto ha de seguirse la figura en sentido de las agujas del reloj para una mayor comprensión.



Figura 4. Fases del proceso creativo y bases neuropsicológicas asociadas.

Como síntesis de este apartado, cabe concluir que dada la participación de diferentes bases neuropsicológicas a lo largo de todo el proceso creativo, se torna fundamental conocer si existe un funcionamiento adecuado de las mismas que permita que el proceso creativo se desarrolle con éxito.

Antes de conocer los aspectos que pueden considerarse en esta valoración neuropsicológica de los procesos implicados, conviene adentrarse previamente en la importancia de la evaluación de la creatividad y en las herramientas disponibles para ello.

### **10.3. Evaluación de la creatividad**

Algunos autores se muestran poco confiados en que la creatividad se pueda medir objetivamente, ya que no sucede de manera aislada y porque además no existe una teoría ampliamente aceptada y unificada que permita pautar criterios de investigación (López, Corbalán y Martínez, 2006; Penagos y Aluni 2000; Pérez y Ávila, 2014).

Por ello, la evaluación de la creatividad supone un debate constante porque este hecho puede representar una auténtica paradoja (De la Torre, 2006). La dificultad de medir la creatividad es un elemento común diferentes trabajos (de la Torre, 2006; Oliveiro, 2008). Por ello, autores como de la Torre (2006) afirma que es importante diferenciar la medida de la creatividad de su evaluación. La evaluación de la creatividad ha causado debates entre detractores y defensores respecto a esta idea, sobre todo a tenor de las evaluaciones psicométricas que se han realizado sobre el constructo. De la Torre (2006) defiende la idea de evaluar la creatividad, en la medida en que lo importante siempre ha de valorarse con el fin de estimularlo y potenciarlo. Por ello, afirma que la evaluación de la creatividad ha de realizarse desde una visión global y ecosistémica. En este sentido, hace hincapié en que no es lo mismo evaluar que medir y que evaluar la creatividad y valorarla implica recoger información, estimular y ayudar, mejorar, comparar, constatar e informar al sujeto, por ello, a pesar de la dificultad de la evaluación de la creatividad, siempre es posible basarse en descripciones aproximativas y avanzar en su evaluación.

#### **10.3.1. ¿Por qué evaluar la capacidad creativa?**

Como se ha comentado, no sólo de La Torre (2006) aboga por la evaluación de la creatividad dada su relevancia. También Rendón (2009) alude a la trascendencia de la creatividad en el desarrollo cognitivo, dada la cantidad de tiempo que invierten los niños en crear e imaginar, sugiriendo que la creatividad puede afectar a la plasticidad del cerebro, lo cual podría demostrar el poder que tiene la misma. Esta importancia de la creatividad también se constata en que la mayoría de las teorías de la superdotación incluyen la creatividad como un componente central de evaluación (Kaufman, Plucker y Russell, 2012). Por lo tanto, a pesar de que las pruebas de evaluación de la creatividad pueden tener algún defecto y que su cuantificación sea aproximativa, existen razones de peso para evaluarla, ya que supone un punto de partida para mejorar y crear. A tenor de lo expuesto algunos autores afirman que muy probablemente, todos los docentes evalúen la creatividad de sus alumnos, aunque normalmente lo hagan bajo criterios propios y subjetivos (Lowenfeld y Lambert, 2008). Para unificar criterios y estandarizar la evaluación de la creatividad, diversos investigadores han creado una serie de pruebas que nos permiten conocer con mayor objetividad la medida del constructo creativo en las personas. Estos instrumentos de evaluación de la creatividad nos aportan información de gran utilidad tanto para el diagnóstico como para la intervención y mejora de la misma. En este sentido, la evaluación ha de ser siempre un punto de partida y ha de tener en cuenta un carácter integrador en el que se consideren las características de persona evaluada y el contexto sociocultural en el que se produce (Barcia, 2006; Santaella, 2006). Ese carácter integrador no debe obviar diferentes componentes. Por ejemplo, de la Torre (2006) afirma que la creatividad requiere acercamientos inter y transdisciplinares, ya que la creatividad cuenta con connotaciones psicológicas, pedagógicas, neurobiológicas, sociológicas, etc. Precisamente por ello, este capítulo pretende aportar las connotaciones neuropsicológicas que son sin duda alguna, relevantes.

### 10.3.2. Instrumentos de evaluación de la creatividad desde diferentes perspectivas

Existen multitud de pruebas para evaluar la creatividad basadas en diferentes enfoques teóricos. Los investigadores se han centrado en diferentes perspectivas y enfoques para el estudio de la creatividad y por tanto para su evaluación. Los enfoques principales que se han empleado son: el proceso creativo, el producto creativo, las características de las personas creativas y el contexto (Navarro, 2008). No obstante, existen otros elementos que han de considerarse, por ejemplo, los de dominio específico *vs* dominio general (Bermejo et al., 2014). En la siguiente Tabla 1 se muestran las principales características de cada uno de los enfoques.

**Tabla 1. Enfoques para el estudio de la creatividad**

Principales enfoques de estudio de la creatividad	Características primordiales
Proceso creativo	Se estudia la creatividad como proceso de solución de problemas que abarcaría desde la identificación de un problema a las soluciones finales
Producto creativo	Se centran en lo creado como producto final. Analizando su utilidad, su originalidad, impredecibilidad, utilidad, sorpresa...
Características de las personas creativas	Abordan las características de personalidad que más se relacionan con las personas que realizan habitualmente producciones creativas
Contexto o ambiente	Se centran en si los contextos en los que se desenvuelven las personas y analizan sus características. Si son facilitadores o inhibidores de la capacidad creativa

Algunos estudiosos han tratado de investigar la creatividad como competencia general (Guilford, 1950; Torrance, 1966), y en cambio otros lo han hecho bajo el prisma de dominios específicos (Bermejo et al., 2014); otros se han basado en su evaluación desde la psicometría, pero otros han empujado otras directrices más subjetivas (Kaufman et al., 2012). Ante tal profusión de instrumentos, en este apartado se pretende, clasificar las pruebas más empleadas basándonos en una clasificación sencilla que permita entender de manera holística las pruebas y su base teórica. No es sencilla la labor, pero se cree pertinente adoptar una clasificación que facilite la comprensión de esta cuestión.

Por ello, haremos una distinción inicial entre dos grandes grupos de pruebas para evaluar la creatividad, ante la excelsa diversidad de pruebas. Uno de esos grandes grupos serán las que denominaremos **pruebas de rendimiento** y otro gran grupo los **cuestionarios, autoinformes y pruebas que implican un juicio subjetivo**. También, en la medida de lo posible, se explicitarán pruebas que tienen en cuenta los diferentes enfoques mencionados con anterioridad dentro de cada apartado. A continuación se muestran diferentes pruebas clasificadas en distintas categorías para facilitar la exposición.

#### Pruebas de rendimiento

Las pruebas de rendimiento o de habilidad pretenden cuantificar el *proceso creativo* a través, principalmente, del pensamiento divergente, éstas son las pruebas en las que más se ha centrado el estudio psicométrico de la creatividad, y según López et al. (2006) continúan siendo una medida popular del potencial y proceso creativo para los investigaciones y en el campo de la educación. Siguiendo la clasificación de Kaufman et al. (2012) y López et al. (2006) las principales pruebas usadas en la mayoría de las investigaciones, son pruebas de pensamiento divergente como medida de creatividad requiriendo la producción de diversas respuestas a estímulos. Por ello, se mostrarán las principales en la Tabla 2.

**Tabla 2. principales pruebas de pensamiento divergente como medida de creatividad (elaborado a partir de Kaufman et al., 2012; y López et al., 2006)**

SOI (Guilford, 1967)	Consta de 24 componentes y 15 factores cuya solución exige dar muchas respuestas, diferentes, novedosas y perfeccionadas con detalles.
TTCT (Torrance, 1974; 2008)	Basada en la prueba SOI. La más utilizada en el mundo. Parte verbal y figurada.
Test de Wallack y Kogan (1965)	Similares a SOI. No hay límite de tiempo y todo es oral. Cinco juegos. Tres verbales y dos visuales
Test de Getzels y Jackson (1962)	Similares a SOI. Una de sus pruebas más famosas. Consta de cinco medidas de creatividad.
PCA (Ryser, 2007)	Pensamiento divergente que tiene en cuenta la motivación intrínseca. Consta de dos subpruebas: dibujo y categorías
EPC (de la Torre, 1991)	Evaluación del pensamiento creativo. Consta de 18 pruebas agrupadas en contenidos figurativos, simbólicos y semánticos

La mayoría de los artículos evalúan la creatividad empleando test de pensamiento divergente (Kaufman, 2012) basados en la teoría Multifactorial de la Inteligencia de Guilford que afirma que la creatividad no es una dimensión independiente, si no, que se halla integrada en los contextos de muchas funciones cognitivas (Pérez y Ávila, 2014). Un ejemplo de actividad prototipo de los test de producción divergente es la evaluación de la fluidez verbal, como escribir palabras que contengan una letra determinada o decir cosas que se mueven con ruedas, usos.

En la Tabla 2, se comentaba que la prueba de Torrance es la más utilizada del mundo, no sólo en centros educativos, sino también en estudios de eficacia y meta-análisis del impacto de los programas de formación de la creatividad (Kaufman et al., 2012). De hecho, ha sido utilizada en más de 2.000 estudios de investigación publicados y se ha traducido a 35 idiomas (Kim, 2006). En este sentido es importante destacar que un grupo de investigadores españoles ha llevado a cabo un estudio con el fin de adaptar y baremar el test de pensamiento creativo de Torrance: expresión figurada en Educación Primaria y Secundaria para población canaria (Jiménez, Artiles, Rodríguez y García, 2007a). Estos autores han realizado también la adaptación y baremación del test de pensamiento creativo de Torrance de la Prueba Verbal de Creatividad: PVEC4 (Jiménez, Artiles, Rodríguez y García, 2007b).

Una vez comentadas las pruebas principales de **pensamiento divergente**, cabe destacar que algunos investigadores cuestionan las tareas que se emplean en estas pruebas, concretamente la validez predictiva y discriminante (Cooper, 1991). Otra crítica que reciben es que se tiende a generalizar el rendimiento en estas pruebas al resto de la creatividad como la identificación del problema. No obstante, también se han alabado diferentes aspectos, por ejemplo, la validez concurrente y la fiabilidad parecen adecuadas (Kaufman, 2012) y convincentes (Pérez y Ávila, 2014).

Otra prueba de *proceso creativo* que se utiliza mucho y que se basa en la creatividad como resultado de asociaciones y la hemos preferido situar en un cuadro independiente puesto que no evalúa el pensamiento divergente como tal, sino que emplea la asociación como indicador de creatividad. Es la que se describe a continuación en la siguiente tabla (Tabla 3):

**Tabla 3. Medida de creatividad a través de pruebas de asociación**

<b>Test de Asociaciones Remotas (RAT)</b>	<b>Mednick (1963;1968)</b>
Se basa en la teoría del pensamiento asociativo y las nuevas combinaciones. Cuanto más remotas son las asociaciones más rico es el producto.	Consta de 30 ítems. En cada uno se presentan tres palabras de significados diferentes y hay que encontrar otra que las relacione.

Este test es el más usado para la resolución de problemas y el pensamiento creativo sin ser considerado explícitamente de pensamiento divergente (Ansbur, 2000 en Kaufman, 2012), aunque parece estar influenciado por el nivel de inteligencia y por las habilidades verbales (Kaufman et al., 2012). Más recientemente, Bodwen y Jung- Beerman (2003) establecen una prueba en la que incluyen nuevos ítems (en Kaufman, 2012). Un ejemplo de ítem de este test adaptado a España para una investigación puede consultarse en la Tabla 4.:

**Tabla 4. ejemplo de ítem de asociaciones remotas (extraído de Romo, 1984)**

<p>¿Qué palabra cree usted que se relaciona con estas tres? carbón humor pelo <b>respuesta: negro</b></p>
---

Las pruebas de rendimiento o habilidad anteriormente citadas podrían además, encajar dentro de una categoría de pruebas clásicas. Sin embargo, existen otras más recientes y que se han creado en lengua española (Tabla 5).

**Tabla 5. Pruebas de rendimiento en lengua española**

CREA (Corbalán et al., 2003)	Medida cognitiva de la creatividad que se basa en la capacidad del sujeto para generar preguntas en el contexto teórico de búsqueda y solución de problemas
Test de Ricardo Marín (1995)	Busca una visión global del estado de desarrollo de sus potencialidades creativas. Consta de una parte verbal y otra parte gráfica con dos ejercicios.
PIC (Artola et al. 2004)	Mide el pensamiento divergente a través de tres juegos verbales y uno gráfico. Tiene tres versiones en función de la edad del sujeto.
TCI (Romo, Alfonso y Sánchez-Ruiz, 2008)	Evaluación del pensamiento creativo libre de influencia cultural a través de un dibujo previa planificación del mismo.
EMUC (García, Sánchez y Valdés, 2006)	Prueba mexicana que evalúa la creatividad visomotora, la inventiva o aplicada y la verbal

Muchas pruebas mencionadas se basan en una evaluación de la creatividad como competencia creativa general, sin embargo, otros autores postulan que la creatividad ha de evaluarse como competencias específicas. Así, se deberían evaluar competencias artísticas, musicales, aptitudes verbales y literarias, habilidades escénicas y de expresión, habilidades empresariales, etc. (Romero, 2006).

Como hemos visto hasta ahora, estas pruebas de rendimiento se han centrado fundamentalmente en la dimensión del proceso creativo. No obstante, como se ha señalado previamente en este capítulo, los estudiosos de la creatividad también han tenido en consideración el resto de los enfoques: el producto creativo, la persona y el contexto o ambiente.

Respecto al *producto creativo*, López (et al, 2006) afirman que la metodología más empleada cuando se trata de valorar un producto es la puntuación de jueces expertos, que deben puntuar características específicas de los mismos desde su experiencia y conocimientos en la temática. Un ejemplo de esta técnica se muestra en la siguiente Tabla 6.

**Tabla 6. ejemplo de evaluación del producto creativo**

<p>Técnica de Evaluación Consensuada (CAT) Se basa en la colectividad de juicio de expertos reconocidos. Se evalúa el producto creativo, siendo de dominio específico. Se requieren entre 5 y 10 expertos. No tiene puntajes estandarizados, sólo puntuación comparativa entre participantes.</p>
---

En estas pruebas, habitualmente la evaluación se realiza de uno a cinco, pudiendo emplear fracciones, y es importante reseñar que se evalúa el producto de dominio específico. No obstante, no existen puntajes estandarizados, sólo puntuación comparativa entre los participantes. El principal hándicap de este tipo de pruebas es que, al ser específica de dominio, la creatividad puede cambiar de un dominio a otro, e incluso dentro del general (Kaufman, 2012).

### Autoinformes, inventarios, escalas y cuestionarios para padres, compañeros, profesores y evaluados

En cuanto a las características de las *personas creativas*, los estudios se han centrado fundamentalmente en estudiar la personalidad de los sujetos, el comportamiento pasado, talentos, etc. A continuación se muestran en la Tabla 7, las principales pruebas que evalúan características de personalidad, tanto cuestionarios, autoinformes, escalas,...La característica principal de esta clasificación es que, dependiendo de los casos, pueden ser cumplimentadas por padres y madres, compañeros y docentes, considerándose expertos en el evaluado pero no en la creatividad (Kaufman et al., 2012). También, algunas pruebas son de autoadministración, para que el propio evaluado aporte la información referente a sus características creativas. Suelen ser pruebas de dominio general. No obstante, también existen de dominio específico, y se comentará algún ejemplo concreto posteriormente para su correcta identificación.

**Tabla 7. Instrumentos que evalúan las características de la persona**

Gifted Rating Scales (Pfeiffer y Jarosewich, 2003)	Prueba estandarizada que identifica a los niños para ubicarlos en los programas educativos de superdotados, altas capacidades y talentosos.
Creativity checklist (Proctor y Burnett, 2004)	Prueba sin normas establecidas, sólo adecuado por tanto para comparar dentro de grupos de estudiantes, para observar las características de creatividad personales de cada estudiante
TRSC (García-Ros et al., 2012)	El profesor valora la creatividad de sus alumnos mediante once ítems en una escala Likert.
Cuestionario Turtle (1980)	Este cuestionario no estandarizado, se aplica a partir de quinto de Primaria y valora la creatividad de los alumnos a partir de 31 ítems.
CPS (Gough, 1979; Sánchez Ruiz, 2006)	El alumno indica si se identifica con 30 adjetivos de personalidad creativa (18 positivos y 12 negativos).
<i>KTCPI</i> (Khatena y Torrance, 1976)	Prueba de percepción creativa de autoinforme que consta de dos escalas: SAM y WKOPAY
CAQ (Carson, Peterson y Higgins, 2005)	96 ítems que permite examinar el logro creativo de los individuos dentro de un dominio específico.
ACT (Abedi-Schumacher, 2002)	Se trata de un cuestionario de creatividad de 60 ítems como complemento a tareas de pensamiento divergente.
RIBS (Runco, Plucker y Lim, 2000)	Se basa en la observación de las ideas y el comportamiento de pensamiento creativo.
NEO PI-R (Costa y McCrae, 1999)	Es un inventario de personalidad y una de sus dimensiones, apertura a la experiencia se asocia con creatividad tanto en pensamiento divergente como en autoinforme.
Kirton Adaption-Innovation Inventory (KAI, 1995)	Se trata de un inventario con 32 ítems que trata de clasificar a los evaluados como adaptadores o innovadores.
EPC (Garaigordobil y Pérez, 2005)	Se trata de una escala de personalidad creadora que contiene 21 afirmaciones para captar las observaciones de padres y profesores respecto a la creatividad.

Un ejemplo de instrumento de dominios específicos es la prueba K-DOCS (Kaufman, 2012), que permite la medida de la medida de la creatividad a través de cinco dominios específicos.

Una de las limitaciones más significativas de estas pruebas es que requieren un juicio subjetivo y, esto puede producir un sesgo. Para tratar de reducirlo, se recomienda que se evalúe de manera individual a cada uno, así como no hacer comparaciones post-hoc de puntuación, ni revisiones de las mismas una vez realizadas (Kaufman et al., 2012). No obstante, son muy útiles cuando varias personas evalúan de forma independiente a una persona en concreto, ya que de este modo es un buen complemento.

Por último, otro de los enfoques de estudio de la creatividad hace alusión a la importancia del *contexto*. En este sentido, la importancia del entorno no tiene una investigación de arraigo psicométrico, sino que más bien se ha centrado en el análisis de si ese ambiente bloquea o estimula la capacidad creativa de las personas. La mayoría de los estudios incluyen correlaciones entre variables como la motivación y diferentes características de la creatividad de las personas y de la creatividad de los productos (López, Corbalán y Martínez, 2006).

En resumen, se ha dejado constancia de la diversidad y amplitud de pruebas existentes y de los diferentes criterios usados en las mismas. La dificultad de aunar los criterios de evaluación de dicho constructo en base a los diferentes enfoques, dominios y dimensiones es relevante. Por este motivo, quizás sea el momento de que, como afirma de la Torre (citado por Violant, 2006) la evaluación de la creatividad se abra a nuevas estrategias, situaciones y entornos. Creando un nuevo entorno integrador en el que se consideren las características del alumnado y el contexto sociocultural en el proceso de creación y elaboración del producto final (Santaella, 2006).

Dadas las connotaciones psicológicas, pedagógicas, neurobiológicas, sociológicas, etc. Se requieren acercamientos de todas las disciplinas de la ciencia (de la Torre, 2006). En este contexto, **la neurociencia** puede constituir una excelente vía que permita aglutinar criterios parejos en la evaluación de este constructo complejo, amparando la base neuropsicológica de la recogida de la información de diferentes canales o fuentes, además, considerando qué contenidos evaluar, a quién, cómo y con qué código (de la Torre, 2006). Como afirman algunos autores, considerando la característica multidimensional y compleja de la creatividad, es preferible usar al menos dos instrumentos de evaluación (Torrance y Cropley, 2000; Kim, 2006), y en este momento, aprovechamos para proponer que se incluya una medida neuropsicológica del proceso que se ha de abordar en aras a obtener la máxima información posible sobre los mecanismos que lo rigen, y que irían en la línea de algunas teorías neuropsicofisiológicas que enfatizan procesos de lateralización y codificación de los hemisferios cerebrales (García, Sánchez y Valdés, 2009).

Como se ha visto, existe poco reflejo de la importancia de la valoración neuropsicológica de la creatividad en las pruebas comentadas. Al margen de aspectos como la fluidez verbal y la habilidad visomotora que sí recoge alguna de las pruebas, no se le otorga relevancia a otras habilidades que podrían estar influyendo en el proceso creativo y de evaluación del constructo. Por ello, es fundamental pensar en una línea de investigación que tenga como objetivo la creación o adaptación de una prueba que incluya con mayor amplitud elementos neuropsicológicos.

En el siguiente apartado se abordan orientaciones prácticas que podrían tenerse en cuenta para recabar información lo más completa posible.

#### **10.4. Orientaciones prácticas para una evaluación completa tener en cuenta todos los procesos**

Dada la complejidad del constructo de la creatividad y los fenómenos propios asociados a la misma, se demandan maneras muy particulares para su estudio e interpretación. Para ello, es preciso que este constructo se aborde de una manera nueva (Pérez y Ávila, 2014). Lo que implicaría nuevas metodologías, más contextualizadas y que puedan evaluar de una manera más objetiva y uniforme el constructo creativo.

En base a todo lo mencionado anteriormente, se realizan las siguientes orientaciones prácticas para evaluar la creatividad con la mayor precisión.

- Dado que la creatividad es fruto de diferentes operaciones cognitivas en las que subyacen bases neuropsicológicas, conviene tener en cuenta el conocimiento de dicho funcionamiento, porque aunque no sean fácilmente identificables, no cabe duda de que son imprescindibles (Corbalán et al., 2003). Convendría por ejemplo, rastrear las base neuropsicológica de cada operación que participe en caso de dificultades. Si la evocación de una prueba de creatividad se basa en la vía visual, es importante conocer si la funcionalidad visual del evaluado es correcta, así como el resto de los procesos que se hallan involucrados, percepción visual, atención, ... O por otro lado, si un alumno en una prueba escrita de creatividad no transmite en el tiempo máximo otorgado todas las ideas que se le ocurran respecto a la tarea, habría que tener en cuenta esa expresión del producto creativo en diferentes aspectos: motricidad fina, postura corporal, lateralidad, funciones ejecutivas, atención, etc.
- Aunque toda actividad que sirva para estimular la creatividad también será útil para valorarla, es importante atender a diferentes criterios. Según de la Torre (2006) es fundamental que reflexionemos sobre diferentes aspectos antes de evaluar el constructo: a) por qué vamos a evaluar y para qué; b) si vamos a usar un enfoque basado en la persona, el producto, el proceso o el contexto, es decir, cuál será el pilar de evaluación. Junto a esta premisa, se torna fundamental atender a la edad y a la madurez del evaluado; c) bajo qué constructo teórico evaluaremos: creatividad como solución de problemas, pensamiento divergente, imaginación, asociaciones remotas,...; d) recursos disponibles en base a los objetivos y necesidades específicas de la evaluación y e) medio de expresión creativa: visual, motriz, figurado, musical,...
- En este punto, es conveniente y recomendable que tratemos de contemplar las preferencias de los alumnos, ya que pueden presentar un excepcional punto de partida a tener en cuenta. En este sentido, la concepción de las Inteligencias Múltiples de Gardner, podrían ayudarnos a identificar los puntos fuertes de los alumnos, para así aproximarnos más a su potencial creativo en un aspecto que sea de interés para el alumno (este hecho redundaría en la motivación además). Si evaluamos a un alumno en una tarea creativa de un campo en el que no es competente ni muestra habilidad ni dominio, la evaluación de la creatividad con una prueba concreta podría sesgar su nivel de creatividad en comparación a otros dominios, ya que, como se ha comentado engloba diferentes dimensiones. Por ejemplo, si le pedimos a un alumno que muestre su creatividad musical y no tiene conocimientos de música, no podemos presuponer que su creatividad es baja en general. Debemos ser cautelosos.
- Además, es importante resaltar que los instrumentos seleccionados y toda prueba que usemos para evaluar cualquier constructo, es un complemento más del juicio del evaluador, y éste ha de observar la actitud, motivación, persistencia y aspectos emocionales de los evaluados. Por ello, es fundamental que las tareas que se usen en la evaluación de la creatividad sean evocadoras y evoquen curiosidad para captar la atención en las tareas.
- Mostrar la tarea de creatividad como un momento de disfrute, tratar de potenciar un ambiente de juego e intentar no limitar el tiempo de realización de las baterías e instrumentos de evaluación de dicho constructo
- Acudir a diferentes instrumentos y herramientas así como diferentes fuentes de información que se complementen entre sí.
- La evaluación también ha de tener en cuenta el contexto y que también nos permiten involucramos en la solución de problemas del mundo real (Goel, 2014). Quizás un alumno sea creativo en su vida cotidiana, en la manera de relacionarse con sus amigos o gestionar su ocio, pero no rinda a un nivel alto en instrumentos que evalúen únicamente la capacidad de imaginar situaciones improbables.
- En base a esta recogida de información, podría complementarse o ahondar más en la evaluación si se viese necesario y a continuación, decidir la intervención que mejor se ajuste al alumnado. No olvidemos que la creatividad se puede estimular en base a fenómenos como la plasticidad cerebral y la importancia de diferentes aspectos neuropsicológicos que participan en ella.

En la Figura 6 se muestra un resumen de las orientaciones explicitadas.



Estas orientaciones prácticas creemos que pueden ayudarnos a aproximarnos de una manera más certera al constructo complejo de la creatividad y de esta manera, tomar mejores decisiones. No obstante, estamos de acuerdo con Pérez y Ávila (2014) cuando afirman que se deben crear nuevos instrumentos de evaluación creativa y también sería recomendable probar los existentes en otras áreas y complementándolos con otras evaluaciones. Por tanto, esas nuevas herramientas han de recoger la base neuropsicológica del proceso creativo de una manera explícita y concreta. Por delante tenemos un enorme e interesante reto que debemos tratar de alcanzar.

### 10.5. Casos prácticos

A continuación se muestran ejemplos de casos reales que investiga y analiza la relación entre la creatividad con diferentes variables neuropsicológicas. Estos casos, pretenden mostrar la relevancia de evaluar la base neuropsicológica del proceso creativo, dada su estrecha correlación (ver Tabla 8). Esto es, un alumno puede ser creativo, pero quizás tenga aspectos neuropsicológicos relacionados con dicho proceso en pleno proceso de maduración, y una prueba de creatividad pueda mostrar baja creatividad. Por ello, es importante, considerar la base neuropsicológica.

**Tabla 8. Ejemplos de casos que muestran correlación entre ambas variables**

VARIABLES CORRELACIONADAS	DESCRIPCIÓN DE LOS CASOS REALES ANALIZADOS EN COLEGIOS DE ESPAÑA
Creatividad y Motricidad	Se analiza la correlación de ambas variables en una muestra de 51 alumnos de Educación Primaria. Se aplica el test de Torrance, cuestionario de creatividad y pruebas de Habilidades motrices de Clenaghan y Gallahue (1985) y Gallahue y Ozum (1995). Se encuentra una correlación media-alta entre ambas variables.
Creatividad y Funciones ejecutivas	Se indaga en la correlación entre ambas variables en una muestra de Educación infantil mediante el cuestionario de creatividad para preescolares de Tuttle (1980) y la tarea "Simón Dice", apropiada para medir la función ejecutiva en estas edades (Gerstadt, Hong y Diamond, 1994).

Creatividad e Inteligencias Múltiples	Se identificó correlación estadísticamente significativa entre ambas variables en una muestra de 30 alumnos de Educación primaria (entre 8 y 10 años) en ambas variables. Se empleó el Cuestionario del profesorado para diagnosticar las Inteligencias Múltiples en Educación Primaria que es la versión traducida al español por Armstrong (2001) y el Test de creatividad de Marín (1995).
Creatividad y Discriminación auditiva	En la experiencia práctica, también hemos constatado bajas puntuaciones en creatividad verbal, en alumnos que no tienen una adecuada discriminación auditiva.

Para finalizar, veamos un caso práctico concreto que ilustra la importancia de lo que se ha venido comentando a lo largo del capítulo (Tabla 9).

**Tabla 9. Análisis de un caso práctico**

CASO PRÁCTICO	
<i>Alumno:</i>	E.V. J.
<i>Edad:</i>	10 años.
<i>Objetivo de la evaluación:</i>	el colegio ha decidido realizar diferentes programas para estimular la creatividad de los alumnos, y para ello, previamente evaluarán dicho constructo en todos y cada uno de los alumnos.
<i>Instrumento de evaluación:</i>	se emplea la lámina A de la prueba CREA (Corbalán et al, 2006).
<i>Aplicación:</i>	colectiva
<i>Finalidad de la prueba:</i>	apreciación de la inteligencia creativa a través de la evaluación cognitiva de la creatividad individual bajo el indicador de generación de cuestiones.
<i>Resultados:</i>	4 puntos
<i>Interpretación:</i>	E.V.J. tiene creatividad baja (Percentil 20)

Visto el resumen del caso, veamos la aportación e importancia de la valoración neuropsicológica en esta situación concreta: ¿es poco creativo realmente el alumno?. Ciertamente los autores de la prueba (Corbalán et al., 2006) recomiendan que es de especial relevancia incluir un factor de corrección en función de la edad sobre todo ante casos con desarrollo perceptivo motriz alejado de la media. No obstante, para esta edad del caso concreto, no se aporta factor de corrección y al realizar la aplicación de manera colectiva este aspecto puede pasar desapercibido.

Puede que el alumno puede requerir un programa de intervención de motricidad fina y que probablemente la causa de ese bajo resultado sea un enlentecimiento motor ya que la prueba se hace por escrito durante sólo cuatro minutos. Una explicación razonable puede ser que al alumno se le quede corto ese tiempo.

Por esta cuestión (y otras que puedan surgir en otros casos concretos) sería importante valorar previamente la madurez neuropsicológica de la vía que se va a evaluar en la creatividad con el instrumento seleccionado. En este caso, es fundamental tener en cuenta el aspecto visual y el motriz.

Por todo ello, a continuación se ejemplifican una serie de *recomendaciones para el caso*: evaluar previamente la motricidad fina del alumno (si titubea por ejemplo al tocar un xilófono de forma ascendente y descendente, así como si se realizan o no saltos de teclas). También sería relevante evaluar previamente la funcionalidad y percepción visomotora y visual del alumno, para asegurarnos que el estímulo visual se esté analizando de manera adecuada. Si hay algún elemento que le cree dificultades en este punto, también puede estar afectando al desempeño de la prueba creativa, ya que muchos recursos se están usando en tareas más básicas. Importante así mismo sería complementar la información con medidas atencionales, memoria de trabajo y funciones ejecutivas. Otro aspecto a tener en cuenta es que se pueden aplicar más pruebas para complementar la información sobre la creatividad del alumno. Quizás tenga habilidades creativas más relacionadas con las matemáticas,

por ejemplo. En este punto, también sería interesante indagar en las preferencias de E.V.J. y en sus inteligencias múltiples.

Cuando hayamos evaluado los aspectos neuropsicológicos implicados y estos muestren un buen funcionamiento, la medida de la creatividad tendrá una aproximación más precisa para poder aplicar el programa de intervención que más se ajuste al caso concreto de estudio.

## 10.6. Bibliografía

- Abraham, A. (2013). The promises and perils of the neuroscience of creativity. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7:246. doi:10.3389/fnhum.2013.00246
- Arieti S. (1976) *La Creatividad. Síntesis mágica*. México: Editorial Fondo de la Cultura Económica.
- Artola, T., Ancillo, I., Barraca, J., Mosteiro, P. y Pina, J. (2004). *PIC, Prueba de Imaginación Creativa*. Madrid: TEA Ediciones.
- Aziz-Zadeh, L., Liew, S. L. y Dandekar, F. (2013). Exploring the neural correlates of visual creativity. *Social cognitive and affective neuroscience*, 8(4), 475-480.
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 417-423
- Baer, J. (2011). Four (more) arguments against the Torrance Tests. *Psychology of Aesthetics, Creativity and the Arts*, 5, 316-317. <http://dx.doi.org/10.1037/a0025211>
- Barcia, M. (2006). Evaluar la creatividad en la educación primaria. En *Comprender y evaluar la creatividad (vol. 2)*. Málaga: Ediciones Aljibe.
- Bausela, E. (2007). Implicaciones de las conexiones cortico y subcorticales del lóbulo frontal en la conducta humana. *Docencia e Investigación: revista de la Escuela Universitaria de Magisterio de Toledo*, 32(17), 7-24.
- Beaty, R. E., Benedek, M., Wilkins, R. W., Jauk, E., Fink, A., Silvia, P. J. y Neubauer, A. C. (2014). Creativity and the default network: A functional connectivity analysis of the creative brain at rest. *Neuropsychologia*, 64, 92-98.
- Bermejo, R., Ferrando, M. y Sainz, M. (2014). Procesos Cognitivos de la Creatividad en Estudiantes Universitarios. *Educatio Siglo XXI*, 32 (2), 41-58.
- Binder, J.R., Desai, R.H., Graves, W.W. y Conant, L.L.(2009). Where is the semantic system? A critical review and meta-analysis of 120 functional neuroimaging studies. *Cerebral Cortex* 19, 2767-2796. doi:10.1093/cercor/ bhp055
- Bolandifar, S. y Noordin, N. (2013). Investigating the Relationship between Creativity and Academic Achievement of Malaysian Undergraduates. *Jurnal Teknologi*, 65(2).
- Bowden, E. M., Jung-Beeman, M., Fleck, J. y Kounious, J. (2005). New approaches to demystifying insight. *Trends in Cognitive Sciences*, 9, 322-328.
- Carlsson, I., Wendt, P. y Risberg, J. (2000). On the neurobiology of creativity. Differences in frontal activity between high and low creative subjects. *Neuropsychologia*, 38, 873-885.
- Carrillo-Mora, P. (2010). Sistemas de memoria: Reseña histórica, clasificación y conceptos actuales. Primera parte: Historia, taxonomía de la memoria, sistemas de memoria de largo plazo: La memoria semántica. *Salud mental*, 33(1), 85-93.
- Capilla, A., Fernández, S., Campo, P., Maestú, F., Fernández, A., Mulas, F. y Ortiz, T. (2004). La magnetoencefalografía en los trastornos cognitivos del lóbulo frontal. *Revista de Neurología*, 39 (2), 183-188.
- Chávez, R. A., Graff-Guerrero, A., García-Reyna, J. C., Vaugier, V. y Cruz-Fuentes, C. (2004). Neurobiología de la creatividad: resultados preliminares de un estudio de activación cerebral. *Salud Mental*, 27, 3.
- Cooper, E. (1991). A critique of six measures for assessing creativity. *Journal of Creative Behavior*, vol. 25. Pp. 194-204.
- Corbalán, F. J., Martínez, F., Alonso, C., Donolo, D., Tejerina, M. y Limiñana, R. M. (2003). CREA. *Inteligencia Creativa. Una medida cognitiva de la creatividad*. Madrid: TEA Ediciones.
- Cowan, N. (2010). Multiple concurrent thoughts: The meaning and developmental neuropsychology of working memory. *Developmental Neuropsychology*, 35(5), 447-474.

- De Dreu, C. K., Nijstad, B. A., Baas, M., Wolsink, I., y Roskes, M. (2012). Working memory benefits creative insight, musical improvisation, and original ideation through maintained task-focused attention. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 38(5), 656–669.
- De la Torre, T. (2006). Los cuatro puntos cardinales en la evaluación de la creatividad. En *Comprender y evaluar la creatividad* (pp. 143-154). Málaga: Ediciones Aljibe.
- Dehaene, S. 1997 *The number sense: How the mind creates mathematics*. New York: Oxford University Press.
- Dietrich, A. y Kanso, R. (2010). A review of EEG, ERP and neuroimaging studies of creativity and insight. *Psychological Bulletin*, 136, 822–848.doi:10.1037/a0019749
- Drubach, D., Benarroch, E. E. y Mateen, F. J. (2007). Imaginación: definición, utilidad y neurobiología. *Revista de Neurología*, 45(6), 353-358.
- Dulamea, A. y Dulamea, M. (2011). Conception and creativity—a cognitive neuropsychology approach. *Romanian Journal of Neurology*, 10(3), 117.
- Flaherty, A. W. (2005). Frontotemporal and dopaminergic control of idea generation and creative drive. *The Journal of Comparative Neurology*, 493, 147-153.
- Fox, M.D., Snyder, A.Z., Vincent, J.L., Corbetta, M., VanEssen, D.C., Raichle, M.E. et al. (2005). The human brain is intrinsically organized into dynamic, anticorrelated functional networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA* 102, 9673–9678.
- García, A., Sánchez, P. A. y Valdés A. A. (2009). Validación de un instrumento para medir la creatividad en adolescentes sobresalientes. *Revista Internacional de Psicología*, 10 (01).
- Goel, V. (2014). Creative brains: designing in the real world. *Frontiers in human neuroscience*, 8.
- Gonen-Yaacovi, G., de Souza, L. C., Levy, R., Urbanski, M., Josse, G. y Volle, E. (2013). Rostral and caudal prefrontal contribution to creativity: a meta-analysis of functional imaging data. *Frontiers in human neuroscience*, 7.
- Grant, E. R. y Spivey, M. J. (2003). Eye movements and problem solving guiding attention guides thought. *Psychological Science*, 14(5), 462–466.
- Gruber, M. J., Gelman, B. D. y Ranganath, C. (2014). States of Curiosity Modulate Hippocampus-Dependent Learning via the Dopaminergic Circuit. *Neuron*, 84(2), 486-496.
- Guilford, J.P. (1950). Creativity. *The American Psychologist*, 5: 444-45.
- Hafed, Z. M. y Clark, J. J. (2002). Microsaccades as an overt measure of covert attention shifts. *Vision Research*, 42(22), 2533–2545.
- Heilman, K. M., Nadeau, S. E. y Beversdorf, D. O. (2003). Creative innovation: Possible brain mechanisms. *Neurocase*, 9 (5), 369-379
- Jahanshani, M. y Frith, C.D. (1998). Willed action its impairments. *Cognitive Neuropsychology*, 15, 483-533.
- Jiménez, J.E., Artiles, C., Rodríguez, C., y García, M. (2007a). Adaptación y baremación del test de pensamiento creativo de Torrance: expresión figurada. Educación Primaria y Secundaria. Programa para la atención educativa al alumnado con altas capacidades intelectuales de Canarias (PACICanarias). Canarias: Producciones Gráficas S.L
- Jiménez, J.E., Artiles, C., Rodríguez, C., y García, M. (2007b). PVEC4: Prueba verbal de creatividad. Baremos para la Educación Primaria y Secundaria Obligatoria. Canarias: Nueva Gráfica, S.A.L
- Jódar-Vicente, M. (2004). Funciones cognitivas del lóbulo frontal. *Revista de Neurología*, 39 (2), 178-182.
- Kaufman, J. C. (2012). Counting the muses: Development of the Kaufman Domains of Creativity Scale (K-DOCS). *Psychology of Aesthetics, Creativity and the Arts*, 6(4), 298.
- Kaufman, J.C., Plucker, J.A. y Russell, C.M. (2012). Identifying and assessing creativity as a component of giftedness. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 30, 60–73 doi:10. 1177/0734282911428196
- Kenett, Y. N., Anaki, D. y Faust, M. (2015). Processing of unconventional stimuli requires the recruitment of the non-specialized hemisphere. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9, 32.
- Kim, K. H. (2006). Can we trust creativity tests? A review of the Torrance Tests of Creative Thinking (TTCT). *Creativity research journal*, 18(1), 3-14.
- Lee, L., Harrison, L. M. y Mechelli A. (2003). A report of the functional connectivity workshop. *Düsseldorf NeuroImage*, 9, 457-65.

- Lin, W. L., Hsu, K. Y., Chen, H. C. y Chang, W. Y. (2013). Different attentional traits, different creativities. *Thinking Skills and Creativity*, 9, 96-106.
- López, O.; Corbalán, F. J. y Martínez, F.,(2006). Instrumentos y medidas clásicas de la creatividad. En *Comprender y evaluar la creatividad* (pp. 213-236). Ediciones Aljibe.
- Lowenfeld, V. y Lambert, W. (2008). *Desarrollo de la capacidad intelectual y creativa*. Madrid: Síntesis
- Luria, A. (1973). *The working brain: An introduction to neuropsychology*. Nueva York: basic books. (Versión española: El cerebro en acción. Barcelona: Fontanella, 1979)
- Mallgrave, H. F. (2010). *The Architect's Brain. Neuroscience, Creativity and Architecture*, Oxford, Wiley-Blackwell,
- Marín, R. (1995). *La creatividad: diagnóstico, evaluación e investigación*. Universidad Nacional de Educación a Distancia, UNED.
- Martínez-Salanova, E. (2003). El valor del cine para aprender y enseñar. *Comunicar*, 20, *Revista Científica de Comunicación y Educación*, 45-52.
- Mihov, K. M., Denzler, M. y Förster, J. (2010). Hemispheric specialization and creative thinking: A meta-analytic review of lateralization of creativity. *Brain and Cognition*, 72(3), 442-448.
- Navarro, J. (2008). *Mejora de la creatividad en el aula de primaria*. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia.
- Oliverio, A. (2008). Brain and creativity. *Progress of Theoretical Physics Supplement*, 173, 66-78.
- Penagos, J.C. y Aluni, R. (2000). Creatividad, una aproximación. *Revista Psicológica*. Edición Especial.
- Pérez, E. J. P., de León, J. M. R. S. y Luque, M. L. (2015). Personalidad y cerebro: un encuentro inevitable. *Papeles del Psicólogo*, 36(1), 54-61.
- Pérez, V. H. y Ávila, F. (2014). La unificación de criterios en torno a la medición del constructo creativo. *Ciencias Empresariales*, 23,16-28.
- Pfeiffer, S. I. y Jarosewich, T. (2007). The Gifted Rating Scales-School Form An Analysis of the Standardization Sample Based on Age, Gender, Race, and Diagnostic Efficiency. *Gifted Child Quarterly*, 51(1), 39-50.
- Plucker, J. A., Beghetto, R. A., y Dow, G. (2004). Why isn't creativity more important to educational psychologists? Potential, pitfalls, and future directions in creativity research. *Educational Psychologist*, 39, 83-96.
- Price, C.J. (2010). The anatomy of language: are view of 100 fMRI studies published in 2009. *Annals of the New York Academy of Science*. 1191, 62-88. doi: 10.1111/j.1749-6632.2010.05444.x
- Ramachandran, V.S (2004) A Brief Tour of Human Consciousness: From Impostor Poodles to Purple Numbers, *New York, Pi Press*, p.68.
- Rendón , M. A. (2003). *Propuesta pedagógica para el desarrollo de la creatividad en niños de edad preescolar*. Tesis Doctoral. La Habana: Instituto Central de Ciencias Pedagógicas.
- Rendón, M. A. (2009). Creatividad y cerebro: bases neurológicas de la creatividad. *Aula*, 15, 117-135
- Rodríguez-Muñoz, F. J. (2011). Contribuciones de la neurociencia al entendimiento de la creatividad humana. *Arte, Individuo y Sociedad*, 23(2), 45-54.
- Romero, J. (2006). Evaluar Competencias Creativas Específicas. En *comprender y evaluar la creatividad. Cómo investigar y evaluar la creatividad*. Vol.2. Málaga: Ediciones Aljibe.
- Romo, M. (1984). Estudio diferencial del pensamiento creador en los campos simbólico, semántico y figurativo. *Estudios de Psicología*, 5(18), 81-99
- Romo, M., Alfonso Benlliure, V. y Sánchez Ruíz, M.J. (2008). *TCI: Test de Creatividad Infantil*. Madrid. TEA Ediciones.
- Rubin, R. D., Watson, P. D., Duff, M. C. y Cohen, N. J. (2014). The role of the hippocampus in flexible cognition and social behavior. *Frontiers in human neuroscience*, 8.
- Runco, M. A. y Jaeguer, G. J. (2012). The standard definition of creativity. *Creativity Research Journal*, 24, 92-96. doi: 10.1080/10400419.2012.650092
- Sánchez-Escobedo, P. A.,García- Mendoza, A. y Valdés-Cuervo, Á. A.. (2009). Validez y confiabilidad de un instrumento para medir la creatividad en adolescentes. *Revista Iberoamericana de Educación*, 50(6), 3.
- Sastre-Riba, S., y Pascual-Sufrate, M. T. (2013). Alta capacidad intelectual, resolución de problemas y creatividad. *Revista de Neurología*, 56(1), 67-76.
- Santaella, M. (2006). La evaluación de la creatividad. *Sapiens*, 7 (2), 89-106.

