

TRANSCODIFICACIÓN NUMÉRICA EN NIÑOS CON DIFICULTADES ESPECÍFICAS DE APRENDIZAJE EN MATEMÁTICAS

DÑA. REBECA VILLARROEL RAMÍREZ

DIRECTOR:
DR. D. JUAN E. JIMÉNEZ

CO-DIRECTORA:
DRA. DÑA. CRISTINA RODRÍGUEZ

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA
2017

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por: REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	Fecha: 26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

A mi madre

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por: REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	Fecha: 26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido posible gracias a la contribución de muchas personas, a todas ellas mi eterno agradecimiento.

En primer lugar, a mi director, Juan E. Jiménez, por su paciencia, dedicación y apoyo en la realización de esta tesis. Su larga trayectoria y sus habilidades como investigador y docente, han sido de incalculable valor para inspirarme y motivarme para llevar a buen puerto este proyecto. Gracias por confiar en mí y por tener esa palabra de aliento en el momento más difícil.

A Cristina Rodríguez, mi co-directora, por ser ejemplo de dedicación, pasión y entrega a la investigación; su capacidad de trabajo y excelencia en todo lo que hace me sirven de inspiración. Gracias por tu ayuda incondicional y por darme las herramientas para “defenderme” sola, el aprendizaje ha sido invaluable.

A mi equipo de “mates”, Elaine y Christian, por ser los mejores compañeros de camino y convertirse en mi familia.

A Isaac, por elaborar la herramienta de evaluación, la buena disposición de ajustarse a las directrices y los estilos personales de los que contribuyeron en su diseño. En el ámbito personal le agradezco infinitamente permitir acercarme y ser su amiga.

A los miembros del grupo de investigación DEAP&NT, Ali, Pachi, Desi, Nati, Meyo, Isa, Celia, Vero, personas y profesionales increíbles.

A mi familia, los que están y los que se han ido, por estar siempre allí en la distancia, amarme y hacer de mí la persona que soy.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por: REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	Fecha: 26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

TABLA DE CONTENIDO

Introducción	6
1. Dificultades Específicas de Aprendizaje en Matemáticas	11
1.1 Definición de Dificultades Específicas de Aprendizaje en Matemáticas ...	13
1.1.1. Criterios diagnósticos y prevalencia de las DEAM.....	16
1.2 Modelos teóricos explicativos de las DEAM	21
1.2.1 La discalculia como un fallo en la representación numérica.....	21
1.2.2 La discalculia como un déficit en los procesos mentales de propósito general	23
1.2.3 La discalculia como un déficit en el acceso (Rousselle y Noël, 2007).	26
1.3 La discalculia desde una perspectiva evolutiva.	26
1.3.1 Modelo de cuatro pasos del desarrollo de la adquisición del número (von Aster y Shalev, 2007).....	27
1.3.2 Modelo evolutivo (Geary, 1993; 1995; 2010).....	29
1.3.3 Otros hallazgos	32
Capítulo 2. Transcodificación Numérica	36
2.1 Definición de Transcodificación Numérica	38
2.2 Modelos sobre Transcodificación Numérica	42
2.2.1 Modelos semánticos.	44
2.2.2 Modelos asemánticos.	50
2.2.3 Modelos mixtos.....	54
2.2.4 Modelos conexionistas.	56
2.3 Transcodificación Numérica y Procesos Cognitivos	58
2.4 Transcodificación Numérica y Dificultades Específicas de Aprendizaje en Matemáticas	64
Capítulo 3. Planteamiento del problema	69
3.1 Objetivos	75
3.2 Hipótesis de Trabajo	75
Capítulo 4. Estudio 1: Nivel De Rendimiento en Transcodificación Numérica	78
4.1 Objetivo	78
4.2 Método	79
4.2.1 Participantes	79
4.3 Resultados	86
4.4 Discusión	90
5. Estudio 2: Procesos Cognitivos en la TN	94
5.1 Objetivo	94
5.2 Método	95
5.2.1 Participantes	95

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por: REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	Fecha: 26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

5.2.2 Materiales	95
5.2.3 Procedimiento.....	96
5.3 Resultados	96
5.4 Discusión.....	101
6. Estudio 3: Intervención de la ruta semántica en el proceso de TN en los DEAM	104
6.1 Objetivo	104
6.2 Método	106
6.2.1 Participantes	106
6.3 Resultados	107
6.4 Discusión.....	115
7. Discusión General.....	118
7.2 Limitaciones	121
Capítulo 8. Conclusiones.....	124
Capítulo 9. Referencias Bibliográficas.....	126

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por: REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	Fecha: 26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

CAPÍTULO 0

INTRODUCCIÓN GENERAL

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por: REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	Fecha: 26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

0. INTRODUCCIÓN GENERAL

Existen múltiples hipótesis explicativas sobre las dificultades específicas de aprendizaje en matemáticas (DEAM) que han derivado en un uso muy heterogéneo de criterios diagnósticos que incluso se cristalizan en conceptualizaciones diversas. Sin embargo, en lo que sí parece haber acuerdo entre todas ellas es en las dificultades que poseen los sujetos que presentan DEAM en el procesamiento numérico básico (Castro-Cañizares, 2009).

El procesamiento del número se establece como un elemento complejo y multifacético fundamental para la comprensión de los principios matemáticos y sus relaciones. De hecho, está a la base del desarrollo de estrategias para resolver cálculos aritméticos y problemas matemáticos complejos, ya que interviene en la comunicación, procesamiento e interpretación de la información que se requiere para llegar a un resultado correcto (Berch, 2005; Gersten, Jordan y Flojo, 2005).

Tanto el procesamiento correcto del número, como las propias habilidades matemáticas, dependen de la adquisición de un conjunto de destrezas básicas (Desoete y Grégoire, 2006; Kaufmann y Nuerk, 2005; Krajewski y Schneider, 2009; von Aster y Shalev, 2007). Los niños con DEAM adquieren de forma mucho más lenta estas destrezas, arrastrando errores hasta los últimos años de la Educación Primaria, aunque en ocasiones pueden alcanzar a sus pares (Desoete y Grégoire, 2006; Geary, 2011; Jordan, Kaplan y Hanich, 2002). Dentro de estas destrezas básicas de procesamiento numérico, la transcodificación numérica (TN) se convierte en una piedra angular que mediatiza un gran número de destrezas matemáticas (vg., von Aster y Shalev, 2007). En este sentido se ha constatado que los niños con DEAM presentan un déficit en el desarrollo de la TN (Moura, et al 2013).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

El presente trabajo¹ consta de dos capítulos teóricos, en el primero se hace una revisión de la conceptualización de las DEAM, y en el segundo se exponen los diferentes modelos explicativos sobre la TN y un análisis de las diferencias en esta destreza entre los niños con rendimiento matemático normal y los niños con DEAM.

Desde los modelos evolutivos se postula que la comprensión y adquisición del sistema numérico decimal es uno de los primeros hitos alcanzados al inicio de la Educación Primaria y sirve de base para el desarrollo del cálculo (von Aster y Shalev, 2007). Los resultados de investigaciones llevadas a cabo a este respecto indican que las dificultades en la TN en los sujetos con DEAM se presentan únicamente en los primeros cursos de la educación formal (Geary, 2003, 2007, 2010; Moura, Wood, Pinheiro-Chagas, Lonnemann, Krinzing, Willmes y Haase, 2013; von Aster y Shalev, 2007). El primer estudio de esta tesis aborda precisamente este aspecto. Concretamente se estudia si los procesos de TN y los procesos cognitivos involucrados son deficitarios no sólo en estadios tempranos de la escolarización, sino que también se mantienen en el tiempo. Además, se constatará si las dificultades presentadas en TN por los sujetos con DEAM suponen un déficit o bien un retraso evolutivo mediante el uso de un diseño de nivel de rendimiento. Este diseño ha sido ampliamente utilizado en el ámbito de las dificultades específicas de aprendizaje en lectura, sin embargo, para nuestro conocimiento no existen estudios que hayan hecho uso del mismo en el área de las DEAM.