- Simonton, D. K. (2000). Creativity: cognitive, personal, developmental and social aspects. *American Psychologist*, 55, 151-158.
- Sternberg, R.J. (1996). Investing in creativity. *American Psychologist*, 51 (7), 677-688.
- Takeuchi,H.,Yasuyuki,T.,Hashizume,H.,Sass,Y.,Nagase,T.,Nouchi,R.,Kawashima, R., et al. (2012) .The association between resting functional connectivity and creativity. *Cerebral Cortex* 22, 2921–2929.
- Torrance, E. P. (1966). *The Torrance Tests of Creative Thinking-Norms-Technical Manual Research Edition-Verbal Tests, Forms A and B –Figural Tests, Forms A and B*. Princeton, NJ: Personnel Press.
- Vecina, M.L. (2006). Creatividad. *Papeles del Psicólogo*, 27 (1), 31-36.
- Violant, V. (2006). Indicadores clásicos en la evaluación de la creatividad. In *Comprender y evaluar la creatividad* (pp. 169-180). Málaga:Ediciones Aljibe.
- Wei, D., Yang, J., Li, W., Wang, K., Zhang, Q. y Qiu, J. (2014). Increased resting functional connectivity of the medial prefrontal cortex in creativity by means of cognitive stimulation. *Cortex*, 51, 92-102.
- Weisberg, R.W. (1999). *Creativity and knowledge: A challenge to theories*. In Sternberg RJ, editor. Handbook of creativity. Cambridge: Cambridge University Press, 226–250.
- Yeh, Y. C., Tsai, J. L., Hsu, W. C., & Lin, C. F. (2014). A model of how working memory capacity influences insight problem solving in situations with multiple visual representations: An eye tracking analysis. *Thinking Skills and Creativity*, 13, 153-167.
- Zeki,S.(2001).Essays on science and society. Artistic creativity and the brain. *Science* 293, 51–52. doi: 10.1126/science.1062331



## Parte 3. Procesos de instrumentos de valoración neuropsicológica de las dificultades de aprendizaje y trastornos

# Dificultades del lenguaje y la detección de los procesos neuropsicológicos relacionados

Cristina de la Peña y Silvia Pradas Montilla

## 11.1. Proceso neuropsicológico del lenguaje

El lenguaje es un proceso psicológico que se desarrolla y consolida junto con la adquisición de otros procesos cognitivos.

En los últimos años, los estudios realizados y la aplicación de las técnicas de neuroimagen al estudio del lenguaje (Etchepareborda & López-Lázaro, 2005; Friederici, 2003; Obleser, 2015; Small & Hickok, 2016; Tremblay, 2013; Von Hopffgarten, 2015; Yang & Small, 2015), evidencian la base neuroanatómica y neuropsicológica del proceso lingüístico.

El procesamiento neuropsicológico del lenguaje comienza desde las vías auditivas, cuando los cilios del órgano de Corti en el oído interno tras el movimiento de la membrana basilar y tectoria, transforman la vibración acústica en impulso eléctrico para llegar al nervio auditivo. A partir de aquí, la vía acústica sigue su recorrido por el complejo olivar superior donde se decusan algunas fibras, el colículo inferior y núcleo geniculados del tálamo hasta la corteza auditiva. El mayor tracto de información acústica llega al córtex auditivo primario izquierdo que inicia la decodificación y que se completa con la intervención de diversas áreas del córtex cerebral izquierdo y derecho. Además, del colículo inferior del mesencéfalo salen conexiones al sistema reticular que permite la activación inespecífica del cerebro ante un ruido inesperado y al cerebelo para producir las respuestas reflejas y los condicionamientos clásicos auditivos; del tálamo también hay conexiones hacia estructuras diencefálicas que permiten las valoraciones emocionales auditivas.

A continuación, en la tabla 1, se expone una síntesis de las principales estructuras implicadas en el lenguaje.

**Tabla 1. Síntesis estructuras implicadas en lenguaje**

<b>Sistema Auditivo</b>		<b>Función</b>
Oído externo: pabellones y canal auditivo		Localización de la onda sonora
Oído medio: tímpano, cadena de huesecillos, ventana oval, Trompa de Eustaquio		Transmisor acústico amplificando la onda sonora,
Oído interno: Cóclea y Órgano de Corti		Transducción sensorial
<b>Receptores Sensoriales</b>		<b>Función</b>
Exteroceptores, Propioceptores		Intermedian señales sensitivas del oído interno
Orales		Control y agudeza sensitiva de la articulación del habla
<b>Aparato Fonoarticulador</b>		<b>Función Emisión del sonido articulado</b>
<b>Respiración:</b> fosas nasales, tráquea, bronquios, pulmones		Utilizar el aire espirado para producir el sonido laríngeo
<b>Fonación:</b> cuerdas vocales, fosas nasales, cavidad bucal, labios, lengua, dientes, faringe y laringe		Proceso de la voz
<b>Articulación:</b> labios, mejillas, dientes, bóveda palatina, lengua		Adoptan una cierta posición para articular los sonidos
<b>Nervios Craneales</b>		<b>Función</b>
<b>Recepción:</b> - V (trigémico): - VII (facial): - VIII (acústico-vestibular o vestibulococlear): - IX (glossofaríngeo): - X (vago):		Median la sensibilidad oral Sensibilidad táctil en la cara y en los dos tercios anteriores de la lengua. Propiocepción de la cara (ojos, nariz, boca y conducto auditivo externo). Sensibilidad a los sonidos. Sensibilidad táctil en el tercio posterior de la lengua y en las paredes laterales y posterior de la faringe. sensibilidad de los dos tercios inferiores de la faringe y de la mayor parte de los músculos de la laringe.
<b>Expresión:</b> - V (trigémico): - VII (facial): - IX (glossofaríngeo): - X (vago): - XII (hipogloso):		Intervienen en la producción Participa en la masticación y en los movimientos de la laringe. Movimientos de la expresión facial. Posee dos componentes motores y es eferente respecto al músculo estilofaríngeo. Movimientos del paladar, faringe y laringe. Movimientos de la lengua.
<b>Áreas cerebrales</b>		<b>Función</b>
<b>Corticales</b>	Auditiva primaria	Recibe los estímulos auditivos
	Auditiva secundaria	Reconoce los sonidos
	Wernicke	Decodificación de la información y asignación de significado
	Broca	Formulación lingüística y programación verbal
	Fascículo arqueado	Sincronización y conecta Wernicke y Broca
	Circunvolución angular	Asocia imagen visual de objetos y letras a imagen auditiva de sus nombres
	Giro supramarginal	Completa la decodificación dando significado total a las frases
	Motora primaria	Representación motora del cuerpo e inicio de movimientos del órgano fonador
	Premotora	Controla los movimientos oculares
	Suplementaria	Iniciativa verbal y selección de movimientos
	Prefrontal	Estrategias para iniciar expresión oral y motivación lingüística
	Perisilviana y parietal del hemisferio derecho	Prosodia
	Sensitiva primaria	Movimientos bucofaciales
	<b>Subcortical</b>	Cerebelo
Ganglios basales		Regulación de la fluidez y coordinación de secuencias motoras
Tálamo		Conecta las áreas expresivas y comprensivas del lenguaje
<b>Hemisferio derecho:</b> encargado de la prosodia y gestos emocionales del lenguaje, interpretación de ritmos, melodías y armonías, contextualiza el lenguaje, aporta una imagen global en lectura, interviene en la lectura ideográfica.		

Desde el planteamiento neuropsicológico clásico, Geschwind (1972) propone un modelo del procesamiento lingüístico basado en la especificidad funcional de determinadas áreas cerebrales corticales para la realización de determinadas tareas de expresión y comprensión del lenguaje.

Actualmente, desde la neuropsicología cognitiva del lenguaje, se enfatiza el estudio de distintos procesos y subprocesos interrelacionados entre sí que permiten que se produzca el procesamiento lingüístico. Uno de los modelos de mayor aceptación es el de Patterson & Shewell (1987) que ha sido posteriormente reformulado por diversos autores como Ellis & Young (1988). Según estos autores, la información verbal llega por el sistema auditivo para el lenguaje hablado que identifica los sonidos, después se reconocen como conocidas o no las palabras en el sistema de entrada auditivo léxico y se accede al sistema semántico para otorgar significado a las palabras. Esto sería el procesamiento de la comprensión. Para la producción de palabras habladas, desde el sistema semántico se accede a los sistemas de salida que almacenan la ortografía y fonología de las palabras y que junto con el sistema de conversión fonema-grafema en secuencia motora hace posible la expresión de las palabras.

Damasio (1992) propone un modelo del procesamiento del lenguaje basado en tres sistemas principales:

- sistema lingüístico que opera con palabras y frases: incluye las áreas de Wernicke y Broca y la red perisilviana alrededor de la Cisura de Silvio, reconociendo los sonidos del lenguaje en forma de palabras para la comprensión lingüística y se planifica la secuencia fonética para la producción de las palabras.
- Sistema de representación conceptual: distribuido por las regiones anterior y medial del lóbulo temporal de ambos hemisferios y responsable del almacenamiento de representaciones no lingüísticas de los conceptos.
- Sistema intermediario entre los dos anteriores: localizado en áreas occipitotemporales del hemisferio dominante y participación de circuitos frontales y parietales inferiores que permite la conexión entre las representaciones conceptuales y las fonológicas.

En la actualidad, Hickok & Poeppel (2007) plantean un modelo de procesamiento dual del habla basado en dos redes funcionales neuronales distintas que procesan la comprensión y producción del habla, una interconecta las redes fonológicas con los sistemas conceptuales semánticos en las que intervienen el giro temporal superior medial, el surco temporal inferior posterior de ambos hemisferios y el giro temporal medial anterior y la otra red conecta las redes fonológicas con los sistemas motores articulatorios. Y participan la región temporoparietal, el surco frontal inferior, ínsula anterior, el giro temporal superior medial, las áreas motoras primarias y áreas premotoras.

## 11.2. Dificultades lingüísticas e instrumentos de valoración

La revisión de la literatura científica (Cappa, 2015; De Thorne, Hengst & Hamilton, 2016; Gassió-Su-birachs, 2006; Gil, 2001; Moreno-Flagge, 2013; Mulas, 2008; Muñoz, Molina, Robles & Ubero, 2002; Portellano, 2008; Puyuelo y Salavera, 2011) pone de manifiesto la existencia de diversas alteraciones del lenguaje infantil. Cualquiera de las estructuras que intervienen en el proceso neuropsicológico del lenguaje, comentadas en el apartado anterior, pueden verse afectadas y producir dificultades. De la misma manera, desde los distintos modelos neuropsicológicos del procesamiento del lenguaje se proponen distintas alteraciones según el proceso afectado.

La neuropsicología cognitiva explica las dificultades del lenguaje en términos de los procesos afectados, aunque también se interesa por los procesos intactos. Siguiendo el modelo neuropsicológico, se pueden encontrar los siguientes trastornos:

- Sordera cortical: incapacidad para discriminar sonidos verbales y no verbales aún presentando una audiometría normal.
- Sordera verbal pura: percepción del habla afectada, no entendiendo lo que dicen los demás.
- Sordera para la forma de las palabras: incapacidad para entender palabras oralmente, no diferenciando palabras reales e inventadas.

- Sordera para el significado de las palabras: incapacidad para entender las palabras presentadas oralmente, aún cuando se pueden repetir y entender de forma escrita.
- Agnosia fonológica: incapacidad para repetir y escribir al dictado palabras nuevas y pseudopalabras.
- Disfasia profunda: incapacidad para repetir pseudopalabras y errores semánticos.
- Afasia semántica: dificultad para comprender las palabras con errores semánticos; es la llamada Afasia de Wernicke.
- Afasia de Broca: dificultad en la expresión y articulación de la secuencia fonética, con un lenguaje agramatical.
- Anomia: dificultad en recuperar la forma fonológica de las palabras habiendo accedido al significado.
- Jergafasia: dificultad para recuperar la pronunciación de las palabras.
- Anomia a nivel de fonema: dificultades en tareas de denominación, pronunciación, repetición y lectura en voz alta.
- Apraxia del habla: dificultades específicas de producción por movimientos articulatorios.

Desde la neuropsicología, Narbona & Chevrie-Muller (2001) desarrollan la siguiente clasificación sobre dificultades de lenguaje:

- Déficits de los “Instrumentos de Base”:
  - Anatómicos (disglosias)
  - Sensoriales Auditivos (hipoacusias)
  - Motricidad faringobucal (disartrias y afemias)
- Trastornos neurolingüísticos específicos.
  - Déficits Gnósicos (benignos y severos)
  - Déficits Práxicos (dialias, dispraxias, apraxia)
  - Déficits Lingüísticos: retraso simple de la palabra o del lenguaje; disfasias; afasias.
  - Déficits Psicolingüísticos: trastorno semántico pragmático
- Tartamudeo (Disfemias)
- Trastornos del lenguaje en Psicopatología y en carencias del entorno: retraso mental; trastornos de la comunicación; mutismo selectivo; privaciones.

A continuación, se plantea en la tabla 2 una síntesis de los diferentes trastornos o dificultades lingüísticas infantiles más frecuentes en el ámbito educativo revisadas según las estructuras implicadas y la diversidad de modelos de procesamiento del lenguaje.

**Tabla 2. Síntesis de dificultades lingüísticas**

<b>Dificultad Lingüística</b>	<b>Ámbito afectado</b>
<b>Retraso Simple del Lenguaje</b>	Retraso cronológico de todos los procesos del lenguaje
<b>Disfasia o Trastorno Específico del Lenguaje (TEL)</b>	Alteración cualitativa en la expresión y/o comprensión
<b>Afasia</b>	Todos los procesos del lenguaje
Wernicke:	Comprensión
Broca:	Expresión
<b>Dislalia</b>	Articulación a nivel funcional
<b>Disglosia</b>	Articulación por malformación anatómica
<b>Disartria</b>	Articulación por alteración del sistema nervioso central
<b>Tartamudez</b>	Fluidez y ritmo del habla
<b>Disfonías</b>	Voz
<b>Trastorno de prosodia</b>	Prosodia

Una vez conocido el proceso neuropsicológico del lenguaje, desde las estructuras implicadas y los modelos explicativos, así como las dificultades lingüísticas más frecuentes en el ámbito educativo, se procede con la valoración del procesamiento lingüístico.

La evaluación neuropsicológica del lenguaje lo que pretende es recoger, indagar y valorar la información relativa a la comprensión y expresión y los procesos morfológico, sintáctico, semántico, pragmático y fonológico de un escolar para identificar su perfil neuropsicológico lingüístico, es decir, los puntos fuertes y débiles en lenguaje que van a permitir planificar una intervención personalizada.

A continuación, se describen brevemente los instrumentos de valoración estandarizados para el lenguaje oral infantil.

- **Token Test** (De Renzi & Vignolo, 1962): permite valorar comprensión gramatical en edades de 3 a 12,5 años. Está formado por diferentes figuras geométricas de distintos colores y tamaños que el escolar tiene que manejar siguiendo una serie de órdenes simples y complejas dadas por el experimentador.
- **Comprensión de estructuras gramaticales, CEG** (Mendoza, Carballo, Muños & Fresneda, 2005): evalúa las estructuras gramaticales en el lenguaje receptivo y comprensivo en niños de 4 a 11 años de edad. Consta de una serie de frases que el experimentador lee al escolar que tiene que indicar un dibujo entre cuatro que se le presentan.
- **Test de vocabulario de imágenes Peabody** (Dunn, Dunn & Arribas, 1981): valora vocabulario receptivo en edades de 2,5 a 90 años. Consta de un conjunto de láminas con cuatro dibujos y el escolar tiene que señalar el dibujo que se corresponde con la palabra que diga el experimentador.
- **Test de Illinois de Aptitudes Psicolinguísticas (ITPA)** (Kirk, McCarthy & Kirk, 1986): valora diferentes procesos lingüísticos en niños de 3 a 10 años de edad. Contiene a nivel lingüístico, pruebas de comprensión auditiva, asociación auditiva, memoria secuencial auditiva, expresión verbal, integración auditiva e integración gramatical.
- **Evaluación fonológica del habla infantil** (Bosch, 2003): valora el ámbito fonológico en niños de 3 a 6 años. Consta de una serie de láminas con escenas que el escolar tiene que describir.
- **Prueba de Lenguaje oral de Navarra revisada (PLON-R)** (Aguinaga, Armentia, Fraile, Olangua & Uriz, 2005): valora aspectos fonéticos – fonológicos en escolares de 3 a 6 años de edad. Está formado por pruebas de fonología, sintaxis, morfología y pragmática.
- **Batería del Lenguaje Objetivo y Criterial (BLOC)** (Puyuelo, Wiig, Renom & Solanas, 2002): evalúa distintos procesos del lenguaje en niños de 5 a 14 años de edad. Consta de pruebas de sintaxis, morfología, semántica y pragmática. Además, dispone de una versión screening.
- **Registro fonológico inducido** (Monfort & Juárez, 1989): valora la articulación de ciertos fonemas en niños de 3 a 6,6 años de edad. Consta de 57 tarjetas con dibujos y el experimentador induce al escolar a producir las palabras, también se trabaja la repetición.
- **Evaluación de la dislalia. Prueba de articulación de fonemas, PAF** (Vallés, 1990): evalúa la articulación de fonemas para niños de 5 a 8 años. Consta de pruebas de soplo, respiración, soplo y discriminación auditivo-fonética.
- **Prueba de desarrollo inicial del lenguaje, PDIL** (Hresko, Reid & Hammill, 1981): valora el nivel de expresión y comprensión en niños de 3 a 7 años de edad. Está formado por pruebas de fonología, sintaxis, morfología, categorías conceptuales, comprensión y expresión del significado de las palabras y expresión del significado en distintos contextos.
- **Preschool Language Scale-3** (Zimmerman, Steiner & Ewalt, 1992): evalúa el nivel de comprensión y expresión en niños de 18 meses a 7 años de edad. Las pruebas de comprensión son vocabulario receptivo y comprensión de órdenes y las de expresión son denominación, repetición de oraciones y estructuración morfosintáctica.
- **Análisis del Retraso del Habla, A-RE-HA** (Aguilar & Serra, 2003): valora los procesos fonéticos – fonológicos de los niños entre 3 y 6 años de edad. Consta de tres protocolos y permite obtener un perfil a nivel productivo (denominación) y perceptivo (discriminación).
- **Prueba de Lenguaje Oral, MENH** (Nieto, 1984): valora diversos aspectos del lenguaje en niños de 6 a 12 años de edad. Está formado por pruebas de programación fonológica, metalingüística, semántica y discriminación fonológica.

- **Batería de Exploración del Lenguaje para Preescolares, BEL-P** (De la Osa, Doménech, Narbona & Chevrie-Muller, 1994): valora diferentes procesos del lenguaje en niños de 3 a 4 años de edad. Está formado por distintas pruebas, entre ellas, praxias bucofaciales, lenguaje expresivo, lenguaje receptivo y producción espontánea del lenguaje.
- **Test para el Análisis del Retraso del Lenguaje, A-RE-L** (Serra & Pérez, 1998): evalúa la competencia psicolingüística en niños de 3 y 6 años de edad. Está formado por tres protocolos, uno de ellos, el Protocolo para la Evaluación del Retraso del Lenguaje que se organiza en torno a comunicación, habla, lenguaje, juego, atención y comprensión del entorno y evolución.
- **Evaluación del conocimiento fonológico, PECO**, (Ramos & Cuadrado, 2006): valora el proceso fonológico en niños a partir de Educación Infantil. Está formado por pruebas sobre identificación de fonemas y palabras, adición de fonemas y sílabas y omisión de sílabas.
- **Evaluación de la Discriminación Auditiva y Fonológica, EDAF** (Branca, Ferrer, Alcántud & Quiroga, 1998): valora la fonología en niños entre 2 y 8 años de edad. Consta de 5 pruebas, discriminación de sonidos, figura-fondo, fonológica en palabras, fonológica en logotomas y memoria secuencial auditiva.
- **Examen Logopédico de Articulación revisada, ELA-R** (Grupo Albor-Cohs, 1999): valora el componente fonético-fonológico del lenguaje expresivo en niños a partir de 2 años de edad. Consta de pruebas de lenguaje espontáneo, dirigido y repetido.
- **CUMANIN, Cuestionario de Madurez Neuropsicológica Infantil** (Portellano, Mateos, Martínez-Arias, Granados & Tapia, 2005): a nivel lingüístico evalúa lenguaje articulatorio, expresivo y comprensivo en niños de 3 a 6 años de edad.
- **Escala de inteligencia de Wechsler para niños-IV** (Wechsler, 2008): escala que tiene un índice de comprensión verbal para niños de 6 a 16 años. Las pruebas lingüísticas son semejanzas, vocabulario y comprensión.
- **Escala McCarthy de aptitudes y psicomotricidad para niños** (McCarthy, 2004): tiene una escala verbal con pruebas como vocabulario y fluidez verbal para niños entre 2 años y medio y 8 años y medio.
- **NEPSY-II, Evaluación neuropsicológica infantil** (Korkman, Kirk & Kemp, 2013): a nivel lingüístico contiene pruebas de fluidez verbal, denominación, oromotoras, comprensión de instrucciones, procesamiento fonológico y repetición de pseudopalabras para niños entre 3 y 16 años de edad.
- **Escala Reynell** (Reynell, 1985): valora el lenguaje expresivo y comprensivo en niños de 1 a 4 años de edad. Consta de dos escalas, comprensión y expresión, con una puntuación independiente en cada una.
- **Inventario de desarrollo comunicativo, Macarthur** (López, Gallego, Gallo, Karousou, Mariscal & Martínez, 2005): valora las habilidades de comunicación iniciales en niños de 8 a 30 meses de edad. Consta de dos inventarios, uno de vocalizaciones, primeras palabras y gestos para niños de 8 a 15 meses y otro de vocalizaciones, palabras y gramática para niños de 16 a 30 meses de edad.
- **Prueba para la evaluación del lenguaje oral, ELO** (Ramos, Cuadrado & Fernández, 2008): valora el lenguaje oral en niños de 4 a 8 años. Está formado por cuatro pruebas que evalúan discriminación auditiva de fonemas y aspectos fonológicos, sintácticos y semánticos.

Por otro lado, se pueden emplear instrumentos no estandarizados de la valoración del lenguaje infantil, teniendo en cuenta el análisis de las siguientes dimensiones:

- Funciones auditivas.
- Respiración y soplo.
- Ritmo.
- Respiración y soplo.
- Fonación
- Praxias bucofaciales.
- Léxico.
- Pragmática.
- Fonología.
- Morfosintaxis.
- Léxico.

- Semántica.
- Habilidades metalingüísticas.
- Comprensión oral.
- Expresión oral.
- Repetición, fluencia y denominación.

Toda la información obtenida en los instrumentos de valoración de la competencia lingüística, hay que analizarlos en su conjunto para comprender y realizar una estimación de los procesos alterados y/o preservados de cada escolar.

### **11.3. Aplicaciones de estrategias desde la neuropsicología y la educación para el desarrollo del lenguaje.**

El desarrollo del lenguaje es una actividad compleja. Una gran cantidad de bibliotecas en el mundo están abarrotadas con teorías sobre su enseñanza y su aprendizaje. Disciplinas como epistemología, psicología cognoscitiva, semiótica, lingüística se alinean para dar soporte a tan importante disciplina. Se investiga sobre la relación de la sociedad, la historia, la cultura, la antropología con el lenguaje y su aprendizaje. Una de las disciplinas que hace presencia notable para impulsar la enseñanza y el aprendizaje del lenguaje es, sin duda, las neurociencias cognitivas.

Mogollón (2010) apunta que la investigación en neurociencia cognitiva ha demostrado que se avecinan cambios fundamentales en las ciencias de la educación. La integración de neurociencias y educación es inminente, y solo es necesaria la búsqueda de un diálogo fluido y continuo para lograr esta fusión. Se requiere la formación de un nuevo docente, formado por un currículo novedoso, para reformar un contexto estático y rígido donde educar se apoye en el aprendizaje compatible con el cerebro.

Se presenta una propuesta de programas para superar los trastornos del lenguaje, con el fin de facilitar el trabajo profesional de maestros, profesores, psicólogos, orientadores psicopedagógico, logopedas y otros profesionales especializados:

- Al inicio es importante contar con **programas de desarrollo auditivo, ritmo y lenguaje.**
- **Los reflejos y el movimiento** son los primeros programas que aplican los profesionales que obtienen mayor éxito en sus intervenciones. Suponen un gran avance de innovación y efectividad.
- **La respiración y las técnicas orofaciales** están relacionadas con el habla y existe una gran variedad, contando con las técnicas logopedas.
- Además, se analiza un ejemplo de organización de un **programa para desarrollar el lenguaje.**
- Se finaliza con los contenidos con **programas de tecnología** que tienen una gran aceptación en los niños y jóvenes y suponen un gran instrumento efectivo y actual.

#### ***Programas de desarrollo auditivo, ritmo y lenguaje.***

Ante es necesario conocer los procesos neuropsicológicos implicados en las funciones auditivas, motrices, espacio-temporales y lingüísticas entre otros:

- La ruta fonológica del cerebro actúa en las funciones auditivas, de memoria y lenguaje de forma clara y precisa para leer, escribir, memorizar, hablar, aprender idiomas y otros aprendizajes.
- El oído externo, medio e interno transforma los sonidos para conducirlos a las áreas cerebrales de forma que se pueda entender lo que se oye y se pueda codificar para aprender correctamente en el aula, se entienda y se comprenda el contenido, o bien se emita de forma precisa y clara.
- Las áreas motrices favorecen la transmisión de la información y su organización neuropsicológica y así se hace posible la coordinación del movimiento para pronunciar el habla, construir frases, escribir, utilizar el espacio con corrección y otros aprendizajes.

Algunos ejemplos de ejercicios:

- Seguir ritmos sencillos
- Discriminación de frecuencias: Se le enseña a diferenciar sonidos diferentes, graves y agudos; Golpear en superficies diferentes, de madera, latón, cartón, etc... El niño debe hacer una señal, como levantar la mano, cuando cambia el sonido. Repetirlo con los ojos cerrados. Repetirlo de espaldas al profesor.
- Discriminación de palabras, con ritmo y moviéndose por el espacio.

### ***Programas de los reflejos y el movimiento.***

En la actualidad, cada vez hay más profesionales del campo de la psicología, la neuropsicología y los orientadores psicopedagógicos que utilizan estos programas de:

- Reflejos
- Reptado
- Gateo
- Andar en patrón cruzado
- Ejercicios de equilibrio
- Braquiación (ejercitando la fuerza colgando de una escalera horizontal que cuelga del techo).
- Ejercicios para el desarrollo lateral y espacial.
- Otros

Los ejercicios en patrón cruzado favorecen la relación interhemisférica, que permite construir el lenguaje, comprender lo que oímos y elaborar una respuesta para comunicarnos con nuestro interlocutor.

El método **Padovan** contempla el proceso de andar, hablar y pensar, por éste orden. La reeducación se realiza a base de ejercicios sensoriales, y otros ejercicios relacionados con las funciones orales. En el método Padovan durante la realización de los ejercicios se recitan poemas y canciones con lo que se trabaja además el ritmo y la sincronización de movimientos junto a la audición y la imaginación. Esto aporta también un elemento lúdico al tratamiento, además también incide en los procesos de memoria.

### ***Programas de la respiración y las técnicas orofaciales.***

La respiración es muy importante en los procesos del habla porque el oxígeno que se inspira y lo que se espira son paralelos al habla y a la utilización de todo el aparato fonatorio. Hay tres momentos en la respiración que se deben tener en cuenta al aplicar los programas de respiración: la inspiración, la espiración y el momento de reposo.

Propuestas de ejercicios:

- Ejercitar el control del soplo.
- Relajación
- Ejercicios de conciencia respiratoria.
- Vocalizaciones.
- Reflejo nasal
- Ambiente lúdico en todo

Respecto a los programas orofaciales tener en cuenta que los músculos faciales, los nervios craneales, la lengua y todo el aparato fonatorio deben ejercitarse para mejorar el habla y lenguaje oral.

Los apartados más importantes de los programas orofaciales son: la respiración (explicado anteriormente), la succión, la masticación y la deglución.

- Succión: Diferentes ejercicios con chupetes adaptados y otros materiales.
- Masticación: De gomas y otros materiales
- Deglución: Con agua y otros ejercicios combinados

### ***Programas para desarrollar el lenguaje.***

Para trabajar diferentes programas de estimulación del lenguaje se pueden desarrollar en las siguientes áreas:

- Respiración y soplo: Para poder pronunciar correctamente determinados fonemas el soplo debe tener más fuerza y la respiración debe ser nasal.
- Memoria verbal significativa: Conseguirá recordar las palabras que llevan el fonema que se trabaja, haciendo la generalización de lo aprendido más rápida.
- Praxias linguales, labiales y mandibulares: Adquirir buen tono y control de la lengua permitirá colocar correctamente la posición de cada uno de los fonemas.
- Discriminación auditiva: Se ayuda a distinguir cuando debe pronunciar los pares de fonemas confundidos.
- Articulación del fonema: Se enseña a colocar correctamente la lengua para su pronunciación adecuada.

### ***Programas tecnológicos.***

En los trastornos del lenguaje oral y escrito, los recursos tecnológicos pueden resultarnos unos buenos instrumentos de apoyo y de intervención. Las ventajas que se destacan son principalmente:

- Las posibilidades que ofrece la tecnología para utilizar estímulos multisensoriales (imágenes, texto, sonidos y tacto) de forma simultánea.
- Personalización de las actividades, lo que implica preparar el software pensando en cada uno de los alumnos y así respetar el ritmo de trabajo.
- Motivación.
- Control de los parámetros de los estímulos presentados en la actividad.

Además, hoy hay que tener en cuenta que los nuevos dispositivos favorecen la eficacia de la reducción o de la intervención. Se hace referencia a las posibilidades de trabajar con Pizarras Digitales Interactivas, con Tablet e incluso con SmartPhone. El elemento común que tienen es el carácter multisensorial, el hecho de poder trabajar simultáneamente de forma visual, auditiva y táctil.

A la hora de incorporar la tecnología, ya sea con programas específicos como actividades desarrolladas por nosotros, la línea de trabajo será:

- Actividades de vocabulario, escritura y comprensión oral y escrita de diferentes campos semánticos.
- Actividades relacionadas con las capacidades perceptivas visuales y auditivas, atención y memoria.
- Ejercicios de comprensión de frases.
- Desarrollo sintáctico del lenguaje.
- Construcción de estructuras sintácticas simples y lectura comprensiva.
- Crucigramas: Silábicos, Sífonos
- Lectura y escritura de sílabas trabadas y grupos consonánticos.
- Programa abierto para trabajar vocabulario y lectoescritura.
- Simetrías
- Desarrollo de la lógica verbal y el vocabulario. Vocabulario, ortografía y sintaxis.
- Desarrollo de la coordinación visomotora, orientación espacial y simetrías. comprensión visual y auditiva, el reconocimiento de vocales, sílabas y palabras del entorno doméstico.

#### **11.4. Estudio de valoración de dificultades lingüísticas y orientaciones para la intervención eficiente.**

Ante las dificultades del lenguaje que se han analizado se presentan propuestas y orientaciones para aplicar en el aula. Se trabajan desde distintas perspectivas y siempre entendidas como actividades que se desarrollan en el aula contemplando a todo el alumnado. De esta forma, se atiende a la diversidad, se contempla la prevención y se trabaja en la resolución de las dificultades del lenguaje que se nos presenten en el aula.

Después de repasar todos los programas se enfocan las orientaciones, además de lo que se ha visto en el punto anterior, desde la perspectiva de la memoria de trabajo.

##### ***Memoria de trabajo***

Una estrategia importante, es indudablemente, el recurso de la memoria de trabajo. Por lo tanto, el docente debe promover actividades que estimulen la memoria de trabajo. Como indica Etchepareborla (2005) el sistema de la memoria está integrado por tres procesos básicos:

- **Codificación de la información.** La codificación o adquisición es el proceso en donde se prepara la información para que se pueda guardar. La información puede codificarse como una imagen, sonidos, experiencias, acontecimientos o ideas significativas. Las circunstancias que rodean este momento resultan fundamentales para el éxito o fracaso de la memoria. Es importante en este proceso inicial, la atención, la concentración y el estado emocional del sujeto.
- **Almacenamiento de la información.** Esta etapa se caracteriza por el ordenamiento, categorización o simple titulación de la información mientras se desarrolla el proceso en curso (proceso perfuncional). Esto requiere tanto como de una metodología como de estructuras intelectuales que ayuden a la persona a clasificar los datos. Una vez que codificada la experiencia y almacenada por cierto tiempo, esta se presenta de manera automática. El almacenamiento es un sistema complejo y dinámico que cambia con las experiencias a las que el sujeto es expuesto.
- **Evocación o recuperación de la información.** Es el proceso por el que se recupera la información. Si ésta ha sido bien almacenada y clasificada será más fácil localizarla y utilizarla en el momento en que se solicita.

##### ***Estrategias para trabajar la memoria de trabajo:***

- Procurar que en el momento de introducir los datos, intervengan todos los sentidos posibles: vista, oído, olfato. Generar circunstancias favorables y evitar las interferencias externas e internas.

Un modelo: Desde Educación Infantil podemos enriquecer el vocabulario de los alumnos trabajando con los Bits. Un bit es la unidad mínima de información visual y auditiva. De esta manera podremos trabajar introduciendo los datos con la intervención de la vista y del oído.

- Aumentar nuestra capacidad de atención y concentración. Definir de antemano o durante el mismo proceso lo que pretendemos memorizar, relacionándolo con otros conocimientos.

Un modelo: Para conseguir este objetivo es fundamental contextualizar el aprendizaje. Para contextualizar podemos utilizar la tecnología.

- Intentar realizar un proceso asociativo multisensorial lo que queremos aprender o recordar. Por ejemplo: imágenes con sonidos o con sensaciones.

Un modelo: La aplicación de la música activa varias áreas cerebrales y podemos enseñar a que los alumnos evoquen las sensaciones que le transmite la música.

- Comprobar periódicamente nuestra capacidad de recordar. Recuperar la información fraccionada, de delante hacia atrás y viceversa.

Un modelo: En entornos amigables y con carga emocional la memoria recuperar mejor los recuerdos.

**La atención** es otro recurso importante que involucra a la memoria de trabajo. Por eso, despertar la atención del estudiante es de vital importancia. El docente debe ser creativo e innovador para aumentar la motivación y estimular los niveles dopaminérgicos. A mayor concentración, menor es la ansiedad. Se debe evitar la inhibición, así como también el bloqueo en los alumnos. Este se presenta cuando la actividad atencional es débil y, como consecuencia, se pierde la oportunidad para utilizar el recurso de la memoria de trabajo en actividades que incluyan la resolución de problemas o las toma de decisiones.

Resulta primordial observar que los neurotransmisores están disponibles en mayor cantidad durante el periodo matutino. Por lo tanto, el docente debe promover, en lo posible, los escenarios de aprendizajes en este periodo.

## 11.5. Bibliografía

- Aguilar, E. & Serra, m. (2003). *A-RE-HA, Análisis del Retraso del Habla: protocolos para el análisis de la fonética y fonología infantil*. Barcelona: Universitat de Barcelona.
- Aguinaga, G., Armentia, M., Fraile, A., Olangua, P. & Uriz, N. (2005). *Prueba del lenguaje oral Navarra- revisada, PLON-R*. Madrid: TEA.
- Bosch, L. (2003). *Evaluación fonológica del habla infantil*. Barcelona: Masson.
- Branca, M., Ferrer, A., Alcantud, F. & Quiroga, M. (1998). *EDAF, Evaluación de la discriminación auditivo y fonológica*. Barcelona: Lebon.
- Cappa, S. (2015). Disorders of Language. *Brain Mapping*, 3, 1089-1093.
- Damasio, A. (1992). Brain and Language. *Scientific American*, 267, 63-71.
- De la Osa, N., Doménech, E., Narbona, J. & Chevrie-Muller, C. (1994). Batería de exploración de lenguaje para preescolares, (BELP). *Rev. Logp. Fon. Audiol.*, 2, 108-116.
- De Renzi, E. & Vignolo, L. (1962). The token test; a sensitive test to detect receptive disturbances un aphasics. *Brain*, 85, 665-678.
- De Thorne, L., Hengst, J. & Hamilton, M.-B. (2016). Communication Disorders. En H. Friedman (Ed.), *Encyclopedia of Mental Health (Second Edition)* (pp. 324-329). Academic Press.
- Dunn, Ll., Dunn, L. & Arribas, D. (1981). *Test de vocabulario en imágenes Peabody*. Madrid: TEA.
- Ellis, A. & Young, A. (1988). *Human Cognitive Neuropsychology*. LEA.
- Etchepareborda, M. C., & Abad-Mas, L. (2005). Memoria de trabajo en los procesos básicos del aprendizaje. *Rev Neurol*, 40(Supl 1), S79-S83.
- Etchepareborda, M. & López-Lázaro, M. (2005). Estructura citoarquitectónica de las áreas del lenguaje. *Neurología*, 40(S1), S103-S106.
- Friederici, A. (2003). Procesamiento cerebral del lenguaje. *Mente y Cerebro*, 5.
- Gassió-Subirachs, R. (2006). Trastornos del lenguaje. *An Pediatr Contin*, 4(2), 140-144.
- Geschwind, N. (1972). Language and the brain. *Scientific American*, 226, 76-83.
- Gil, R. (2001). *Neuropsicología*. Barcelona: Masson.
- Grupo Albor-Cohs (1999). *Examen logopédico de articulación revisado, ELA-R*. Bizkaia: Cohs.
- Hisckok, G. & Peppel, D. (2007). The cortical organization of speech processing. *Nature Reviews in Neuroscience*, 8, 393-402.
- Hresko, W., Reid, D. & Hammill, D. (1981). *Prueba del desarrollo inicial del lenguaje*. Madrid: Psymtéc.
- Jensen, E. (2004). Cerebro y aprendizaje. Competencias e implicaciones educativas. Madrid: Ediciones Narcea S. A.
- Kirk, S., Mc Carthy, J. & Kirk, W. (2004). *Test Illinois de aptitudes psicolingüísticas, ITPA*. Madrid: TEA.

- Korkman, M., Kirk, U. & Kemp, S. (2013). *Evaluación neuropsicológica infantil, NEPSY-II*. Pearson.
- López, S., Gallego, C., Gallo, P., Karousou, A., Mariscal, S. & Martínez, M. (2005). *Inventario de desarrollo comunicativo, Macarthur*. Madrid: TEA.
- McCarthy, D. (2004). *Escalas McCarthy de aptitudes y psicomotricidad para niños*. Madrid: TEA.
- Mendoza, E., Carballo, G., Muñoz, J. & Fresneda, M<sup>a</sup>. (2005). *CEG, Test de comprensión de estructuras gramaticales*. Madrid: TEA.
- Mogollón, E. (2010). Aportes de las neurociencias para el desarrollo de estrategias de enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas. *Revista Electrónica Educare*, 14(2), 113-124.
- Monfort, M. & Juárez, A. (1989). *Registro fonológico inducido*. Madrid: CEPE.
- Moreno-Flagges, N. (2013). Trastornos del lenguaje. Diagnóstico y tratamiento. *Rev Neurol*, 57(S1), S85-S94.
- Mulas, F. (2008). *Trastornos del lenguaje*. Barcelona: Viguera.
- Muñoz, A., Molina, A., Robles, C. & Uberos, J. (2002). *Neurología infantil*. Jaén: Formación Alcalá.
- Narbona, J. & Chevrie- Muller, C. (2001). *El Lenguaje del Niño. Desarrollo normal, evaluación y trastornos*. Barcelona: Masson.
- Nieto, M. (1984). *Prueba de leguaje oral, MENH*. México: Mendez Oteo.
- Obleser, J. (2015). Re-visiting the electrophysiology of language. *Brain and Language*, 148, 23-24.
- Patterson, K. & Shewell, C. (1987). Speak anda spell: dissociation and Word-class effects. En M. Coltheart, G. Sartori, R. Job (Ed.), *The Cognitive Neuropsychology of Language* (pp. 273-294). London: Lawrence Erlbaum.
- Portellano, J. (2008). *Neuropsicología infantil*. Madrid: Síntesis.
- Portellano, J., Mateos, R., Martínez-Arias, R., Granados, M<sup>a</sup> & Tapia, A. (2005). *CUMANIN, Cuestionario de madurez neuropsicológica infantil*. Madrid: TEA.
- Puyuelo, M. & Salavera, C. (2011). Patología del lenguaje. Evaluación e intervención. *Boletín Aelfa*, 11(1), 33-37.
- Puyuelo, M., Wiig, E., Renom, J. & Solanas, A. (2002). *Batería del lenguaje objetivo y criterial, BLOC*. Madrid: TEA.
- Ramos, J. & Cuadrado, I. (2006). *Prueba para la evaluación del conocimiento fonológico*. Sevilla: EOS.
- Ramos, J., Cuadrado, I. & Fernández, I. (2008). *Prueba para la evaluación del lenguaje oral*. Madrid: EOS.
- Reynell, J. (1985). *Escala para evaluar el desarrollo del lenguaje*. Madrid: Mepsa.
- Small, S. & Hickok, G. (2016). *Neurobiology of language*. Oxford: Academic Press.
- Tremblay, P. (2013). Current themes in the neurobiology of language: highlights from the third anual neurobiology og language conference. *Brain and Language*, 127(1), 34-35.
- Vallés, A. (1990). *Evaluación de la dislalia. Prueba de articulación de fonemas, PAF*. Madrid: CEPE.
- Von Hopffgarten, A. (2015). Neurobiología del habla. *Mente y Cerebro*, 70.
- Wechsler, D. (2008). *Escala de inteligencia de Wechsler para niños-IV*. Madrid: TEA.
- Yang, J. & Small, S. (2015). Lnguage processing, functional magnetic resonance imagin of. En J. Wri-gth (Ed.), *International Encyclopedia of the Social & Sciences (Second Edition)*, 368-380.
- Zimmerman, I., Steiner, V. & Evalt, R. (1992). *Preschool Language Scale-3*. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.

# Enfoque y recursos neuropsicológicos para detectar y diagnosticar la dislexia

M. Ángeles Martínez-Berruezo

## 12.1. Introducción

Comenzamos recogiendo los criterios para el diagnóstico de los Trastornos Específicos de Aprendizaje que aparecen descritos en el *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (DSM-5, APA, 2013), puesto que es importante hablar un lenguaje común entre profesionales de la educación y diferenciar cuándo existe un problema y cuándo, lo que puede parecer un déficit, no debemos considerarlo como tal.