Otro tema ampliamente debatido en la TN es que a pesar de que el cambio de un código numérico a otro es una destreza básica, y puede parecer muy sencilla, subyace a esta destreza una serie de procesos cognitivos complejos, cuyo déficit podría afectar en

¹ Esta tesis doctoral ha sido posible gracias a la ayuda concedida por el Ministerio de Ciencia e Innovación. Proyectos de investigación orientada a la transmisión de conocimientos a la empresa (TRACE), con ref. PET2008_0225 cuyo IP ha sido el director de esta tesis.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

la exactitud y rapidez con la que se realiza este proceso. Se ha evidenciado, que la sobrecarga en los procesos de memoria, enlentece el procesamiento de la información e interfiere con procesos lingüísticos como el procesamiento sintáctico del número (Lopes-Silva, Moura, Júlio-Costa, Haase y Wood, 2014; Moura, et al., 2013). Esto hace que cobre relevancia el segundo estudio del presente trabajo, en el que se pretende establecer el nivel de predicción de la velocidad de nombrado y la conciencia sintáctica en la TN, variables que aunque han sido abordadas de manera separada no se han incluido en un mismo modelo. Además, se estudiará si estas variables predictoras tienen un efecto discriminador entre los grupos con DEAM y sin DEAM.

Por otro lado, el debate de las rutas seguidas para transcodificar números, es uno de los clásicos en la bibliografía científica sobre este tópico. Por un lado, algunos autores plantean que la información semántica o el procesamiento del significado son necesarios para el cambio de código (McCloskey, et al., 1985; McCloskey, et al., 1992; Poner y Da Martelli, 1990). Otros, en cambio, plantean que esta información no es requerida, y que la TN se basa en un procesamiento léxico-sintáctico que se sirve de procesos cognitivos como la memoria de trabajo (Barrouillet, et al., 2004; Deloche y Seron, 1987). Finalmente, existen modelos que intentan conciliar ambas posturas planteando que ambas rutas son válidas (Cipolotti y Butterworth, 1995; Dehaene, 1992; Dehaene, et al., 2003), sin embargo, no explican en qué casos es requerido el uso de una u otra ruta. Recientemente, algunos estudios apuntan que las dificultades de los DEAM en TN podrían deberse a que emplean la ruta semántica para realizar el cambio de código (Bulcke, De Brauwier y Fias, 2014; Imbo, et al., 2014; Moeller, et al., 2011; van Loosbroek, et al., 2009). Al parecer durante el proceso de aprendizaje de los códigos numéricos y del cambio de proceso de uno a otro, los números se procesan inicialmente de forma semántica y paulatinamente el vínculo entre los símbolos y la línea numérica

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

mental no es requerida. Con el tiempo las representaciones arábicas y verbales son almacenadas en un almacén léxico en el que se activan mutuamente. En este punto, los fallos en la TN se deben a la intervención de variables como la memoria de trabajo y habilidades lingüísticas de tipo sintáctico y no semánticas (Barrouillet, et al., 2004).

Se puede deducir entonces, que el uso de la ruta semántica en los DEAM refleja un menor desarrollo en los procesos de TN y que es precisamente el uso de esta ruta la posible responsable del bajo rendimiento en TN. Hasta el momento esta hipótesis no se ha contrastado empíricamente, es por ello que el tercer estudio de este trabajo abordará este aspecto.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

CAPÍTULO 1
DIFICULTADES ESPECÍFICAS
DE APRENDIZAJE EN MATEMÁTICAS

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por: REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	Fecha: 26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04



Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por: REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	Fecha: 26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

1. DIFICULTADES ESPECÍFICAS DE APRENDIZAJE EN MATEMÁTICAS

1.1 Definición de Dificultades Específicas de Aprendizaje en Matemáticas

Las dificultades específicas de aprendizaje (DEA) se definen como problemas específicos en los que se ven afectadas las habilidades instrumentales de lectura, escritura y cálculo. La DEA que se ha estudiado con mayor amplitud es la dificultad de aprendizaje en lectura, en la que se ha alcanzado un acuerdo sustancial en la comunidad científica sobre el perfil cognitivo, criterios diagnósticos y pautas de intervención.

Las dificultades específicas de aprendizaje en matemáticas (DEAM), es un campo controvertido, incluso desde su definición. Este concepto surge entre los años sesenta y setenta de la extrapolación de los resultados hallados en estudios con pacientes adultos con lesiones cerebrales que habían perdido competencias matemáticas que funcionaban de forma correcta antes de la lesión. Posteriormente, se observaron similitudes entre las afecciones presentes en lesionados cerebrales y los déficits en competencias matemáticas que manifestaban niños en edad escolar, a esto se denominó discalculia evolutiva, enfocándolo como un retraso en el desarrollo de las competencias matemáticas. Una de las definiciones más clásicas es la de Kosci (1974), quién la define como un trastorno de origen genético o congénito que afecta a determinadas zonas del cerebro que constituyen el substrato anatómico-fisiológico de la maduración de las habilidades matemáticas acordes a la edad, sin una afectación simultánea de las funciones mentales generales.

A partir de este término se fueron gestando otros avalados por la investigación, contando en la actualidad con una gran diversidad de conceptos asociados a este fenómeno, y que reflejan en cierto modo las pequeñas variaciones a la hora de entender este trastorno. Algunos de los términos más usados se resumen en la siguiente tabla (Ver

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015. Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección https://sede.ull.es/validacion/	
Identificador del documento: 963815	Código de verificación: 18V10gT3
Firmado por: REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	Fecha: 26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

Tabla 1).

Geary (1993) Geary, Hamson y Hoard (2000) Geary, Hoard, y Hamson, (1999)	Mathematical Disability (Incapacidad matemática)
Lewis, Hitch y Walker (1994)	Specific Arithmetic Difficulties (Dificultades específicas en aritmética)
Ginsburg (1997) Montague (1997)	Mathematics Learning Disabilities (Discapacidad en el aprendizaje de las matemáticas)
Ostad (1998b)	Maths Disabled (Discapacidad en matemáticas)
Rourke y Conway (1997)	Disabilities of arithmetic and mathematical reasoning (Discapacidad en aritmética y en el razonamiento matemático)
McLean y Hitch (1999)	Specific Arithmetic Difficulties (Dificultades específicas en aritmética)
Miranda, Fortes y Gil (1998) Sánchez (2001)	Dificultades del Aprendizaje de las Matemáticas
Orrantia (2006)	Dificultades en el Aprendizaje del Cálculo
Jiménez y García (2002)	Dificultades de Aprendizaje en Aritmética
McCloskey, Caramazza y Basili (1985) Macaruso y Sokol (1998) Temple (1991) Gross-Tsur, Manor y Shalev (1996) Von aster y Shalev (2007) Butterworth (2008) Dehaene, Piazza, Pinel y Cohen (2003).	Development Dyscalculia (Discalculia del desarrollo)
Jordan, Kaplan y Hanich (2002)	Mathematics Difficulties (Dificultades en matemáticas)
CIE-10 (Organización Mundial de la Salud, 1992) DSM-V (American Psychiatric Association, 2002)	Trastornos del cálculo

Tabla 1. Autores y términos usados para las dificultades de aprendizaje en matemáticas

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por: REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	Fecha: 26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

La mayoría de definiciones asociadas a estos términos coinciden en caracterizar a la discalculia, desde un punto de vista evolutivo, como una dificultad específica de aprendizaje que afecta la adquisición normal de las habilidades aritméticas, estando involucrados componentes genéticos, neurobiológicos y epidemiológicos.

A nivel estatal, España reconoce las dificultades de aprendizaje como un tipo de necesidad de apoyo educativo a través de la LOMCE, en el Real Decreto 126/2014 publicado en el BOE, de 1 de Marzo de 2014 (pag. 19349), e indica que su identificación, valoración e intervención dependerá de las administraciones educativas. De esta manera, la Consejería de Educación y Universidades del Gobierno de Canarias, indica, en la Orden del BOC 2010/250, de 22 de diciembre, que:

El alumnado con “Dificultades específicas de aprendizaje en cálculo aritmético o discalculia” es aquel que tiene un desfase curricular en el área o materia de matemáticas y, específicamente, en los contenidos relacionados con el cálculo y razonamiento aritmético. Además, ha de mostrar un bajo rendimiento en pruebas estandarizadas, en el cálculo operatorio de adición, sustracción, multiplicación y división, y en ocasiones en la comprensión de problemas verbales aritméticos.

Asimismo, esta dificultad es específica en las áreas y materias curriculares que demandan de manera prioritaria el uso de los procesos de cálculo y razonamiento aritmético, y no en aquellas otras donde la actividad aritmética no es tan relevante.