Actualmente, en el **DSM-5** dentro de los trastornos del desarrollo neurológico, encontramos en primer lugar descritos los **Trastornos Específicos de Aprendizaje**, se dividen en tres apartados: el trastorno con dificultades en la *lectura* (dislexia), las dificultades en la *expresión escrita* y aquellos relacionados con dificultades *matemáticas* (discalculia). Para poder diagnosticar un Trastorno Específico de Aprendizaje, se han de cumplir los cuatro criterios diagnósticos que a continuación aparecen:

- A. Dificultad en el aprendizaje y uso de las capacidades académicas que se pone de manifiesto por *al menos uno* de los siguientes síntomas y que *persistan durante seis meses* a pesar de los tratamientos enfocados a mejorar esas dificultades
- Lectura de palabras imprecisa lenta o con esfuerzo
  - Dificultad para comprender el significado de lo leído
  - Dificultades ortográficas
  - Dificultades con la expresión escrita
  - Dificultades con el sentido numérico datos numéricos o cálculo
  - Dificultades con el razonamiento matemático.

- B. El desempeño académico está por debajo de lo esperado para la edad cronológica e interfiere con el rendimiento académico. Este aspecto debe quedar confirmado con pruebas estandarizadas individuales.
- C. Las dificultades de aprendizaje comienzan en edad escolar, aunque, puede que no lleguen a manifestarse plenamente hasta que las exigencias académicas se elevan, con motivo de un examen por ejemplo.
- D. Las dificultades de aprendizaje no se explican mejor por discapacidades intelectuales trastornos visuales o auditivos u otros trastornos neurológicos; tampoco pueden explicarse por adversidad psicosocial, o prácticas educativas inadecuadas, o poco dominio del lenguaje.

El primer lugar, el DSM-5 contempla dentro de las dificultades de lectura cuatro posibles fuentes de problemas específicos: la precisión en la lectura de palabras, la velocidad o fluidez lectora, y la comprensión de los textos escritos. **En el DSM-5, la dislexia se define** como un término alternativo utilizado para referirse a un patrón de dificultades de aprendizaje que se caracteriza por problemas con el reconocimiento de palabras de manera precisa fluida o a un mal deletreo y mala ortografía por parte de los niños. El DSM-5 recomienda que si se utiliza la palabra dislexia hay que especificar si además se producen dificultades de comprensión lectora y problemas en razonamiento matemático

En segundo lugar, el DSM-5 separa como entidad nosológica diferente la dificultad de expresión escrita que se clasifica en tres categorías: en primer lugar, corrección ortográfica; en segundo lugar, corrección gramatical y de la puntuación; y en último lugar, claridad de la organización de la expresión escrita. Nosotros vamos a denominar a esta última dificultad **disgrafía** (Ardila, Roselli y Villaseñor 2005).

El último apartado dentro de los trastornos de aprendizaje en el DSM-5 describe dificultades específicas de aprendizaje relacionadas con dificultad en el campo de la matemática. En el siguiente capítulo se revisará más a fondo todo lo relacionado con la discalculia.

El DSM-5 clasifica los trastornos de aprendizaje en función de la gravedad de los síntomas. Gradúa las dificultades en los siguientes niveles:

- **Leve:** Aparecen algunas dificultades de aprendizaje en una o dos áreas académicas pero compensables por parte del individuo para funcionar bien académicamente, o desaparecen las dificultades al recibir servicios especializados durante la edad escolar.
- **Moderado:** Persisten dificultades importantes referidas a las aptitudes de aprendizaje en una o más áreas académicas, de modo que la persona tiene pocas probabilidades de ser competente sin que previamente se produzcan periodos de enseñanza intensiva y especializada.
- **Grave:** Se producen dificultades graves que afectan a varias áreas académicas y el niño tiene pocas probabilidades de aprender a menos que se le ofrezca una enseñanza intensiva e individualizada durante la mayor parte de los años escolares y en ocasiones, ni con todos los apoyos a su alcance, es capaz de realizar con eficacia todas las actividades

Existe un avance importante entre esta edición del DSM y las anteriores, no se requiere un desfase de dos cursos académicos para identificar a un niño con dificultades de aprendizaje, lo que permite a los profesionales actuar tras observar durante seis meses desde que aparece el problema. En próximas versiones esperamos un nuevo cambio, que no se utilice el término *trastorno* pues, identificada la dificultad de aprendizaje, puede compensarse con la metodología educativa adecuada y dejar de ser un problema, y por tanto no se desarrollará un trastorno como tal. Ampliamos estas reflexiones a continuación.

## 12.2. Bases neuropsicológicas de la dislexia

Antes de centrarnos en la descripción de problemas que pueden desarrollar los niños con dislexia, queremos destacar que la neuropsicología de la educación ayuda al desarrollo de capacidades básicas para el aprendizaje por lo que puede prevenir la aparición de problemas como la dislexia o la discalculia. Si los responsables de la educación diseñamos los procesos de enseñanza atendiendo a las bases neuropsicológicas, ayudamos a aprender de forma eficaz a todo nuestro alumnado. Cuando los

niños no tienen problemas de aprendizaje, la enseñanza convencional es suficiente para adquirir la lectura, la escritura, y los conocimientos o destrezas matemáticas adecuados; pero, si un niño padece dislexia, disgrafía, discalculia... pronto surgirá un retraso en el aprendizaje de las tareas instrumentales básicas y el desfase con el resto de compañeros del aula, se acrecentará cada vez más.

Tradicionalmente, desde la escuela, lo normal era responsabilizar del problema a la falta de apoyo familiar por no reforzar las enseñanzas escolares; y desde los hogares, se culpaba al sistema escolar. Más adelante, cuando los niños crecían, se les llegaba a reprochar a ellos la falta de interés por lo académico, en algunas ocasiones desde la propia familia y en otras, desde su escuela. A los niños con dificultades de aprendizaje, se les ha llegado a denominar niños vagos y también se les ha contabilizado como personas con fracaso escolar. Los nuevos avances científicos, son los mejores defensores del alumnado con problemas de aprendizaje, porque permiten confirmar la existencia de causas que les hacen diferentes, como por ejemplo: zonas cerebrales poco irrigadas; pobreza de interconexiones neuronales entre áreas específicas; diferencias en las asimetrías de sus hemisferios cerebrales respecto a los niños que no padecen las dificultades de aprendizaje; incluso, se han identificado los genes implicados en la dislexia (Puente, Jiménez y Ardila, 2009).

Gayán (2001) divide el estudio de las causas de la dislexia en dos grandes grupos, las **neurológicas-sensoriales** y las **cognitivas**.

En primer término, dentro de las **causas neurológicas y sensoriales** destaca que hasta los años 60 los avances en el estudio de la dislexia se produjeron por médicos oftalmológicos como Morgan, Hinshelwood, Orton, etc; quienes acuñaron el término *ceguera de las palabras* para describir el síndrome (Hinshelwood, 1917). Los problemas visuales han sido los más relacionados con la dislexia. Los problemas auditivos fueron intensamente analizados por Tomatis en los años 60 (Tomatis, 1969). Dentro de las causas neurológicas, las más estudiadas se refieren a la dominancia cerebral. El hemisferio izquierdo suele ser el dominante en tareas lingüísticas, en las personas con dislexia, no parece ser así, por lo que el número de mensajes que han de ser enviados de un hemisferio a otro ententece cualquier procesamiento lingüístico (Dehaene, 2010), como por ejemplo el proceso lector. Gayán recoge en su estudio (2001), que como causas neurológicas también han sido estudiadas las anomalías en el sistema vestibular, éste es el encargado de coordinar las señales motoras que llegan o parten del cerebro, y que coinciden con los síntomas que caracterizan la dislexia. Otro hallazgo relacionado con el estudio de las causas de la dislexia, es que los problemas en el cerebelo repercuten en el ententecimiento de adquisición de automatismos, básicos en lectura y escritura (Beaton, 2002).

En segundo término, respecto a las **causas cognitivas**, las más estudiadas han sido el déficit en la velocidad de procesamiento de la información que presentan los disléxicos y que coinciden con su lentitud en el procesamiento neurológico (Cuetos, 2009). También, a nivel cognitivo se producen diferencias en la población que padece dislexia; se comprueba que la capacidad de memoria operativa es menor por un problema de codificación, seguramente fonológica. En el alumnado con dislexia, se han descrito problemas respecto al mantenimiento de la atención sostenida y las funciones ejecutivas (Franco de Lima y cols, 2012).

Una vez revisadas las causas neuropsicológicas y cognitivas, los problemas lingüísticos que presentan quienes padecen dislexia quedan más que justificados. Añadido a todo lo anterior, los últimos estudios genéticos realizados a niños disléxicos, informan de genes que participan en el desarrollo cerebral y son anómalos en niños disléxicos: DYX1C1, KIAA0319, DCDC2 y ROBO1 (Giraud y Ramus, 2013; Galaburda y cols, 2006).

### **12.2.1. Bases neuropsicológicas de la lectura**

Debido al alto grado de flexibilidad de nuestro cerebro, somos eficaces comprendiendo textos escritos. El aprendizaje de la lectura requiere una serie de habilidades y de dominio de procesos (Martín Lobo, 2003):

a) Procesos perceptivos: visuales, auditivos y táctiles

– El sistema visual es el primero en actuar al leer. De su adecuada funcionalidad dependerá la recepción de la información y sobre ella se apoyará la comprensión de lo que se lea. Las habilidades

visuales relacionadas con la lectura son: motricidad ocular, convergencia visual, acomodación, lateralidad y coordinación visomotora.

- El sistema auditivo incidirá en los procesos de comprensión en el aula, en el reconocimiento de lo que lee y los procesos de lenguaje, idiomas, escritura y ortografía. Las habilidades auditivas relacionadas con estos aprendizajes son: discriminación auditiva, localización de sonidos, ritmo y captación de estructuras rítmicas, lateralidad y nivel de integración auditiva de cada uno de los oídos.
- El desarrollo táctil, favorece la integración de todas las informaciones que entran en nuestro cerebro e influye directamente sobre las representaciones mentales de lo que se aprende. Cuanto mayor sea la dificultad de comprensión de lo que se lee o escucha, más puede compensar la estimulación táctil en el proceso.

El desarrollo visual, auditivo y táctil van parejos al desarrollo motor e inciden en los procesos de atención, concentración y procesamiento de la información. Estimular su desarrollo, previenen la dislexia de tipo visual y fonológico, además de otras dificultades lectoras.

- Procesamiento léxico: es el procesamiento encargado de reconocer las palabras y sus significados.
- Procesamiento sintáctico: las reglas sintácticas permiten clarificar y segmentar cada oración para extraer el significado posteriormente
- Procesamiento semántico: el procesamiento encargado de extraer el significado a partir de la decodificación, captación de la entonación y la comprensión de las inferencias.

El gráfico resume los procesos necesarios que se producen en la lectura.

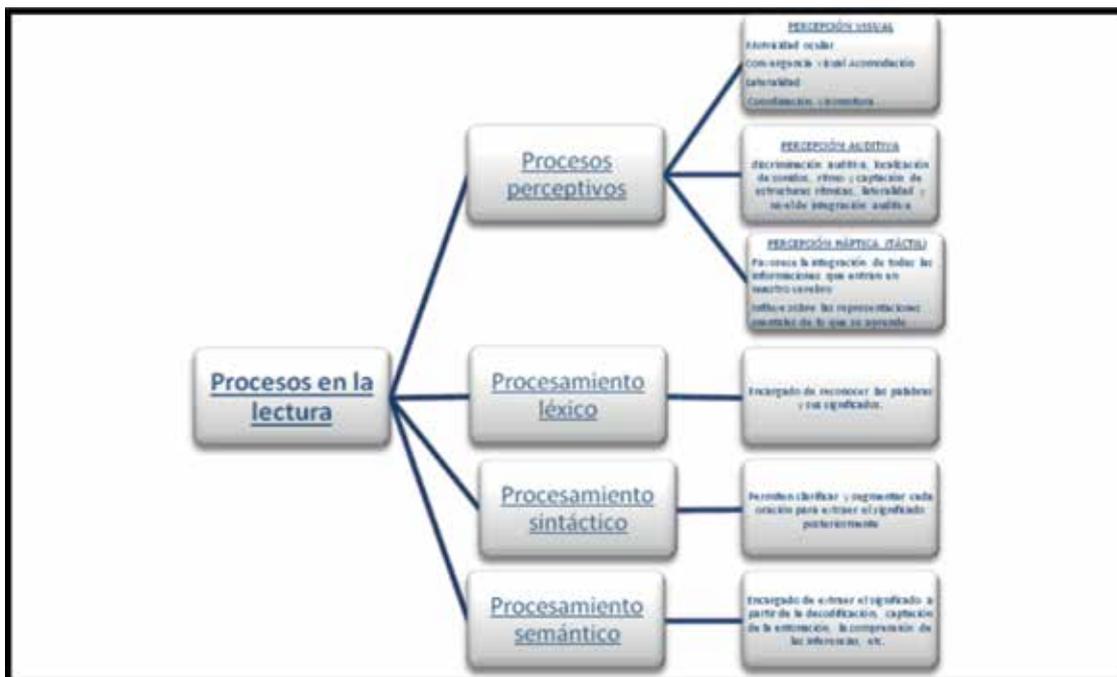


Gráfico 1. Procesos en la lectura (Adaptado a partir de Martín-Lobo 2003).

Cuando una persona lee en voz alta, las primeras en activarse son las áreas corticales responsables de la visión; estudios recientes (Dehaene, 2010) han situado en el giro angular el procesamiento específico de la forma visual de la palabra, comprobando que esta estructura también participa junto con el giro fusiforme, el giro lingual y la corteza temporal en el procesamiento semántico; además, Dahene (2010) desarrolla cómo las funciones iniciales del giro angular, se dirigían a procesar caras y objetos y la selección natural ha provocado que se haya especializado en el procesamiento de letras y formas visuales de las palabras:

- En el circuito lector, *en primer lugar*, los ojos captan la luz, y las ondas visuales avanzan hasta la fóvea y transmiten la información por el nervio óptico, atravesando el quiasma óptico, el núcleo geniculado lateral hasta llegar a la corteza visual. La información registrada visualmente se traslada desde la zona de percepción inicial, el lóbulo occipital, hacia la intersección del lóbulo temporal con el parietal.
- *En segundo lugar*, en la parte ventral de esa intersección se produce la decodificación ortográfica, muy relacionada con el procesamiento visual. *En tercer lugar*, en la parte dorsal de la misma zona, el contenido de la lectura es procesado mediante el área de Wernicke, produciéndose la decodificación fonológica. *Por último*, la información se traslada hasta el área de Broca, situada en el lóbulo frontal y allí comienza a codificarse en forma de procesos articulatorios-fonológicos y semánticos.

Este circuito que acabamos de describir de modo completo, en algunas ocasiones, puede procesarse de modo reducido y producirse por alguna de estas dos rutas: ruta fonológica (o audiolingüística, o indirecta) y ruta visual, (o semántica, o directa, o léxica o superficial); empezamos a leer todas las palabras decodificando fonema a fonema, usando la ruta fonológica; pero, cuando las palabras son fácilmente reconocibles a nivel visual, o son muy frecuentes, el procesamiento se produce directamente desde la percepción visual a la comprensión semántica, utilizando la ruta visual.

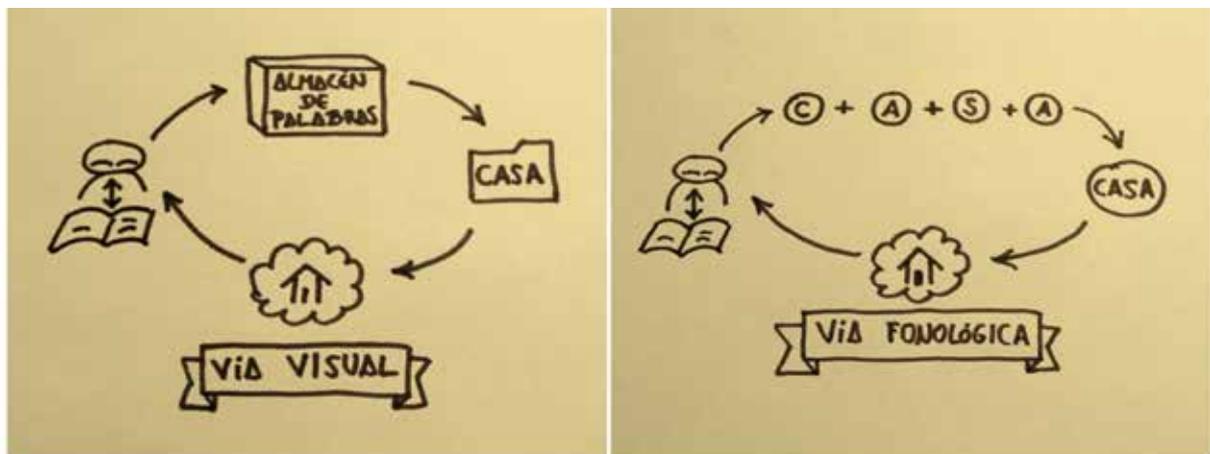


Ilustración 1. Rutas en la lectura. Adaptado a partir de Benavent (2014).

Una vez descritas las bases neuropsicológicas de la lectura vemos conveniente describir las de la expresión escrita para tener una visión completa de cómo se produce el proceso lectoescritor en nuestro cerebro.

### 12.2.2. Bases neuropsicológicas de la expresión escrita

El aprendizaje de la escritura es un logro exclusivamente humano y requiere una serie de habilidades y de dominio de procesos. En su texto sobre la lectura, la doctora Martín Lobo (2003), explica que la escritura se relaciona directamente con el tono muscular, el control postural, el área vestibular y la coordinación visomotora, es decir, con el desarrollo visual y motriz, describiendo los procesos de escritura básicos. El tono muscular tiene una función importantísima porque para escribir de forma correcta, es necesario un tono muscular adecuado y que los músculos mantengan un estado continuo del que depende de la acción sostenida de diversas fibras musculares. La postura que adoptamos para escribir, influye en la topografía de la letra y en la velocidad y repercute también en la utilización de los dos ojos, en la fatiga, el estrés y en el interés general por la escritura. La postura es la posición espacial relativa del tronco, la cabeza y los miembros. Para mantener la postura estable es necesario que el centro de gravedad se sitúe por encima de la base de apoyo; paralelamente, el aparato vestibular detecta los cambios en la posición de la cabeza, la aceleración lineal y angular; por último, los núcleos vestibulares utilizan esta información, conjuntamente con los nervios aferentes procedentes de los músculos del cuello y las vértebras cervicales, para determinar si la cabeza se mueve sola o si se mueve con el resto del cuerpo.

Desde la topografía de la letra y la velocidad al escribir, el orden y la limpieza, el uso de la ortografía y otros aspectos, hasta los procesos más complejos de escritura creativa, se puede afirmar que existen diferentes factores y procesos neuropsicológicos implicados en los mismos. Todos ellos, inciden también, de una manera u otra en los procesos lectores. Los maestros de primaria saben lo frecuente que son los casos de niños con letra ilegible, lenta, torpe y que su rechazo por la escritura pronto les lleva a bajar su rendimiento escolar a la vez que aparecen signos de baja autoestima. Los problemas de escritura sobrevienen como consecuencia de problemas neurológicos en muchas ocasiones y de problemas pedagógicos en otras (Portellano, 2014).

No podemos olvidar que la escritura es una actividad perceptivo motriz por excelencia y cuanto más maduros y más trabajados previamente estén las subhabilidades motrices y perceptivas, mejor calidad observaremos en los escritos de nuestros escolares.

En la escuela desarrollamos escritura copiada, producida a partir de dictado o escritura espontánea en otras ocasiones. La escritura copiada, si tiene buena reproducción, ello supone una adecuada destreza grafomotriz y perceptiva así como suficiente retentiva visual. Respecto a la escritura producida por un dictado, es más compleja que la copia porque requiere retentiva auditiva, interiorización de grafemas y correspondencia fonémica adecuada. Por lo que se refiere a la escritura espontánea, es la tarea más compleja porque es necesario un buen lenguaje interiorizado en ausencia de modelos auditivos y visuales para su adecuada producción.

Es importante que en este punto, que ayudados con el apoyo gráfico de la ilustración 2, analicemos el proceso cerebral que se produce cuando un niño trata de copiar un texto o escribir al dictado. En primer lugar, el niño, procesa por la corteza visual (zona marcada con 1 en la ilustración 2) la información cuando está copiando; cuando realiza un dictado, el primer procesamiento se produce por la corteza auditiva (zona marcada con 2 en la ilustración 2), pero a partir de ese momento, coinciden las rutas de procesamiento hasta que se produce la escritura. Es en la zona en la que convergen los lóbulos parietal, temporal y occipital (zona marcada con 3 en la ilustración 2), donde se traduce la información percibida, por ejemplo en forma de fonema, a grafema; en ese momento el gesto gráfico se inicia a través de la corteza motora frontal asociativa, cuya región fundamental es el área de Broca (zona marcada con 4 en la ilustración 2) a continuación el mensaje se transmite a la corteza motora primaria (zona marcada con 5 en la ilustración 2) para concretar el movimiento a realizar y además, otras regiones aportan información indispensable hasta que se produce la escritura; por ejemplo, el hipocampo (zona marcada con 6 en la ilustración 2) o zonas relacionadas con la memoria, el hemisferio derecho aportando visión global de la palabra escrita y las zonas prefrontales (zona marcada con 7 en la ilustración 2) planificando el texto escrito (Rosselli, Matute, Ardila, 2010).

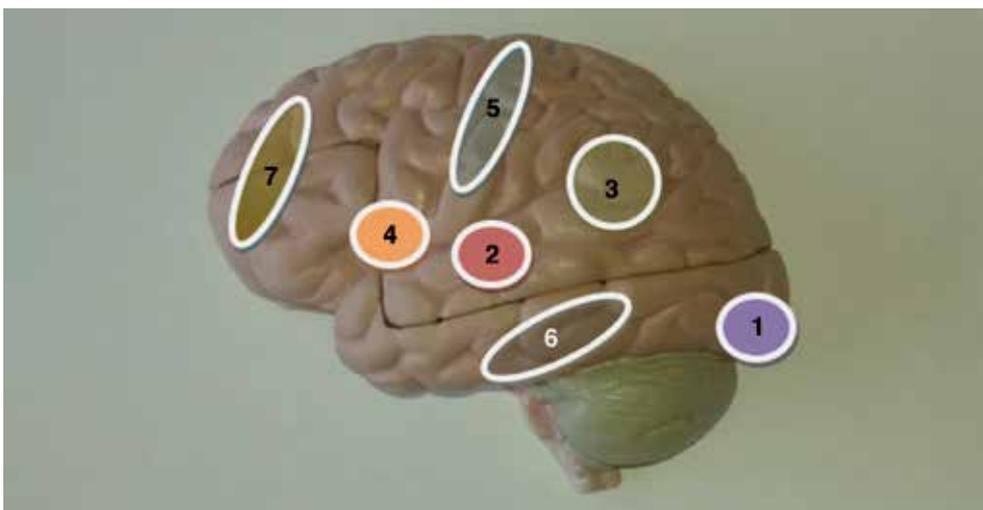


Ilustración 2. Zonas cerebrales implicadas en el proceso lector. Elaboración propia.

Acabamos de revisar las bases neuropsicológicas del aprendizaje lectoescritor, a continuación vamos a analizar cómo influye la dislexia en el rendimiento escolar.

### 12.3. Incidencia de la dislexia en el rendimiento escolar

La dislexia es un problema real, desde las asociaciones de familias con niños disléxicos se reivindica, a la luz de investigaciones como las expuestas más arriba, que la dislexia es una alteración de la capacidad fonológica, es un trastorno que puede ser detectado con meses de vida, pero que escolarmente no se pone realmente de manifiesto hasta que aparece el problema en el aprendizaje lector, lo que retrasa su diagnóstico y, por tanto, su tratamiento. Cada vez son más los estudios sobre su prevalencia en niños escolarizados (Carrillo, Alegría, Miranda, y Pérez, 2011). La dislexia afecta al proceso lector pero también a la escritura; comenzamos hablando de las dificultades en lectura y posteriormente explicaremos cuestiones referidas a la escritura.

En el **Primer Ciclo de Educación Infantil (0-3 años)**, las educadoras comunican frecuentemente como alguno de los niños de su grupo de dos años parlotea de una forma ininteligible, parece que no atiende tanto como el resto del grupo, no discrimina colores a la velocidad que lo hacen los demás, no llegan a gatear, tienen dificultades en coordinación fina y gruesa, en su equilibrio, etc. Citoler (2011) cita como factores predictores de la dislexia la falta de memoria verbal, los niños con dislexia presentan problemas de este tipo desde edades muy tempranas.

En el **Segundo Ciclo de Educación Infantil (3-6 años)**, los maestros de infantil explican que estos niños terminan este tramo escolar conociendo bien solamente las vocales y algunas consonantes comunes y presentan alteraciones en el lenguaje oral; que tienen dificultades al memorizar por ejemplo poesías, rimas, los días de la semana y los colores; que son lentos nominando objetos, presentan escasa conciencia fonológica, la copia de letras y números presenta más inversiones y simetrías que las que ocurren en el resto del grupo escolar del que forman parte y los tamaños son irregulares; que presentan dificultades con el ritmo, con las nociones espaciales; que todavía no han definido su lateralidad y que es cruzada en muchos de ellos; confunden izquierda, derecha, arriba, abajo; les cuesta representar la figura humana, tienen dificultades en juegos de coordinación con pelotas o relevos. Una reciente investigación (Villagrán, Guzmán, Jiménez, Cuevas, Consejero, y Olivier, 2010) recoge como principales predictores de la dislexia, la baja velocidad de nombramiento y los problemas en el desarrollo de la conciencia fonológica que aparecen desde los últimos cursos de educación infantil. En la tabla 1 recogemos las principales características que los niños con dislexia presentan a esta edad.

**Tabla 1. Indicadores de la dislexia en Educación Infantil**

<b>Factores en edad temprana (antes de los 6-7 años):</b>
Retraso en el lenguaje.
Confusión de palabras que tienen pronunciación similar.
Dificultades expresivas.
Dificultad para identificar las letras y sonidos asociados a las letras
Lectura en espejo.
Historia familiar de problemas de lectoescritura.
Desarrollo lento del vocabulario y retraso en el desarrollo del habla con dificultades para articular o pronunciar palabras.
Inmadurez en el conocimiento de las partes de su cuerpo. El niño o niña confunde la localización de las partes corporales.
Retraso para memorizar números, abecedario, días de la semana, colores y formas.
Las nociones espaciales y temporales están alteradas
Dificultad para seguir instrucciones y aprender rutinas.
Falta de atención y aumento de la actividad e impulsividad.
Torpeza al correr, saltar y brincar.
Dificultad en el equilibrio estático y dinámico.
Inmadurez a nivel de motricidad fina.
Falta de control y manejo del lápiz y de las tijeras
Dificultades en la dominancia lateral.
Lateralidad cruzada.
Aparición de conductas problemáticas en sus habilidades sociales

Fuente: Adaptado a partir de Angulo, Ocampos, Luque, Rodríguez, Sánchez, Satorras y Vázquez (2015).

En los **Cursos iniciales de Primaria** (6-8 años), recientemente Medrano, Matute y Zarabozo (2012) han descrito a los niños hispanohablantes que presentan dislexia y señalan cómo al comenzar su escolaridad, persisten las mismas dificultades en el aprendizaje lento de la lectura y escriben con frecuencia excesiva en espejo. Comprenden bien oralmente pero son incapaces de hacerlo cuando el material está escrito. Pueden producirse problemas de conducta por evitar hacer las tareas escolares que tanto esfuerzo les suponen; pueden producirse problemas de ansiedad y desencadenar aislamiento, oposicionismo u otras estrategias de defensa ante su dificultad escolar que a la vez produce desajuste con el resto de compañeros.

Al **terminar el primer ciclo de primaria (8-10 años)**, avanzan en el desarrollo lector pero pueden aparecer dos tipos de problemas. Galaburda y Cestnick (2003), describen los dos tipos de dislexia la superficial y la fonológica. En primer lugar, hay niños que se perpetúan en el silabeo y no avanzan al nivel de decodificar palabras completas y luego frases, que es un automatismo básico en el aprendizaje lector para poder comprender el texto completo. Seguramente, su ruta de acceso al léxico es inmadura, padecen una **dislexia de tipo superficial**. En segundo lugar, otros niños tienen problemas con algunos fonemas y en vez de decodificar uno por uno, al ver una palabra escrita quieren adivinarla precipitadamente. En estos casos es probable que su ruta fonológica esté alterada e instintivamente utilizan la ruta de acceso directo al léxico provocando muchos errores en su lectura de palabras con forma parecida, especialmente en aquellas que se diferencian en un solo fonema pero cuyo significado varía totalmente y por ello la comprensión del texto es errónea, sin sentido. En este caso decimos que los niños padecen **dislexia fonológica**.

En la tabla 2 recogemos las señales de detección del alumnado de primaria que tienen dislexia

**Tabla 2. Señales de alerta detección alumnado con dislexia en Educación primaria**

<p><b>En Lectura</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lectura con errores y muy laboriosa o lectura correcta pero no automática.</li> <li>- Dificultad para conectar letras, sonidos y para descifrar las palabras aprendidas.</li> <li>- Dificultad para decodificar palabras aisladas.</li> <li>- Presenta más dificultades para leer pseudopalabras o palabras desconocidas.</li> <li>- Traspone las letras, cambia el orden e invierte números.</li> <li>- Lentitud en la lectura.</li> <li>- Comprensión lectora pobre.</li> <li>- Mal rendimiento en los test fonológicos.</li> </ul> <p><b>En Escritura</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Invierte letras, números y palabras.</li> <li>- Confunde derecha e izquierda y escribe en espejo.</li> <li>- Dificultades ortográficas no adecuadas a su nivel educativo.</li> <li>- No logra escribir pensamientos, ni organizarlos; su gramática y ortografía son deficitarias.</li> <li>- Suele tener dificultad para trasladar el pensamiento oral al escrito.</li> <li>- Letra ilegible y desordenada (es incapaz de seguir los renglones rectos, de respetar los márgenes de los cuadernos, de organizar operaciones matemáticas en columna, etc.).</li> </ul> <p><b>En cuanto al habla:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Presenta dificultad en la pronunciación de palabras, invirtiendo, sustituyendo cambiando sílabas.</li> <li>- Dificultad para nombrar figuras.</li> <li>- En ocasiones no encuentra la palabra adecuada.</li> </ul> <p><b>En cuanto a la coordinación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- No agarra bien el lápiz.</li> <li>- Coordinación motriz pobre, es propenso a accidentes.</li> <li>- Mala letra y una caligrafía pobre.</li> <li>- Confunde la derecha y la izquierda.</li> <li>- Es incapaz de realizar determinados movimientos (ir en bicicleta, saltar, etc.)</li> </ul>
--

Fuente: Adaptado a partir de Angulo, Ocampos, Luque, Rodríguez, Sánchez, Satorras y Vázquez (2015).

Si las dificultades anteriormente mencionadas se perpetúan curso tras curso, el retraso puede causar problemas especialmente graves. Es importantísimo actuar a tiempo; si algún profesional tiene la sospecha de que algo no va bien en el desarrollo del aprendizaje lectoescritor de un niño, tiene que consultarlo para descartarlo o para iniciar la vía del diagnóstico precoz (Millá, 2006). En algunas ocasiones, por no alarmar a la familia no se consultan los casos con los profesionales encargados de diagnosticar. Demorar el diagnóstico es demorar un tratamiento que cuanto antes se produce mayores beneficios traerá consigo, o al menos, dará explicaciones a profesores, familia y al propio niño de qué ocurre. Los maestros tienen formación relacionada con el desarrollo madurativo y tienen grupos normativos para poder descubrir si un niño no cubre los hitos evolutivos propios de su edad; un profesor no pueden aterrorizar a una familia dando un diagnóstico, porque, para eso están profesionales que pueden ayudarles, pero no debe dar la espalda a un problema que percibe día tras día. Por su parte, la familia en ocasiones el único conocimiento que tiene sobre el desarrollo evolutivo es la observación de su propio hijo, y resulta más complicado detectar el problema en la familia que en la escuela.

Respecto a la escritura, en primer lugar queremos destacar la importancia de su aprendizaje y describiremos las dificultades que pueden surgir, posteriormente explicaremos las causas de estas dificultades y por último presentamos los principales tipos de disgrafía que se suelen presentar. Ardilla y colaboradores (2005), establecen que el aprendizaje de la escritura se prolonga durante toda la vida escolar. Al principio de la escolarización las dificultades caligráficas son más destacables y después se ponen de manifiesto las relacionadas con la ortografía y composición escrita. La importancia de las variables emocionales también ha sido muy estudiada, la ansiedad interfiere en el proceso de la escritura y se relacionan también negativamente con este proceso la autoestima y el autoconcepto académico (Gregg y Mather, 2002).

Entre otras causas, puede producirse una disgrafía por una alteración en la ruta de procesamiento cerebral implicado en el proceso escritor (García Orza y cols; 2002). La **ruta léxica** o ruta directa, depende de la activación de las representaciones de palabras familiares en el léxico ortográfico; los niños con buena conservación de la ruta léxica escriben correctamente las palabras con ortografía arbitraria. En cambio, fallos en esa ruta dan lugar a la disgrafía superficial, los sujetos que la padecen, escriben bien pseudopalabras (son falsas palabras, no tienen significado; por ejemplo *estrufal* tiene aspecto de ser una palabra, pero no significa absolutamente nada).

Los niños con disgrafía superficial, dudan al escribir palabras de ortografía arbitraria y tienden a una regularización excesiva en la construcción de palabras; los sujetos con disgrafía superficial suelen tener problemas de procesamiento en zonas temporoparietales del hemisferio dominante, especialmente giro angular (Graham, 2014).

La **ruta subléxica** o **ruta fonológica** se apoya en las reglas propias del idioma; los niños con problemas en la ruta subléxica cometen errores al representar palabras que con un mismo sonido pueden escribirse con uno u otro grafema (por ejemplo, en español la “b” y la “v”) Esto niños presentan lo que se denomina *disgrafía fonológica* y les resulta difícil escribir pseudopalabras y palabras poco familiares; el conjunto de errores asociados a este problema se conocen como lexicalización. Quienes padecen disgrafía fonológica presentan mal funcionamiento en el Giro Supramarginal del hemisferio izquierdo, encargado de la decodificación fonológica.

Por último, la disgrafía profunda es un síndrome fruto de la coexistencia de los dos tipos de disgrafías antes descritas. Algo específico de este tipo de niños es que llegan a sustituir incluso palabras funcionales, son los llamados errores semánticos, llegando a cambiar yate por barco, por ejemplo (Henry et als., 2007). En el caso de **disgrafías profundas**, existe una alteración severa de la ruta fonológica; además, está alterada la ruta léxica, bien a nivel semántico u ortográfico; en estos sujetos se ha detectado daño cerebral en áreas perisilvianas encargadas del lenguaje (Rapcsak y Beeson, 2000)

#### 12.4. Instrumentos de evaluación

En capítulos anteriores desarrollamos el proceso de evaluación neuropsicológico, clave en la valoración y diagnóstico de los trastornos de aprendizaje. En este apartado haremos especial énfasis en la evaluación de la dislexia en primer lugar y en cómo valorar a niños que presentan disgrafía en segundo lugar.

### 12.4.1. Evaluación de la dislexia

Para comenzar a valorar si existe o no dislexia, en primer lugar, atenderemos a los criterios diagnósticos del DSM-5 que aparecen detallados al principio del capítulo. A continuación, es esencial establecer una valoración neuropsicológica en el diagnóstico de la dislexia. Por ejemplo, la Batería Neuropsicológica de Luria- DNI (Manga y Ramos, 2006), es clave en el diagnóstico de la dislexia porque en ella se valoran en los subtest 1 a 7, competencias en funciones motoras y perceptivas, aspectos básicos para la lectura; los niños evaluados identifican y denominan objetos y dibujos o adivinan qué partes faltan en un modelo. Sin embargo, las pruebas neuropsicológicas visuales han de ampliarse y evaluarse de forma multidisciplinar. En este trabajo en equipo van a resultar clave los optometristas. Ver en gráfico 2, el proceso completo.

Proceso multidisciplinar de evaluación en dislexia	
1. Criterios DSM 5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Criterios A, B, C, D</li> <li>• Nivel Leve, Moderado, Grave</li> </ul>
2. Evaluación Neuropsicológica (Batería Luria-DNI)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pruebas 1 a 7: Percepción y Motricidad</li> <li>• Pruebas 8 a 12: Competencias Lingüísticas</li> </ul>
3. Evaluación Neuropsicológica (Pruebas CUMANES, CUMANIN)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lenguaje, estructuración espacial, ritmo, fluidez verbal, viso-percepción, lateralidad y atención</li> </ul>
4. Evaluación de la Inteligencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• WISC- IV: Observamos que en alumnado con dislexia <math>ICV &lt; IRP</math></li> <li>• K-ABC-II: Cuando está afectada la ruta directa, la puntuación en procesamiento simultáneo es baja; cuando está afectada la ruta fonológica, la puntuación en procesamiento secuencial es baja.</li> </ul>
5. Optometrista	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agudeza visual, los movimientos oculares, la acomodación, la convergencia y la coordinación visomotora</li> </ul>
6. Audiometrista	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Filtrar, discriminar, localizar sonidos y ritmos</li> <li>• Análisis de audiogramas.</li> </ul>

Gráfico 2. Proceso Multidisciplinar de evaluación de la dislexia. Fuente elaboración propia

Un diagnóstico optométrico que describa cómo son estas funciones en el niño con dislexia son claves para individualizar después su tratamiento.

En la **Batería Neuropsicológica de Luria- DNI** se valoran las competencias de lenguaje oral en los subtest 8 a 12, es clave en dislexia conocer estos aspectos. Por ejemplo, la audición fonémica; la comprensión de palabras y frases simples; la comprensión lógico gramatical; la articulación y repetición; y la denominación y habla narrativa.

Los dos últimos subtest de esta prueba se dedican a valorar competencias de memoria, inmediata y lógica, ambas relacionadas con la dislexia.

Los resultados en este test habrán de corroborarse con los profesionales encargados de realizar audiometrías, ellos son el segundo grupo de profesionales a destacar en la evaluación multidisciplinar, ya que nos ayudarán a conocer la funcionalidad auditiva y si no es adecuada, poder prevenir las dificultades de aprendizaje o erradicarlas, en este sentido es importante valorar las capacidades audiológicas para filtrar, discriminar, localizar sonidos y ritmos, así como analizar los audiogramas para comprobar si todos los sonidos son captados de igual manera y a la misma intensidad o si por el contrario aparecen picos que indican rasgos disléxicos (Martín Lobo, 2003).

Los test **CUMANES o CUMANIN** revisados anteriormente, aportan información sobre lenguaje, estructuración espacial, visopercepción, ritmo, fluidez verbal, lateralidad y atención, factores altamente correlacionados con la dislexia.

Al medir la inteligencia utilizando el WISC- IV, observamos en los disléxicos que  $ICV < IRP$ , puntuaciones más bajas en velocidad de procesamiento y en memoria de trabajo. Respecto a la prueba **K-ABC-II**, cuando está alterada la ruta directa en personas con dislexia, las puntuaciones en

procesamiento simultáneo son bajas; cuando la ruta fonológica está alterada, las puntuaciones son especialmente bajas en procesamiento secuencial.

Existe un test específico de detección de dislexia en niños de primaria, es el **Test para la detección de Dislexia en niños (DST-J)** (Fawcett y Nicolson, 2010). El DST-J es una batería breve de screening o detección rápida de la dislexia dirigida a niños de 6 años y medio a 11 años y medio. Pueden verse sus características en la tabla 3:

**Tabla 3. Descripción del DST-J**

<b>Test para la detección de Dislexia en niños (DST-J) (Fawcett y Nicolson, 2010).</b>	
Edad	6 años y medio a 11 años y medio.
Modalidad	Individual o Colectivo
Tiempo de aplicación	25-45 minutos
Subpruebas	Nombres, Coordinación, Lectura, Estabilidad postural, Segmentación fonémica, Rimas, Dictado, Dígitos inversos, Lectura sin sentido, Copia, Fluidez verbal, Fluidez semántica y Vocabulario
Magnitud del riesgo	Leve, moderado o alto

Otros test quedan reflejados en la tabla 4 (Angulo y cols, 2015):

**Tabla 4. Test recomendados en la evaluación de la Dislexia**

<b>Test recomendados en la evaluación de la dislexia</b>
Test Estandarizado de Lectura (TALE, TALEC).
LEE Test de lectura y escritura con análisis de procesos Fonológicos.
Test de Identificación de Objetos (PEABODY).
Test de Vocabulario de Boston.
Continuous Performance Test (CPT).
Batería de evaluación de los procesos lectores en Educación Primaria (PROLEC)
Batería para la evaluación de la competencia lectora EVALEC
Test Gestáltico-Visomotor de Laureta Bender.
Test de la Figura Compleja de Rey

Fuente: *Adaptado a partir de Angulo y cols, (2015)*

Mediante el análisis y la interpretación de toda esta información recogida y analizando los errores de los niños al leer, podremos diagnosticar qué tipo de problema tiene.

- Cuando los niños tienen una dislexia evolutiva, puede ser que alguno de los elementos descritos en el circuito de procesamiento de la lectura sufra algún tipo de alteración (Puente, Jiménez y Ardila, 2009); también es posible que los procesos cognitivos necesarios para atender y entender el material escrito que se lee, sean deficitarios por alguna causa (Ramus y cols, 2013).
- Cuando las alteraciones afectan a procesos centrales se diferencian tres subtipos: dislexia fonológica o audiolingüística, dislexia superficial o visoespacial y dislexia profunda. La **dislexia fonológica** se caracteriza por dificultades en la lectura de palabras poco familiares y pseudopalabras; la dificultad es la conversión de los grafemas en fonemas, es decir no se es eficaz convirtiendo información del plano ortográfico al fonológico, pero el reconocimiento visual de palabras frecuentes produce que se lean bien de forma global.

Los niños con **dislexia superficial** leen con facilidad palabras poco frecuentes y pseudopalabras porque realizan bien la conversión de grafemas a fonemas, pero tienen lectura lenta porque no procesan globalmente y su lectura se perpetúa en el deletreo, no hay un acceso rápido al léxico. Los sujetos con **dislexia profunda** tienen dificultades con palabras conocidas y desconocidas, especialmente con palabras abstractas.