Del mismo modo, esta dificultad no se debe a una escolarización desajustada, ni tampoco a desequilibrios emocionales, dificultades en la visión o audición, retraso intelectual, problemas socioculturales o trastornos del lenguaje oral. Además, no suele presentarse con dificultades

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

en la lectura o escritura. Se considera que un alumno o alumna tiene dificultades específicas de aprendizaje del cálculo o discalculia cuando, después de someterse a programas de intervención, muestra resistencia a la mejora de los procesos de cálculo y además presenta las condiciones anteriores (pg. 32393).

1.1.1. Criterios diagnósticos y prevalencia de las DEAM

En relación a los criterios específicos para su diagnóstico, existe igualmente una gran variedad de ellos, en cierta manera, vinculada a la diversidad de conceptualizaciones. Uno de los criterios tradicionales y actualmente en desuso, es el criterio de discrepancia CI-rendimiento, en el que se establece que el rendimiento en matemáticas del sujeto evaluado debe estar 1 o 2 desviaciones típicas por debajo de la media y debe discrepar con el coeficiente intelectual el cuál debe ser normal o estar por encima de la normalidad (vg. Asociación Americana de Psiquiatría, 2014). Este criterio fue desestimado, ya que en diversos estudios se demostró que las dificultades en aritmética son independientes del CI y se manifiestan por igual sin importar si el nivel intelectual es bajo, promedio o alto (Jiménez y García, 2002).

Por otro lado, desde el punto de vista psicométrico, surge el criterio absoluto de bajo rendimiento, que se basa en la severidad de la dificultad en las matemáticas estableciendo puntos de corte en pruebas aritméticas estandarizadas por edad y curso, normalmente de carácter curricular. Los puntos de corte más utilizados varían del percentil 10 al percentil 35 (v.g. Geary, 1993; Jordan, et al, 2002). Este criterio es mucho más fiable, ya que se basa en pruebas estandarizadas que miden contenidos de matemáticas, en la actualidad es el criterio más usado en investigación (Mazzoco y Myers, 2003).

Otro criterio ampliamente utilizado es el de la disparidad entre el rendimiento

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

actual y el esperado, es decir, el rendimiento académico actual en el área de matemática se compara por un lado con el esperado para su curso, y, por otro lado, con el rendimiento académico en esta área instrumental de los niños de su mismo curso y de cursos inferiores. Con este criterio se identifica a niños con discalculia cuando su rendimiento actual es equiparable al de dos cursos inferiores y se concluye que tienen dos años de retraso en esta área (Miranda, Fortes y Gil, 1998). Este criterio suele usarse de forma conjunta con los criterios de exclusión, los cuales especifican que para diagnosticar discalculia, previamente, deben descartarse la presencia de: a) deficiencias sensoriales, físicas o intelectuales; b) problemas emocionales; c) retraso social y cultural o restricción de oportunidades educativas que pudieran estar explicando el retraso en el aprendizaje de la aritmética (Miranda et al, 1998).

Una visión más novedosa que surge a partir de la práctica del Modelo de Respuesta a la Intervención (Response to Intervention Model, RtI) es la de concebir un diagnóstico positivo cuando el sujeto no responde a una intervención explícita, directa y sistematizada ajustada a sus dificultades. Este modelo parte de la idea de que hay algunos niños que no se benefician de la instrucción convencional y requieren una atención especializada impartida en pequeños grupos o de forma individualizada (Fuchs y Fuchs, 2006; Fuchs, Compton, Fuchs y Paulsen, 2005; Gresham y Little, 2012; Bryant, Bryant, Roberts, Vaughn, Pfannenstiel, Porterfield, y Gersten, 2011). Al aplicar esta intervención específica se ha observado que hay niños que responden a la instrucción, siendo posible incorporarlos al programa regular del aula, en cambio, los niños con dificultades de aprendizaje en aritmética se resisten a este tratamiento y no mejoran (Vellutino, Scalon y Lyon, 2000).

A nivel regional, en la Orden del BOC 2010/250, de 22 de diciembre la Consejería de Educación y Universidades del Gobierno de Canarias, basa su criterio en

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

el modelo de corte psicométrico, estableciendo para el diagnóstico del alumnado con DEAM:

Un alumno o alumna se identifica con las “Dificultades específicas de aprendizaje en aritmética o discalculia”² cuando muestra los siguientes indicadores: un bajo rendimiento en tests estandarizados de cálculo respecto al curso que le correspondería por edad, con un percentil inferior a 25 en tareas de resolución de algoritmos, una competencia curricular en aritmética de, al menos, dos cursos escolares por debajo de su edad cronológica, así como un rendimiento normal mediante pruebas estandarizadas de lectura y escritura, salvo que el bajo rendimiento se deba a una dislexia o a una disgrafía; además de un cociente intelectual superior a 80 en test de inteligencia general. Después de constatados los criterios anteriores, el escolar podría presentar, en ocasiones, un percentil inferior a 50 en pruebas estandarizadas de tareas de resolución de problemas verbales aritméticos (pg. 32393).

La aplicación de esta gran diversidad de criterios, según Mazzocco y Myers (2003) da como resultado diferencias en las cifras de prevalencia reportadas en los distintos estudios. Según estos autores en base a una revisión exhaustiva realizada sobre los puntos de corte, la mejor manera de identificar a niños con discalculia es a través de la persistencia de las debilidades en aritmética. Por otro lado, Shalev y von Aster (2001) sugieren que los criterios más adecuados para el diagnóstico serían el uso conjunto del criterio absoluto de bajo rendimiento, el de disparidad entre rendimiento actual y el esperado, y los criterios de exclusión. Estos mismos autores, con

² En adelante se utilizarán indistintamente los términos dificultades específicas de aprendizaje en matemática (DEAM) y discalculia.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

posterioridad, hicieron una revisión de los hallazgos sobre los índices de prevalencia en estudios recientes que han usado muestras amplias y una variedad de test estandarizados que miden distintas áreas de rendimiento (ver Tabla 2).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por: REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	Fecha: 26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

Autor (es)	Criterio(s) de Diagnóstico	Muestra	Prevalencia hallada
Desoete, Roeyers y DeClercq (2004)	- Criterio de discrepancia - Criterio de severidad (2 DT por debajo del promedio) - Resistencia al tratamiento	3º y 4º curso de Educación Primaria (N=2655)	3º Niños=7,2% Niñas=8,3% 4º Niños=6,9% Niñas=6,2%
Koumoula, Tsironi, Stamouli, Bardani, Siapati, Graham-Pavlou, et al. (2004)	- Criterio de severidad (<1.5 DT en la prueba ZAKERI)	240 sujetos	6,3%
von Aster, Weinhold Zulauf y Horn (2006)	- Criterio de severidad (<1.5 DT en la prueba ZAKERI-R)	337 sujetos	6,0%
Mazzocco y Myers (2003)	- Subpruebas de habilidades aritméticas de distintas pruebas (Key math subtests, test of early math ability TEMA-2, Woodcock-Johnson revised math calculation subtests). - Persistencia en el diagnóstico por más de un curso académico.	Infantil a 3º curso	- Con 1 Criterio 45%, casi la mitad de los niños de infantil - Con 2 Criterios de 5% (requisito absoluto) a 21% (puntuación basada en la discrepancia) para 3º curso.
Barbaresi, Katusic, Colligan, Weaver y Jacobsen (2005)	- Fórmula de regresión de Minnesota - Criterio de discrepancia - Bajo rendimiento	1509 sujetos de la misma cohorte fue evaluada desde los 11 a los 19 años	- A los 11 años 4,9% a 10% - A los 13 años 5,3% a 11% - A los 19 años 5,9% a 13,8%

Tabla 2. Prevalencia de las DEAM (Shalev y von Aster, 2008)

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por: REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	Fecha: 26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

De esta revisión se concluye que las DEAM poseen porcentajes de prevalencia similares a la dislexia con un rango que oscila entre el 3-14%, aunque la mayoría de las investigaciones coinciden en que el porcentaje de prevalencia oscila entre el 5-7%. Adicionalmente, de la información demográfica se extrae que los niños tienen mayor riesgo de padecerla que las niñas, con un riesgo relativo de 1,6 a 2,2 (Shalev y von Aster, 2008).