Terminamos este apartado explicando algunas ventajas de los test que recomendamos utilizar:

- El TALE 2000 (Toro, Cervera y Urío, 2000) nos va a permitir establecer un nivel exacto del momento lector y escritor en que se encuentra el alumnado evaluado, lo que nos posibilitará adecuar el nivel desde el que diseñar programa de entrenamiento individualizado.
- El test LEE (Defior y cols., 2007) analiza lectura y escritura de los niños, aportando un análisis de los procesos fonológicos subyacentes en cada niño así como un nivel de comprensión lectora que es muy importante para intervenir posteriormente
- El Test de Vocabulario en Imágenes Peabody (Dunn, L.; Padila, E.; Lugo, D.; Dunn, L.; 1986), tiene una ventaja sobre otros y es la rapidez con la que puede pasarse, como un cuarto de hora; en este tiempo se puede valorar la capacidad de comprensión auditiva del sujeto, incluso aunque la persona evaluada no posea lenguaje expresivo, por ejemplo con niños autistas que no hablan se puede utilizar; para evaluar la comprensión del sujeto, se muestra una lámina con cuatro dibujos para que señalen el que hace referencia a la explicación del examinador.
- EVALEC (Batería para la Evaluación de la Competencia Lectora, García, González y García, 2012); esta batería está destinada a valorar el desarrollo alcanzado en cada nivel escolar de la Competencia Lectora Básica, por lo que pueden ser utilizadas para conocer el nivel de logro de dicha competencia en cualquier alumno, grupo o Centro Educativo.
- Para un análisis a fondo de los procesos lectores en educación primaria nosotros recomendamos PROLEC (Batería de evaluación de los procesos lectores de los niños de educación primaria; Vega, Díez, y Ruano, 1996); porque da un perfil exacto de los procesos semánticos (comprensión de oraciones, textos y palabras); procesos gramaticales; procesos léxicos y si existen problemas de identificación de letras en los niños evaluados. Para evaluar la memoria semántica contamos con el test de Vocabulario de Boston. (Kaplan, Goodglass y Weintraub, 1986).
- Recomendamos utilizar el Continuous Performance Test (CPT; Conners, 2004), que es una prueba de evaluación neuropsicológica para valorar la atención y la impulsividad en niños diagnósticos de TDHA; esto es interesante para saber si existe comorbilidad entre dificultades lectoras y TDHA o no coexisten ambos problemas.
- Por otra parte el Test Gestaltico Psicomotor de Laureta Bender (adaptado recientemente por Casullo (2000), resultará útil para averiguar si existe sospecha de la existencia de algún problema neurológico. El test de la figura compleja de Rey (1987), resulta muy útil para valorar cómo procesan los materiales los niños que tienen problemas de lectura, si lo hacen de una forma global o si atienden primero a los detalles y esto es algo muy valioso de cara a la intervención.

#### **12.4.2. Evaluación de la disgrafía**

Para evaluar la disgrafía, en primer lugar atenderemos a los criterios diagnósticos del DSM-5 (ver apartado inicial del capítulo). Posteriormente comenzaremos a desarrollar la evaluación de la disgrafía desde el punto de vista neuropsicológico:

- Es necesario realizar la evaluación de los patrones básicos del movimiento, las funciones motrices de las manos, la regulación verbal de la motricidad, la coordinación audio-motora, el desarrollo de la cinestesia y estereognosia, junto la orientación espacial.
- Batería Neuropsicológica de Luria- DNI, relacionada en parte con los procesos neuropsicológicos y las competencias específicas de lenguaje escrito.
- Los test CUMANES o CUMANIN aportan información sobre lenguaje, estructuración espacial, visopercepción, ritmo, lateralidad y dictado, factores altamente correlacionados con la disgrafía.

- Respecto a la prueba K-ABC-II, recomendamos su utilización porque analiza el procesamiento simultáneo y secuencial que es clave para escribir ordenadamente. También podemos evaluar específicamente producciones escritas de los niños para detectar: si la adquisición de la escritura es lenta, si existe grafía irregular; si aparecen errores de segmentación; trastorno del tamaño; deficiente espaciado entre letras dentro de una palabra, entre palabras y renglones; uniones defectuosas de unas palabras con otras; trastornos en la presión, (demasiada huella o demasiada ligereza en la escritura); alteraciones tónico-posturales; trastorno de la direccionalidad de los giros; inclinación defectuosa de las palabras y de los renglones; incorrecta orientación espacial al escribir en el papel y confusión derecha-izquierda; escasa fluidez y ritmo cuando escriben; por ejemplo el test PROESCRI (Prueba de evaluación de procesos cognitivos en la escritura de Artiles y Jiménez, 2007), valora gran parte de estos aspectos, basado en los hallazgos de Utha Fritz es un valioso instrumento baremado para población española. En los niños con disgrafía, a menudo la grafía es ilegible, demasiado grande o demasiado pequeña. Casi siempre realizan inversiones en la escritura durante más tiempo que los niños de su edad. Tiene faltas de ortografía en los copiados.
- Portellano (2014) indica una serie de test de organización perceptiva, que sería conveniente pasar a los niños de los que sospechamos padecen disgrafía: Test Gestaltico Visomotor de Laureta Bender para descartar problemas neurológicos; Test de Santucci que mide el grado de integración perceptiva, test perceptivos como Figura Compleja de Rey o Test de Retención Visual de Benton, para analizar si su procesamiento perceptivo es adecuado y de tipo global o segmentado. También es necesario conocer la madurez pedagógica, el ABC de Filho destinado a niños que inician el aprendizaje lectoescritor nos indica si está preparado para abordarlo; el test Reversal de Edfelt permite conocer el grado de madurez, el tipo de fallos, inversiones y simetrías que comete, así como el pronóstico de éxito en lectoescritura.
- Es importantísimo valorar el perfil psicomotor, otro importante factor relacionado con la escritura, la Escala de Ozereski valora el equilibrio, la velocidad, coordinación y ausencia de sincinesias (movimientos parásitos involuntarios que demuestran inmadurez). En la tabla 5 quedan resumidos los principales instrumentos de evaluación de la disgrafía que venimos describiendo.

**Tabla 5. Principales instrumentos relacionados con la evaluación de la disgrafía**

<b>Test PROESCRI</b>	Evalúa procesos motores, léxicos, morfosintácticos y de planificación
<b>Cumanes/ Cumanin</b>	Lenguaje, estructuración espacial, visopercepción, ritmo, lateralidad y dictado
<b>K-ABC</b>	Procesamiento secuencial
<b>Test Gestáltico Vismotor</b>	Distorsiones de forma, rotaciones de dirección, dificultades de integración en la producción gráfica
<b>Figura Compleja de Rey</b>	Evalúa la presencia de posibles trastornos neurológicos y cognitivos relacionados con problemas de carácter perceptivo, motriz o de memoria así como el grado de desarrollo de la actividad gráfica.
<b>Test de Retención Visual de Benton</b>	Evalúa la percepción, la memoria visual y las habilidades visoconstructivas
<b>ABC de Filho</b>	detecta la madurez de un niño para el aprendizaje de lectura y escritura
<b>Reversal de Edfelt</b>	Percepción de formas y estructuración de figuras, claves para copiar escritura
<b>Escala de Ozereski</b>	Detecta si existen retrasos psicomotrices.

Fuente: elaboración propia.

La evaluación adaptada a un caso concreto es imprescindible para tratar adecuadamente al niño que padece dislexia, la evaluación cobra verdadero sentido cuando se materializa para ayudar a un niño real en un contexto real, nos parece importante que queden descritas las principales pautas y programas de tratamiento que describimos a continuación.

### 12.5. Pautas de intervención y programas neuropsicológicos relacionados con la dislexia

La intervención de la neuropsicología se encamina a identificar las causas que provocan las dificultades de aprendizaje y a aplicar programas que puedan resolverlas, también a desarrollar las habilidades neuropsicológicas que están en la base del aprendizaje, como son las perceptivas, motrices, de lateralidad, espacio-temporales, de lenguaje y memoria. Además, es conveniente valorar posibles métodos pedagógicos inadecuados que subyacen a la dislexia o a la disgrafía.

Los diferentes profesionales, psicólogos escolares y profesores pueden llevar a cabo la aplicación de los programas necesarios, siempre con el apoyo familiar y escolar pertinente. En el caso en que se requiera la intervención de un especialista o neuropsicólogo clínico, será conveniente llevar a cabo un trabajo en equipo de todos los profesionales que intervengan.

El éxito de la intervención depende precisamente de factores como la coordinación familia, escuela; de la precocidad en el diagnóstico; del nivel de inteligencia del niño y de la gravedad de sus síntomas. Sin duda que prevenir es la mejor estrategia, pero en ocasiones hay que intervenir a nivel neuropsicológico, a nivel cognitivo, colaborando con la familia y el profesorado y reforzando la autoestima y autoconfianza en el niño

En el caso de la **dislexia**, para mejorar el desarrollo neuropsicológico, es necesario intervenir de acuerdo a la ruta afectada y fortaleciendo los procesos neuropsicológicos básicos que pueden fallar.

- Propondremos ejercicios visuales de motricidad, acomodación, convergencia ocular y de coordinación visomanual.
- También ejercicios de audición en especial de discriminación de sonidos y ritmos. Imprescindibles los ejercicios de tacto y destreza manual.
- Dentro de los ejercicios motrices destacamos ejercicios neurotróficos (arrastre, gateo, marcha, etc.), que ayudan a organizar el cerebro para futuros aprendizajes y afirman la lateralidad; y ejercicios vestibulares (balanceo, rodado, volteretas, equilibrios dinámicos y estáticos) que ayudan a conseguir un correcto control de la cabeza, ojos así como un correcto desarrollo cerebelar.
- Ejercicios para el establecimiento adecuado de la lateralidad son necesarios, así como ejercicios de lenguaje y ejercicios de ejercitación de la memoria a corto plazo. En dislexia trabajar la *conciencia fonológica*, es clave, actualmente existen materiales comercializados en papel y páginas web dedicadas a esta tarea.
- Otros programas que favorecen la reorganización neurológica para el aprendizaje son el Método Padován, el Programa de Terapia de movimientos rítmicos para inhibir reflejos, el Método Berard, Tomatis y ACU-VISIÓN para mejorar la integración auditiva y el Proyecto de Desarrollo de la Inteligencia desde la Neuropsicología Educativa.

Una experiencia muy prometedora ha sido utilizar durante un año el apoyo de frecuencia modulada en el aula a un grupo de niños disléxicos y se ha constatado una ganancia sustancial en conciencia fonológica respecto al grupo control (Hornickel, Zecker, Bradlow, y Kraus, 2012).

### 12.6. Caso práctico de valoración e intervención

A continuación presentamos el caso de J, un niño de 8 años, está escolarizado en tercer curso de educación primaria y presenta Necesidades Específicas de Apoyo Educativo debido a las Dificultades de Aprendizaje que presenta por su falta de maduración neuropsicológica.

J, presenta lateralidad cruzada: diestro con la vía visual cruzada medido con el Test de Harris (1988). También tiene problemas de organización espacial: derecha-izquierda y problemas de organización temporal auditiva. Su escritura es típica de un problema de disortografía, en concreto de tipo fonológico (por sustitución, omisión, inversión,..). En la lectura: Podríamos empezar a considerar que J. tiene dislexia en la vía fonológica. Muestra inadecuado uso de los movimientos sacádicos y fijaciones para la lectura: con menor amplitud, mayores fijaciones y retrocesos. Existe una necesidad de trabajar el autoconcepto académico y desarrollar autoestima positiva, para tareas relacionas

fundamentalmente con la lectoescritura. En el proceso diagnóstico se ha realizado una entrevista con la familia y otra con la tutora de los dos cursos anteriores, la tutora informó de: Dificultades en numeración, cálculo mental y diferenciación izquierda/derecha. Bajo rendimiento. Ante las tareas escolares de aula, J. se encuentra apático. En clase se muestra ausente. Los principales resultados de las pruebas de evaluación, aparecen en la tabla 7.

**Tabla 7. Resultados Evaluación de un caso con Dislexia Fonológica**

<b>VISIÓN</b>	
<b>Fijación y m. sacádicos en la lectura</b>	Movimientos oculares sacádicos para la lectura son ineficaces. Lectura lenta, muy pausada y con algunos retrocesos
<b>Convergencia</b>	Excesiva convergencia
<b>AUDICIÓN</b>	
<b>Discriminación auditiva</b>	Alrededor de los valores promedios esperables por nivel de desarrollo.
<b>PERCEPCIÓN Y DESTREZA MANUAL</b>	
<b>Test Gestáltico Visomotor de Bender</b>	1 punto por distorsión de las figuras, 1 por omisión de ángulos, 1 punto por integración (no une dos figuras). Valores medios.
<b>ORIENTACIÓN ESPACIAL</b>	
<b>Reversal test</b>	P.D: 72; - Percentil de 60; Eneatipo: 5. Presenta 11 errores de simetría derecha-izquierda. Presenta problemas de orientación espacial Derecha-izquierda.
<b>LATERALIDAD</b>	
Lateralidad Diestra en audición, mano, cruzada en la vía visual y no definida en el pie.	
<b>INTELIGENCIA</b>	
<b>WISC-IV</b>	<p><b>Comprensión verbal</b></p> <p>El valor obtenido por J. en CV de 87, se sitúa en el percentil 20 y se clasifica como Promedio-Medio-bajo. El índice Comprensión verbal (CV) es una medida de la inteligencia cristalizada (Gc)</p> <p><b>Razonamiento perceptivo</b></p> <p>El valor obtenido en RP es de 101, se sitúa en el percentil 53 y se clasifica como Promedio Medio. El índice de Razonamiento perceptivo (RP) es una medida del razonamiento fluido, el procesamiento espacial y la integración visomotora.</p> <p><b>Memoria de trabajo</b></p> <p>El valor obtenido por J. en MT de 125, se sitúa en el percentil 95 y se clasifica como Promedio Alto.</p> <p><b>Velocidad de procesamiento</b></p> <p>El valor obtenido por J. en VP de 82, se sitúa en el percentil 12 y se clasifica como Promedio bajo.</p>
<b>LECTURA</b>	
<b>PROLEC</b>	Presenta Dislexia subtipo auditiva-lingüística (en la vía fonológica)
<b>ESCRITURA</b>	
<b>TALE</b>	Abundantes errores; en la ortografía natural: sustituciones, omisiones, adiciones... corresponden con los errores de alteración de la vía fonológica
<b>CONCIENCIA FONOLÓGICA</b>	
<b>Test de Habilidades Metalingüísticas (THM)</b>	- Segmentación silábica: 1 - Supresión silábica inicial: 0,75. - Detección de rimas: 0,80. -Adición silábica: 0,80. - Aislar fonemas: 0,75. - Unir fonemas: 0,50. - Contar fonemas: 0,50 Tiene problemas en la concienciación metalingüística intrasilábica, no en la segmentación silábica ni semántica

Vemos que los movimientos sacádicos no eran eficaces, por lo que en primer lugar, trabajamos un programa neuropsicológico que mejoró su percepción visual y que transformó sus movimientos oculares para ser eficaces en la lectura. También, desarrollamos un programa de lateralidad para J. puesto que presentaba lateralidad cruzada, algo que le traía dificultades; además, no había definido su lateralidad de pie por lo que era importante trabajar la lateralidad. Por último, a la vista de su escaso desarrollo de conciencia fonológica abordamos un programa de desarrollo de la conciencia fonológica con detenimiento en los fonemas que no dominaba todavía.

En el colegio, hubo que recalcar que se puede tener éxito escolar y dislexia. Para que J. obtuviera éxito en su rendimiento académico, y a la vista de los resultados de su evaluación propusimos para J. una Adaptación Curricular no significativa. Por tanto variamos la forma de evaluar pero no los contenidos sobre los que trabajar; por ejemplo, utilizamos evaluaciones orales mejor que escritas hasta que su nivel de lectura y escritura fuera equiparable al de niños de su curso. En concreto respecto a la escritura abordamos los errores sistemáticamente, no marcando todos los días todas sus producciones escritas de correcciones; así, un día se valoraban las b solamente, otro las h, etc. Como se trabajaba también en equipos cooperativos de alumnos dentro del aula, puedo tutorizarle un alumno en los momentos en los que el profesor estaba revisando las tareas de otros niños.. Insistimos en que J. no saliera a la pizarra a escribir salvo que fuera para obtener éxito, escribir su propio nombre o algún elemento que estábamos seguros que había automatizado correctamente. Dimos mucha importancia a evitar que leyera en voz alta ante toda la clase sin ensayo previo y avisado. Se determinaron apoyos informáticos de lectura para los textos que se trabajaban en el aula para que J. pudiera oírlos; se aumentó el tiempo que se requiere para entregar alguna tarea con carga lectora o escritora respecto al resto de compañeros. La adaptación fue necesaria; pero, fue transitoria. Hicimos ver a quienes dudaban de su implementación que una adaptación no significativa, es un favor, no es un privilegio y se explica que se comunicará a profesores posteriores para que las mantengan si el problema continuaba cuando J. fuera escolarizado con ellos. Recomendamos que no se segregara a J fuera del aula para tratamientos, si lo hubiéramos hecho en horario en que la asignatura le costaba más esfuerzo, no le interesaba porque se retrasaba respecto al resto y si era una asignatura en la que tenía éxito sería contraproducente, porque J no tenía muchas oportunidades de “lucirse”; fue el Profesor de Apoyo el que ayudó en el aula.

Intentamos inyectar optimismo al profesorado de J. a la vez que les informamos de que este alumnado se fatiga más fácilmente y el tiempo necesario para aprender algunos conceptos puede triplicarse, no por motivos actitudinales sino biológicos; los profesores, han de conocer la necesidad de estructurar el ambiente para que sea previsible y ordenado y elogiar cada pequeño avance. La metodología para J. siempre ha sido útil para el resto del grupo, pero el que físicamente estaba más cerca del profesor era J, en la mesa más cercana; además fue necesario que al principio fuera el profesor el que cumplimentase la agenda de J. para que la familia estuviera cada día informada con todo lo necesario.

A la familia insistimos en no sobreproteger, al contrario, proporcionaron oportunidades a J para alcanzar su autonomía personal en todos los órdenes: dejándole hacer todo lo que era capaz de hacer. Así, aumentó su autoestima, una buena idea fue fomentar su talento para la pintura, la cocina, el deporte y la música. En general es recomendable, siempre que sea posible, buscar un profesor de apoyo en casa que se ocupe de las tareas escolares, los padres en ocasiones son disléxicos también y les cuesta un sobreesfuerzo que merma la relación positiva entre padres e hijos. En cambio, la familia ha de leer con el hijo, utilizar diccionarios y fomentar como rutinarias y positivas estas tareas. Otra buena estrategia es que la familia, ayude a preparar el material escolar para el día siguiente de forma rutinaria, para que aprenda a hacerlo. Y por último, señalar que nosotros decidimos registrar los tiempos de tarea escolar hecha en casa para que el profesor fuera consciente de cuánto tiempo le llevaba a J completar los deberes los deberes.

Conscientes de la importancia de implementar el tratamiento adaptado a cada niño, insistimos en que resulta clave evaluar al alumnado desde el inicio de su escolarización para ayudarles pronto con las dificultades en lectoescritura y que no se hagan problemáticas. Aunque sin duda la mejor tarea preventiva para que la dislexia se minimice o no llegue a aparecer es trabajar en el aula empleando una metodología que ayude al pleno desarrollo neuropsicológico de nuestros niños y niñas.

## 12.7. Bibliografía

- Achenbach, T. M., & Edelbrock, C. (1981). *Child behavior checklist*. Burlington, VT: American Psychiatric Association (2013). *DSM-5. Diagnostic and statistical manual of mental disorders (5th Edition)*. Washington, DC: APA
- Angulo, C., Ocampos, G., Luque, J., Rodríguez, M., Sánchez, R., Satorras, R., & Vázquez, M. (2015). *Manual de atención al alumnado con necesidades específicas de apoyo educativo derivadas de dificultades específicas de aprendizaje: dislexia*. Recuperado el 22 de abril del 2015 de: [http://www.juntadeandalucia.es/educacion/www/portal/com/bin/Contenidos/PSE/orientacionyatenciondiversidad/educacionespecial/guiadislexia/1328017760576\\_dislexia.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/educacion/www/portal/com/bin/Contenidos/PSE/orientacionyatenciondiversidad/educacionespecial/guiadislexia/1328017760576_dislexia.pdf)
- Ardila, A., Rosselli, M., & Villaseñor, E. M. (2005). *Neuropsicología de los trastornos del aprendizaje*. México: UNAM.
- Artiles, C., & Jiménez, J. E. (2007). *Proescrí Primaria. Prueba de evaluación de procesos cognitivos en la escritura*. Las Palmas de Gran Canaria: Consejería de Educación, Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias, y Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.
- Beaton, A. A. (2002). Dyslexia and the cerebellar deficit hypothesis. *Cortex*, 38(4), 479-490.
- Benavent, M (2014): *Hablemos de dislexia*. Recuperado el 12 de Septiembre de 2015 de <http://www.mariabenavent.com/hablemos-de-dislexia/>
- Carrillo, M. S., Alegria, J., Miranda, P., & Pérez, S. (2011). Evaluación de la dislexia en la escuela primaria: Prevalencia en español (Evaluation of dyslexia in primary school: The prevalence in Spanish). *Escritos de Psicología (Psychology Writings)*, 4(2), 35-44.
- Casullo, M. M. (2000). *El Test Bender Infantil*. Editorial Guadalupe.
- Citoler, S. A. D., & Serrano, F. (2011). Procesos fonológicos explícitos e implícitos, lectura y dislexia. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 11(1), 79-94.
- Conners, C. K. (2004). *Conners' continuous performance test*. Toronto, Ontario: Multi-Health Systems Incorporated.
- Cuetos, F. (2009). Dislexias evolutivas: un puzzle por resolver. *Revista de logopedia, foniatría y audiología*, 29(2), 78-84.
- Defior Citoler, S., Fonseca, L. E., Gottheil, B., Aldrey, A., Pujals, M., Rosa, G., ... & Serrano Chica, F. (2013). LEE. Test de lectura y escritura en español. *Psicología y Psicopedagogía*, 6(17).
- Dehaene, S. (2010): *Reading in the brain: the new science of how we read*. Ed. London: Penguin.
- Dunn, L; E. Padilla; D. Lugo (1986): *Test de Vocabulario en Imágenes Peabody-Adaptación Hispano-americana peabody Picture Vocabulary Test-Latin American adaptation*. Circle Pines, MN: American Guidance Service.
- Fawcett, A.J. y Nicolson, R.I. (2010). *Test para la Detección de la Dislexia en Niños, DST-J*. Madrid. TEA
- Franco-de-Lima, R.; Pinheiro-Travaini, P., Alves-Salgado-Azoni, C., & Maria-Ciasca, S. (2012). Atención sostenida visual y funciones ejecutivas en niños con dislexia de desarrollo. *Anales de psicología*, vol. 28, nº 1, 66-70.
- Galaburda, A. M., Lo Turco, J., Ramus, F., Fitch, R. H., Rosen, G. D., & Fisher Landau, E. (2006). La dislexia del desarrollo: Gen, cerebro y cognición. *Psykhe (Santiago)*, 15(2), 3-11.
- Galaburda, A. M., & Cestnick, L. (2003). Dislexia del desarrollo. *Revista de Neurología*, 36(1), 3-9.
- García-Orza, J. G., Madrazo-Lazcano, M. M., & Viñals-Álvarez, F. V. (2002). Alteraciones del procesamiento de la escritura: la disgrafía superficial. *Revista española de neuropsicología*, 4(4), 283-300.
- García-Vidal, J., González-Manjón, D. y García-Ortiz, B. (2012) *Evalec. Batería para la Evaluación de la Competencia Lectora*. Madrid: EOS.
- Gayán, J. (2001). La evolución del estudio de la dislexia. *Anuario de psicología*, 32(1), 3-30.
- Giraud, A. L., & Ramus, F. (2013). Neurogenetics and auditory processing in developmental dyslexia. *Current opinion in neurobiology*, 23(1), 37-42.
- Graham, N. L. (2014). Dysgraphia in primary progressive aphasia: Characterisation of impairments and therapy options. *Aphasiology*, 28(8-9), 1092-1111.
- Gregg, N., & Mather, N. (2002). School Is Fun at Recess Informal Analyses of Written Language for Students with Learning Disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 35(1), 7-22.
- Harris, A. J. (1988). *Harris test of lateral dominance*. New York: The Psychological Corporation.

- Henry, M. L., Beeson, P. M., Stark, A. J., & Rapcsak, S. Z. (2007). The role of left perisylvian cortical regions in spelling. *Brain and language*, *100*(1), 44-52.
- Hinshelwood, J. (1917). Congenital word-blindness. *The Lancet*, *190*(4922), 980.
- Kaplan, E., Goodglass, H., & Weintraub, S. (1986). *Test de vocabulario de Boston*. Madrid: Editorial Panamericana.
- Kaufman, A. S. (2004). *Manual for the Kaufman Assessment Battery for Children—Second Edition (KABC-II), Comprehensive Form*. Circle Pines, MN: American Guidance Service.
- López-Escribano, C. (2012). Aportaciones de la neurociencia al aprendizaje y tratamiento educativo de la lectura. *Aula*, *15*, 47-78.
- Manga, D. y Ramos, F. (2006). *Luria Inicial. Evaluación neuropsicológica en la edad preescolar*. Madrid, España: TEA
- Martín Lobo, M. P. (2003): *LA LECTURA. Procesos neuropsicológicos de aprendizaje, dificultades, programas de intervención y estudio de casos*. Barcelona: Lebón,
- Martínez, F. (2012). El reto de la dislexia. Barcelona: Plataforma Editorial
- Medrano, A. P., Matute, E., & Zarabozo, D. (2012). Características neuropsicológicas de niños hispanohablantes con dislexia. *Dislexia. Definición e intervención en hispanohablantes*, 51-62.
- Millá, M. G. (2006). Atención temprana de las dificultades de aprendizaje. *Rev Neurol [periódico online]*, *42*(2), 153-6.
- Padovan, B. (1997). Reorganización Neurofuncional Método Padovan. Recuperado el 14/09/2015 de: [http://myegoo.s3.amazonaws.com/egoo/e1149003228/myegoo\\_beatrizpadovanarticle-2\\_o.pdf](http://myegoo.s3.amazonaws.com/egoo/e1149003228/myegoo_beatrizpadovanarticle-2_o.pdf)
- Portellano, J. A. (2014). *La disgrafía*. Madrid: CEPE.
- Portellano, J., Mateos, R., Martínez, R., Tapia, A., & Granados, M. (2000). *Manual CUMANIN, Cuestionario de Madurez Neuropsicológica Infantil*. Madrid: Tea Ediciones.
- Portellano, J., Mateos, R., Martínez, R. (2012). *Manual CUMANES Cuestionario de Madurez Neuropsicológica para escolares*. Madrid: Tea Ediciones.
- Puente, A., Jiménez, V., & Ardila, A. (2009). Anormalidades cerebrales en sujetos disléxicos. *Revista Latinoamericana de Psicología*, *41*(1), 27-45.
- Ramus, F., Marshall, C. R., Rosen, S., & van der Lely, H. K. (2013). Phonological deficits in specific language impairment and developmental dyslexia: towards a multidimensional model. *Brain*, *136*(2), 630-645.
- Rapcsak SZ, Beeson PM, Henry ML, Leyden A, Kim E, Rising K. (2009) Phonological dyslexia and dysgraphia: cognitive mechanisms and neural substrates. *Cortex*; *45*(5): 575-91
- Rey A. (1987) *Manual del test de Copia de una Figura Compleja*. Madrid: Tea Ediciones;
- Rosselli, M., Matute, E., & Ardila, A. (2010). *Neuropsicología del desarrollo infantil*. Manual Moderno
- Santiuste, V., Martín-Lobo, P., & Flores, C. L. A. (2006). *Bases neuropsicológicas del fracaso escolar*. Madrid: Fugaz.
- Sastre, S., Román, M., & Ortiz, T. (2010). Programa multimedia de desarrollo de capacidades en alumnos del Primer Ciclo de Educación Primaria. *Revista Complutense de Educación*, *21*(2), 405-421.
- Tomatis, A. (1969). *El oído y el lenguaje*. Madrid: Martínez Roca.
- Toro, J., Cervera, M., & Urío, C. (2000). EMLE Escalas Magallanes de Lectura y Escritura TALE-2000.: Manual de referencia. *Albor-Cobs. Bizcaia*.
- Torres, R. M. R., & Fernández, P. (2000). *Dislexia, disortografía y disgrafía*. Madrid: Ediciones Pirámide.
- Vega, F. C., Díez, B. R., & Ruano, E. (1996). *PROLEC: batería de evaluación de los procesos lectores de los niños de educación primaria*. Tea Ediciones.
- Villagrán, M. A., Guzmán, J. I. N., Jiménez, I. M., Cuevas, C. A., Consejero, E. M., & Olivier, P. R. (2010). Velocidad de nombrar y conciencia fonológica en el aprendizaje inicial de la lectura. *Psicothema*, *22*(3), 436-442.
- Wechsler, D. (2003). *Wechsler Intelligence Scale for Children-WISC-IV*. Psychological Corporation.

# Instrumentos de valoración de la discalculia

M<sup>a</sup> Ángeles Martínez-Berruezo

## Introducción

La escuela es una organización inteligente que aprende de las personas que la componen. Cada niño con un problema de aprendizaje atendido tal y como necesita es una oportunidad de avance para la comunidad científica educativa. Atender a un niño con dificultades de aprendizaje comienza por evaluar para confirmar el diagnóstico e implementar un tratamiento. En el capítulo anterior hemos explicado en qué consisten y cómo se diagnostican las dificultades específicas de aprendizaje entre las que nombramos la discalculia. En este capítulo vamos a desarrollar cómo evaluar este problema desde la perspectiva neuropsicológica.

Actualmente, en el DSM-5 dentro de los trastornos del desarrollo neurológico, encontramos en primer lugar descritos los **Trastornos Específicos de Aprendizaje**, se dividen en tres apartados: el trastorno con dificultades en la *lectura* (dislexia), las dificultades en la *expresión escrita* y aquellos relacionados con dificultades *matemáticas* (discalculia). En el capítulo anterior desarrollamos los aspectos generales relacionados con el diagnóstico de todos los trastornos específicos de aprendizaje y lo concerniente a dislexia, disgrafía y ahora trabajaremos sobre la discalculia. El último apartado dentro de los trastornos de aprendizaje en el DSM-5 (*Diagnostic and statistical manual of mental disorders, 5th Edition*; APA, 2013), describe dificultades específicas de aprendizaje relacionadas con dificultad en el campo de las matemáticas. En este apartado, se incluyen problemas relacionados con el sentido de los números, la memorización de operaciones aritméticas, el cálculo correcto o fluido y el razonamiento matemático correcto. Incluida en este apartado aparece una **definición de la discalculia** como un conjunto de dificultades que se caracteriza por problemas de procesamiento de la información numérica, aprendizajes de operaciones aritméticas y cálculo correcto o fluido. El manual recomienda que cuando utilicemos el término discalculia se especifique la existencia de cualquier dificultad adicional como dificultad en el razonamiento matemático o dificultad en el razonamiento

lingüístico. Es importante realizar una evaluación neuropsicológica y determinar si aparecen solamente problemas relacionados con el lenguaje matemático o si se trata de niños con problemas en otras áreas. Cuando aparecen dislexia y discalculia a la vez, se comprueba que si al leer en voz alta los problemas de matemáticas, los problemas de cálculo ya no aparecen habrá que replantearse el diagnóstico, tal vez solo padezcan dislexia.

La discalculia del desarrollo no es un trastorno uniforme, hay niños con problemas desde el aprendizaje de la numeración, otros que no presentan problemas hasta que necesitan emplear operaciones matemáticas como sumas y restas y otros que hasta que no abordan problemas más complejos no se sospecha que puedan padecer discalculia. Los problemas más frecuentes (Rosellini y Matute 2011), suelen estar relacionados con fallos atencionales en reproducciones gráfico-motoras; también, con problemas al evocar hechos numéricos que deberían estar automatizados (decir  $4 \times 2$  es 8 rápidamente cuando todos los demás compañeros lo dicen de forma mecánica); en otras ocasiones, los niños con discalculia, necesitan representaciones concretas cuando el resto de compañeros abstraen los cálculos (contar con los dedos por ejemplo) y muchos de ellos, son ineficaces empleando estrategias de solución de problemas. Otros tipos de problemas que presentan son los relacionados con el manejo del dinero, con el aprendizaje de las horas (especialmente con relojes analógicos), les cuesta controlar el tiempo y saber el momento del día en el que están, los meses o los años (suelen tardar mucho en saber la fecha de su cumpleaños, o el teléfono de sus padres), tienen dificultades en las tareas secuenciales (más de una orden o más de una operación...). Muchos de ellos, tienen problemas de situación en el espacio: se pierden con mucha frecuencia si bien, a veces son capaces de recordar lugares por los que han pasado una sola vez. Un problema añadido es que suelen pensar de sí mismos que tienen discapacidad intelectual, lo cual repercute de forma negativa en el desarrollo de su autoconcepto.

Como vemos es una realidad compleja y para ser comprendida en profundidad, comenzamos describiendo cómo funciona nuestro cerebro ante los procesos de aprendizaje matemático.

### 13.1. Concepto del aprendizaje matemático neuropsicológicas

La capacidad matemática se desarrolla en nosotros desde que somos muy pequeños, actualmente hay autores que sugieren que desde que nacemos tenemos estructuras cerebrales que posteriormente nos capacitarán para tener un buen desempeño en el lenguaje matemático, son áreas relacionadas con el procesamiento espacial, temporal y numérico (De Hevia, Izard., Coubart, Spelk y Streri, 2014). Desarrollamos la competencia matemática conforme avanzamos en el currículo escolar, la mayor parte del alumnado logra un aprendizaje adecuado, pero un pequeño grupo de niños presenta un trastorno de aprendizaje relacionado con las matemáticas, padecen discalculia (Roselli y Matute, 2011).

Dahene y colaboradores (2003), postulan un **modelo cognitivo neurofuncional** del procesamiento numérico ampliamente aceptado. Proponen tres posibles tipos de códigos para manejar la información numérica: **representación analógica o línea numérica**; **representación verbal-auditiva** para los nombres de los números, es una representación semántica; y por último **representación visual** de los caracteres arábigos. Cada uno de estos códigos corresponde con procesos que se llevan a cabo en zonas diferentes: la representación analógica se lleva a cabo en la zona parietal inferior a nivel bilateral, la representación verbal en el área perisilviana del hemisferio izquierdo y el visual se asocia al funcionamiento de la circunvolución fusiforme de ambos hemisferios. Dependiendo de la tarea matemática que desarrollemos empleamos una representación u otra. Por ejemplo, cuando comparamos dos cantidades es ideal utilizar la recta numérica mental, es decir, la representación analógica que de las cantidades tenemos almacenada en el cerebro, cuando hacemos una multiplicación y ya hemos automatizado las tablas utilizamos de forma combinada las representaciones visuales y verbales-auditivas.

Recientes investigaciones realizadas con neuroimagen en sujetos sanos sobre los circuitos cerebrales que activan cuando procesan numéricamente, postulan que además del lóbulo parietal, otras regiones cerebrales como la corteza prefrontal, la parte posterior del lóbulo temporal, la corteza cingulada y diferentes regiones subcorticales también están implicadas en el funcionamiento de cálculos matemáticos (Hyde y cols, 2014); las zonas activadas dependen del tipo de proceso matemático.

La discalculia, se observa con la misma prevalencia en niños y niñas; se caracteriza por recordar datos numéricos y aritméticos, así como por falta de entendimiento para los procedimientos numéricos y su aplicación en problemas matemáticos. En el alumnado con discalculia las destrezas que parecen estar afectadas son: lingüísticas, perceptuales, atencionales y memorísticas. La memoria operativa es la responsable de mantener activa la información y procesarla de manera temporal, y es importante que no se produzcan interferencias y distracciones durante la solución de tareas, por lo que la atención es imprescindible.

Recientes investigaciones (Geary, Hoard, Bailey, 2011), sugieren que niños de los grupos con discalculia retienen peor dígitos que los niños del grupo control, pero no ocurre lo mismo con materiales no numéricos; también sugieren en sus estudios que los niños con problemas de discalculia muestran más dificultades atencionales. Por otra parte, un nutrido grupo de estudios analizan la discalculia como un problema específico del sentido numérico; de las investigaciones se concluye que la representación mental necesaria para las matemáticas estaría alterada en los niños con discalculia (Mussolin, Mejías y Noel, 2010).

No se puede explicar totalmente el problema de los niños con discalculia, atendiendo por separado factores cognitivos o de aprendizaje, los nuevos avances en neuroimagen asocian la discalculia con una disfunción del lóbulo parietal (Mussolin y cols. 2009; Price y cols, 2007) y también la asocian con una disminución de la sustancia gris en el surco intraparietal derecho, el cíngulo anterior, la circunvolución frontal inferior derecha y bilateralmente la circunvolución frontal media (Rotzer et al. 2008). Por otra parte como demostraron los estudios de Kucian en 2006, existe menor cantidad de la sustancia blanca a nivel frontal izquierdo y parahipocámpico derecho, y estas zonas están relacionadas con el manejo numérico. De acuerdo a Gardner (1983) la discalculia se puede ver determinada por fallos en la formación de las imágenes mentales, esta idea ha sido recientemente abordada por estudios como el de Von Aster (2007), para quien una de las causas de la discalculia se relaciona con factores visoconstructivos.

Todas estas zonas diferentes en el alumnado con discalculia son las que corresponden a la activación de circuitos matemáticos en niños sanos. Por todas estas evidencias, los problemas de los niños con discalculia quedan justificados a nivel biológico, es más, se plantea su origen genético puesto que se producen estos problemas asociados a varios miembros familiares.

Se han estudiado comorbilidades entre dislexia y discalculia, pero existe mucha variabilidad (para un estudio más profundo revisar las aportaciones de García-Orza (2012), cuyos análisis quedan reflejados en la ilustración 2.

Por lo tanto, hay un pequeño grupo de escolares que presentan un trastorno para el aprendizaje de las matemáticas y que presentan un perfil neuropsicológico específico. A continuación revisamos los instrumentos de evaluación más importantes para personas con discalculia

### **13.2. Instrumentos de evaluación**

Para comenzar con la evaluación de un niño con sospecha de discalculia es imprescindible una entrevista con el tutor del niño para conocer el alcance del problema y su repercusión en el aprendizaje; así, como los remedios que se han intentado hasta el momento. Una valoración cualitativa del profesor respecto al comportamiento general, a su impulsividad pueden ayudarnos a descartar otras patologías. El profesor hará de puente entre el orientador y la familia si es que el problema se detecta en primer lugar en el colegio. Si el problema es derivado por la familia a un profesional ajeno al colegio, es necesaria la entrevista con el profesorado siempre.

La evaluación es la cara de una moneda en la que el reverso es el tratamiento. La evaluación para ayudar al alumnado cobra verdadero sentido, las estadísticas per se, el contar el número de niños con una u otra patología no son lo más importante. El proceso diagnóstico deberá comenzar valorando con los criterios diagnósticos del DSM- 5 al sujeto y tiene que incluir una evaluación neuropsicológica, de las capacidades visoperceptivas y visoespaciales; capacidades intelectuales; numéricas y de cálculo y revisión de las funciones ejecutivas como planificación,

memoria y atención así como una evaluación profunda de la competencia matemática que incluirá:

- Línea numérica mental
- Capacidad de cálculo: exacto y aproximado (Ver figura 1 con las dos zonas cerebrales implicadas respectivamente)
- Conocimiento de las reglas matemáticas
- Capacidad de resolución de problemas.

En el capítulo anterior hemos revisado algunos instrumentos de evaluación con base neuropsicológica, en discalculia resultarán también muy importantes. Para una visión general revisar la tabla 1 que presenta los instrumentos claves en la evaluación de la discalculia que describimos. La **Batería Luria-DNI** (Manga, y Ramos, 2006), nos permitirá conocer la funcionalidad visual, auditiva, motricidad, tacto, lateralidad, lenguaje y memoria. Seguramente en las pruebas de memoria numérica, coordinación visomotora, lateralidad, patrones motores y orientación espacio-temporal ejecute peor que en el resto de las tareas. Para los preescolares, **CUMANIN** (*Cuestionario de Madurez Neuropsicológica Infantil*; Portellano, Mateos, Martínez, Tapia, y Granados., 2000), o para los niños de primaria **CUMANES** (*Cuestionario de Madurez Neuropsicológica para Escolares*, Portellano, Mateos, Martínez, 2012), son pruebas que aportarán información sobre su lenguaje, Visopercepción, Capacidades Ejecutivas, Memoria, Ritmo, Lateralidad, es clave conocer estos factores de cara a la intervención en discalculia

Para evaluar las funciones ejecutivas podemos utilizar la prueba **ENFEN** (*Evaluación Neuropsicológica de las Funciones Ejecutivas en Niños*, Portellano, Martínez Arias y Zumarraga, 2009) Los resultados permiten profundizar en el diagnóstico y orientar la intervención neuropsicológica, tanto en niños sanos como en los que presentan algún problema. En el manual se incluye un extenso capítulo dedicado a la interpretación neuropsicológica del ENFEN y que permite conocer el significado de los resultados más allá del perfil numérico, identificando los puntos fuertes y débiles de cada niño. Además, también incluye un apartado sobre la rehabilitación cognitiva de las funciones ejecutivas con un repertorio de ejercicios que permite utilizar el ENFEN no solo como un instrumento de evaluación, sino también como un método para el tratamiento.

**TEDI-MATH** (Grégoire y cols, 2005). Específico para habilidades matemáticas, es una completa batería en la que los test están contruidos con referencia a un modelo de funcionamiento cognitivo, lo que permite comprender las causas profundas de los fenómenos observados.

**Test Gestáltico Visomotor de Lauretta Bender** (Bender, 1964), está muy indicado porque estos niños tienden a integrar y distorsionar formas, tamaños y simetrías. Tampoco representan fielmente el número de puntos de las figuras

**El Test de Desarrollo de la Percepción Visual Frostig** (Frostig, 2009), nos ayudará a medir la percepción.

**El WPPSI IV** (Wechsler , 2014). Medida de Inteligencia para niños de 2 a 7 años. La 4ª edición de la escala de Wechsler para preescolar y primaria incorpora amplias y notables mejoras, dirigidas tanto a los niños como a los examinadores. El resultado es una innovadora medida de la capacidad cognitiva, basada en las teorías e investigaciones contemporáneas, adecuada al desarrollo de los niños pequeños, de 2 años y 6 meses a 7 años y 7 meses. Presenta nuevo índice y nuevas pruebas de Memoria de trabajo, de Velocidad de procesamiento y nuevos índices de Razonamiento fluido y Visoespacial para las edades de 4:0 a 7:7.

**WISC-IV** (Wechsler Intelligence Scale for Children; 2003), para niños de edades entre 6 años y 16:11; compuesto por cuatro subescalas: comprensión verbal (ICV), razonamiento perceptivo (IRP), memoria de trabajo y velocidad de procesamiento. Los niños con discalculia puntúan peor en las pruebas de dígitos, aritmética, cubos, rompecabezas y claves

Recientemente se ha presentado la versión piloto de la Batería para la Evaluación Rápida de la Discalculia Evolutiva (B.E.R.D.E, García-Orza, 2015) en el Congreso de la Sociedad Andaluza de Neuropsicología, celebrado en Málaga (Mayo 2015) y recomendamos su uso por la rapidez con la que puede ser pasada la prueba.

La tabla 1 recoge todos los instrumentos que acabamos de desarrollar

**Tabla 1. Principales instrumentos Evaluación discalculia**

Principales instrumentos de evaluación en discalculia
<b>Batería Luria-DNI</b> Subprueba memoria numérica,
<b>CUMANIN.</b> Visopercepción, Capacidades Ejecutivas, Memoria, infantil
<b>CUMANES.</b> Visopercepción, Capacidades Ejecutivas, Memoria, primaria
<b>ENFEN,</b> Funciones ejecutivas
<b>TEDI-MATH</b> , Habilidades matemáticas
<b>TEST GESTALTICO VISOMOTOR,</b> algunas distorsiones en la reproducción de las formas son típicas de los niños con discalculia
<b>Test FROSTIG</b> mide la percepción visual
<b>WISC-IV,</b> especialmente: dígitos, aritmética, cubos, rompecabezas y claves
<b>WPPSI-IV,</b> Memoria de trabajo, de Velocidad de procesamiento Razonamiento fluido y Visoespacial

Una vez evaluados los niños con discalculia seguirán un tratamiento que les ayude a solventar sus problemas. Lo desarrollamos a continuación.

### 13.3. Pautas de intervención y programas neuropsicológicos para mejorar el aprendizaje matemático

La mejor intervención es siempre la prevención. Si desde que un niño es pequeño le estimulamos visualmente, auditivamente, motrizmente,... para que su cerebro alcance el desarrollo óptimo será más improbable que desarrolle dificultades de aprendizaje. Los bebés comprenden cuando hay más cantidad o menos al ofrecerles por ejemplo a los ocho meses un trozo de pan en cada mano, se lanzarán a coger al que tiene más cantidad. Cuando los niños tienen un año y medio o dos, son capaces de agrupar objetos por colores, poco después por formas o tamaños. Si les procuramos prácticas educativas ricas, ellos avanzarán en conocimientos matemáticos rudimentarios que posteriormente construirán los aprendizajes curriculares de esta área.

En **preescolar** es importante que la construcción de la recta numérica se interiorice, que aprendan a contar, no a recitar números. El profesorado puede comprobar fácilmente si los niños han adquirido los principios piagetianos básicos para la numeración: correspondencia uno a uno, orden estable, irrelevancia en el orden y cardinalidad. En este nivel es imprescindible manejar ábacos, regletas de Cuisenaire y todo tipo de materiales que permitan ser contados, ordenados, etc. En **primaria** atenderemos especialmente a niños que no reconocen los números o los escriben en espejo, a los que tienen problemas de conteo y desarrollo de la línea mental; a los que presentan problemas al ordenar tamaños o conjuntos que representan pequeñas cantidades; a los que presentan dificultades en relaciones espaciales y temporales; a los que les cuesta aprender los hechos numéricos (automatización de cálculos básicos mentales); a los que no asimilan el significado o mecánica de sumas y restas o sencillos problemas. Con ellos trabajaremos con demostraciones en vivo todos los conceptos matemáticos antes de trasladarlos al papel; por ejemplo si se trata de multiplicar, calculemos cuantas baldosas hay en un aula, cuantos huevos caben en un cartón, cuantas onzas de chocolate puedo comer en una tableta, etc. En Secundaria, los chicos tienden a usar los números en la vida cotidiana (p. Ej., medidas , cuentas, en comercios; saben. leer cuadros, gráficas, mapas; . comprender direcciones. utilizar la solución de problemas para proyectos caseros o bricolaje; empiezan a comprender la probabilidad. Estaremos atentos a quienes no consigan realizar estas tareas al mismo nivel que sus compañeros de aula. La discalculia puede ponerse de manifiesto también a esta edad porque no

representen bien los problemas, no establezcan algoritmos adecuados a las operaciones matemáticas sobre las que avanzan y tengan dificultades a la hora de establecer analogías y generalizar los problemas tipo a todas las situaciones posibles para ser aplicados.

Durante la evaluación neuropsicológica hemos obtenido datos relativos al esquema corporal, la lateralidad, el desarrollo de patrones motrices, equilibrio, ritmo, visopercepción, atención, memoria y funciones ejecutivas. Los ejercicios destinados a mejorar las habilidades neuropsicomotrices que han de ser fomentadas aparecen descritas en capítulos anteriores, por lo que no volvemos a desarrollarlas aquí.

El profesor debe conocer el problema del niño y la necesidad de tiempos ampliados para que realicen las tareas matemáticas. El profesorado bien formado, respeta el orden curricular de adquisición de los contenidos matemáticos; por ejemplo: hasta que no se ha consolidado la suma de números con unidades no se pasará a las decenas, a las llevadas; tampoco se pueden emprender competencias matemáticas relacionadas con la multiplicación sin afianzar antes las destrezas de las sumas. Respecto a la resolución de problemas es importante que se trabajen con los niños las fases de la solución de problemas:

- Análisis de problemas, análisis medios fines.
- Representación del problema, con apoyos físicos, materiales, representaciones, diagramas, etc. Siempre la manipulación debe preceder a la solución.
- Planificación, establecer submetas
- Ejecución
- Evaluación del proceso
- Generalización

En la escuela es interesante contar con juegos como el Tangram para introducir conceptos de geometría plana, o el juego ARCO que incluye cuadernillos específicos de matemáticas. Los recursos actuales para el área de matemáticas disponibles en la red son innumerables, los hemos recogido en la tabla 2.

Algunos materiales escritos para mejorar la discalculia aparecen en las editoriales CEPE (Colección Progresint) e ICCE (Colección RED). Es de gran interés para la mejora de la percepción visual de formas, figuras y coordinación visomotriz el Programa FROSTIG (2009).

**Tabla 2. Recursos en la red para Matemáticas**

En la red Problemáticas para solución de problemas	<a href="http://educalab.es/recursos/historico/ficha?recurso=1388">http://educalab.es/recursos/historico/ficha?recurso=1388</a>
Para mejorar los conocimientos sobre discalculia	<a href="http://www.discalculia.es/discalculia/neuropsicologia.html">http://www.discalculia.es/discalculia/neuropsicologia.html</a>
Aplicación interactiva para desarrollar la estimulación precoz en la enseñanza de las matemáticas	<a href="http://contenidos.educarex.es/mci/2007/09/">http://contenidos.educarex.es/mci/2007/09/</a>
Reciclado taponos, con otros fines, un padre inventó el método Kumon,	<a href="http://www.kumon.es/">http://www.kumon.es/</a>
EntusiasMAT es un programa didáctico-pedagógico para niños de 3 a 12 años basado en las Inteligencias Múltiples que permite trabajar las matemáticas de una manera contextualizada y adaptada a la realidad de los alumnos.	<a href="http://www.tekmanbooks.com/programas/">http://www.tekmanbooks.com/programas/</a>
MateFlex es un programa de entrenamiento para niños de entre 5 y 12 años, cuyo objetivo es mejorar la habilidad matemática. Los ejercicios están desarrollados para entrenar las habilidades matemáticas básicas, tales como la percepción de cantidad, el cálculo mental y la comprensión de series. MateFlex se basa en las investigaciones actuales sobre cómo se desarrollan y aprenden las habilidades matemáticas.	<a href="http://www.rehasoft.com/mateflex/">http://www.rehasoft.com/mateflex/</a>

Smartick es un método de aprendizaje online que, basado en las matemáticas y con sólo 15 minutos al día, incrementa la agilidad mental, capacidad de cálculo y fortalece la concentración y el hábito de estudio de los niños. Ayuda al alumno a alcanzar su máximo potencial en matemáticas.	<a href="http://www.rehasoft.com/smartick/">http://www.rehasoft.com/smartick/</a>
El proyecto Descartes ha sido pionero en España de creación de materiales didácticos.	<a href="http://recursostic.educacion.es/descartes/web/">http://recursostic.educacion.es/descartes/web/</a>
Recursos matemáticos	<a href="http://www.recursosmaticos.com/redemat.html">http://www.recursosmaticos.com/redemat.html</a>
Música y matemáticas	<a href="http://www.anarkasis.net/pitagoras/">http://www.anarkasis.net/pitagoras/</a>
Zona Clic. Buenos materiales matemáticos	<a href="http://clic.xtec.cat/es/index.htm">http://clic.xtec.cat/es/index.htm</a>
Zona Pipo podemos descargar una App llamada Astromatt.	<a href="http://www.pipoclub.com/">http://www.pipoclub.com/</a>

Experiencias pioneras como el programa informatizado para enseñar a automatizar habilidades relacionadas con la solución de problemas matemáticos en forma de aventuras para niños (aventuras de Jasper Woodbury), y otros implementados más recientemente, totalmente pautados sesión por sesión, como GO Solve Word Problems, han sido objeto de una profunda investigación que ha mostrado resultados muy prometedores en la mejora de las habilidades matemáticas y menores niveles de ansiedad en los alumnos sobre los que se ha experimentado (Fede, 2010). Por último queremos comentar el trabajo de Gallese y Lakoff (2005), porque presenta una nueva concepción del pensamiento que puede acaparar en el futuro un gran protagonismo y resume todo lo que hasta aquí hemos tratado de exponer. Según esta propuesta, el conocimiento matemático (o cualquier otro) está ligado a nuestro sistema sensoriomotor, por lo que no sólo pensamos con la ayuda del lenguaje y de los símbolos sino también a través de los sentidos, es decir, las impresiones sensoriales constituyen el carácter multimodal de los conceptos. Según esta propuesta, la enseñanza tradicional del lápiz y papel no permite una conexión duradera con la experiencia sensorial vivida por los alumnos en los primeros años escolares; necesitamos más, necesitamos representar con varios materiales, con el cuerpo, con movimiento, así aprenderán mejor nuestros alumnos.

Por último, destacar el papel de la familia tanto utilizando los instrumentos que aquí describimos como ayudando a los niños a automatizar los hechos numéricos, por ejemplo se pueden bajar las escaleras contándolas, o adivinar cuantos coches hay en un parking o manzanas en una caja en la que están colocadas en filas y columnas en una caja, cuando vamos a la frutería. Hacer la compra, por ejemplo, es un magnífico taller-escuela de matemáticas aplicadas. También podemos jugar a hacer collares con bolas de colores y siguiendo una serie. Cuando lo que falla es la escritura de los números, en casa ayudarán actividades motrices como jugar a lanzar pelotas, pintar con pinceles y rodillos, trabajar la lateralidad en sí mismos, dibujándonos, proyectando sombras de nuestro cuerpo, poniendo gomet en un cristal que nos refleja, en diferentes partes, jugar a pasatiempos que implican números, etc.

Animamos por tanto a profesores y a familias a que los niños a los que educan puedan descubrir matemáticamente el mundo de una forma cotidiana que resultará muy motivante en el aula y en el hogar.

#### 13.4. Caso práctico de valoración e intervención

Hemos aludido en el desarrollo del capítulo que es clave la formación de imágenes mentales para representar bien los problemas, y para la construcción de la recta mental numérica sobre la que poder comparar cantidades. Las imágenes mentales son representaciones mentales de objetos, ideas o relaciones entre ellos. La formación de imágenes alude a los procesos neuropsicológicos que participan en la creación, manipulación y evocación de las representaciones en la mente. Para Kosslyn y Smith, (2007) la formación de las imágenes mentales implica distintos procesos; también para Sternberg (2011) y para Vera de la Puente et al (2006) desde el punto de vista neuropsicológico, la formación de

imágenes mentales es un proceso dinámico en el que participan aspectos motores, capacidad para realizar secuencias temporales, factores visuales y mecanismos atencionales, así como la planificación y el control voluntario del uso representaciones mentales. Intentando indagar al respecto, planteamos una investigación (Vizcaíno, 2013), cuyo objetivo era analizar si existe relación entre la Discalculia del desarrollo y la formación de imágenes mentales en niños de 6 a 16 años de la Ciudad de México, para ello, tomamos, una muestra de 42 niños de los que 22 tenían Discalculia y 20 sin Discalculia. Los criterios aplicados para identificar niños con discalculia del desarrollo fueron: CI igual o superior a 85, dificultades en el aprendizaje de las matemáticas evaluados con prueba sujeta a criterio, dado que en México no hay pruebas estandarizadas evaluadoras de las habilidades matemáticas o del cálculo. También tuvimos en cuenta si las dificultades de aprendizaje interferían en su vida diaria y en su desarrollo académico e incluso condicionaba su estancia en el centro escolar. Escogimos a niños con asistencia regular a clases y enseñanza normalizada, sujeta a los contenidos curriculares generales. Para acercarnos y evaluar el constructo formación de imágenes mentales operativizamos las variables (subpruebas de la Escala de Wechsler, WISC IV): Cubos, Figuras Incompletas, Dígitos y Números y letras Todas estas escalas están relacionadas con tareas que necesitan la formación de imágenes mentales para ser resueltas. (Ver Figuras 1 a 4)

### **DISEÑO CON CUBOS**

Se le presenta al niño un modelo construido o una imagen de una formada en banco y rojo. El niño deberá reproducir la imagen utilizando manualmente 2, 4 o 9 cubos que llevan cada uno dos caras rojas, dos blancas y dos de ambos colores, durante un tiempo límite. La actividad es compleja en tanto le exige el análisis y la síntesis de la imagen tanto bidimensional como tridimensional. Requiere imaginar y transformar la imagen en partes y unir las manualmente. Un aspecto complejo es el manejo y orientación espacial de ángulos, del fondo y de la forma, porque: “Está diseñada para medir la capacidad de análisis y síntesis de estímulos visuales abstractos... percepción y organización visuales...”, entre otras capacidades.

Figura 1. Diseño de Cubos. Fuente: adaptado a partir de Wechsler (2005).

### **SUCESIÓN DE NÚMEROS Y LETRAS**

Se le dicen en voz alta al niño una serie de números y letras mezclados los cuales deberá recordar y ordenar, depende en gran medida de mantener la información en la memoria de trabajo visoespacial y verbal, pero implica formarse una imagen y transformarla. Esta prueba mide: “...sucesión, manipulación mental, atención, memoria y formación de imágenes visoespaciales...”.

Figura 2. Sucesión de números y letras. Fuente: adaptado a partir de Wechsler (2005).

### **RETENCIÓN DE DÍGITOS**

Consiste en que el niño repita una serie de números en voz alta en el mismo orden y en orden inverso, los cuales previamente le habrá dicho el evaluador. Es útil para nuestro estudio porque: “...incluye memoria de trabajo, transformación de la información, manipulación mental y formación de imágenes visoespaciales”.

Figura 3. Retención de dígitos. Fuente: adaptado a partir de Wechsler (2005).

### **FIGURAS INCOMPLETAS**

Requiere que el niño nombre la parte faltante de un dibujo conocido por lo cual le implica captar, recordar e identificar aspectos visuales que están dentro de estructuras visuales complejas formadas de antemano, es decir requieren haber construido previamente la imagen de transformarla

Figura 4. Figuras incompletas. Fuente adaptado a partir de Wechsler (2005).

Los resultados (ver en la tabla 3 los resultados del contraste estadístico) en las escalas en las que resultaron diferentes estadísticamente el grupo de niños con discalculia comparado con los que no lo eran, nos permitieron aceptar que existe relación positiva entre la dificultad para la formación de imágenes mentales y la Discalculia del desarrollo. Por ese motivo, consideramos fundamental pensar en orientaciones de intervención neuropsicológica para mejorar los procesos de aprendizaje de los niños con esta dificultad y fortalecer la formación de imágenes mentales en niños con Discalculia (Vizcaíno, 2013).

**Tabla 3. Escalas del WISC IV en las que son estadísticamente significativas las diferencias entre el grupo de niños con discalculia y el grupo control**

	Cubos	Fig. Incompletas	Núm. y letras	Dígitos
U de Mann-Whitney	90,000	115,000	143,000	98,000
W de Wilcoxon	321,000	368,000	396,000	351,000
Z	-3,165	-2,671	-1,973	-3,116
Sig. asintót. (bilateral)	,002	,008	,049	,002
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]				

La creación de imágenes mentales es algo deficitario en niños con discalculia tal como comprobamos en el estudio empírico que acabamos de describir (Vizcaíno y Martínez, 2013). Para desarrollar un tratamiento adecuado para trabajar con niños que padecen discalculia, podemos ayudarles en el proceso de creación de imágenes mentales porque en matemáticas es clave que los niños creen una imagen mental como representación de un problema y que puedan mantenerla, manipularla y evocarla. Durante el proceso de formación de imágenes primero el niño tiene que ver la imagen, después la interioriza y luego puede evocarla y transformarla, de manera que poco a poco, deje de necesitarla.

Proponemos como parte del tratamiento de la discalculia trabajar la creación de imágenes mentales, fortaleciendo primero los procesos neuropsicológicos en general y a continuación, describiremos actividades dirigidas a la creación de imágenes mentales con contenidos específicamente matemáticos

**A. Actividades para trabajar la creación de imágenes mentales, fortaleciendo los procesos neuropsicológicos básicos para su génesis.**

La formación de imágenes está mediada por actividades neuropsicológicas que podemos trabajar con los niños en caso de que presenten dificultades en este procesamiento. El proceso de formación de imágenes debe ir de lo concreto a lo abstracto, de lo cercano o conocido, a lo lejano o desconocido. Por ello es fundamental que en una primera fase del tratamiento se produzca con recursos manipulables y concretos primero en el propio cuerpo (*toca tu oreja izquierda con tu mano derecha*) y después en los objetos y en las personas. En la siguiente fase, iremos desarrollando lo figurativo-perceptual (sin objeto) y la última fase la descripción de la imagen por parte del niño, será verbal, haciendo uso de la voz alta en un primer momento y más tarde, del lenguaje silencioso, (Ver figura 5).



**Figura 5.** Fases en la formación de figuras mentales. Elaboración propia

Sabemos que los recursos que principalmente permiten interiorizar una imagen son: la integración interhemisférica y el manejo de organizadores espacio-temporales, la manipulación, la producción manual con ojos cerrados con ambas manos o pies, la verbalización, el dibujo, el juego, la identificación de semejanzas y diferencias y la clasificación (ver figura 6)

## Recursos para la creación de Imágenes Mentales



Figura 6. Principales recursos para la creación de imágenes mentales.

Para fomentar la INTEGRACIÓN INTERHEMISFÉRICA trabajaremos los procesos que activen las conexiones neuronales a través del cuerpo caloso, porque la maduración de esta estructura permite un aumento significativo de la comunicación interhemisférica (por ejemplo con juegos que desarrollen la contralateralidad o actividades de secuencias rítmicas).

Para que el niño adquiera los ORGANIZADORES ESPACIO-TEMPORALES, como arriba-abajo, izquierda-derecha, antes- después, entre otros, que le permitan describir y organizar la propia imagen corporal y las demás imágenes, puede resultar muy útil asociar la imagen y estos organizadores con la música en cancioncillas, rondas con juegos de cruces de brazos y piernas del lado izquierdo al derecho y viceversa . CON NIÑOS EN EDAD PREESCOLAR. Realizaremos juegos en los que se colocan muñecos de peluche (*-sienta el ratón junto al pájaro y el perro encima del gato, etc.*) y se toman fotografías con el teléfono móvil para después observarlas y tratar de combinarlas mentalmente (fase dos figura 5), podemos preguntar por ejemplo al niño: *-¿cómo se vería el ratón sobre el gato?*. También se pueden impulsar actividades en las que el niño trace al dictado líneas a la derecha, a la izquierda, hacia arriba, hacia abajo para formar un dibujo o como juego, para que las actividades sean motivante podemos presentarlas en forma de juegos, de retos a resolver, podemos decir por ejemplo: *-¿Dónde llegaría una mosca atrapada si sigue estos pasos? o -Dime qué movimientos debe hacer la mosca para que se escape de la trampa*. Este tipo de juegos les obliga a trazar mentalmente esos dibujos, estaríamos trabajando las fases dos y tres que señalamos en la figura 5.

Estamos diciendo que debido a que el niño presenta dificultad para formar en su mente la representación visual de una forma o de un concepto (es decir una imagen mental), es conveniente seguir un proceso que comience con la MANIPULACIÓN (por ejemplo con plastilina). El adulto debe mediar las características distintivas del objeto, es decir, ayudarlo, en una primera etapa, a distinguir los aspectos fundamentales de los objetos y a diferenciarlos o agruparlos con otros. No basta con darle los materiales y pedirle que produzca una forma específica (por ejemplo un número o una letra), es necesario mediar las diferencias, por ejemplo preguntándole SEMEJANZAS Y DIFERENCIAS: *¿por qué esta letra no es igual a esta otra? ¿En qué son diferentes? ¿Qué debes ponerle a ésta y no a ésta?* Es importante pedirle la descripción del objeto sin dejar que se precipite, sino provocando un barrido cuidadoso no impulsivo de la información y haciendo uso del lenguaje propio y del adulto. Además es fundamental ir verbalizando los organizadores espacio-temporales.

Conforme avanzan las sesiones, de una sesión para la siguiente, es necesario pedirle que reproduzca alguna de las formas trabajadas, por ejemplo con un dibujo o utilizando semillas, piezas de lego o cualquier objeto, de manera que provoquemos en el niño el recuerdo de lo manipulado sin la imagen presente que si tuvo en la sesión anterior. Después se deberá comentar al respecto. ¿Qué recordaste? *¿qué te faltó?* etc.

Prosiguiendo en el proceso de formación de imágenes, el siguiente paso será la utilización de objetos concretos, para lo que también es necesario guiar con preguntas a los niños para que busquen semejanzas y diferencias, llevando al niño a la CLASIFICACIÓN y reproducción de los objetos y buscando la reproducción sin el objeto, ya sea como tarea o para la siguiente sesión de trabajo a través de un dibujo, por ejemplo; con ello provocaríamos la formación de imágenes.

Es fundamental el apoyo en el lenguaje del adulto, para ayudarle a reproducir después los objetos a través del dibujo. Actividades como dibujar en el aire con LOS OJOS CERRADOS una forma, una letra o un número son importantes. Más adelante el niño debe reproducir algunos de los objetos trabajados. En este momento es útil el armado de rompecabezas previa mediación de la imagen a reproducir, es decir, el niño primero ve el rompecabezas armado, lo analiza en todo lo posible y después lo reproduce primero con la imagen presente y luego sin ésta. También juegos en donde tenga que adelantar la imagen o deba construirla o transformarla, por ejemplo el juego de Laberinto Mágico en el que se debe saber dónde quedaría un objeto si un laberinto movable cambia de forma. El ajedrez es otro ejemplo de imagen previa o de transformación de imágenes. El uso de materiales como el Tangram son muy útiles siempre que sea previamente mediada la forma. Caben también todas las actividades de análisis y síntesis tipo cubos de Kosciuszko, lo importante es la mediación de las relaciones de las imágenes, de la orientación de ángulos (*-hacia dónde apunta este triángulo, en dónde se juntan estas figuras?*, etc.), la mediación ayuda a la evocación de las imágenes.

El uso del dibujo es muy importante, primero dirigido (mediado), como el dibujo al dictado y posteriormente dibujo libre, primero con la imagen presente y después sin la imagen. Las actividades de encontrar las diferencias de dos imágenes iguales también son muy importantes y valiosas para hacer un barrido de las características de la imagen, pero es importante pedirle al niño después la evocación de la imagen, no sólo la distinción de diferencias También se puede leer una breve historia, dibujarla en escenas y después reproducirla en forma verbal sin ver los dibujos.

### ***B. Actividades para trabajar la creación de imágenes mentales, aplicando a contenidos matemáticos las tareas***

En forma paralela, es importante trabajar imágenes relativas a las matemáticas. El proceso deberá seguir los puntos mencionados, pero el contenido será matemático. Primero, y con los más pequeños, las imágenes de los números, su secuencia hacia delante y de adelante hacia atrás. Enseguida e incluso con los escolares se trabajaría la conformación de la "línea numérica mental", mediando y dando lugar a los aspectos motores y visoespaciales, que permitan al niño formar la estructura del sentido numérico, utilizando las tres modalidades del número: 3, tres, y tres objetos. Después de adquirir la noción de la línea mental, el cálculo mental en escolares de primaria es muy importante. No puede intentarse antes.

Las formas geométricas y sus relaciones son fundamentales para la formación de las imágenes, se deberá primero conformar formas con el cuerpo, identificarlas afuera, describirlas verbalmente, dibujarlas y construirlas y evocarlas de forma simple y relacionada. Primero con la imagen y después sin ésta.

La solución de problemas matemáticos, específicamente las relaciones entre variables, dependen en gran medida de la formación de imágenes mentales. Por lo que se incitará al niño a utilizar dibujos después de una lectura cuidadosa de la información del problema y no dejar todo a la imaginación en una primera etapa. Se puede realizar un ejercicio en donde se le dé una imagen y busque redactar o verbalizar el problema rescatando las relaciones entre variables. Después se realiza un ejercicio donde él niño dibuje las relaciones, no se intenta necesariamente que las evoque, no es indispensable.

En cuanto a los tiempos de intervención se recomienda que sea al menos una vez a la semana en el marco de la intervención más amplia de la discalculia.

Para terminar consideramos que es importante tomar datos de los avances de los niños a los que implementemos las pautas de tratamiento que aquí esbozamos porque de su seguimiento va a depender poder corroborar las hipótesis de investigación con las que comenzamos este apartado, referidas a la necesidad de trabajar la génesis y automatización de los procesos de producción de imágenes como medio de mejora en el rendimiento matemático a los niños y niñas que padecen discalculia.

### 13.5. Bibliografía

- Álvarez, C; Ramos, G; Macías, M; Vega, V; Guerrero, D y Ortiz (2015). *Aplicación interactiva para desarrollar la estimulación precoz en la enseñanza de las matemáticas*. Recuperado el 28 de Octubre de <http://contenidos.educarex.es/mci/2007/09/>
- American Psychiatric Association (APA), (2013). *DSM-5. Diagnostic and statistical manual of mental disorders (5th Edition)*. Washington, DC: APA
- Astromat (2015). *Zona Pipo*. Recuperado el 28 de Octubre de 2015 de <http://www.pipoclub.com/>
- Badian, N. A. (1999). Persistent arithmetic, reading, or arithmetic and reading disability. *Annals of Dyslexia*, 49, 43-70.
- Bender, L. (1964). *Test Guestraltico Visomotor;(B. G)*. Buenos Aires, Paidós.
- Compton, D.L., Fuchs, L.S., Fuchs, D. Lambert, W., y Hamlett, C. (2011). The Cognitive and Academic Profiles of Reading and Mathematics Learning Disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 45, 79-95.
- Dehaene, S., Piazza, M., Pinel, P., & Cohen, L. (2003). Three parietal circuits for number processing. *Cognitive neuropsychology*, 20(3-6), 487-506.
- de Hevia, M. D., Izard, V., Coubart, A., Spelke, E. S., & Streri, A. (2014). Representations of space, time, and number in neonates. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(13), 4809-4813.
- Dirks, E., Spyer, G., van Lieshout, E. C. D. M., y de Sonneville, L. (2008). Prevalence of combined reading and arithmetic disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 41, 460-473.
- Fede, J. (2010). "The Effects of GoSolve Word Problems Math Intervention on Applied Problem Solving Skills of Low Performing Fifth Grade Students" *Dissertations*. Paper 236.
- Frostig, M. (2009). *Frostig: test de desarrollo de la percepción visual: manual*. Madrid: Tea Ediciones.
- Gardner, H. (1994). *Estructuras de la mente. La teoría de las inteligencias múltiples*. México: Fondo de cultura Económica
- Gallese, V., & Lakoff, G. (2005). The brain's concepts: The role of the sensory-motor system in conceptual knowledge. *Cognitive neuropsychology*, 22(3-4), 455-479.
- García-Orza, J. (2012). *Dislexia y discalculia. ¿Extraños compañeros de viaje?* Actas del XXVIII Congreso de AELFA (pp. 142-151). Madrid. Julio, 2012.
- García-Orza, J. (2015). *Batería Para La Evaluación Rápida de la Discalculia Evolutiva*. Actas congreso SANP. Recuperado el 25 de Octubre de [http://psibasica.uma.es/javiergarciaorza/index.php?option=com\\_content&view=article&id=3&Itemid=4&lang=es](http://psibasica.uma.es/javiergarciaorza/index.php?option=com_content&view=article&id=3&Itemid=4&lang=es)
- Geary, D. C., Hoard, M. K., & Bailey, D. H. (2011). How SLD manifests in mathematics. En D. P. Flanagan, & V. C. Alfonso (Eds.), *Essentials of specific learning disability identification* (pp. 43-64). Hoboken, NJ: Wiley
- Grégoire, J., Noël, M. P., y Van Nieuwenhoven, C. (2005). *Tedi-Math. Manual*. Madrid: TEA.
- Hyde, D. C., Khanum, S., & Spelke, E. S. (2014). Brief non-symbolic, approximate number practice enhances subsequent exact symbolic arithmetic in children. *Cognition*, 131(1), 92-107.
- Kaufmann, L., & von Aster, M. (2012). The diagnosis and management of dyscalculia. *Deutsches Ärzteblatt International*, 109(45), 767.
- Kucian, K., Loenneker, T., Dietrich, T., Dosch, M., Martin, E., & von Aste, M. (2006). Impaired neural networks for approximate calculation in dyscalculia children: a functional MRI study. *Behavioral and Brain Functions*, 5, 5-31.

- Kumon (2015). *El programa de matemáticas*. Recuperado el 28 de Octubre de 2015 de <http://www.kumon.es/nuestros-programas/matematicas/index.htm>
- La discalculia (2015). Recuperado de <http://www.discalculia.es/discalculia/neuropsicologia.html>
- Manga D, y Ramos F. (2006). *Batería Neuropsicológica Luria Inicial*. Madrid: TEA Ediciones
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2015). *Problemáticas Primaria*  
Recuperado el 28 de Octubre de 2015 <http://educalab.es/recursos/historico/ficha?recurso=1388>
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2015). *Proyecto Descartes*. Recuperado el 28 de Octubre de 2015 de <http://recursostic.educacion.es/descartes/web/>
- Música y Matemáticas (2015). Pitágoras. Recuperado el 28-10-2015 de <http://www.anarkasis.net/pitagoras/>
- Mussolin, C., De Volder, A., Grandin, C., Schlögel, X., Nassogne, M. C., & Noël, M. P. (2009). Neural correlates of symbolic number processing in developmental dyscalculia. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22(5), 860-874.
- Mussolin, C., Mejias, S., & Noël, M.P. (2010). Symbolic and nonsymbolic number comparison in children with and without dyscalculia. *Cognition*, 115, 10-25
- Portellano, J. A., Martínez-Arias, R. y Zumárraga, L. (2009). *ENFEN. Evaluación Neuropsicológica de las Funciones Ejecutivas en Niños*. Madrid: TEA Ediciones.
- Portellano, J., Mateos, R., Martínez, R., Tapia, A., & Granados, M. (2000). *Manual CUMANIN, Cuestionario de Madurez Neuropsicológica Infantil*. Madrid: Tea Ediciones.
- Portellano, J., Mateos, R., Martínez, R. (2012). *Manual CUMANES Cuestionario de Madurez Neuropsicológica para escolares*. Madrid: Tea Ediciones.
- Price, G., Holloway, I., Räsänen, P., Vesterinen, M., & Ansari, D. (2007). Impaired parietal magnitude processing in developmental dyscalculia. *Current Biology*, 17, 1042-1043.
- Redemat. (2015) *Recursos electrónicos en Internet*. Recuperado el 28 de Octubre de <http://www.recursosmatematicos.com/redemat.html>
- Rehasoft (2015) *MateFlex*. Recuperado el 28 de octubre de 2015 <http://www.rehasoft.com/mateflex/>
- Rehasoft (2015) *Smartic*. Recuperado el 28 de octubre de 2015 <http://www.rehasoft.com/smartic/>
- Roselli, M., & Matute, E. (2011). La neuropsicología del desarrollo típico y atípico de las habilidades numéricas. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 11(1), 123-140
- Rotzer, S., Kucian K, Martin, E., von Aster, M., Klaver, P., & Loenneker, T. (2008). Optimized voxel-based morphometry in children with developmental dyscalculia. *Neuroimagen*, 1, 417-422.
- Stemberg R. (2011). *Psicología cognoscitiva*. México, Cengage Learning Editores
- Tekman Books.(2015). *Entusiasmat*. Recuperado el 28 de octubre de 2015 de <http://www.tekman-books.com/programas/>
- Vera de la Puente, E., Blanco, Villa, S. y Balbina, L. (2006) Procesos imaginativos visuales y función frontal. En *Revista Española de Neuropsicología* 8, 3-4:135-145
- Vizcaino, A (2013). *Discalculia y Formación de imágenes mentales*. Trabajo Fin Máster Neuropsicología y Educación Universidad Internacional de la Rioja (UNIR). Material no publicado.
- Von Aster, M. (2007). Number development and developmental dyscalculia. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 868-873
- Weschler, D. (2005) *Escala de Inteligencia de Wechsler para niños (WISC-IV)*. Madrid: TEA Ediciones.
- Weschler, D. (2014). *WPPSI-IV, Escala de Inteligencia de Wechsler para Preescolar y Primaria*. Madrid: Editorial Pearson
- Zona Clic (2015). Recuperado el 28 de Octubre de 2015 de <http://clic.xtec.cat/es/index.htm>

# Evaluación del trastorno de déficit de atención e hiperactividad en edad escolar

Esperanza Vergara-Moragues

## 14.1. Definición, diagnóstico y etiología del TDAH

El trastorno por déficit de atención con y sin hiperactividad (TDAH) es un trastorno del neurodesarrollo de los más estudiados en las últimas décadas. Sin embargo, ya a principios del siglo XX aparecen las primeras descripciones de este síndrome. Posteriormente, algunos autores consideraron que la sintomatología de este comportamiento era provocado por una lesión o disfunción cerebral mínima y no fue hasta la aparición del DSM-II, pasado la mitad de siglo, cuando se introdujo el término de “reacción hiperquinética de la infancia” (Still, 1902; Kahn y Cohem 1935; Bradley, 1937; Thome y Jacobs, 2004).

En los últimos años se ha convertido en uno de los trastornos del neurodesarrollo infantil más diagnosticado y tratados (Biederman y Faraone, 2005). A pesar de que, en la actualidad existe una controversia acerca de la existencia real de este trastorno y la sugerencia del sobrediagnóstico (Foreman y Ford, 2008). No obstante, hoy por hoy, existe una amplia gama de trabajos científicos que confirman la existencia de este síndrome (Foreman, 2005; Scitutto et al., 2007). Es por ello, que el TDAH es considerado como un trastorno crónico que repercute en la funcionalidad de las personas que lo padecen desde la infancia hasta la edad adulta y, por ello, es necesario tener en cuenta la importancia de realizar un diagnóstico diferencial minucioso para poder realizar un diagnóstico adecuado y realizar una intervención adecuada y multidisciplinar para la mejora del pronóstico (Manuzza et al., 1993).

La prevalencia del TDAH es muy dispar según la metodología utilizada en los diferentes estudios, la edad, el sexo y el origen de la muestra (población general o clínica) y se marca en un rango entre el 1,9% y el 14,4 % de niños en edad escolar (Benjumea, 2006; DuPaul et al., 2001; Guía de Práctica Clínica, 2012). De éstos, dos tercios mantendrán sintomatología en la edad adulta, algunos con diagnóstico completo y otros en remisión parcial (Ramos-Quiroga et al., 2013). En un reciente

metanálisis, Polanczyk (2007) describe una prevalencia a nivel mundial de 5,29%. En nuestro país, las prevalencias también se encuentran entre estos rangos, entre un 2%-14.4% dependiendo de la edad (Guía Consenso, 2010). En la mayoría de los estudios epidemiológicos en población clínica existe un mayor porcentaje de TDAH en el género masculino de entre 3 y 5 veces más (AAP, 2001; Craido et al., 2003; Rucklidge, 2008;). Sin embargo, estas cifras tienden a igualarse a medida que la persona va alcanzando la edad adulta. Muchos autores encuentran una explicación a la evolución clínica del sexo femenino, más caracterizada por los síntomas de déficit de atención, en lugar de hiperactividad y/o impulsividad, que pueden pasar por desapercibido y ser diagnosticado en edades más avanzadas (Thorell y Rydell; 2008). Debido a estos motivos el riesgo de detección y tratamiento en niñas es mucho mayor, más del 70% y, por tanto, la evolución puede estar acompañada de otros trastornos relacionados con los déficit no tratados del TDAH, como trastornos depresivos, o trastornos de ansiedad o conducta alimentaria (Quinn, 2008; Staller y Faraone, 2006). Asimismo, hay autores que describen que los síntomas de hiperactividad van disminuyendo con la edad mientras que los de inatención se mantienen (Larsson et al., 2006).

Por otro lado, es importante comentar que el TDAH es un trastorno que se inicia en la infancia y suele persistir en la adolescencia y edad adulta. La edad media de inicio ronda entre los 4 y 5 años (Bonati et al., 2005). Los dos criterios diagnósticos más utilizados son los descritos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) a través de la Clasificación Internacional de Enfermedades en su décima versión (CIE-10) y los indicados por la Asociación Americana de Psiquiatría, en su *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (DSM-V). En la primera de las clasificaciones, la OMS se refiere al TDAH como trastorno hiperactivo y divide los síntomas en tres subapartados clasificados con diferentes criterios: déficit de atención (9), hiperactividad (5) e impulsividad (4). Así, la CIE-10 establece que para que se cumpla el diagnóstico la persona debe presentar al menos 6 de los síntomas descritos en el apartado de déficit de atención, 3 de hiperactividad y 1 de impulsividad. Además, deben estar presentes antes de los 7 años y darse en dos o más aspectos de la vida del niño (escolar, familiar y/o social) afectando a su calidad de vida. Finalmente, el diagnóstico es incompatible si el niño presenta un trastorno generalizado del desarrollo, un episodio depresivo o un trastorno de ansiedad. Por otro lado, la nueva versión del DSM (DSM-V) clasifica los síntomas en tan sólo dos apartados inatención (9) o hiperactividad e impulsividad (9). En lugar de que los síntomas tuvieran que estar presentes antes de los 7 años, amplía la edad hasta los 12 años, estando igualmente presente en al menos dos o más contextos, durante los últimos 6 meses y produciendo interferencia en su funcionamiento social, académico o laboral. Otra de las novedades de esta nueva versión es que según los resultados se podrán clasificar como presentación combinada (si cumple criterios de inatención e hiperactividad/impulsividad), presentación predominante con falta de atención (si cumple solo los primeros) o predominante hiperactiva/impulsiva. De esta manera, comparando ambos criterios podemos decir que tienen aspectos en común (18 síntomas definidos, presencia de los síntomas durante más de 6 meses, afectación a diferentes contextos con deterioro funcional y que la sintomatología no pueda explicarse a causa de otro trastornos). Y, aspectos diferenciadores, por ejemplo, en el DSM-5 los síntomas deben estar presente antes de los 12 años, no tienen por qué darse síntomas de los tres apartados, el grado de afectación puede ser leve, moderado y severo en función de los criterios que cumpla y el TDAH puede coincidir con otras alteraciones psiquiátricas o trastornos del desarrollo generalizado. De esta manera, teniendo en cuenta estos aspectos se podría concluir que los criterios para la CIE-10 son más restrictivos en comparación con los del DSM-V para el TDAH (ver tabla 1).

**Tabla 1. Diagnóstico de TDAH CIE-10 versus DSM-V**

Preguntas comunes	CIE-10	DSM-V
¿Cómo se denomina?	Trastorno hiperactivo	Trastorno por déficit de atención con hiperactividad
¿Qué síntomas debe darse?	Requiere que esté presente al menos seis síntomas de inatención, tres de hiperactividad y uno de impulsividad (6+3+1)	Requiere que se dé al menos 6 síntomas de inatención (9) y/o hiperactividad e impulsividad (9). No tienen por qué darse síntomas de los tres apartados

Preguntas comunes	CIE-10	DSM-V
¿Cuál es la edad de inicio del trastorno?	Antes de los 7 años	Algunos síntomas estaban presentes antes de los 12 años
¿Durante cuánto tiempo?	6 meses	6 meses
¿En qué contexto puede darse?	Dos o más aspectos de la vida del niño	Al menos dos o más contextos
¿En la presencia de qué otros trastornos no puede diagnosticarse?	Diagnóstico es incompatible si el niño presenta un trastorno generalizado del desarrollo, un episodio depresivo o un trastorno de ansiedad	Trastornos mentales si éstos explican mejor los síntomas presentados que el TDAH. Además, puede coincidir con otras alteraciones psiquiátricas o trastornos del desarrollo generalizado

Fuente: Adaptado de Cunill y Castells, 2015

Con respecto a la etiología, el TDAH es un trastorno considerado como multicausal encontrándose estudios genéticos, de neuroimagen y ambientales que apuntan a ciertos factores de riesgo. En primer lugar, en relación a los estudios familiares realizados, se demuestra la existencia de una vulnerabilidad genética en el TDAH indicando que hay un porcentaje muy elevado de factores genéticos (Faraone et al., 2001; Faraone et al., 2005). Por ejemplo, hay estudios que muestran un riesgo relativo 5 veces superior en padres de niños con TDAH y 4 para los hermanos. De la misma manera, en los casos que el trastorno continuara en la adolescencia el riesgo aumentaba en 4 veces más (Faraone et al., 2000). En relación a los estudios de gemelos apuntan que existe una concordancia del trastorno del 50-80% en monocigotos y alrededor del 30% en dicigotos (Sherman et al., 1997). Finalmente, los datos muestran que a mayor gravedad de los síntomas más efecto de los factores genéticos (Goodman y Stevenson, 1989). En relación a la diferencia de los subtipos, los datos parecen indicar que existe una mayor carga genética en los subtipos inatentos (del 75-98%) en comparación con el hiperactivo-impulsivo (64-77%) (Faraone et al., 2005). En segundo lugar, los estudios de neuroimagen han mostrado evidencia de que las personas que presentan TDAH muestran una disminución global del volumen cerebral y, concretamente, en la corteza frontoparietal, ganglios basales y cerebelo. Además, los estudios funcionales, también indican que existe una disfunción en estas áreas en comparación con los sujetos que no muestran el trastorno (Castellanos et al., 2001; Bush et al., 2005; Dickstein et al., 2006; Durston et al., 2007; Ellison-Wright et al., 2008; Mackie et al., 2007; Mulder et al., 2008; Remschmidt, 2005; Shaw et al., 2006; Valera et al., 2007). Recientemente, se ha realizado un metaanálisis en este contexto que concluye que existe una hipoactividad en los circuitos fronto-estriales y fronto-parietales, en concreto existiría alteración en el cíngulo anterior, córtex frontal dorsolateral inferior, ganglios basales, tálamos y algunas zonas de la corteza parietal. Todas estas áreas se relacionan con las tareas relacionadas con el control inhibitorio, la flexibilidad cognitiva, la impulsividad o la regulación de emociones (Durston et al., 2007). Se puede indicar que todos estos estudios apoyan la hipótesis de algunos autores de relacionar el TDAH con un síndrome fronto-subcortical. A nivel práctico, esto se traduce en que los niños que presentan TDAH, a pesar de tener un coeficiente intelectual dentro de la media (Biederman et al., 1996), son propensos a presentar dificultades en el aprendizaje relacionados con problemas de atención, funcionalidad visual, auditiva, alteraciones motoras o problemas de conducta y/o autoestima (Cardo-Jalón y Pámias Massana, 2014). En resumen, todos estos datos relacionados con los estudios genéticos y de neuroimagen deben tomarse con cautela y no deben considerarse de manera aislada si no en relación a la intervención de factores de riesgos ambientales (ver figura 1).

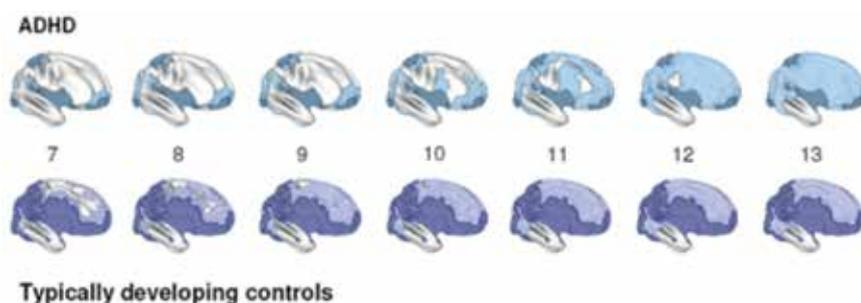


Figura 1. Maduración del cerebro TDAH versus Desarrollo normal.

Fuente: NIMH Child Psychiatry Branch de [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Adhd\\_brain\\_timelapse.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Adhd_brain_timelapse.jpg)

Por último, en tercer lugar, en relación a los estudios que relacionan factores psicosociales en general, como el bajo nivel cultural de los progenitores y/o madre fumadoras; problemas de pareja; adopción, abuso prenatal al alcohol y trastorno mental materno, puede condicionar el pronóstico y la aparición de TDAH independientemente del sexo (Abrines et al., 2012; Biederman et al., 2002; Biederman, 2005; Claycomb et al., 2004; Doom et al., 2014; Fernández-Mayoralas et al., 2015; Linnet y col., 2003; St Sauver et al., 2004).

## **14.2. Alteraciones y modelos neuropsicológicos en el TDAH**

Como se ha comentado con anterioridad, según el DSM-V (2013), el TDAH es un trastorno que está incluido dentro de los trastornos del neurodesarrollo y su diagnóstico debe darse ante la presencia de síntomas de falta de atención, hiperactividad motora e impulsividad presente en las actividades de la vida de la persona en al menos dos contextos diferentes. Estos síntomas pueden ser explicados en cierta medida con una alteración de la regulación en diversos neurotransmisores, especialmente dopamina y noradrenalina (Quintero y Castaño de la Mota, 2014).

De esta manera, las alteraciones cognitivas como las dificultades de pensamiento, inhibición de respuesta, impulsividad o memoria de los niños con TDAH están relacionados con las áreas córtico-estriatal y talámico-cortical que son las áreas implicadas en el TDAH y donde se concentra la dopamina (Wigal et al., 2003; Castellanos et al., 1994). Además, se ha estudiado la implicación de la noradrenalina relacionado con síntomas de inatención, motivación y aprendizajes nuevos. Según varios estudios, la noradrenalina tiene un papel muy relacionado con las funciones ejecutivas, toma de decisiones, razonamiento y resolución de problemas, organización del pensamiento y atención selectiva y su bloqueo podría provocar gran parte de los síntomas relacionados con el TDAH (Cooper et al., 2003; Franowicz et al., 2002). De hecho, hay varios estudios que muestran la alteración del funcionamiento noradrenérgico en niños con TDAH (Anderson et al., 2000; Hanna et al., 1996; Shekim et al., 1994). De esta manera, hay otros trabajos que relacionan una mayor actividad de norepinefrina y menor de epinefrina, así como concentraciones plasmáticas de éstas sustancias en plasma y orina en niños con TDAH en comparación con controles (Fox, 2002). Por tanto, se podría comentar que, aunque el proceso es mucho más complejo, por un lado, los responsables de los síntomas de hiperactividad e impulsividad, estarían reguladas por alteraciones en la vía dopaminérgica. Y, por el otro, las disfunciones de la vía noradrenérgica estaría provocando síntomas cognitivos y conductuales principalmente (Ramos-Quiroga et al., 2013; Quintero y Castaño de la Mota, 2014).

En esta línea, y relacionado con estas alteraciones, los niños y adolescente que presentan TDAH han mostrado tener un déficit de las funciones ejecutivas, principalmente en la memoria de trabajo, inhibición conductual, flexibilidad cognitiva, concentración, organización, planificación y regulación de emociones (Barkley, 2001). Esto concuerda con los resultados que se encuentran en diversos estudios sobre los déficits de sustancias grises en los lóbulos frontales, ganglios basales y cerebelo (Castellanos et al., 2002; Krain et al., 2006; Mackie et al., 2007; McAlonan et al., 2009; Soria-Caros et al., 2015; Tremols et al., 2008) y la disminución de volumen cerebral en regiones parietales, occipitales y temporales (Castellanos et al., 2002; Batty et al., 2010; Frodl y Skokauskas, 2012; Tiemeneier et al., 2010).

Actualmente, existe un consenso entre los autores en relacionar a los niños con TDAH con alteraciones en las funciones ejecutivas, relacionadas con la sintomatología del trastorno. De esta manera, esta teoría encuentra una explicación de algunos de los síntomas tradicionales del TDAH como un déficit del funcionamiento ejecutivo como la inhibición, planificación, memoria de trabajo relacionado con todas las alteraciones de los distintos neurotransmisores y áreas cerebrales anteriormente mencionado (Nigg, 2001; Barkley, 2001; Boonstra et al. 2005; Barkley, 2006). En este sentido, se pueden describir tres síndromes diferentes relacionados con las alteraciones ejecutivas observadas en personas que presentan TDAH (Abás-Más et al., 2013; Mulas et al., 2012):

- el **síndrome prefrontal medial**, caracterizado por una pérdida de motivación, iniciación a la hora de realizar una tarea, trastornos del lenguaje, conducta reiterativas, y alteraciones en atención sostenida, selectiva e inhibición.
- el **síndrome dorsolateral**, que se caracteriza por una alteración en las capacidades de planificar, seguir o mantener una tarea, cambiar a la hora de tomar decisiones acertadas (flexibilidad cognitiva), memoria de trabajo, formación de conceptos, resolución de problemas y alteraciones en la fluidez verbal.
- el **síndrome orbitofrontal**, caracterizado por una alteración en la regulación emocional, desinhibición de la conducta, alteraciones en el juicio, irritabilidad, inhibición de la conducta y falta de control de impulsos.

Por último, existen estudios funcionales que muestran que en niños y adultos con TDAH existen un patrón alterado de la actividad neuronal (Idiazabal et al., 2002; Soria-Claros et al., 2015; Valera et al., 2005; Wolf et al., 2009;). De esta manera, por ejemplo, encontramos datos que indican un deterioro del procesamiento visual mayor en niños con TDAH (Ma et al., 2012; García-Guirao y Vergara-Moragües, 2015). Además, algunas investigaciones muestran la existencia de un aumento de la actividad en las áreas temporales, frontales inferior izquierda y occipitales bilaterales en personas con TDAH, sugiriendo que el procesamiento de la información multisensorial en niños con déficit de atención necesita la asociación de muchas áreas cerebrales para finalizar la tarea y, por lo tanto, supone un “malgaste” de recursos cognitivos y una dificultad de presentar una conectividad eficiente. Dicho de otra manera, cuando un niño que presenta TDAH se enfrenta a una tarea por primera vez no es capaz de dar una respuesta adecuada a la primera, cometiendo muchos errores y pocos aciertos (Cubillo et al., 2010, Daffner et al., 2005, Soria-Caros et al., 2015;).

### 14.3. Rendimiento escolar y TDAH

Como se ha comentado con anterioridad, los síntomas fundamentales del TDAH son alteraciones de la atención, funciones ejecutivas, impulsividad e hiperactividad y todo ello puede tener implicaciones de mucha importancia en el desarrollo escolar de un niño diagnosticado de este trastorno (Lambek et al., 2011; Schoemaker et al., 2012).

De esta manera, es habitual que los niños que estén diagnosticados de TDAH presenten dificultades importantes a nivel académico que dificulte su paso normalizado por los diferentes cursos educativos. De hecho, existen estudios que estiman que aproximadamente 30% de los niños que tienen problemas de aprendizaje pierden algún curso escolar (DuPaul y Stoner, 2003). En este sentido, los niños con TDAH presentan dificultades en dos de las áreas más importantes para la base de desarrollo académico generalizado por un lado, el área de matemáticas y, por el otro, el de lengua en comparación con la población infantil media (Bruce et al., 2006; Kim y Kaiser, 2000; McConaughy et al., 2011). Esta población puede presentar problemas en la adquisición de lenguaje, dificultades en la lectoescritura, disgrafía, problemas en el cálculo y resolución de problemas matemáticos y alteraciones perceptivo-espaciales (Gillberg et al., 2004; Harpin, 2005). Es decir, el fracaso escolar que podemos encontrar en los niños que presentan TDAH no solo está justificado por las alteraciones que pueden llegar a tener en relación a las funciones ejecutivas (memoria de trabajo, inhibición, programación...) si no también por las dificultades que pueden tener cuando presentan comorbilidad con otros trastornos específico del aprendizaje como dislexia o disgrafía (DuPaul y Stoner, 2003).

Si dividimos las dificultades que se van encontrando estos niños a lo largo de las diferentes edades, se confirma que, en estudios realizados en muestras de niños de entre 3 y 5 años, existen peores puntuaciones en pruebas precadémicas en niños con TDAH en relación con niños que no los presentan (Alessandri, 1992; DuPaul et al., 2001). Además, se encuentran alteraciones cognitivas en edades preescolares, fundamentalmente relacionadas con el desarrollo del lenguaje que pueden perdurar hasta el inicio de la adolescencia donde estos síntomas se agravarían presentando al mismo tiempo problemas de conducta en diferentes contextos (McGee et al., 2001).

Habitualmente, los niños son diagnosticados de TDAH en una época posterior, es decir, durante el periodo escolar. Momentos muy complicados para el niño con estas características ya que es

cuando verdaderamente empieza a relacionarse con los iguales y comienza a presentar diferencias notables en relación al grupo. Esto provoca que el niño pueda empezar a mostrar problemas emocionales, disruptivos en relación a los profesores e incluso mostrar una percepción negativa de la escuela y su contexto en relación a los niños diagnosticados de TDAH en edad escolar. Todo ello, puede derivar en una estigmatización del niño por parte, no solo de sus iguales, si no del plantel de profesores (McMenamy y Perrin, 2008; Harpin, 2005; Walker et al., 2008).

Finalmente, en la adolescencia, etapa fundamental para el desarrollo neuropsicológico del niño, las consecuencias y problemas derivado de la sintomatología que presentan pueden ir en aumento. Así, hay varios estudios que muestran que, independientemente o no de que existan trastornos del aprendizaje, existe una menor preparación académica de los niños con TDAH en comparación con niños que no los presentan (Murphy et al., 2002; Mannuzz et al., 1997; Pastura et al., 2009).

En conclusión, las dificultades que se encuentran en los niños con TDAH en comparación a la población normal, se deben a las alteraciones en diversos dominios cognitivos relacionados con la presencia del trastorno. Por ejemplo, existen estudios que relacionan problemas en la memoria verbal, visoespacial y las funciones ejecutivas con el rendimiento académico de esta población, y por ello, es fundamental trabajar estas áreas para poder ayudar a minimizar las posibles consecuencias que pueda tener en el rendimiento académico de los niños con TDAH (Lambek et al., 2011; Raza et al., 2012; Rogers et al., 2011; Schoemaker et al., 2012).

#### 14.4. Instrumentos de evaluación neuropsicológica en el TDAH

Como hemos comentado con anterioridad, realizar un diagnóstico de TDAH no es tarea fácil debido a la comorbilidad de factores asociados que pueden estar afectando a la sintomatología que puede estar presentando el niño. Por ello, lo primero que hay que realizar es un buen diagnóstico diferencial. La evaluación debe realizarse desde una perspectiva multidimensional y debe incluir diferentes procedimientos. En primer lugar, es necesario realizar una entrevista en profundidad tanto con los padres como con los profesores y atender a recoger el periodo evolutivo del individuo, la interacción con las personas de referencias, donde y cuando aparecen las conductas problemáticas. Además, será necesario realizar una detallada anamnesis sobre la historia clínica donde se deberán recoger aspectos detallados para evaluar aspectos pre, peri y post natales. En definitiva, la información que se recoja debe obtener aspectos relacionados con la existencia de problemas físicos, familiares, escolares, y sociales así como, evaluación y antecedentes médicos y personales de familiares (AAP, 2000; GEITDAH, 2010). Muy importante tener presente que los instrumentos de evaluación son siempre una guía o instrumentos que nunca puede sustituir a una entrevista de estas características (AAP, 2000; GEITDAH, 2010).

En la tabla 2 se presenta un listado de instrumentos para la evaluación de los síntomas de TDAH en niños y adolescente con traducción o baremación para población española (Guía Práctica Clínica sobre el TDAH, 2010):

**Tabla 2. Instrumentos de evaluación en TDAH**

Prueba de cribado		
Instrumentos	Rango de edad	Características
<b>ADHD Rating Scale-IV</b> (DuPaul et al., 1997; 1998; Servera, 2007)	5-18 años	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Versiones para padres y maestros</li> <li>- 18 ítems tipo Likert</li> <li>- Dos subescalas: inatención e hiperactividad puntuación total</li> <li>- Cada ítem representa cada uno de los síntomas del TDAH según criterios DSM-IV</li> </ul>
<b>Escalas de Conners</b> (Conners et al.,1989; 1997;2008)	3-18 años	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Versiones para padres y maestros</li> <li>- Las escalas extensas incluyen ítems de psicopatología general. Las escalas abreviadas se componen básicamente de 4 subescalas: oposicionismo, inatención, hiperactividad e índice TDAH</li> </ul>

Instrumentos	Rango de edad	Características
<b>Cuestionarios TDAH</b> (Amador et al., 2005;2006)	4-12 años	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Versiones para padres y maestros</li> <li>- 18 ítems tipo Likert</li> <li>- Dos subescalas: Desatención e Hiperactividad y una puntuación total</li> <li>- Cada ítem representa cada uno de los síntomas del TDAH según criterios DSM-IV</li> </ul>
<b>Escalas EDAH</b> (Farré y Narbona, 1997)	6-12 años	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Una sola versión para maestros</li> <li>- 20 ítems tipo Likert de 4 grados</li> <li>- Dos escalas: Hiperactividad-Déficit de atención (que se subdivide de dos subescalas) y Trastornos de conducta</li> </ul>
<b>Escala Magallanes</b> (García-Pérez y Magaz-Lago, 2000)	6-16 (padres) 6-12 (maestros)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Versiones para padres y maestros</li> <li>- 17 ítems</li> <li>- 3 subescalas: Hipercesia-Hiperactividad, Déficit atencional, Déficit de reflexividad</li> </ul>
SNAP-IV (Swanson, Nolan y Pelham,2003)	5-11 años	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Versiones para padres y maestros</li> <li>- 18 ítems tipo Likert de 4 grados</li> <li>- 2 subescalas: Inatención e Hiperactividad/ Impulsividad, y una puntuación total</li> <li>- Sensible a los cambios del tratamiento</li> </ul>
<b>Entrevistas estructuradas y semiestructuradas</b>		
<b>Diagnostic Interview for Children and Adolescents DICA-IV</b> (Chambers et al., 1985)	6-17 años	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Versión más reciente semiestructurada</li> <li>- Evalúa un amplio grupo de trastornos psicopatológicos en población infantil y adolescente según criterios DSM-III y DSM-IV</li> <li>- Versiones: niños, adolescentes y padres</li> </ul>
<b>Schedule for Affective Disorders and Schizophrenia in School-Age Children KSADS</b> (Herjanic y Reich,1982)	6-17 años	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entrevista diagnóstica semiestructurada</li> <li>- Evalúa episodios pasados y actuales de psicopatología en niños y adolescentes, según criterios DSM-IV y DSM-III-R</li> <li>- Varias secciones: sociodemográfica, preguntas cribaje para 46 categorías diagnósticas, suplementos diagnósticos y funcionamiento</li> </ul>
<b>Diagnostic Interview Schedule for Children DISC</b> (Shaffer et al., 1999)	4-17 años	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entrevista estructurada</li> <li>- Evalúa trastornos psicopatológicos en niños y adolescentes según criterios DSM-IV</li> <li>- Se administra a padres (DISC-P) y al paciente (DISC-C)</li> </ul>

Adaptado de Guía de Práctica de TDAH, 2010.

Por otro lado, encontramos a autores como Ferré y Ferré (2010), que tras años de experiencias han creado un cuestionario de riesgo de TDAH pensado en niños pequeños que presentan conductas que pueden sospechar posible presencia de TDAH. Este cuestionario está pensado para niños que desde muy pequeños empiezan a mostrar ritmos y pautas de inquietud. Además, dentro de la evaluación que recomienda incluye otro cuestionario para el diagnóstico diferencial de TDAH, tablas para la detección de problemas neuromotrices, visuales y auditivos.

Por último, dentro de las evaluaciones se recomienda la utilización de instrumentos o baterías neuropsicológicas que ayuden a conocer la posible existencia de alteraciones en otros dominios cognitivos relacionados con la presencia de TDAH como atención, flexibilidad cognitiva, planificación, memoria de trabajo y control inhibitorio, entre otras (Soprano, 2008; Vázquez-Justo y Piñón-Blanco, 2013).

#### 14.5. Pautas de intervención en el manejo del TDAH

Como hemos comentado desde el comienzo del capítulo el TDAH es un trastorno multidimensional y, es por ello, que hay que abordarlo desde una perspectiva amplia.

Uno de los objetivos fundamentales del tratamiento en el TDAH es favorecer la adaptación y el desarrollo normal del niño. La mayoría de los trabajos y guías encontrados en la literatura recomiendan un tratamiento combinado, es decir, por una parte un tratamiento cognitivo-conductual y por otra, un tratamiento farmacológico (Barragán et al., 2007; GEITDAH, 2010; Guía Práctica TDAH, 2010; Jarque-Fernández, 2012).

Hay otros autores, como Pérez et al. (2006), que señalan como tratamiento bien establecido la terapia combinada, como tratamiento probablemente eficaz la terapia cognitivo-conductual o los psicoestimulantes y, por último, como tratamientos en fase experimental los programas orientados a padres y profesores.

Con respecto al tratamiento farmacológico, la principal elección de medicamentos son los estimulantes entre ellos, el metilfenidato es el que mayor índice de eficacia ha demostrado. Existen otras opciones cuando el paciente es resistente a los medicamentos como la atomoxetina, antidepresivos tricíclicos, agonistas alfa adrenérgicos y modafilino. Si bien es cierto que hay que valorar mucho el comienzo de este tratamientos porque estamos trabajando con niños y es importante tener en cuenta los efectos secundarios (Guía Práctica TDAH, 2010).

En relación al tratamiento cognitivo-conductual, comentar que habitualmente parten de un diseño planificado y estructurado. Así, las terapias de conducta están basadas en el análisis funcional del comportamiento que pretende identificar qué variables están manteniendo las conductas inadecuadas en el niño y, de esta manera, intentar delimitarlas. Algunas técnicas son la extinción, el reforzamiento, el control de contingencias, la economía de fichas, sobrecorrección, tiempo fuera, autocontrol y el entrenamiento de padres y profesores. En relación a las terapias cognitivas tienen por objetivos identificar e intentar cambiar los pensamientos desadaptativos que influyen en la conducta y emociones e intentar sustituirlas por otras que puedan resultar más adecuadas. Las técnicas más utilizadas en este ámbito son las relacionadas con las autoinstrucciones, autocontrol y resolución de problemas. Por último, en esta línea de tratamientos tradicionales es importante resaltar el entrenamiento en habilidades sociales ya que estos niños habitualmente presentan problemas de relación no sólo con padres y profesores si no con sus iguales provocando en ciertas ocasiones problemas emocionales y de autoestima (Guía Práctica TDAH, 2010).

Por otro lado autores como Abad-Mas et al. (2013), resaltan la importancia de la intervención psicopedagógicas en el niño y las familias. Así, comentan que los programas de esta índole deben ser multidimensionales y centrados en el funcionamiento ejecutivo del niño. Por ello, una parte fundamental de las intervenciones se debe realizar mediante el entrenamiento en funcionamiento ejecutivo y, por lo tanto, realizar un entrenamiento neurocognitivo. Este trabajo debe basarse en la planificación de un programa terapéutico que tenga en cuenta factores como adaptación individual del programa, ejercicios breves para evitar la fatiga, combinar el programa con programas informáticos o trabajar los diferentes canales sensoriales de manera simultánea. Además, indican la importancia de la intervención sobre los problemas emocionales del niño.

A día de hoy, además de estos tratamientos tradicionales hay autores que defienden terapias de intervención alternativas. Así, Ferré y Ferré (2010) parten desde un enfoque causal y trabajan desde elementos terapéuticos que tienen mayor capacidad de acción sobre los aspectos neurobiológicos, neurofuncionales y energéticos más desconocidos para los profesionales. Así, trabajan intervenciones relacionadas con la regulación del sueño, terapias fisio-biológicas y cuidados higiénicos dietéticos, terapia sensorial, visual y audiopsicofonológica entre otras. Por otro lado, una reciente revisión sobre la literatura existente en torno al TDAH y el ejercicio físico establece que la actividad física no solo es adecuada para llevar un estilo de vida más saludable si no que puede llegar a reducir los riesgos de desarrollar enfermedades de tipo neurogenerativos o mejorar ciertos procesos cognitivos. Así existen estudios que indican que la actividad física puede influir positivamente en el rendimiento cognitivo general, mejorando aspectos relacionados con la función ejecutiva, el control inhibitorio y el rendimiento académico general en los niños que presentan TDAH (Carriedo, 2014).

En cualquier caso, lo que están de acuerdo la mayoría de autores es en elaborar un plan terapéutico individualizado e interdisciplinar. Además, es importante incluir en este programa a los agentes fundamentales en la vida del niño, es decir, al menos colegio y padres.

## 14.6. Caso práctico

Con el consentimiento de la autora, a continuación se expone un ejemplo de un estudio realizado por Reina- Álvarez (2014) en el ámbito de lo educativo y su relación con el trastorno del TDAH.

El **objetivo principal** del estudio fue conocer si los niños con TDAH tienen un peor rendimiento en memoria verbal y en discriminación auditiva respecto a los niños que siguen un desarrollo normal. Para llegar a cumplir este objetivo general se partió de los siguientes objetivos específicos:

- **Objetivo 1:** conocer la memoria verbal y la discriminación auditiva en un grupo de niños con y sin TDAH
- **Objetivo 2:** estudiar si existen diferencias entre la memoria auditiva, a corto y a largo plazo en niños con y sin TDAH
- **Objetivo 3:** conocer si hay diferencias en la capacidad de discriminación auditiva entre un grupo de niños con y sin TDAH.

Para este trabajo de investigación se realizó un diseño no experimental, y transversal ya que las medidas están realizas en el momento actual. Se trabajó con dos grupos independientes uno con sujetos con TDAH y otro de sujetos sin TDAH. La población objeto de estudio tenía una edad comprendida entre los 9 y los 12 años. Se seleccionó con un muestreo intencional a 20 sujetos varones con diagnóstico previo de TDAH por el Servicio de Neuropediatría de Getafe como criterio de inclusión para este grupo, que reciben tratamiento en el centro privado de Apoyo a la Educación Reaprende de la Comunidad de Madrid y 20 sujetos varones de 8 colegios públicos de la Comunidad de Madrid con una historia evolutiva libre de patologías y trastornos de aprendizaje como criterios de exclusión.

Para medir las variables relativas a los procesos de memoria verbal, hemos elegido el Test de Aprendizaje Verbal España-Complutense Infantil (TAVECI) (Álvarez, Alejandro y Pamos, 2007) de la que hemos seleccionado las subpruebas de recuerdo libre a corto plazo (RLCP), recuerdo libre a largo plazo (RLLP), recuerdo con claves a largo plazo (RCLP) y la prueba de reconocimiento (REC) y para medir las variables relativas a la discriminación auditiva, se utilizó el test de exploración del lenguaje comprensivo y expresivo (ELCE) (Lopes, María et al. 2007), de la que se seleccionó la subprueba de discriminación auditiva de sonidos (DAS) y la subprueba de discriminación fonética (DAF).

En la tabla 3 se exponen de forma resumida las variables del estudio, los instrumentos utilizados para su medición y el tipo de puntuaciones que se ha tenido en cuenta para su análisis estadístico:

**Tabla 3. Instrumentos y variables del estudio**

Variables	Tipo de variable	Información analizada	Prueba que la mide
TDAH	Independiente	Si tienen o no TDAH.	Criterios DSM V
Memoria verbal	Dependiente	Capacidad de recuerdo libre a corto plazo	TAVECI
	Dependiente	Capacidad de recuerdo libre a corto plazo	TAVECI
	Dependiente	Capacidad de recuerdo con claves a largo plazo	TAVECI
	Dependiente	Capacidad para reconocer estímulos aprendidos de estímulos nuevos	TAVECI
Discriminación auditiva	Dependiente	Capacidad para discriminar sonidos del ambiente.	ELCE
	Dependiente	Capacidad para discriminar fonemas.	ELCE

Para intentar controlar al máximo las condiciones de estudio se ha utilizado el mismo protocolo de exploración con todos los sujetos de la muestra. El grupo compuesto por los 20 sujetos con TDAH fueron evaluados individualmente en la misma sala del Centro Reaprende (Getafe, Madrid). Se procuró que no hubiera elementos distractores y que el clima fuera respetuoso y afectivo. El grupo compuesto por los 20 sujetos control fueron evaluados individualmente en las salas destinadas a

Pedagogía Terapéutica de sus respectivos colegios. En este caso había mayores distractores en las paredes. Se procuró de igual forma que el clima fuera adecuado. Para la exploración se utilizaron dos sesiones de 50 minutos cada una en la misma semana. A ambos grupos se les explicó lo que iban a tardar en hacer los ejercicios y se les pidió que fueran al baño antes de comenzar, ya que luego no podrían salir. Todos los sujetos de ambos grupos obtuvieron a cambio de su participación en este proyecto un perfil con su curva de aprendizaje verbal. Las instrucciones para solicitar la tarea a los sujetos fueron las mismas que proponen dichas pruebas sin modificaciones. Entre la prueba RLCP y la prueba de RLLP se esperaron 20 minutos como indica el manual del TAVECI y se les ofreció a todos los niños unos folios y unas pinturas para que no hubiera interferencias de carácter verbal.

Para el análisis de los datos se ha utilizado estadística descriptiva univariada e inferencial. Para ello se ha utilizado el Programa Excel con el complemento EZAnalyze y el Programa SPSS (Versión 20.0). En primer lugar, con el objetivo de caracterizar a la muestra, se ha realizado un análisis de datos de tipo descriptivo (media, desviación típica, moda, mediana, varianza, frecuencias y porcentajes). Posteriormente, con el objetivo de comprobar diferencias de grupo, se ha realizado un análisis de tipo inferencial mediante la prueba no paramétrica U de Mann Whitney ya que se a lo largo de este trabajo se trata con un estudio no paramétrico con dos grupos independientes de menos de 30 sujetos con variables dependientes ordinales.

Se presentan los resultados en función de los objetivos:

**Objetivo 1:** conocer la memoria verbal y la discriminación auditiva en un grupo de niños con y sin TDAH.

En la tabla 4, se analizan los estadísticos descriptivos adecuados de las todas las variables estudiadas que componen la medición de la memoria verbal y la discriminación auditiva.

**Tabla 4. Estadísticos descriptivos de las variables de estudio**

Variables	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
Recuerdo libre corto plazo	40	8,72	3,25	2	15
Recuerdo libre largo plazo	40	8,75	3,03	2	14
Recuerdo con claves largo plazo	40	10,57	3,14	3	15
Reconocer estímulos aprendidos de estímulos nuevos	40	14,07	1,22	10	15
Discriminación sonidos ambiente	40	14,02	1,62	10	16
Discriminación fonemas	40	18,25	1,05	16	19

En la tabla 5, se recogen los resultados obtenidos en memoria verbal y discriminación auditiva.

**Tabla 5. Resultados en memoria verbal y discriminación auditiva en niños con y sin TDAH**

Variables	TDAH	N	Media	Desviación Típica	Mínimo	Máximo
Recuerdo libre corto plazo	No TDAH	20	11	2,616	7	15
	TDAH	20	6,45	1,870	2	12
Recuerdo libre largo plazo	No TDAH	20	10,55	2,729	6	14
	TDAH	20	6,95	2,011	2	13
Recuerdo con claves largo plazo	No TDAH	20	12,75	2,853	10	15
	TDAH	20	8,4	1,299	3	14
Reconocer estímulos aprendidos de estímulos nuevos	No TDAH	20	14,65	1,396	14	15
	TDAH	20	13,5	0,572	13	15
Discriminación sonidos ambiente	No TDAH	20	14,8	1,920	13	15
	TDAH	20	13,25	0,509	10	15
Discriminación fonemas	No TDAH	20	18,6	1,135	16	19
	TDAH	20	17,9	0,800	16	19

Como se aprecia en todos estos datos el rendimiento en memoria verbal en niños con TDAH es menor que en niños sin TDAH, al igual que los resultados del rendimiento en discriminación auditiva son peores en el grupo con TDAH.

**Objetivo 2:** Estudiar si existen diferencias entre la memoria auditiva, a corto y a largo plazo en niños con y sin TDAH.

Lo primero que se quiere conocer es cómo es la memoria verbal y la discriminación auditiva en un grupo de niños con y sin TDAH. Para ello, hemos estudiado si existen diferencias entre la memoria verbal, a corto y a largo plazo en niños con y sin TDAH.

Como se observa en la tabla 4 que existe diferencias estadísticamente significativas entre el rendimiento en memoria libre a corto plazo, recuerdo con clave a largo plazo, el rendimiento en recuerdo con claves a largo plazo y, finalmente, el reconocimiento de estímulos aprendidos de estímulos nuevos entre el grupo de niños con y sin TDAH.

**Tabla 4. Resultados en la prueba de memoria auditiva**

	TDAH N (%)		U de Mann-Whitney	P
	Sí	No		
Recuerdo libre a corto plazo	20 (100)	20 (100)	29	0.0001
Recuerdo libre a largo plazo	20 (100)	20 (100)	59	0.0001
Recuerdo con claves a largo plazo	20 (100)	20 (100)	40	0.0001
Reconocimiento de estímulos aprendidos de estímulos nuevos	20 (100)	20 (100)	89.2	0.002

**Objetivo 3:** Conocer si hay diferencias en la capacidad de discriminación auditiva entre un grupo de niños con y sin TDAH.

En la tabla 5, se muestran los resultados que indican que existe diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de niños con y sin TDAH en la discriminación auditiva de sonidos ambientes y los fonemas.

**Tabla 5. Resultados de la prueba de discriminación auditiva**

	TDAH N (%)		U de Mann-Whitney	P
	Sí	No		
Discriminación auditiva de sonidos ambientes	20 (100)	20 (100)	106.5	0.010
Discriminación auditiva de fonemas	20 (100)	20 (100)	126	0.046

Los resultados obtenidos en esta muestra revelan un peor rendimiento del grupo de niños con TDAH en todas las medidas aplicadas. Y, por tanto, sería interesante seguir trabajando en este campo para tener en cuenta estas variables neuropsicológica en el proceso cognitivo y aprendizaje de los niños

En resumen, teniendo en cuenta los resultados obtenidos en este trabajo se puede concluir que:

1. En este trabajo, tanto la memoria verbal como la discriminación auditiva se encuentra peor desarrollada en los niños con TDAH.
2. Sería importante considerar futuros trabajos donde se pudiera profundizar en estos aspectos y, por ejemplo, conocer los resultados de incluir programas de mejora en los colegios que favorezcan el desarrollo neuropsicológico de la discriminación auditiva y la memoria verbal en los niños con TDAH.

## 14.7. Bibliografía

- Abad-Mas L, Ruiz-Andrés R, Moreno-Madrid F, Sirera-Conca MA, Cornesse M, Delgado-Mejía ID, et al. (2011). Entrenamiento de funciones ejecutivas en el trastorno por déficit de atención/ hiperactividad. *Revista de neurología*, 52 (Supl 1): S77-83.
- Abrines N, Barcons N, Marre D, Brun C, Fornieles A, Fumadó V. (2012). ADHD-like symptoms and attachment in internationally adopted children. *Attachment & Human Development*, 14: 405-23
- Alessandri SM. (1992) Attention, play, and social behavior in ADHD preschoolers. *J Journal of Abnormal Child Psychology*, 20(3):289-302.
- Álvarez B., Alejandre M.J., Pamos M. A. (2007). Tavecí, Test de Aprendizaje verbal España-Complutense Infantil. Madrid: TEA Ediciones.
- Amador Campos JA, Santacana MF, Olmos J, Cebollero M. (2006). Estructura factorial y datos descriptivos del perfil de atención y del cuestionario TDAH para niños en edad escolar. *Psicothema*, 18(4):696-703.
- Amador Campos JA, Santacana MF, Olmos JG, Cebollero M. (2005). Utilidad diagnóstica del Cuestionario TDAH y del Perfil de atención para discriminar entre niños con Trastorno por déficit de atención con hiperactividad, Trastornos del aprendizaje y controles. *Anuario de Psicología*, 36(2):211-24.
- Anderson GM, Dover MA, Yang BP, et al. (2000). Adrenomedullary function during cognitive testing in attention deficit/hyperactivity disorder. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 39:635-643.
- Antshel, K.M. y Barkley, R. (2008). Psychosocial interventions in attention deficit hyperactivity disorder. *Child and Adolescent Psychiatric Clinics of North America*, 17(2):421-37
- Bagwell C, Molina BSG, Pelham WE, Hoza B. (2001). Attention deficit hyperactivity disorder and problems in peer relations: predictions from childhood to adolescence. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry* 40, 1285-2.
- Banaschewski T, Roessner V, Dittmann R, Santosh P. (2004). Nonstimulant medications in the treatment of ADHD. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 13 (Suppl 1), S102-16.
- Barkley RA, Edwards G, Laneri M, Fletcher K, Metevia L. (2001). Executive functioning, temporal discounting, and sense of time in adolescents with attention deficit hyperactivity disorder and oppositional defiant disorder. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 29: 541-56
- Barkley RA. (2004). Adolescents with Attention-deficit/hyperactivity disorder: an overview of empirically based treatments. *Journal of Psychiatric Practice*, 10: 39-56.
- Barkley RA. (1990). Associated cognitive, developmental and health problems. In Barkley RA, ed. Attention-deficit hyperactivity disorder. A handbook for diagnosis and treatment. New York:
- Barkley RA.(2001). The executive functions and self-regulation: an evolutionary neuropsychological perspective. *Neuropsychology Review*, 11, 1-29**
- Barkley, R. (1997). Defiant Children: A clinician's manual for assessment and parent training. New York: Guilford Press
- Barragán PE, de la Peña OF, Ortiz LS, Ruiz GM, Hernández AJ, Palacios CL, Suárez RA. (2007). Consenso del GEITDAH sobre el trastorno por déficit de atención/hiperactividad. *Revista de Neurología*, 51 (10), 633-637
- Batty MJ, Liddle EB, Pitiot A, Toro R, Groom MJ, Scerif G, et al. (2010). Cortical gray matter in attention-deficit/hyperactivity disorder: a structural magnetic resonance imaging study. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry* 49, 229-38.
- Benjumea P. (2006). Trastornos hiperkinéticos. Guía para su diagnóstico. En: Ballesteros C, editor. Práctica clínica paidopsiquiátrica. Historia Clínica. Guías Clínicas. Madrid: Adalia; pp. 116-28
- Biederman J. (2005). Attention-deficit/hyperactivity disorder: a selective overview. *Biology Psychiatry*, 57: 1215-20
- Biederman J, Faraone SV.(2005). Attention-deficit hyperactivity disorder. *Lancet*. 366(9481):237-48.
- Boonstra AM, Oosterlaan J, Sergeant JA, Buitelaar JK. (2005) Executive functioning in adult ADHD: a meta-analytic review. *Psychological Medicine*, 35: 1097-108.
- Brown TE. (2008). ADD/ADHD and impaired executive function in clinical practice. *Current Psychiatry Reports*, 10: 407-11.
- Bruce B, Thernlund G, and Nettelbladt U (2006) ADHD and language impairment: A study of the parent questionnaire FTF. *European Child and Adolescent Psychiatry* 15: 52-60.

- Cardo-Jalón, E. ; Pámias-Massana, M. (2014). Impacto del TDAH en el rendimiento escolar. En Casas, M., Alda, J.A., Fernández-Jaén, A, Quintero, J., Ramos Quiroga, JA. Barcelona, EdikaMed.
- Castellanos FX, Elia J, Kruesi MJ. (1994) Cerebrospinal fluid monoamine metabolites in boys with attention-deficit hyperactivity disorder. *Psychiatry Research*, 52:305-316.
- Castellanos FX, Lee PP, Sharp W, Jeffries NO, Greenstein DK, Clasen LS, et al. (2002). Developmental trajectories of brain volume abnormalities in children and adolescents with attention deficit/ hyperactivity disorder. *JAMA*, 288: 1740-8.
- Chambers WJ, Puig-Antich J, Hirsch M, Paez P, Ambrosini PJ, Tabrizi MA, et al. (1985). The assessment of affective disorders in children and adolescents by semistructured interview. Test-retest reliability of the schedule for affective disorders and schizophrenia for school-age children, present episode version. *Archives General Psychiatry* , 42(7):696-702.
- Cherkasova M, Sulla EM, Dolena KL, Pondé MD, Hechtman L.(2013) Developmental course of attention deficit hyperactivity disorder and its predictors. *Journal of the Canadian Academy of Child and Adolescent*, 22: 47-54.
- Cooper JR, Bloom FE, Roth RH. (2003). *The Biochemical Basis of Neuropharmacology*, Eighth Edition. New York, NY: Oxford University Press;
- Cornejo, JW., Osío, O., Sánchez, Y.; Carrizosa, J et al. (2005) Prevalencia del trastorno por déficit de atención-hiperactividad en niños y adolescentes colombianos. *Revista de Neurología*, 40, 716-22
- Cubillo A, Halari R, Ecker C, Giampietro V, Taylor E, Rubia K. (2010). Reduced activation and inter-regional functional connectivity of fronto-striatal networks in adults with childhood attention deficit hyperactivity disorder ADHD and persisting symptoms during tasks of motor inhibition and cognitive switching. *Journal of Psychiatric Research*, 44 (10), 629-639
- Cunill, R. y Castells, X. (2015). Trastorno por déficit de atención con hiperactividad. *Medicina Clínica*, 144 (8), 370-375.
- Daffner KR, Ryan KK, Williams DM, Budson AE, Rentz DM, Scinto LFM, et al. (2005) Age-related differences in novelty and target processing among cognitively high performing adults. *Neurobiological Aging* , 26: 1283-95.
- De la Osa N, Ezpeleta L, Domenech J, Blas J, Losilla J. (1996). Fiabilidad entre entrevistadores de la DICA-R. *Psicothema* , 8(2):359-68.
- Doom JR, Georgieff MK, Gunnar MR. (2014) Institutional care and iron deficiency increase ADHD symptomology and lower IQ 2.5-5 years post-adoption. *Developmental Science*, 18(3),484-494
- Doyle AE. Executive functions in attention-deficit/ hyperactivity disorder. (2006). *Journal of Clinical Psychiatry*, 67: 21-6.
- DuPaul, G.J., Anastopoulos, A.D., Power, T.J., Reid, R., Ikeda, M.J., y McGoey, K.E. (1998). Parent rating of attention deficit hyperactivity disorder symptoms: Factor structure and normative data. *Journal of Psychopathology and Behavioral Assessment*, 20, 83-102.
- DuPaul GJ, McGoey KE, Eckert TL, VanBrakle J. (2001). Preschool children with attention-deficit/ hyperactivity disorder: mpairments in behavioral, social, and school functioning. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent* , 40(5):508-15.
- DuPaul GJ, Power TJ, Anastopoulos AD, Reid R, McGoey KE, Ikeda MJ. (2010). Teacher ratings of during tasks of motor inhibition and cognitive switching. *Journal of Psychiatric Research*; 44: 629-39.
- DuPaul, G. J., & Stoner, G. (2003). *ADHD in the schools: Assessment and intervention strategies* (2nd ed.). New York: Guilford.
- Elia J, Ambrosini J. (1999) Treatment of attention-deficit-hyperactivity disorder. *New England Journal of Medicine* . , 340: 780-8.
- Farre-Riba A, Narbona J. (1997) Conners' rating scales in the assessment of attention deficit disorder with hyperactivity (ADHD). A new validation and factor analysis in Spanish children. *Revista de Neurología*, 25(138):200-4.
- Farré-Riba A, Narbona J. Índice de hipercesnia y rendimiento escolar. (1989). Validación del cuestionario de Conners en nuestro medio. *Acta de Pediatría Española*,;47:103-9.
- Fernández-Mayoralas, D.M.; Fernández-Perrone, A.L.; López-Arribas,S.; Pelaz-ntolín, A.; Fernández-Jaén,A. (2015). Trastornos por déficit de atención/hiperactividad y adopción. *Revista de Neurología*, 60(Suple1),S103-S107
- Ferré Veciana, J. y Ferré Rodríguez, MJ. (2010). La otra cara de la hiperactividad. Editorial Lebón.

- Fox, M. (2002). Attention deficit hyperactivity disorder. *Archives of Disease in Childhood*, 7(10), 675-676.
- Franowicz JS, Kessler LE, Borja CM, Kobilka BK, Limbird LE, Arnsten AF. (2002). Mutation of the alpha2A-adrenoceptor impairs working memory performance and annuls cognitive enhancement by guanfacine. *Journal of Neuroscience*, 22:8771-8777.
- Frodl T, Skokauskas N. (2012) Meta-analysis of structural MRI studies in children and adults with ADHD indicates treatment effects. *Actas Psychiatry Scandinavians*, 125(2), 114,126
- González-de Dios J, Cardo E, Servera M. (2006). Methylphenidate in the treatment of attention-deficit/hyperactivity disorder: are we achieving an adequate clinical practice? *Revista de Neurología*, 43: 705-14.
- Greydanus DE, Pratt HD, Patel DR. (2007). Attention deficit hyperactivity disorder across the lifespan: the child, adolescent, and adult. *Disease-a-Month*, 53(2):70-131.
- Grupo de especial interés en el TDAH (GEITDAH) (2010). Consenso del GETDAH sobre el trastorno por déficit de atención/hiperactividad.. *Revista neurología*, 51(10), 633-637
- Guía Práctica Clínica sobre el TDAH en niños y adolescentes. (2010). Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad. Editorial: Ministerio de Ciencia e Innovación
- Gillberg, I C Gillberg, P Rasmussen, B Kadesjö, H Söderström, M Råstam, M Johnson, A Rothenberger, L Niklasson. (2004). Co-existing disorders in ADHD –implications for diagnosis and intervention. *European Children and Adolescence Psychiatry*, Suppl 1;13:I/80–I/92.
- García-Guirardo, E y Vergara-Moragues, E. (en prensa) Diferencias entre los movimientos sacádicos, la discriminación auditiva y la lateralidad en niños de 7 a 11 años con y sin TDAH. *Revista Búsqueda*.
- Hanna GL, Ornitz EM, Hariharan M. (1996). Urinary catecholamine excretion and behavioral differences in ADHD and normal boys. *Journal of Child and Adolescent Psychopharmacology*, 6:63-73.
- Harpin VA. (2005) The effect of ADHD on the life of an individual, their family, and community from preschool to adult life. *Archives of Disease in Childhood*, 90 Suppl 1:i2-7.
- Hoffman, M.T. (2005). Transdermal methylphenidate, behavioral and combined treatment for children with ADHD. *Experimental and Clinical Psychopharmacology*, 2, 111-126.
- Idiazábal MA, Palencia-Taboada AB, Sangorrín J, Espadaler- Gamissans JM.(2002). Potenciales evocados cognitivos en el trastorno por déficit de atención con hiperactividad. *Revista de Neurología*, 34: 301-5.
- Jarque Fernandez, S. (2012). Eficacia de las intervenciones con niños y adolescentes con TDAH. *Anuario de Psicología* 1, 19-33
- Kim, O. H., & Kaiser, A. P. (2000). Language characteristics of children with ADHD. *Communication Disorders Quarterly*, 21(3), 154-166
- Klein RG, Mannuzza S, Olazagasti MA, Roizen E, Hutchison JA, Lashua EC, et al. (2012). Clinical and functional outcome of childhood of childhood attention- deficit/hyperactivity disorder 33 years later. *Archives of General Psychiatry*, 69 (12), 1295-1303
- Krain AL, Castellanos FX. Brain development and ADHD. (2006). *Clinical Psychological Review*, 26: 433-44.
- Lambek, R., Tannock, R., Dalsgaard, S., Trillingsgaard, A., Damm, D., y Thomsen, P.H. (2011). Executive dysfunction in school-age children with ADHD. *Journal of Attention Disorder*, 15 (8), 646-55
- Lopes G., María J. et al. (2007). Elce. Exploración del lenguaje comprensivo y expresivo. Madrid. Ed.: CEPE.
- Ma J, Lei D, Jin X, Du X, Jiang F, Li F, et al. (2012). Compensatory brain activation in children with attention deficit/hyperactivity disorder during a simplified go/no-go task. *Journal of Neural Transmission*, 119: 613-9.
- Mackie S, Shaw P, Lenroot R, Pierson R, Greenstein DK, Nugent TF III, et al. (2007). Cerebellar development and clinical outcome in attention deficit hyperactivity disorder. *American Journal of Psychiatry*, 164: 647-55
- Mannuzza, S., Klein, R.G., Bessler, A., Ma (lloy, P., & Hynes, M.E.. (1997) Educational and occupational outcome of hyperactive boys grown up. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 36(9), 1222-7.
- McAlonan GM, Cheung V, Chua SE, Oosterlaan J, Hung SF, Tang CP, et al. Age-related grey matter volume correlates of response inhibition and shifting in ADHD. *British Journal of Psychiatry*, 194 (2), 123-129
- McConaughy, S. H., Volpe, R. J., Antshel, K. M., Gordon, M., & Eiraldi, R. B. (2011). Academic and social impairments of elementary school children with attention deficit hyperactivity disorder. *School Psychology Review*, 40, 200-225.

- McGee R, Partridge F, Williams S, Silva PA. (1991) A twelve-year follow-up of preschool hyperactive children. *Journal American Academic Children Adolescence Psychiatry.* , 30(2):224-32.
- McMenamy JM, Perrin EC. (2008). The impact of experience on children's understanding of ADHD. *Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics*, 29(6):483-92.
- Mikami, A.Y., Lerner, M.D., Griggs, M.S., McGrath, A. y Calhoun, C.D. (2010). Parental influence on children with attention deficit/hyperactivity disorder: II. Results of a pilot intervention training parents as friendship coaches for children. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 38, 737-749.
- Mulas, F., Etchepareborda, M. C., Abad-Mas, L., DíazLucero, A., Hernández, S., de la Osa, A., Pascuale, M. J. y Ruiz-Andrés, R. (2006). Trastornos neuropsicológicos de los adolescentes afectados de trastorno por déficit de atención e hiperactividad. *Revista de Neurología*, 43, 71-81.
- Mulas F, Gandía R, Roca P, Etchepareborda MC, Abad L. (2012). Actualización farmacológica en el trastorno por déficit de atención/hiperactividad: modelos de intervención y nuevos fármacos. *Revista de Neurología*, 54 Sup (3):S41-S53
- Multi-Health Systems Inc. 2009. Disponible en: URL: <http://www.mhs.com/conners/>
- Murphy K, Barkley RA, Bush T. (2002) Young adults with attention-deficit hyperactivity disorder: subtype differences in comorbidity, educational and clinical history. *The Journal of Nervous and Mental Disease*, 190: 147-57
- National Institute for Health and Care Excellence. (2008). Attention deficit hyperactivity disorder. Diagnosis and management of ADHD in children, young people and adults. NICE clinical guideline 72. London: NICE.
- Nigg JT. (2001). Is ADHD a disinhibitory disorder? *Psychologic Bull*, 127: 571-98.
- Organización Mundial de la Salud: CIE-10. Clasificación Internacional de las enfermedades. 10ª Revisión. (1993). Trastornos Mentales y del Comportamientos : criterios diagnósticos para investigación. OMS/Medito. Madrid.
- Pastura GM, Mattos P, Araújo AP. (2009). Academic performance in ADHD when controlled for comorbid learning disorders, family income, and parental education in Brazil. *Journal of Attention Disorders*, 12(5):469-73.
- Pérez, M., Fernández, JR., Fernández C y Amigo, I. (2006), Guía de tratamientos psicológicos eficaces III. Infancia y adolescencia. Editorial Pirámide, Madrid.
- Poulton A. (2006). Long-term outcomes of stimulant medication in attention-deficit hyperactivity disorder. *Expert Review of Neurotherapeutics*, 6: 551-61.
- Quintero y Castaño de la Mota. (2014). Introducción y etiopatogenia del trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH). *Pedriatia Integral*
- Ramos-Quiroga JA, Picado M, Mallorquí-Bagué N, Cilarroya O, Palomar G, Richarte V, et al. (2013). Neuroanatomía del trastorno por déficit de atención/hiperactividad en el adulto: hallazgos de neuroimagen estructural y funcional. *Revista de Neurología*, 56 Suppl 1: S93-106.
- Reina- Álvarez, A. (2014). Diferenciación entre la memoria verbal y la discriminación auditiva en niños con y sin TDAH. Trabajo de fin de Máster Neuropsicología y Educación. Universidad Internacional de la Rioja.
- Sanchez-Pérez, N. y González- Salinas C. (2012). Ajuste escolar del alumnado con TDAH: factores de riesgo cognitivos, emocionales y temperamentales. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 11(2), 527-550
- Sanders, M.R., Markie-Dadds, C., Tully, L.A. y Bor, W. (2000). Triple P-Positive Parenting Program: A comparison of enhanced, standard and self-directed behavioural family intervention for parents of children with early onset conduct problems. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 68, 624-640
- Schoemaker, K., Bunte, T., Wiebe, S.A., Espy, K.A., Dekovic, M., y Matthys, W. (2012). Executive function deficits in preschool children with ADHD and DBD. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 53(2), 111-119.
- Servera M, Cardo E. (2007). ADHD Rating Scale-IV in a sample of Spanish schoolchildren: normative data and internal consistency for teachers and parents. *Revista Neurología*, 45(7): 393-9.
- Shaffer D, Fisher PW, Lucas CP. (1999). Respondent-based interviews. En: Shaffer D, Lucas CP, Richters JE, editores. Diagnostic assessment in child and adolescent psychopathology. New York: Guilford. pp. 3-33.

- Shekim WO, Bylund DB, Hodges K, Glaser R, Ray-Prenger C, Oetting G. (1994). Platelet alpha 2-adrenergic receptor binding and the effects of d-amphetamine in boys with attention deficit hyperactivity disorder. *Neuropsychobiology*, 29:120-124.
- Sistema Nacional de Salud del Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad. Guía de práctica clínica sobre el trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH) en niños y adolescentes. (2010). Madrid: Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad.
- So, C.Y.C., Leung, P.W.L. y Hung, S.F. (2008). Treatment effectiveness of combined medication/ behavioural treatment with Chinese ADHD children in routine practice. *Behaviour Research and Therapy*, 46, 983-992.
- Soprano AN (2008). Cómo evaluar la atención y las funciones ejecutivas en niños y adolescentes. Editorial Paidós.
- Soria-Claros AM, Serrano I, Serra A, Felix M, Quintero J, Ortiz T (2015). [Neurofunctional differences in the P300 frequency for multi-sensory stimulation in kids with attention deficit hyperactivity disorder]. *Revista de Neurología*, 60 Suppl 1:S75-80.
- Subcommittee on Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder and Committee on Quality Improvement. Clinical practice guideline: diagnosis and evaluation of the child with attention deficit/hyperactivity disorder. (2000). *American Academy of Pediatrics*, 105(5): 1158-70.
- Swanson J. (1993) Effect of stimulant medication on hyperactive children: a review of reviews. *Exceptional Children*, 60: 154-60.
- Swanson JM. (2003). SNAP-IV Teacher and Parent Ratings Scale. En: Fine AyKR, editor. Therapist's guide to learning and attention disorders. Nueva York: Academic Press. pp. 487-500.
- Swanson, J.M., Kraemer, H.C., Hinshaw, Jones, K., Daley, D., Hutchings, J., Bywater, T. y Eames, C. (2008). Efficacy of the Incredible Years Programme as an early intervention for children with conduct problems and ADHD: long-term follow-up. *Child care, Health and Development*, 34, 380-390
- Tiemeier H, Lenroot RK, Greenstein DK, Tran L, Pierson R, Giedd JN. (2010). Cerebellum development during childhood and adolescence: a longitudinal morphometric MRI study. *Neuroimage*, 49: 63-70.
- Tremols V, Bielsa A, Soliva JC, Raheb C, Carmona S, Tomás J, et al. (2008). Differential abnormalities of the head and body of the caudate nucleus in attention deficit-hyperactivity disorder. *Psychiatry Research*, 163: 270-8.
- Valera EM, Faraone SV, Biederman J, Poldrack RA, Seidman LJ. (2005). Functional neuroanatomy of working memory in adults with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Biological Psychiatry*; 57: 439-47.
- Vázquez-Justo, E y Piñón-Blanco, A. (2013). TDAH y trastorno asociados. Una visión más amplia. Editorial. Ebam Salud S.L.
- Vergara-Moragues E, González-Saiz F, Lozano Rojas O, Bilbao Acedos I, Fernández Calderón F, Bentanzos Espinosa P, Verdejo García A, Pérez García M. (2011). Diagnosing adult attention deficit/hyperactivity disorder in patients with cocaine dependence: discriminant validity of Barkley executive dysfunction symptoms. *European Addiction Research*; 17(6):279-84.
- Walker JS, Coleman D, Lee J, Squire PN, Friesen BJ. (2008). Children's stigmatization of childhood depression and ADHD: magnitude and demographic variation in a national sample. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 47(8):912-20.
- Wigal SB, Nemet D, Swanson JM, et al. (2003). Catecholamine response to exercise in children with ADHD. *Pediatric Research*, 53:756-761
- Wolf RC, Plichta MM, Sambataro F, Fallgatter AJ, Jacob C, Lesch KP, et al. (2009). Regional brain activation changes and abnormal functional connectivity of the ventrolateral prefrontal cortex during working memory processing in adults with attention deficit/hyperactivity disorder. *Human Brain Mapping*; 30: 2252-66.
- Zylowska L, Ackerman DL, Yang MH, Futrell JL, Horton NL, Hale TS, et al. (2007) Mindfulness meditation training in adults and adolescents with ADHD. A feasibility study. *Journal Attention Disorders*, 11(6), 737-46.

# Procesos neuropsicológicos del trastorno del espectro del autismo e instrumentos de evaluación

Pilar Pozo Cabanillas

## 15.1. Conceptualización actual del autismo como Trastorno del Espectro del Autismo (TEA y su relación con el aprendizaje)

En la actualidad, el autismo se considera como un trastorno del neurodesarrollo de origen biológico multicausal. La última clasificación del Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales DSM 5 (APA, 2013) trata de superar las limitaciones que presentaba la anterior clasificación categorial de Trastornos Generalizados del Desarrollo (TGD), que incluía el Trastorno Autista como una de sus cinco categorías. En la actual clasificación, los TGD pasan a denominarse Trastorno del Espectro del Autismo (TEA) y se concibe como un trastorno dimensional. En el TEA se identifican dos áreas principales de alteración: alteraciones en la comunicación social y presencia de un patrón de intereses y comportamientos restringidos y estereotipados. Además, se indican distintos niveles posibles de severidad en su manifestación, y se añaden las alteraciones sensoriales como otro elemento a tener en cuenta en el diagnóstico.

Las personas con TEA presentan una amplia variabilidad en la manifestación de los síntomas. Rivière (1997) señala que la expresión concreta de las alteraciones puede variar en función de una serie de factores, tales como la asociación o no con retraso mental más o menos severo, la severidad del trastorno, la edad de la persona, la adecuación y eficacia de los tratamientos, y el compromiso y apoyo de la familia.

Esta variabilidad en el trastorno también se manifiesta en los distintos **problemas en el aprendizaje** que muestran las personas con TEA. En la Tabla 1, que presentamos a continuación, tratamos de sintetizar cuáles son esos problemas en función del grado de severidad del trastorno.

**Tabla 1. Personas con TEA y dificultades en el aprendizaje según severidad**

<b>Personas con TEA con grave severidad en el trastorno</b>	
<b>Área alterada</b>	<b>Dificultades en el aprendizaje</b>
<i>Comunicación verbal y no verbal</i>	– No adquisición del lenguaje verbal y no verbal à favorecer competencias comunicativas
<i>Interacción social</i>	– Dificultades para iniciar interacción con los demás y para entender las rutinas sociales à favorecer competencias sociales
<i>Flexibilidad en el comportamiento</i>	– Dificultades para aceptar los cambios – Rutinas y rituales repetitivos – Regulación emocional y conductual – Alteraciones sensoriales
<i>Habilidades de la vida diaria</i>	– Presentan dificultades en la adquisición de las habilidades de la vida diaria à tratar de que la persona adquiera un mayor grado de autonomía e independencia en los distintos contextos de desarrollo
<i>Habilidades académicas</i>	– Grave afectación en esta área
<b>Personas con TEA con leve severidad en el trastorno</b>	
<b>Área alterada</b>	<b>Dificultades en el aprendizaje</b>
<i>Comunicación verbal y no verbal</i>	– Pragmática, fluidez y uso del lenguaje (literalidad) – Contacto visual – Interpretación de conductas no verbales y las emociones
<i>Interacción social</i>	– Interés por relacionarse con los iguales, pero presentan dificultades para hacer amigos – Comprensión de claves y normas sociales
<i>Flexibilidad en el comportamiento y cognitiva</i>	– Intereses obsesivos – Rutinas y rituales repetitivos – Regulación emocional y conductual – Coordinación motora (motricidad gruesa y fina) – Alteraciones sensoriales
<i>Habilidades para la vida diaria</i>	– No presentan grandes dificultades en esta área, suelen tener buena autonomía
<i>Habilidades académicas</i>	– Organización y planificación de tareas – Dificultades en el procesamiento de la información (se fijan en detalles irrelevantes y les cuesta sintetizar y reproducir el contenido relevante) – Dificultades de concentración (interferencia de los pensamientos obsesivos) – Aprendizaje y generalización de habilidades en resolución de problemas – Falta de motivación – Comprensión lectora (es muy literal) – Trabajo en equipo

## 15.2. Bases neuropsicológicas para la comprensión de los TEA

Una perspectiva que ayuda a entender la complejidad del autismo es la planteada por Morton y Frith (1995). Estas autoras proponen que existen tres niveles en el análisis del funcionamiento de una persona: el conductual, el biológico y el cognitivo. Plantean que la conducta o manifestación de los síntomas puede tener un núcleo causal o biológico, siendo el nivel psicológico un elemento moderador de los otros dos niveles. El trabajo de Happé y Frith (1996) fue el primero que abordó el estudio del autismo desde estos niveles de análisis. En este apartado vamos a realizar una revisión de los resultados más relevantes a los que han llegado las investigaciones en estos tres niveles explicativos, tratando de integrarlos en un posible modelo neuropsicológico del autismo.

### 15.2.1. Nivel conductual

#### 15.2.1.1. Dificultades en la comunicación social

Según el DSM 5, las personas con TEA pueden presentar **déficits persistentes en comunicación social** en diferentes contextos, manifestando dificultades en tres áreas: a) *reciprocidad socio-emocional*; b) *déficits en conductas comunicativas no verbales utilizadas en la interacción social*; y c) *déficits para desarrollar, mantener y comprender las relaciones*.

Las conductas que las personas con TEA pueden manifestar en estas tres áreas pueden variar. Por un lado, podemos encontrar a personas que tengan fallos para iniciar la interacción, presenten falta de expresividad emocional o de comunicación verbal y además tengan desinterés por relacionarse. Por otro lado, podemos encontrar a personas con TEA que muestran acercamientos sociales, aunque lo hacen de una forma inusual y presentan dificultades para mantener fluidez en una conversación. Además pueden tener anomalías en el contacto visual o la comprensión del lenguaje corporal y de gestos; o bien dificultades para integrar conductas comunicativas verbales y no verbales. Las personas con TEA pueden tener interés en relacionarse, pero pueden tener dificultades para entender las normas sociales y ajustar su comportamiento a los contextos de interacción social, mostrando además dificultades para hacer amigos.

#### 15.2.1.2. Patrones repetitivos y restringidos de conductas, actividades e intereses.

El segundo gran bloque definitorio para el diagnóstico de TEA son los **patrones repetitivos y restringidos de conductas, actividades e intereses**, manifestándose en 4 áreas: a) *movimientos motores y uso de objetos o habla estereotipados o repetitivos*, donde las conductas pueden ir desde aleteos o movimientos repetitivos simples a rituales más complejos, así como la emisión de ecolalias o repeticiones de palabras fuera de contexto; b) *insistencia en la igualdad, adberencia inflexible a rutinas o patrones de comportamiento verbal y no verbal ritualizado*, ya que se pueden manifestar comportamientos como gran malestar o rabietas ante los pequeños cambios, y apego a las rutinas; c) *intereses altamente restringidos, obsesivos, que son anormales por su intensidad o su foco*, como el que manifiestan al hablar siempre de un mismo tema del que pueden saber mucho, o bien al tener una preocupación obsesiva por objetos inusuales o partes de los objetos; d) *la hiper- o hipo-reactividad sensorial o interés inusual en aspectos sensoriales del entorno*, elemento que hasta ahora no se había tenido en cuenta para el diagnóstico (ej., indiferencia aparente al dolor/temperatura, respuesta adversa a sonidos o texturas específicas, oler o tocar objetos en exceso, fascinación por las luces u objetos que giran).

En resumen, las personas con TEA presentan una serie de áreas comunes de alteración, aunque muestran niveles distintos de severidad en la manifestación de las mismas. En este sentido, se nos plantean una serie de preguntas al respecto, tales como: ¿a qué se debe que se produzcan estos distintos niveles de afectación?, ¿podríamos encontrar una causa biológica o una explicación psicológica a estas manifestaciones conductuales?

A continuación, vamos a tratar de dar respuesta a estas cuestiones desde una perspectiva neuropsicológica. Para ello, analizaremos tanto el nivel neurobiológico o áreas del cerebro que pueden estar afectadas, como el nivel psicológico, a través de las tres teorías cognitivas que tratan de explicar las conexiones entre el cerebro y la conducta en el TEA.

### 15.2.2. Nivel neurobiológico

#### 15.2.2.1. Prevalencia, etiología y causas del autismo

En relación a la prevalencia del TEA en España, contamos con los resultados de dos estudios recientes. Fortea, Escandell y Castro (2013) encuentran una prevalencia de 1 caso cada 164 nacimientos y

Canal et al. (2010) señalan una proporción de 1 cada 286. Estos datos, aunque muestran cierta variabilidad entre ellos en función de la región donde se han realizado y las características de la muestra, son acordes con los que presentan los estudios internacionales. Nos informan que hay una alta prevalencia de los TEA y que ésta ha aumentado significativamente en los últimos años. Lejos de pensar en una “epidemia” del autismo como han indicado ciertas fuentes, este incremento puede explicarse por el mayor conocimiento que se tiene hoy en día del trastorno y sus características, dando lugar a una mejor detección y diagnóstico del mismo.

Durante estos últimos años se están realizando grandes avances de investigación a nivel biológico, encontrándose los mayores hallazgos en el campo de la genética. Los primeros estudios genéticos señalaban el carácter hereditario del autismo, a través de los datos de su diferente incidencia en gemelos monocigóticos y dicigóticos (Bailey et al., 1995). Así, la probabilidad de que estando un niño afectado de autismo su hermano gemelo también lo estuviera, estaba entre el 5 y el 31% en el caso de gemelos dicigóticos, pero esta probabilidad se llegaba a elevar hasta el 90% en el caso de gemelos idénticos (monocigóticos). Estudios posteriores han determinado un importante grado de heredabilidad del autismo, detectando la existencia de posibles casos de fenotipo ampliado en familiares de personas con TEA (Hallmayer et al., 2011).

Pero la etiología genética del autismo es muy compleja, y avances recientes identifican también como posible causa genética fallos espontáneos en la expresión de ciertos genes o mutaciones *novo*. Dos estudios actuales (Iossifov et al., 2014; Robinson et al., 2014) han analizado las secuencias génicas de una amplia muestra de personas con TEA y sus familiares, estimando que en el 40% de los casos con diagnóstico de TEA estarían implicadas mutaciones *novo*. También señalan que los niños que presentan este tipo de mutación muestran una mayor severidad del autismo que los que lo han adquirido de forma heredada. Se han encontrado alteraciones cromosómicas en las personas con TEA, y muchos genes han sido indicados como candidatos, tales como 15q13.3, 16p11.2, 22q11.21 y el NRXN1, pero ninguno de ellos es determinante como causa del autismo. Esta variabilidad genética puede dar cuenta de la gran heterogeneidad que se manifiesta entre las personas con TEA. En este sentido, una línea de trabajo actual se centra en identificar los posibles genes implicados en las manifestaciones fenotípicas comunes de subgrupos de autismo, trabajos que están aportando avances importantes de cara al diagnóstico e identificación del TEA.

#### 15.2.2.2. Estructuras y funciones cerebrales alteradas

Damasio y Maurer (1978) fueron los primeros que elaboraron un modelo que trataba de relacionar las alteraciones estructurales y funcionales en el cerebro de las personas con autismo y sus características conductuales. Propusieron que anomalías en el sistema mesolímbico (dopaminérgico) y daños en áreas cerebrales (corteza prefrontal ventromedial, lóbulos temporales mediales, sistema límbico y tálamo) podían causar dificultades en el funcionamiento social y emocional, así como comportamientos estereotipados y obsesivos.

Los estudios neuroanatómicos tratan de localizar en el cerebro anormalidades estructurales o funcionales, que puedan ayudar a comprender que aspectos pueden estar funcionando de forma alterada. Un estudio pionero en este sentido fue el realizado por Bauman y Kemper (1985), que analizaron secciones de cerebros *post mortem* de niños con autismo y encontraron peculiaridades en la arquitectura celular del sistema límbico y en el cerebelo. En concreto, en el *sistema límbico* se encontró una mayor densidad neuronal, que podría relacionarse con un fallo en el proceso de muerte neuronal natural que ocurre en el cerebro cuando las neuronas se especializan; el *cerebelo*, por su parte, mostró una disminución en células de Purkinje, y el *núcleo olivar inferior* no tenía pérdida neuronal. Este hallazgo, como resaltan Mulas, Etchepareborda y Abad (2005), sugiere que lo que haya sucedido en estos cerebros debió ocurrir alrededor de las 30 semanas de gestación, que es cuando se produce la conexión entre ambas estructuras cerebrales, lo que indica el origen prenatal del autismo.

Estudios recientes también con metodología de análisis de cerebros *post mortem* están obteniendo resultados importantes. En concreto, Stoner et al. (2014) han encontrado unas manchas foca-

les (*focal patches*) en las *zonas frontal y temporal* en los niños con autismo. Son pequeñas áreas en las que se interrumpe el desarrollo, hallazgo que también podría estar mostrando el origen prenatal del trastorno. Además, a nivel funcional, estos resultados podrían explicar dos de los síntomas nucleares del autismo: las dificultades en la comunicación social -relacionadas con la corteza prefrontal- y las alteraciones en el lenguaje -asociadas con la corteza temporal.

Las técnicas de imágenes cerebrales son otra herramienta muy útil para determinar si existen cambios estructurales y funcionales en el cerebro de las personas con TEA. Uno de los resultados encontrados es el desarrollo atípico del cerebro, donde se observa un *tamaño cerebral mayor* de lo normal. Estas anomalías en el crecimiento de la materia blanca del cerebro -comparado con el crecimiento de la materia gris-, han sido relacionadas con diferencias en la densidad y organización de los axones, y anomalías en la mielinización y en la proliferación de células gliales (O'Hearn, Asato, Ordaz & Luna, 2008).

También se ha observado una asimetría entre los *lóbulos frontal y parietal* en regiones asociadas con el lenguaje (Herbert et al., 2002), lo que explicaría las alteraciones en la comunicación y el lenguaje que presentan las personas con TEA. También podría dar cuenta de las dificultades en la modulación sensorial (hiper- o hipo-responsividad) y la dificultad para la integración de información multisensorial, ya que la *corteza prefrontal* juega un papel importante en las experiencias sensoriales. Todo ello agravaría los síntomas nucleares relacionados con la comunicación y aumentaría la aparición de problemas conductuales (ver Martínez-Sanchís, 2015).

Asimismo, se ha encontrado un aumento en el volumen del *cerebelo*, que juega un papel importante en los procesos cognitivos, el uso del lenguaje y las emociones (Courchersne et al., 1994). En los niños con autismo, también es mayor el volumen de la *amígdala* en proporción al volumen total del cerebro, y este incremento se relaciona con una mayor severidad del trastorno y menores habilidades comunicativas y sociales. Por otra parte, los estudios de imágenes funcionales cerebrales han mostrado un descenso en la activación de la sincronización de muchas regiones cerebrales con diferentes funciones como interpretación de contenido social, memoria de trabajo, funciones ejecutivas e imaginación visual (ver revisión, Torun, Güney & Iseri, 2015).

En suma, las investigaciones neurobiológicas muestran el posible origen prenatal del autismo, se observan alteraciones en diversas áreas del cerebro, y problemas de sincronización de zonas cerebrales, pudiendo todo ello explicar los síntomas y conductas que muestran las personas con TEA.

### **15.2.3. Nivel cognitivo: mediador entre cerebro y conducta**

Retomando el modelo explicativo de los tres niveles de análisis de Morton y Frith

(1995) las teorías cognitivas adquieren un papel mediador en la explicación de la relación entre el cerebro y la conducta. Aunque hay un amplio número de teorías cognitivas que han tratado de explicar las dificultades experimentadas por las personas con TEA a través de los déficit cognitivos que presentan, vamos a describir las tres más relevantes y en las que se ha centrado más la investigación en autismo (para una revisión más detallada ver Pisula, 2010; Rajendran & Mitchell, 2007).

#### **a. Teoría de la mente**

Desde esta teoría se propone la explicación del autismo por fallos en algunos componentes del cerebro social. En concreto, se basa en las dificultades que presentan las personas con TEA para reconocer los estados mentales de las personas (intenciones, creencias y deseos), lo que provoca dificultades en la predicción de la conducta de los demás y en la interpretación de las situaciones sociales. Baron-Cohen, Leslie & Frith (1985) fueron los primeros en sugerir que en el autismo se producían déficits en la capacidad de "teoría de la mente" y que tenían como consecuencia déficits en la interacción social y en la comunicación. Durante los siguientes años hubo un gran número de investigaciones al respecto que confirmaban que en el autismo se producía ese déficit.

Investigaciones más específicas en esta área han encontrado que las personas con TEA tienen una baja preferencia a los estímulos sociales y, en concreto, a la cara humana. Estudios que utilizan el *eye tracking* como instrumento para evaluar hacia donde miran las personas con TEA muestran que, en situaciones sociales, las personas con autismo presentan una menor frecuencia de miradas a los ojos de las personas, centrándose más en la boca y las manos (Jones et al. 2008).

Los trabajos de Klin, Jones, Schultz, & Volkmar (2003) están motivando una nueva conceptualización de la hipótesis de la teoría de la mente hacia la hipótesis de la “mente en-activa”. Desde esta perspectiva, consideran que la mente de las personas con autismo no está en sintonía con el mundo social y no capta la atención de las regiones de los ojos para interpretar los significados sociales como ocurre en el caso de los niños con desarrollo típico. En un estudio posterior (Klin, Lin, Gorrindo, Ramsay & Jones, 2009), se muestra que las personas con TEA tienen una mayor preferencia por los estímulos físicos y de movimiento, que por los emocionales.

Para comprobar si existe un déficit en teoría de la mente en el autismo se han llevado a cabo evaluaciones a través de resonancias magnéticas funcionales (fMRI) mientras las personas con autismo participaban en tareas de identificación de sus propias emociones o en tareas de atribuciones de estados mentales. Los resultados han mostrado una baja activación en *regiones del córtex parietal y occipital* y en la *amígdala*. También se encontró una menor actividad en el área de Broca (relacionada con el lenguaje) lo que podría indicar que las dificultades sociales y del lenguaje pueden tener una base común a nivel neurocognitivo.

Sin embargo, esta teoría a pesar de su capacidad explicativa en los déficits de funcionamiento social en el autismo ha sido cuestionada a nivel teórico (para más detalle ver López y Lee-kam, 2007) y presenta limitaciones. En concreto, es incapaz de dar cuenta de otro de los síntomas nucleares del trastorno como es la presencia de patrones repetitivos y restringidos de conductas, actividades e intereses. Como alternativa a estas limitaciones, se presenta la teoría de la disfunción ejecutiva.

## b. Disfunción ejecutiva

Desde esta teoría se plantea que las personas con autismo presentan un déficit en las funciones ejecutivas. Las funciones ejecutivas son un constructo ‘paraguas’ bajo el que se cobijan muchas y distintas funciones, como las habilidades de planificación, memoria de trabajo, inhibición y control de impulsos, cambio de foco atencional, flexibilidad, generatividad, iniciación y autorregulación de la acción, entre otras (Martos y Pérez, 2011).

Las personas con autismo, al igual que las que presentan daños en la corteza prefrontal, muestran dificultades en la planificación y ejecución de las tareas, y en la perseverancia, y focalización en detalles mientras ignoran el contexto (Ozonoff, 1997; Russell, 2000). Una explicación a nivel biológico es la disfunción encontrada en la integración del lóbulo frontal con el resto del cerebro debido a un anormal desarrollo neuronal y de mielinización, reduciendo así la conexión entre el córtex frontal y las áreas subcorticales.

Las personas con autismo rinden peor en actividades de planificación y memoria de trabajo. La flexibilidad cognitiva también ha sido evaluada y se han encontrado dificultades en la capacidad generativa, es decir, en la capacidad de generar nuevas metas y nuevas conductas adecuadas al contexto. Esto derivaría en un mantenimiento y repetición de las conductas ya instauradas y en dificultades para aceptar los cambios. Respecto a las conductas de inhibición y selección de estímulos, que también podrían explicar las estereotipias y rutinas conductuales y mentales, se han encontrado resultados contradictorios.

En resumen, aunque esta teoría explique muchos de los síntomas del autismo, quedan algunos problemas por resolver. Por una parte, tenemos la falta de consenso sobre qué aspectos de la función ejecutiva están alterados en el autismo. Por otra parte, encontramos que hay una gran variabilidad en la ejecución de las tareas en las muestras evaluadas, resolviéndolas adecuadamente

las personas con un menor grado de severidad del trastorno, por lo que el propio grado de severidad del trastorno podría ser un factor que explicase los fallos en las tareas. Y, por último, señalar que la alteración en funciones ejecutivas no es una característica específica de autismo, sino que se manifiesta también en otros trastornos como el TDAH.

### c. La hipótesis de la coherencia central débil

Desde esta perspectiva se propone que en el autismo existe un déficit neurocognitivo en la integración de la información en una totalidad o *gestalt* (Frith, 1989). En el desarrollo típico, cuando se procesa e interpreta un estímulo se hace de una manera global, teniendo en cuenta el contexto en el que se produce. Sin embargo, se plantea que las personas con autismo tienen un estilo perceptivo diferente, basado en un procesamiento local centrado en los detalles, ya que muestran mejores resultados que la población normal en determinadas tareas, como, por ejemplo, en descubrir figuras enmascaradas (Happé & Vital, 2009). Sin embargo, no hay consenso al respecto, ya que otros estudios indican que, si reciben las instrucciones adecuadas, sí son capaces de realizar un procesamiento global. Además, señalan que los resultados dependen mucho del tipo de tarea.

Los mecanismos cerebrales implicados en la coherencia central débil son todavía desconocidos, aunque se ha asociado con la existencia de *anormalidades en el lóbulo parietal posterior derecho*, así como con la presencia de una *baja conectividad entre diversas regiones del cerebro*, áreas que, como ya hemos visto, están alteradas en el autismo.

Al igual que las otras teorías, la coherencia central débil podría explicar algunos aspectos, como la percepción en detalles y las habilidades viso-espaciales que presentan las personas con TEA; sin embargo, presenta limitaciones a la hora de dar cuenta de las dificultades en la competencia social y emocional en el autismo.

Como conclusión a este apartado cabe señalar que cada una de estas hipótesis explica una parte de los síntomas y del comportamiento de las personas con TEA. Pero, ninguna de ellas es capaz de dar cuenta de la globalidad del funcionamiento que presenta la persona con TEA. Por ello, la investigación tiene que seguir trabajando y avanzando en la búsqueda de una hipótesis cognitiva que pueda aportar una explicación de los síntomas del autismo más completa y global.

## 15.3. Instrumentos de valoración neuropsicológica del TEA

Dada la amplia variabilidad que presentan las personas con TEA y el gran número de aspectos y áreas alteradas, la evaluación y diagnóstico del trastorno es un proceso complejo. Se necesita obtener información de distintas fuentes, y a través de distintos métodos e instrumentos con el fin de obtener una evaluación global e integrada de la persona.

Es importante comenzar el proceso de valoración realizando una entrevista a los padres, con el fin de hacer una anamnesis detallada del caso, con datos sobre los antecedentes del trastorno, cuando ocurrieron los primeros síntomas, la evolución del mismo, e información aportada por informes realizados por otros profesionales. Para comenzar el proceso de valoración diagnóstica, también es importante obtener información de la observación directa del niño y su conducta.

**El diagnóstico de TEA** se realiza a través de pruebas específicas, que se centran en la evaluación de los síntomas nucleares del trastorno, tales como la comunicación social y los intereses y conductas restringidas. En la Tabla 2 se presentan algunas de estas pruebas y sus características.

**Tabla 2. Pruebas para el diagnóstico de TEA**

Prueba	Características
<b>ADI-R</b> <i>(Autism Diagnostic Interview-Revised)</i> (Lord et al., 1994)	Entrevista diagnóstica semiestructurada para padres o cuidadores. Aplicación desde los 2 años hasta la edad adulta. Áreas que valúa: <i>comunicación y lenguaje; desarrollo social y juego; intereses y conductas atípicas; conductas no especificadas; y habilidades especiales.</i>
<b>ADOS-G</b> <i>(Autism Diagnostic Observation Schedule)</i> (Lord et al., 1999)	Escala de observación estructurada para el diagnóstico de TEA. Aplicación para niños menores de 6 años sin lenguaje hasta adolescentes y adultos con habla fluida. Se divide en 4 módulos en función de la edad cronológica y el nivel del lenguaje expresivo. Áreas que evalúa: <i>comunicación; interacción social recíproca; conductas estereotipadas; juego simbólico</i>
<b>DISCO</b> <i>(Diagnostic Interview of Social and Communication Disorders)</i> (Wing et al., 2000)	Entrevista diagnóstica para trastornos de comunicación y socialización. No es específica de TEA y también puede evaluar otros trastornos. Áreas que evalúa: <i>autonomía, cuidado personal, memoria, habilidades visuoespaciales y académicas; actividades repetitivas e intereses sensoriales específicos; emociones; trastornos de conducta y de sueño; calidad de la interacción social; otro tipo de problemas.</i>
<b>CARS</b> <i>(The Childhood Autism Rating Scale)</i> (Schopler et al., 1980)	Escala conductual para la valoración del autismo. Rápida y fácil de administrar. Aplicación a partir de los 2 años. Formada por 15 ítems que evalúan aspectos como: <i>interacción, imitación, respuesta emocional, uso del cuerpo, uso de objetos, adaptación a los cambios, miedo o ansiedad</i> , entre otros. Proporciona 3 categorías de clasificación: no autismo; autismo ligero o medio; autismo severo o grave.
<b>ACACIA</b> (Tamarit, 1990)	Prueba de observación estructurada. Se plantean 10 situaciones que se graban en vídeo (muestra de juguetes, juegos interactivos...) Para niños y adolescentes con discapacidad intelectual grave y/o con TEA. Valora y analiza la <i>conducta comunicativa</i> y la <i>interacción social</i> Se obtiene información descriptiva y explicativa útil para el diagnóstico diferencial y la intervención.
<b>IDEA</b> <i>(Inventario del Espectro Autista)</i> (Rivière, 1998)	Inventario que valora la severidad de las características que muestra la persona con TEA en 12 dimensiones. Aplicación a partir de los 2 años hasta la edad adulta. Se agrupa en 4 escalas con 3 dimensiones cada una: <i>social; comunicación y lenguaje; anticipación y flexibilidad; simbolización</i>

Señalar que, tanto la ADI-R como la ADOS-G son los instrumentos más reconocidos internacionalmente para el diagnóstico de TEA. Sin embargo, son pruebas muy complejas en las que es necesario recibir formación específica para poder aplicarlas y solo pueden pasarlas expertos en las mismas. La pruebas ACACIA e IDEA están creadas en nuestro país, por lo que son aplicables a la población española.

También debemos señalar que existen cuestionarios específicos para el diagnóstico de ciertos subgrupos dentro del TEA. En concreto, el ASSQ (*The High Functioning Autism Spectrum Screening Questionnaire*) para el Autismo de Alto Funcionamiento; y el ASAS (*The Australian Scales for Asperger Syndrome*) y el CAST (*The Childhood Asperger Syndrome Test*) para el Síndrome de Asperger. Son cuestionarios para padres o profesores, cuyos ítems se basan en el perfil lingüístico, cognitivo y de comportamiento que muestran las personas de estos subgrupos.

**La evaluación neuropsicológica del TEA**, además de la valoración diagnóstica, se centra en conocer el **perfil global del funcionamiento** de la persona con TEA. Por tanto, estas pruebas diagnósticas se complementan con las valoraciones de otras áreas, tales como el perfil de desarrollo y la evaluación de la comunicación y lenguaje.

La **evaluación del perfil de desarrollo** del niño permite identificar los puntos fuertes y débiles en distintas áreas: *procesamiento sensorial, motricidad, autonomía comunicación y socialización*. Con esta información se podrán diseñar los objetivos de intervención específicos para ese

niño en las diferentes áreas. Existen diversas escalas e inventarios de desarrollo, aunque entre las más utilizadas tenemos el *Inventario de Desarrollo Battelle*, la *Escala de Desarrollo Infantil Bayley*, y la *Escala Adaptativa Vineland*.

También es necesario valorar la **comunicación verbal y no verbal** del niño, con pruebas como el *SCQ* (Cuestionario de Comunicación Social) y el *ECO* (Evaluación de la Comunicación). Asimismo, hay que evaluar el desarrollo del **lenguaje, tanto expresivo como comprensivo**, con instrumentos como: la *Escala del Desarrollo del Lenguaje Reynell*, el *BLOC* (Batería del Lenguaje Objetiva y Criterial) o el *PLON* (Prueba del Lenguaje Oral de Navarra). Una valoración de los 4 componentes del lenguaje también aporta datos relevantes para la evaluación. En concreto, habría que evaluar el nivel fonológico (*Prueba de Desarrollo Fonológico de Laura Bosh o Registro Fonológico Inducido*); el nivel léxico (*PEABODY: Test de Vocabulario en Imágenes*); el nivel morfosintáctico (*T.S.A.: Desarrollo de la Morfosintaxis en el niño*); y el nivel pragmático (*Perfil Pragmático de las Habilidades Comunicativas Tempranas*).

Por otra parte, la **evaluación neuropsicológica** tiene que permitirnos conocer el funcionamiento de ciertos procesos cognitivos y su relación con el funcionamiento de ciertas áreas y sistemas del cerebro. En función del caso concreto, habría que evaluar algunos de estos aspectos: la modulación e integración sensorial, la velocidad y coordinación motora, las habilidades viso-espaciales, la inteligencia, la atención, la memoria y las funciones ejecutivas. En la Tabla 3 se presenta un listado de los instrumentos que evalúan estas áreas. Como podemos observar, no son pruebas específicas para TEA, sino que son pruebas generales que pueden aplicarse a toda la población.

**Tabla 3. Instrumentos que evalúan distintos aspectos del desarrollo**

<b>Modulación e integración sensorial</b>	<i>Evaluación del Procesamiento Sensorial y el Cuestionario del Perfil Sensorial</i>	Evalúan el procesamiento y el perfil sensorial, respectivamente
<b>Coordinación motora</b>	<i>Test MABC</i> <i>Escala ECOMI</i>	Habilidades básicas de coordinación motriz Escala de observación de conductas motrices
<b>Funciones visuales</b>	<i>Cierre gestáltico K-ABC, Flechas NEPSY y Reconocimiento de caras de Benton</i> <i>Laberintos y Copia de diseños NEPSY y Figura compleja de Rey</i> <i>Rompecabezas y Cubos de WISC-R</i>	Funciones visuo-perceptivas Funciones visuo-espaciales Funciones visuo-constructivas
<b>Inteligencia</b>	<i>Escala K-ABC</i>	Procesamiento secuencial, simultáneo, mental compuesto, escala de conocimiento, y escala no verbal.
	<i>Escalas WISC-R</i>	Escala verbal, manipulativa y global.
	<i>Escalas Leiter-R</i>	Visualización y Razonamiento; Atención y Memoria
<b>Atención</b>	<i>Dígitos WISC-R</i>	Amplitud de atención
	<i>Atención visual NEPSY y Test de Caras</i>	Atención selectiva y focal
	<i>Test de emparejamiento de figuras conocidas</i>	Impulsividad
	<i>Stroop</i>	Inhibición
<b>Memoria visual y verbal</b>	<i>Memoria espacial K-ABC y Cubos de Corsi</i> <i>NEPSY figuras del Rey y memoria de caras</i>	Memoria visual a corto plazo Memoria visual a medio y largo plazo
	<i>Prueba de repetición de pseudopalabras y Dígitos de WISC-R</i> <i>Lista de aprendizaje y memoria narrativa NEPSY</i>	Memoria verbal a corto plazo Memoria verbal reciente o a medio plazo
	<i>WCST y Trail Making Test B</i> <i>Historietas WISC-R y Torre NEPSY</i> <i>Comprensión y semejanzas WISC-R y Adivinanzas K-ABC</i>	Flexibilidad mental Planificación Formación de conceptos, resolución de problemas y razonamiento abstracto

Como resumen indicar que la evaluación neuropsicológica del TEA es muy importante, ya que nos ayuda a tener una idea global e integrada de muchos aspectos y áreas de desarrollo del niño, permitiendo de esta forma tener los datos necesarios para diseñar una intervención ajustada a las características del caso concreto.

#### 15.4. Bibliografía

- American Psychiatric Association (APA) (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders 5*. Washington: American Psychiatric Association.
- Bailey, A., Le Couteur, A., Gottesman, I., Bolton, P., Simonoff, E., Yuzda, E., & Rutter, M. (1995). Autism as a strongly genetic disorder: evidence from a British twin study. *Psychological Medicine*, *25* (1), 63-77.
- Baron-Cohen, S., Leslie, A. M., & Frith, U. (1985). Does the autistic child have a 'theory of mind'? *Cognition* *21*, 37-46.
- Bauman, M.L. & Kemper, T.L. (1985). Histoanatomic observations of the brain in early infantile autism. *Neurology* *35*, 866-874
- Canal, R., García, P., Martín, M. V., Santos, J., Guisuraga, Z., Herráez, L., *et al.* (2010). Modified Checklist for Autism in Toddlers: Cross-cultural adaptation and validation in Spain. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *41*, 1342-1351.
- Courchesne, E., Saitoh, O., Townsend, J. P., Yeung-Courchesne, R., Press, G.A., Lincoln, *et al.* (1994). Cerebellar hypoplasia and hyperplasia in infantile autism. *Lancet*, *343*, 63-64.
- Damasio, A.R. & Maurer, R.G. (1978). A neurological model for childhood autism. *Archives of Neurology*, *35*, 777-786.
- Fortea, M. S., Escandell, M. O. & Castro, J. J. (2013). Estimación de la prevalencia de los trastornos del espectro autista en Canarias. *Anales de Pediatría*, *79* (6). Diciembre 2013 doi: 10.1016/j.anpedi.2013.04.022
- Frith, U. (1989). *Autism: explaining the enigma*. Oxford: Basil Blackwell,
- Gupta, S., Ellis, S. E., Ashar, F. N., Moes, A., Bader, J. S., Zhan, J., *et al.* (2014). Transcriptome analysis reveals dysregulation of innate immune response genes and neuronal activity-dependent genes in autism. *Nature Communications*, *5*, 5748 PubMed
- Hallmayer, J., Cleveland, S., Torres, A., Phillips, J., Cohen, B., Torigoe, T., *et al.* (2011). Genetic heritability and shared environmental factors among twin pairs with autism. *Archives General Psychiatry*, *68*(1), 1095-1102.
- Happé, F. & Vital, P. (2009). What aspects of autism predispose to talent? *Philosophical Transactions: Biological Sciences*, *364*, 1369-1375.
- Happé, F. & Frith, U. (1996). The neuropsychology of autism. *Brain*, *119*, 1377-1400.
- Herbert, M. R., Harris, G.J., Adrien, K.T., Ziegler, D.A., Makris, N., Kennedy, *et al.* (2002). Abnormal asymmetry in language association cortex in autism. *Annals Neurology*, *52*, 588-596.
- Iossifov, I. *et al.* (2014). The contribution of de novo coding mutations to autism spectrum disorder. *Nature*, *515*, 216-221
- Just, M. A., Cherkassky, V. L., Keller, T. A., Kana, R. K. & Minshew, N. J. (2007). Functional and anatomical cortical underconnectivity in autism: evidence from an fMRI study of an executive function task and corpus callosum morphometry. *Cerebral Cortex*, *17* (4), 951-961.
- Klin, A., Jones, W., Schultz, R. & Volkmar F. (2003). The enactive mind, or from actions to cognition: lessons from autism. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *358*, 345-60.
- Klin, A., Lin, D. J., Gorrindo, P., Ramsay, G. & Jones, W. (2009). Two-year olds with autism fail to orient towards human biological motion but attend instead to non-social, physical contingencies. *Nature*, *459*, 257-261.
- López, B. y Leekam, S. R. (2007). Teoría de la coherencia central: una revisión de los supuestos teóricos. *Infancia y Aprendizaje*, *30*(3), 439-457.
- Martínez-Sanchís, S. (2015). Papel de la corteza prefrontal en los problemas sensoriales de los niños con trastornos del espectro autista y su implicación en los aspectos sociales. *Revista de Neurología*, *60* (Supl 1): S19-24.

- Martos, J. y Pérez, I. (2011). Una aproximación a las funciones ejecutivas en el trastorno del espectro autista. *Revista de Neurología*, 52 (Supl 1): S147-53.
- Morton, J. & Frith, U. (1995). Causal modelling: a structural approach to developmental psychopathology. *Manual of Developmental Psychopathology*, 1, 357-390.
- Mulas, F., Etchepareborda M. y Abad, L. (2005). Neurobiología del autismo. En J. A. Muñoz-Yunta (Ed.), *Guía médica y neuropsicológica del autismo* (pp. 29-43). Barcelona: Fundació Autisme Mas Casadevall, F. P.
- O'Hearn, K., Asato, M., Ordaz, S., & Luna, B. (2008). Neurodevelopment and executive function in autism. *Development and Psychopathology*, 20, 1103-1132.
- Ozonoff, S. (1997). Causal mechanisms of autism: Unifying perspectives from an information-processing framework. In D. J. Cohen and Volkmar, F. R., (Eds), *Handbook of Autism and Pervasive Developmental Disorders Neurological Aspects of Autism* (pp. 868-879). New York, NY: Wiley & Sons.
- Ozonoff, S. (2000). Componentes de la función ejecutiva en el autismo y otros trastornos. In J. Russell (Ed), *El autismo como trastorno de la función ejecutiva* (pp. 177-201). Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Pisula, E. (2010). The autistic mind in the light of neuropsychological studies. *Acta Neurobiologiae Experimentalis*, 70, 119-130.
- Rajendran, G. & Mitchell, P. (2007). Cognitive theories of autism. *Developmental Review*, 27, 224-260.
- Robinson et al. (2014). Autism spectrum disorder severity reflects the average contribution of de novo and familial influences. *Proceeding of National Academy of Science of USA*, 111 (42), 15161-15165.
- Russell, J. (2000). *El autismo como trastorno de la función ejecutiva*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Stoner, R., Chow, M. L., Boyle, M. P., Sunkin, S. M., Mouton, P. R., Roy, S., et al... (2014). Patches of Disorganization in the Neocortex of Children with Autism. *New England Journal of Medicine*, 370 (13), 1209 Doi: 10.1056/NEJMoa1307491
- Torun, Y. T., Güney, E. & Iseri, E. (2015). Structural and Functional Brain Imaging in Autism Spectrum Disorders. In M. Fitzgerald (Ed.), *Autism Spectrum Disorder: Recent Advances*. Available from: <http://www.intechopen.com/books/autism-spectrum-disorder-recent-advances/structural-and-functional-brain-imaging-in-autism-spectrum-disorders>

# Glosario

**Acomodación:** Ajuste de la potencia dióptrica del ojo. Generalmente es involuntaria y tiene como objetivo ver con claridad.

**Agudeza visual:** Capacidad para ver distintamente los detalles de un objeto.

**Amplitud:** Referido a una onda sonora cíclica, como la sinusoidal que corresponde a un tono puro; la amplitud representa la diferencia de presión entre el valor de la presión atmosférica y la máxima presión de la onda

**Aprendizaje:** un proceso de adquisición de nueva información, dando lugar a un cambio en el conocimiento del individuo, y por tanto, en su conducta.

**Atención:** función cognitiva básica que se caracteriza principalmente por la capacidad de focalización y selección a ciertos estímulos y no a otros. Las personas que presentan TDAH suelen presentar severas alteraciones de este dominio cognitivo.

**Audiograma:** Gráfico que muestra la respuesta auditiva de un determinado oído a sonidos de diferentes frecuencias/intensidades.

**Audiometría:** Medición de la capacidad auditiva. El resultado se ve en el audiograma.

**Baterías neuropsicológicas:** Grupo o conjunto de pruebas y medidas psicométricas para la evaluación sistemática de diferentes procesos cognitivos.

**Campo visual:** La extensión del espacio en que los objetos son visibles a un ojo permaneciendo inmóvil la cabeza.

**Coherencia central.** Mecanismo cognitivo responsable de proporcionar coherencia perceptiva y conceptual en dominios visuales y verbales, y que permite integrar la información en una totalidad o gestalt.

**Comunicación social.** Es el tipo de comunicación que se produce en interacción con los demás y está alterada en el caso del trastorno del espectro del autismo TEA. Se evalúa a través de tres componentes: reciprocidad socio-emocional, conductas comunicativas no verbales utilizadas en interacción, y capacidad de desarrollar, mantener y comprender las relaciones sociales.

**Control inhibitorio:** Capacidad básica del funcionamiento ejecutivo consistente en controlar o inhibir activamente conductas o impulsivas o automáticas y realizar una regulación consciente de las mismas adecuándolas a la situación.

**Convergencia:** Movimiento coordinado de los ojos para pasar a visión próxima.

**Convergencia acomodativa:** El componente reflejo de convergencia que responde a un cambio en la acomodación.

**Convergencia voluntaria:** Habilidad para converger los ojos sin la ayuda de un estímulo de fijación.

**CPT:** Acrónimo en inglés que se refiere a las palabras '*Continuous Performance Test*'. Se refiere a Test de Ejecución Continua, un test computerizado en el que el paciente debe responder o dejar de hacerlo según las instrucciones de forma ininterrumpida durante toda la duración de la prueba. Este tipo de test sirven habitualmente para medir atención, impulsividad, velocidad de procesamiento y capacidad de inhibición (capacidad de evitar responder).

**Curva de audibilidad:** Curva que indica el nivel mínimo de presión sonora (SPL) preciso para que sean audibles las distintas frecuencias comprendidas en el espectro audible.

**Desarrollo motor:** proceso de cambio y adaptación, a través del cual, se va produciendo el dominio de uno mismo y del medio que le rodea, pudiendo utilizar sus capacidades motrices como vía de comunicación y relación

**Discalculia:** La discalculia es la dificultad para representar y recordar números y datos numéricos, manipular magnitudes, realizar cálculos y utilizar el razonamiento lógico matemático. Afecta a la mayor parte de los contenidos matemáticos que enseña la escuela y conforme el niño crece la problemática va afectando su vida diaria, llegando a ser desde los primeros grados escolares un problema urgente para el sujeto. La discalculia se presenta en niños con cociente intelectual normal, con enseñanza en tiempo y forma eficiente, el problema atrasa al alumnado que la padece e interfiere con sus logros académicos o con las actividades de la vida diaria y no se puede explicar por un déficit sensorial. En algunas ocasiones pueden producirse también dificultades en el razonamiento matemático o dificultad en el razonamiento lingüístico; no es algo que se produzca en todos los casos, pero es necesario evaluar si estos problemas coexisten o no.

**Disgrafía:** dificultad de expresión escrita que se clasifica en tres categorías: en primer lugar, corrección ortográfica; en segundo lugar, corrección gramatical y de la puntuación; y en último lugar, claridad de la organización de la expresión escrita.

**Dislexia:** es un patrón de dificultades de aprendizaje que se caracteriza por problemas con el reconocimiento de palabras de manera precisa fluida o a un mal deletreo y mala ortografía por parte de los niños. En ocasiones pueden producirse también dificultades en la comprensión lectora. Se pone de manifiesto en las primeras fases de adquisición de la lectura y les provoca retraso académico si no se trabaja para compensar las dificultades precozmente.

**Divergencia:** Movimiento de los ojos separándose en su rotación uno del otro, de modo que sus líneas de mirada se sitúan en visión lejana.

**DSM:** Acrónimo en inglés que se refiere a las palabras "Diagnostic and Statistical Manual". Se refiere al Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales, editado por la Asociación Americana de Psiquiatría, y que va por la edición V, publicada en 2013. En él se recogen la descripción de todas las enfermedades mentales, y los criterios clínicos que deben seguir los profesionales de la psiquiatría y neurología a la hora de realizar un diagnóstico de una enfermedad mental concreta.

**Elaboración:** característica de la creatividad que consiste en añadir elementos o detalles a ideas que ya existen, modificando alguno de sus atributos

**Estereotipias.** Movimientos motores o comportamientos repetitivos, que pueden ir desde aleteos o repeticiones simples a rituales más complejos.

**Evaluación motriz:** acción que tiene como objetivo fundamental describir, explicar y optimizar las competencias motrices alcanzadas por el ser humano, permitiendo hacer un diagnóstico del desarrollo en este ámbito.

**Evaluación neuropsicológica en edad escolar:** La evaluación neuropsicológica de los niños en edad escolar debe tener en cuenta la situación de cada niño en cuanto a la fase de formación en que se encuentran los sistemas funcionales del cerebro, relacionando la conducta, los niveles de aprendizaje y el cerebro, tal y como estudia la neuropsicología.

**Fiabilidad de un test:** es una propiedad psicométrica de un test y hace referencia a la precisión y estabilidad de las puntuaciones estimadas. Un test será más fiable a medida que esas puntuaciones obtenidas en distintas mediciones sean más parecidas, es decir, cuando se cometan menos errores en el proceso de medición. Ha varias formas de estudio de la fiabilidad: estabilidad, equivalencia, consistencia interna e interjueces.

**Figura-Fondo sensorial:** Es el proceso por el cual el SNC selecciona de forma automática la información que ha de ser analizada con mayor detalle, frente aquella que en estos momentos va a ser ignorada para su procesamiento. Es decir, es el proceso por el cual el SNC separa el ruido de fondo de la señal que ha de procesar. También llamados filtros sensoriales o filtrado de la señal.

**Flexibilidad cognitiva:** Proceso componente del funcionamiento ejecutivo, consistente en la capacidad para alternar esquemas o patrones cognitivos según las demandas de la situación.

**Flexibilidad:** característica de la creatividad que consiste en manejar diferentes alternativas en diferentes campos o categorías de respuesta.

**Fluidez:** característica de la creatividad que consiste en generar una cantidad considerable de ideas o respuestas a planteamientos establecidos

**Funciones ejecutivas:** Conjunto de procesos y capacidades mentales básicas que permiten el desarrollo del comportamiento de forma adecuada y efectiva a los requerimientos situacionales y sociales.

**Funciones ejecutivas:** Se refiere al conjunto de operaciones o funciones cognitivas complejas o de 'alto nivel', como la capacidad de planificación, abstracción, pensamiento lógico, inductivo y deductivo, capacidad de análisis, toma de decisiones, cognición social y subprocesos asociados. Además, representan también un papel fundamental en la regulación de otras funciones cognitivas. En el ámbito conductual, las funciones ejecutivas funcionan como el gran regidor central de la conducta propositiva u orientada a una meta, incluyendo capacidades mentales necesarias para formular objetivos, y planear cómo se pueden conseguir y llevar a cabo eficazmente dichos planes. En la esfera emocional, las funciones ejecutivas representan un papel determinante en la regulación afectiva. La consecuencia más habitual de la alteración de las funciones ejecutivas son signos de labilidad e incontinencia emocional, irritabilidad o, por el contrario, embotamiento o aplanamiento emocional.

**Funciones ejecutivas:** desempeños relacionados con funciones cerebrales superiores que están relacionadas, entre otras, con la organización, integración, manejo de la información y toma de decisiones. En personas que presentan TDAH se encuentra que habitualmente existen alteraciones en estos componentes cognitivos.

**Hipersensibilidad:** Denominamos hipersensibilidad sensorial, cuando el umbral para activar una vía de entrada de información aferente, se logra con un estímulo menos intenso, es decir, una cantidad de información menor que la estándar para activarla. Dicho de otra manera, cuando el umbral de activación de dicha ruta es más bajo o está disminuido con respecto a lo normal. Este proceso puede presentarse en una modalidad sensorial de forma aislada, como de forma combinada entre varias o todas ellas. Se puede presentar un rango variable de hipersensibilidad en función del umbral de activación que se de en un determinado momento. Este término no hace referencia a ninguna patología del órgano sensorial correspondiente, sino al procesamiento sensorial de la información suministrada por dicho órgano.

**Hiposensibilidad:** Denominamos hiposensibilidad sensorial, cuando el umbral para activar una vía de entrada de información aferente, es necesario un estímulo más intenso, es decir, una cantidad de información mayor que la estándar para activarla. Dicho de otra manera, cuando el umbral de activación de dicha ruta es más alto o está elevado con respecto a lo normal. Este proceso puede presentarse en una modalidad sensorial de forma aislada, como de forma combinada entre varias o todas ellas. Se puede presentar un rango variable de hiposensibilidad en función del umbral de activación que se de en un determinado momento. Este término no hace referencia a ninguna patología del órgano sensorial correspondiente, sino al procesamiento sensorial de la información suministrada por dicho órgano.

**Impulsividad:** dificultad que tienen algunas personas que presentan TDAH para inhibir ciertos comportamientos o conductas en situaciones concretas.

**Integración sensorial:** Conjunto de procesos neurológicos realizados por el S.N.C. que permiten la elaboración de un único mapa mental a partir de la información suministrada por las diferentes modalidades sensoriales.

**Lóbulo frontal:** Área de la corteza cerebral anterior conectada con estructuras corticales y subcorticales, encargada de la integración de información del medio interno y externo y considerada el sustrato neurobiológico de las funciones ejecutivas.

**Lóbulos cerebrales:** constituyen la corteza cerebral donde las áreas primarias y asociativas están especializadas en la recepción e interpretación de las informaciones sensoriales, en la programación, supervisión y ejecución de las actividades motoras y en el comportamiento.

Medición de la capacidad auditiva. El resultado se ve en el audiograma.

Médico especialista en la visión.

**Memoria de trabajo o working memory:** capacidad para mantener información en la mente con el objeto de completar una tarea, registrar y almacenar información o generar objetivos, esencial para llevar a cabo actividades múltiples o simultáneas, como cálculos aritméticos o seguir instrucciones complejas

**Memoria prospectiva:** nos permite almacenar planes futuros, consistente en recordar hacer algo en un futuro y llevar a cabo un plan previamente concebido (por ejemplo, tomarse una medicación a una hora determinada o acordarse de una cita concertada previamente)

**Memoria:** es un conjunto de funciones que registran, elaboran, almacenan, recuperan y utilizan la información.

**Metacognición:** Manera de aprender a razonar sobre el propio razonamiento, es la reflexión o conciencia acerca de nuestros propios procesos del pensamiento.

**Neuromotricidad:** análisis de los aspectos neurológicos que intervienen en el desarrollo de un movimiento, su programación, su control y la adquisición de los modelos de ejecución del mismo.

**Neuropsicología Educativa:** estudia la aplicación de la neuropsicología a la educación y se puede considerar parte de la *neuropsicología básica* (se nutre de la neuropsicología fisiológica y de la neuropsicología cognitiva) y se relaciona estrechamente con la *neuropsicología clínica* en los sujetos que trata en edad escolar.

**Originalidad:** característica creativa que implica pensar en ideas que nunca a nadie se le han ocurrido o visualizar problemas de manera diferente

**Patrones motrices básicos:** conjunto organizado de movimientos básicos que implican la movilización de dos o más partes del cuerpo y que van a constituir la base de habilidades motrices más especializadas y de la actividad deportiva.

**Pensamiento divergente:** proceso de pensamiento que permite generar ideas creativas explorando muchas soluciones posibles

**Plasticidad cerebral:** es una de las características del cerebro y consiste en la capacidad de modificar las conexiones sinápticas.

**Priming:** se caracteriza por la facilitación que se produce de una información determinada si ha sido presentada previamente y se produce de manera inconsciente.

**Procesamiento sensorial:** Conjunto de procesos neurológicos realizados por el S.N.C. que permiten la elaboración de las sensaciones recibidas por las diferentes modalidades sensoriales en percepciones.

**Ruta fonológica de acceso al léxico:** Es la ruta que utilizamos al empezar a leer la mayor parte de los textos, vamos decodificando fonema a fonema. También se le llama ruta audio lingüística, o indirecta. Los niños que tienen problemas en este procesamiento intentan adivinar rápidamente qué palabra están leyendo por lo que cometen muchos errores. Las pseudopalabras (palabras parecidas a una palabra real pero que no lo son) se leen fácilmente cuando la ruta fonológica está bien establecida

**Ruta visual de acceso al léxico:** es el proceso que realizamos cuando las palabras que leemos nos resultan muy frecuentes reconocemos su grafía como si fuera un dibujo, percibimos la forma de manera global, no analizamos cada fonema hasta que captamos la palabra total. Recibe nombres como ruta semántica, o directa, o léxica o superficial. Los niños disléxicos que tienen problemas en esta ruta pero decodifican bien fonológicamente, se perpetúan en la lectura silábica.

**Sistema límbico:** son un conjunto de estructuras situadas alrededor del tronco encefálico que incluye el hipotálamo, las cortezas límbicas y núcleos que forman circuitos muy importantes en las funciones de aprendizaje y memoria.

**Sistema motor:** parte del sistema nervioso central que controla los movimientos voluntarios y que permite que un pensamiento sea transformado en movimiento. Las células nerviosas de este sistema se denominan neuronas motoras o moto neuronas.

**Sordera de conducción:** Ídem transmisión: aquella en que las ondas sonoras se encuentran bloqueadas en el oído externo o medio.

**Sordera de percepción o neurosensorial:** Aquella en que la señal acústica se transmite con normalidad por el oído externo y medio, pero el mensaje no llega adecuadamente al cerebro.

**Sordera mixta:** Aquella en que la señal acústica tiene dificultades en su transmisión a nivel del oído externo, medio e interno.

**Teoría Clásica de los test (TCT):** teoría psicométrica que pone su atención en el estudio de la exactitud de la medida. Diferencia entre la puntuación obtenida a partir de las respuestas en el test (puntuación observada) y el nivel que realmente tiene el sujeto en la variable medida (puntuación verdadera). Si un test tiene baja fiabilidad la puntuación observada tendrá más error y será menos precisa y la precisión aumentará a medida que aumente su fiabilidad.

**Teoría de la mente.** Capacidad mentalista de atribuir estados mentales como creencias, intenciones y deseos a los demás, y que permite comprender y predecir la conducta que muestran las personas en los diferentes contextos.

**Teoría Respuesta al ítem (TRI):** teoría psicométrica que vincula las conductas observadas en las respuestas a los ítems que forman parte de un test y el constructo medido con diferentes modelos matemáticos basados en la probabilidad de respuesta. En lugar de considerar la puntuación total en el test, como hacía la TCT, analiza el patrón de respuestas a los ítems que lo componen para la estimación de la puntuación final. Esa puntuación ya no depende de la fiabilidad del test, sino de los distintos parámetros de los ítems (varían en función del modelo que se utilice para la estimación: dificultad, discriminación y azar son los más comunes).

**Terapia combinada:** tratamiento recomendado en la intervención con niños con TDAH que integra intervenciones conductuales, cognitivas y farmacológicas.

Transformación de la energía radiante en otra forma de energía, generalmente calor, al atravesar el cuerpo.

**Trastorno de déficit de atención e hiperactividad (TDAH):** es un trastorno del neurodesarrollo que se inicia en la infancia y que se caracteriza por déficit en las funciones atenciones y/o exceso de movimientos e impulsividad

**Trastorno del Espectro del Autismo (TEA).** Es un trastorno del neurodesarrollo de origen biológico multicausal, en el que según la actual clasificación DSM 5 se identifican dos áreas principales de alteración: alteraciones en la comunicación social y presencia de un patrón de intereses y comportamientos restringidos y estereotipados.

**Validez de un test:** es una propiedad psicométrica de los test e implica ofrecer garantías de interpretación de las puntuaciones cuantitativas para vincularlas con la teoría neuropsicológica subyacente. De forma general, el concepto validez se utiliza para hacer referencia a si un test mide lo que realmente pretende medir y no otros aspectos, pero va más allá. La validez debe analizarse en función de la finalidad del instrumento de medida, los sujetos a los que se dirige y el contexto de aplicación. Hay diferentes tipos: de contenido, de constructo, criterial y didáctica o aparente.

**Videojuegos serios:** Más conocidos por su denominación anglosajona (*serious games*), se refiere a todos aquellos videojuegos diseñados con un propósito diferente del mero entretenimiento, como pueda ser la mejora de la salud física o mental, incidir en aspectos educativos o servir a propósitos sociales o culturales, entre otros.

# Coordinación y Autoría

## Coordinadoras del Libro



**Pilar Martín-Lobo** es doctora en psicología, y especialista en Neuropsicología. Pionera en la aplicación de la Neuropsicología Educativa en España y en países de Europa e Iberoamérica. Investigadora Principal del Grupo Neuropsicología aplicada a la Educación de UnirReseach (GdI.14-NYE). Acreditada como profesora doctora, es autora del Plan de Estudios y Directora y Coordinadora Académica del Máster Universitario de Neuropsicología y Educación en la UNIR. Directora de tesis doctorales, de Trabajos de fin de Licenciatura en la Universidad Panamericana de México, y de Psicopedagogía en la U. Complutense de Madrid, en el C. U. Villanueva, además de examinadora externa y miembro de tribunales de tesis doctorales en la Universidad Complutense de Madrid, en la Universidad Autónoma de Madrid y en la Universidad Camilo José Cela. Ha formado parte de equipos de Investigación y Desarrollo en diferentes instituciones universitarias y ha llevado a cabo la implantación de un nuevo Título Superior Propio en Neurociencias aplicadas a la Educación en el C. U. Villanueva, de la Universidad Complutense de Madrid, del que ha sido Directora del Área de Educación, así como Proyectos de Desarrollo de la Inteligencia y de Alto Rendimiento para alumnos con talento y Altas Capacidades. Además, ha dirigido y coordinado investigaciones de equipos multidisciplinares, Proyectos de Innovación y estudios financiados por el CIDE a nivel nacional e internacional, ha participado en numerosos congresos internacionales y en foros científicos y ha dedicado gran parte de su actividad a la organización de Jornadas, Talleres y Cursos de formación universitaria, invitada en Méjico, Perú, Colombia, Argentina e Italia. Ha realizado estancias en la University of Optometry de New York (USA) y en la Universidad Panamericana de Méjico. Tiene experiencia directiva, docente y de orientación psicológica en todas las etapas educativas de Educación Infantil, Primaria, Secundaria y Bachillerato. Ha obtenido reconocimiento con publicaciones en revistas internacionales y nacionales indexadas en la JCR, publicaciones de libros, capítulos de libros y coordinadora de publicaciones científicas y de proyectos educativos de desarrollo de la inteligencia y del talento. Además es miembro de la Asociación de Neuropsicología, de la Asociación de Profesionales especialistas en el Método Berard de integración auditiva, del Método Padovan de Reorganización neurológica y TMR de Reflejos que forman parte de los mayores avances científicos en la actualidad. Participa como revisora en revistas nacionales e internacionales de factor de impacto, participa como revisora en Pearson Editorial para la adaptación de la Prueba Neuropsicológica Sensory Profile-II. En 2013 creó la Sociedad para la investigación y la aplicación de Proyectos, Cerebro, Educación y Talento, BRAINYET.



**Esperanza Vergara-Moragues** es doctora en psicología y especialista en neuropsicología. Investigadora del Grupo Neuropsicología y Educación de UnirResearch (GdI-14-NyE) y, actualmente es profesora adjunta de la Universidad Internacional de la Rioja (UNIR) siendo docente del Máster de Neuropsicología y Educación, encargada de la asignatura “Déficit de atención e hiperactividad” y de la línea de investigación “Neuropsicología aplicada a la Educación”. Además, ha colaborado como docente programas de postgrados de otros centros y universidades nacionales e internacionales como la Pontificia Universidad Javeriana de Cali o la Universidad de San Buenaventura de Medellín y Bogotá (Colombia). Su campo de trabajo se ha centrado fundamentalmente en el campo de la neuropsicología y psicopatología. Ha dirigido y dirige distintos trabajos de investigación en el campo de Neuropsicología Educación habiendo participado en diversos foros científicos. También ha dirigido y dirige tesis doctorales en su campo de especialización y ha publicado alrededor de una veintenas de trabajos en diversas revistas científicas nacionales e internacionales indexadas las mayoría en el Journal Citation Report (JCR). Además es miembro de la Red de Trastornos Adictivos (RTA), que forma parte de la Redes Temáticas para la Investigación Cooperativa en Salud del Ministerio de Sanidad, del grupo de “Neuropsicología y Psiconeuroinmunología Clínicas” (CTS-581) de la Universidad de Granada, colaboradora del Portucalense Institute of Neuropsychology de la Universidade Portucalense de Oporto y, miembro del equipo del Departamento de docencia, colaboradora del Portucalense Institute of Neuropsychology de la Universidade Portucalense de Oporto, neuropsicóloga colaboradora de la Unidad de Gestión Clínica del Hospital Universitario de Puerto Real (CÁDIZ) y la Casa Hogar-GERASA para enfermos de SIDA en Chiclana de la Frontera (Cádiz) y, por último, miembro del Equipo de Departamento de Docencia e Investigación del Instituto Gallego del TDAH y trastornos asociados (INGADA) (<http://www.fundacioningada.net/#!departamento-docencia-e-investigacin/c20s9>). Asimismo, colabora como revisora en revistas nacionales e internacionales de factor de impacto y ha realizado estancias de investigación en centros y universidades nacionales e internacionales. Todo ello le ha valido para la obtención de la acreditación de la ANECA como profesora Contratada Doctor y la obtención de los Sexenios de investigación 2007-2012 por Comisión Nacional Evaluadora de la Actividad Investigadora (CNEAI) en la convocatoria del 2013 para la Evaluación de la Actividad Investigadora.

## **Autores capítulos instrumentos**



**Juan Antonio Becerra García** es doctor en psicología con mención internacional, máster en neuropsicología clínica, máster en psicología clínica aplicada, máster en psicología legal y forense y experto en valoración de incapacidades y daño corporal, entre otros. Es profesor adjunto de la Universidad Internacional de la Rioja (UNIR) donde imparte diferentes asignaturas y dirige trabajos de fin de máster en el campo de Neuropsicología y Educación. Su trabajo se ha centrado fundamentalmente en el campo de la neuropsicología clínica, neurodesarrollo, y estudio de variables relacionadas con el rendimiento cognitivo en diferentes poblaciones clínicas. Es miembro del grupo de “Psicofisiología Clínica” de la Universidad de Jaén. Ha publicado diferentes trabajos en revistas con factor de impacto y capítulos de libro. Además ha presentado numerosas comunicaciones y ponencias en reuniones científicas especializadas y ha colaborado como revisor en diferentes publicaciones (nacionales e internacionales). Ha realizado diferentes estancias de investigación en el centro College of Medicine, Biological Sciences and Psychology de la Universidad de Leicester (Reino Unido). Su actividad docente e investigadora ha sido evaluada positivamente por la ANECA obteniendo la acreditación como profesor contratado doctor y profesor de universidad privada. Su actividad asistencial ha sido también reconocida con la habilitación como psicólogo general sanitario.



**Cristina de la Peña** es Doctora en Ciencias de la Educación y especialista en neuropsicología y psicopedagogía con máster en neuropsicología. Actualmente, es profesora de la Universidad Internacional de la Rioja (UNIR) impartiendo diferentes asignaturas de neuropsicología del Máster de Neuropsicología y Educación. Además ha dirigido y dirige diferentes trabajos de fin de máster en el campo de la neuropsicología educativa habiendo participado en diversos foros científicos. A lo largo de su carrera profesional se ha centrado en neuropsicología infantil, impartiendo distintos cursos sobre Neuropsicología de la Dislexia y Dificultades de Aprendizaje en diversas universidades como la UNED y Universidad Complutense de Madrid (CES Don Bosco) y publicado sobre dichas temáticas en revistas nacionales e internacionales. En relación a su trabajo clínico cabe destacar su labor como neuropsicóloga con escolares con dificultades de aprendizaje y problemas lingüísticos. Actualmente es miembro del Grupo de Investigación de la Universidad Internacional de la Rioja.



**Marta Díaz-Jara García** es doctora en Educación y Licenciada en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Actualmente es profesora de la Universidad Internacional de la Rioja (UNIR), donde es docente del Máster en Neuropsicología y Educación, encargada de la asignatura “Niveles Táctiles y Neuromotores, Escritura y Aprendizaje”. En el mismo, ha dirigido y dirige trabajos fin de Máster en la rama de “motricidad y procesos de lectura y escritura”, la cual coordina. Además, ha sido profesora del Centro Universitario Villanueva (adscrito a la UCM) donde ha impartido asignaturas del Título Superior Propio de Neurociencias aplicadas a la Educación. Su trabajo se ha centrado fundamentalmente en el campo de la motricidad impartiendo, además en la actualidad, clases de Educación Física en el Colegio Las Tablas/Valverde. Miembro del Grupo de Investigación de Neuropsicología aplicada de la Educación (UNIR). Ha impartido diversos cursos sobre desarrollo neuromotor para profesoras de Infantil y Primaria. Ha colaborado en el “Proyecto EPINUT para escolares: Actividad física, Alimentación y Antropometría (A3)”. Autora del material de la asignatura de “Niveles Táctiles y Neuromotores, Aprendizaje y Escritura” del Máster en Neuropsicología y Educación (UNIR).



**Mª del Carmen García Castellón** Óptico-optometrista por la Universidad Complutense de Madrid y Psicólogo por la Universidad Nacional de Educación a Distancia. Cursó el Máster en Neuropsicología y Educación en el Centro Educativo Villanueva de Madrid. Coautora del libro *Todo Un Mundo de Sensaciones* de la editorial Pirámide. Actualmente es directora del centro de Optometría y Audiometría Acu-Visión de Madrid. Profesora del Máster en Neuropsicología y Educación de la Universidad Internacional de la Rioja y responsable de las asignaturas de “Funcionalidad visual y eficacia en los procesos lectores y” y “Funcionalidad auditiva para escribir, hablar y aprender idiomas”. Ha impartido estas asignaturas en diferentes países como Perú y Ecuador. Participó como profesor en el Máster en audio prótesis en la Universidad San Pablo CEU de Madrid. Imparte clases del Máster en Neuropsicología en la Universidad Panamericana de México. Ha trabajado en el campo de la clínica ocular en la consulta del doctor Santiago García-Castellón. Ponente en diversos congresos de óptica y Optometría, posee el Certificado de Actualización Profesional continuada otorgado por el Colegio Nacional de Ópticos-Optometristas. Colaboró en las investigaciones sobre el Proyecto de Ayuda al Desarrollo de la Inteligencia (ADI) mediante la realización de evaluaciones visuales y auditivas en el Centro Universitario de Villanueva (UCM)



**Verónica López Fernández** es doctora en Psicología (Universidad de León), Máster Oficial en Neurociencia y Neuropsicología Cognitiva y del Comportamiento (Universidad de Granada), Estudios Avanzados y Suficiencia investigadora en Psicología Evolutiva y del Ciclo Vital, (Universidad de León) y Licenciada en Psicología (Universidad de Salamanca). Tiene experiencia como neuropsicóloga en programas de evaluación e intervención en personas con daño cerebral, párkinson y esclerosis múltiple, así como en programas biopsicosociales en población sin patologías para promover la reserva cognitiva y cerebral, basadas especialmente en el ocio y la creatividad. Interés en cambios cognitivos y cerebrales a lo largo del ciclo vital, especialmente en envejecimiento sano con EEG (electroencefalografía). Formación en el extranjero en una estancia de tres meses en la University College of London de Reino Unido, en Division of Psychology and language sciences. Faculty of Brain Sciences. Actualmente se centra en la Neuropsicología y Educación a lo largo de la vida, con formación específica obtenida en cursos como: el Curso de Formación en Neuropsicología y Educación (2014) y cursos internacionales como Encouraging Creative thinking (2013) organizado en la República Checa. Las líneas de investigación son: creatividad, atención, memoria, función ejecutiva y reserva cognitiva y cerebral a lo largo del ciclo vital.



**María Jesús López-Juez**, es profesora en la Universidad Internacional de la Rioja (UNIR) en el Máster de Neuropsicología y Educación. Asignaturas: Déficit de Atención e Hiperactividad. Funcionalidad auditiva para hablar, escribir y aprender idiomas. Formación académica: Doctora en CC Biológicas: Programa de Neurociencias por la Universidad Complutense de Madrid. Licenciada en CC Biológicas, especialidad en Bioquímica y Biología Molecular por la Universidad Autónoma de Madrid. Especialista en Desarrollo Cerebral Infantil por IAHP, USA. Postgrado en Nutrición, Dietética y Dieto-terapia, Universidad de Navarra. Especialista en Estimulación Temprana, UNED. Curso de Comportamiento Humano. Diploma de título propio de la Universidad Complutense de Madrid. Terapeuta de Método Berard. Terapeuta de Método SENA (Sistema de Estimulación Neuro-Auditiva). Especialista de Reflejos Primitivos. Líneas de Investigación: Bases biológicas y neuro-psicológicas de los problemas de aprendizaje. Desarrollo de herramientas visuales, auditivas y motoras para el aprendizaje. Aspectos del neurodesarrollo implicados en la organización neurológica del niño.



Mª Ángeles Martínez Berruezo es Doctora en Psicología; es especialista en Neuropsicología, Educación Infantil y Pedagogía Terapéutica; es Experta en Tratamiento de Datos Estadísticos y Máster en Docencia Universitaria. Actualmente es Profesora Asociada de la Universidad Internacional de la Rioja (UNIR) siendo docente del Máster de Neuropsicología y Educación. Además, ha dirigido y dirige distintos Trabajos de Fin de Máster en el campo de Neuropsicología Educación habiendo participado en diversos foros científicos. Su campo de trabajo se ha centrado fundamentalmente en los Procesos Cognitivos y Motivacionales y cómo la Vitalización influye en ellos. Ha participado en diversos proyectos de innovación e investigación, por los que ha obtenido reconocimiento con publicaciones en revistas internacionales y nacionales indexadas en la JCR. Ha dirigido una Beca de Investigación centrada en el estudio de las Inteligencias Múltiples. Además, es miembro de la Asociación Española de Psicología Clínica y Psicopatología (AEPCP) y Supervisora de los terapeutas del Servicio de Psicología Aplicada de la UNED. Asimismo, ha colaborado como revisora en “Revista Española de Orientación y Psicopedagogía” (REOP). Todo ello le ha valido para la obtención de la acreditación de la ANECA como profesora Contratada Doctor.



**Enrique Navarro Asencio** es Doctor en Educación por la Universidad Complutense de Madrid. Ejerce como profesor asociado en Universidad Internacional de la Rioja desde 2012 y es coordinador del departamento de TFG/TFM en la misma universidad desde 2014. Ha sido Personal Investigador en Formación de la Universidad Complutense de Madrid de 2007 a 2011 y ha disfrutado de estancias de investigación en “Center for the Study of Testing, Evaluation, and Educational Policy” (Lynch School of Education, Boston College, Boston, MA) en 2010 y en “Northwest Evaluation Association” (Portland, OR) en 2009. Ha impartido asignaturas en los grados de maestro, pedagogía, logopedia y trabajo social y su última publicación es: Navarro, E., Expósito, E., López, E. y Thoilliez, B. (2014) EPI-BI: escala de percepción de indicadores de bienestar infantil. Validación del instrumento utilizando modelos politómicos de Rasch. *Revista de Educación*, 364 DOI: 10.4438/1988-592X-RE-2014-364-254. Finalmente Sus líneas de investigación son los métodos de investigación en ciencias sociales, psicometría y análisis de datos de rendimiento.



**Zaira Ortega Llorente** es Doctora en Biología Molecular y especialista en neuropsicología. Actualmente es profesora adjunta de la Universidad Internacional de la Rioja (UNIR) siendo docente del Máster de Neuropsicología y Educación y dirigiendo distintos trabajos de fin de máster en el campo de Neuropsicología Educación; así como profesora asociada de la Universidad de Valladolid en el grado de Fisioterapia como profesora de anatomía humana. Su campo de trabajo es la neuropsicología y las enfermedades neurodegenerativas, sobre los cuales ha publicado múltiples artículos en revistas internacionales de factor de impacto. Todo ello le ha valido para la obtención de la acreditación de la ANECA como profesora Contratada Doctor.



**Pilar Pozo Cabanillas** es doctora en Psicología por la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), con mención europea y premio extraordinario de tesis. Sus investigaciones se centran en el análisis y estudio del proceso de adaptación de las familias que tienen hijos con Trastorno del Espectro del Autismo (TEA), área en la que ha realizado diversas publicaciones, tanto en revistas nacionales como internacionales con alto impacto JCR. Premio de Investigación en Autismo Ángel Rivière (2010), otorgado por la Asociación Española de Profesionales del Autismo (AETAPI). Ha formado parte de equipos de investigación en diversos proyectos, tanto en el campo de la Neuropsicología y la Educación en la UNIR, como en el ámbito de la Psicología Evolutiva y de la Educación en la UNED. También ha realizado estancias breves en centros de investigación extranjeros de reconocido prestigio: University of Bangor, UK (2005), St. Andrews University, UK (2007) y University of Oslo (2011), que han contribuido y facilitado la internacionalización de su producción investigadora. Su labor docente y profesional se ha desarrollado en diferentes universidades: en la UNED como miembro de equipos docentes de asignaturas de la Facultad de Psicología; en la Universidad Internacional de la Rioja (UNIR) en el Máster de Neuropsicología y Educación; y en la Universidad de Castilla la Mancha (UCLM) en la Facultad de Logopedia. En la actualidad es coordinadora del curso online de AETAPI sobre Actualización en los Trastornos del Espectro del Autismo y profesora tutora de Grado de Psicología en el Centro Asociado de la UNED en Madrid.



**Silvia Pradas Montilla** es pionera en la aplicación de la tecnología al ámbito educativo, ha dirigido Proyectos Tecnológicos como el Proyecto Smart, organizado por la Universidad Autónoma de Barcelona, en el Proyecto de Centros de Excelencia Smart, con 30 centros educativos a nivel nacional y la aplicación de la Pizarra Digital Interactiva a los alumnos con Talento y Altas Capacidades. Participó en el Proyecto ADI, Apoyo y desarrollo de la inteligencia para alumnos con dificultades de aprendizaje y en Proyectos de aplicación de la Neuropsicología a la Educación. Es asesora de proyectos educativos para el desarrollo de la inteligencia, para alumnos con talento y altas capacidades y de orientación psicopedagógica en diferentes países. Ha dirigido Simposios, Jornadas y Talleres de formación de profesores en el ámbito universitario en Europa y Portugal. Ha publicado una Propuesta para el uso de la Pizarra Digital Interactiva con el modelo CAIT. Además, ha dirigido Proyectos y publicaciones, como Coordinadora del Foro Pedagógico de Internet, de la Fundación Encuentro, con la participación de profesores en publicaciones de aplicación de la tecnología a las aulas. Investiga en pruebas diagnósticas y programas neuropsicológicos para mejorar el rendimiento escolar y desarrollar la inteligencia, así como en el desarrollo de programas de tecnología educativa, para superar el fracaso escolar y la valoración de Inteligencias Múltiples y Programas correspondientes en las diferentes etapas educativas. Es Licenciada en Psicopedagogía por la Universidad Complutense de Madrid, Diplomada en Magisterio, y Bachelor of Education por la University of Wales. Además, es Experto Universitario en Informática aplicada a la Educación, Diploma de Estudios Avanzados y actualmente su tesis doctoral está en depósito a espera de la defensa.



**Sandra Santiago Ramajo** es doctora en Psicología desde el 2009, específicamente en el campo de la Neuropsicología. Ha sido profesora sustituta interina en la Universidad de Granada y actualmente es profesora asociada en la Universidad Internacional de la Rioja (UNIR) como docente-investigadora del Máster de Neuropsicología y Educación, impartiendo diversas asignaturas y dirigiendo Trabajos Fin de Máster. Ha disfrutado durante 3 años de una beca de investigación de la Fundación Biosanitaria de Andalucía Oriental (FI-BAO) en el servicio de Neurocirugía del Hospital Universitario Virgen de las Nieves, realizando evaluaciones neuropsicológicas en pacientes con daño cerebral. Ha participado en diversos proyectos de investigación: de convocatoria nacional del Ministerio de Ciencia e Innovación para evaluar la eficacia de estrategias de rehabilitación cognitiva y de convocatorias autonómicas (2 Proyectos de Excelencia de la Junta de Andalucía) en relación con la evaluación y estimulación cognitiva de mayores. En cuanto a la producción científica, ha publicado números artículos científicos en revistas de impacto (JCR) y capítulos de libros, además de numerosas aportaciones a congresos tanto nacionales como internacionales. Es miembro del grupo de investigación “Neuropsicología y Psiconeuroinmunología Clínicas” (CTS-581) de la Universidad de Granada y del Grupo de Investigación “Neuropsicología aplicada a la Educación” de UNIRResearch (GdI-14). En cuanto a la experiencia de gestión de I+D+i, ha participado en la organización de diversos congresos/seminarios y también ha participado como comité científico. Actualmente, tiene el cargo tesorera de la Sociedad Andaluza de Neuropsicología (SANP) y es miembro de la Federación de Asociaciones Nacional Española de Neuropsicología (FANPSE). Está acreditada como profesora contratada doctora por la ANECA.





Esta publicación es de máxima importancia en el ámbito educativo, puesto que es un medio idóneo y actualizado para prevenir y erradicar el fracaso escolar desde su base neuropsicológica, tal y como mostraron en su estudio del CIDE a nivel nacional (2000) y publicado por Santiuste, Martín-Lobo y Ayala Flores (2006), en el que se identificaron diferencias significativas entre los alumnos que aprobaban todas las asignaturas y los que suspendían en habilidades visuales, auditivas, motrices, de lenguaje y de memoria, para lo que es necesario conocer instrumentos de valoración neuropsicológica que se puedan aplicar en el centro educativo.

El conocimiento del cerebro tiene gran importancia porque es fundamental que los psicólogos y educadores conozcan cómo evoluciona el sistema a nivel neuropsicológico sobre el que intervienen cuando se educa (García-Moreno, 2014) y autores como Howard-Jones (2011), proponen la comprensión de la significación educativa de los descubrimientos científicos; en este sentido la neuropsicología educativa favorece la prevención, el desarrollo y la atención específica a cada uno de los alumnos (Martín-Lobo, 2012). En esta línea de actuación, tal y como dice Carew y Magsamen (2010), la colaboración entre neuropsicólogos, neurocientíficos y educadores dará el fruto de una mejor educación de niños y jóvenes que redunde en una sociedad mejor preparada para el futuro, tal y como ya se está llevando a cabo en diferentes centros educativos a nivel nacional e internacional.