1.2 Modelos teóricos explicativos de las DEAM

1.2.1 La discalculia como un fallo en la representación numérica.

1.2.1.1 Sentido numérico.

Esta teoría, con base en el Modelo del Triple Código (Dehaene, 1999), sugiere que existe un déficit nuclear para la discalculia, semejante a lo que es la conciencia fonológica para la dislexia, denominado sentido numérico. Las habilidades recogidas dentro de este constructo están vinculadas principalmente a la manipulación de la representación analógica del número (v.gr. estimación numérica). Esta representación o código numérico según el Modelo de Triple Código se encuentra ubicada en los segmentos horizontales de los surcos intraparietales. También forman parte de este constructo aquellas destrezas matemáticas vinculados al código verbal numérico (v.gr. recuperación automática de hechos numéricos como multiplicaciones o sumas de un dígito). El funcionamiento de este código verbal está vinculado en el giro angular del hemisferio izquierdo (Chochon, Cohen, van de Moortele, y Dehaene, 1999; Dehaene, Spelke, Pinel, Stanescu, y Tsivkin, 1999). Aunque con menor impacto en este constructo existen destrezas matemáticas básicas deficitarias asociadas a la manipulación de códigos arábigos (v.gr. lectura y escritura de números). Se ha constatado que estas habilidades tienen su correlato anatómico en el lóbulo parietal superior el cual se activa especialmente cuando las tareas numéricas requieren manipular aspectos viso-espaciales

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

(Dehaene et al., 1999; Pinel, Dehaene, Riviere, y LeBihan, 2001).

Esta hipótesis surge en respuesta al concepto de la numerosidad como núcleo de la discalculia. Desde esta teoría del déficit en sentido numérico se postula que los niños pequeños representan las cantidades de forma continua (representación analógica y aproximada de la cantidad) y que estas se van relacionando paulatinamente con etiquetas verbales que se refieren a los números enteros. Siguiendo esta lógica los niños nacen con una representación no simbólica y aproximada de la numerosidad y a través de la experiencia y la instrucción se van adquiriendo las representaciones simbólicas exactas.

A partir de lo expuesto, se propone que existen dos tipos de déficits en el sentido numérico, uno de tipo no- simbólico y otro de tipo simbólico. El proceso de representación no simbólica empieza desde el primer año de vida, con una comprensión numérica de tipo espacial, un déficit en estos primeros instantes tiene como consecuencia dificultades en la comprensión del significado de los números, lo que repercute en la comparación y la adición aproximada de objetos (Dehaene et al., 1999).

Posteriormente mediante el contacto con el entorno y la instrucción formal surge el aprendizaje simbólico de los números, con el manejo inicial de la lectura y escritura de números y el cálculo con un dígito. Este mismo sistema bimodal logra contraponer el procesamiento diferencial que existe entre la aproximación y el cálculo exacto (Dehaene et al., 1999).

1.2.1.2 Teoría del módulo numérico defectuoso (Butterwoth 1999; 2005; 2008).

Plantea que la discalculia se debe a un problema con la representación de la numerosidad (cantidades discretas) que subyacen a la comprensión del significado de los números y en consecuencia dificulta la resolución de operaciones matemáticas exactas o aproximadas. Estas cantidades discretas hacen referencia a la comprensión de

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

porque dos conjuntos de objetos tienen la misma cantidad de objetos, y esta deducción por parte de los niños viene dada en el desarrollo de la correspondencia 1 a 1 del conteo de objetos. La adquisición de esta noción de “numerosidad”, se va extrapolando paulatinamente mediante la experiencia al conocimiento de las palabras que denotan los nombres de estos objetos, es decir, la numeración o nombre de los números. De esta manera, se pasa de un estadio que se da en edades muy tempranas donde los niños cuentan los objetos asignándoles nombre a etapas más avanzadas en el desarrollo evolutivo en la que se pueden representar mentalmente objetos o cantidades no visibles, otorgando su nombre correspondiente y la magnitud que se asocia a ellos.

Este modelo plantea que existe una capacidad innata en los seres humanos para cantidades, cuyo correlato neuronal está ubicado en el lóbulo parietal. Las dificultades de aprendizaje las atribuye, de esta forma, a una disfunción interna del pensamiento numérico básico en el manejo de las cantidades, el retraso en el desarrollo de esta habilidad trae como consecuencia problemas en la comprensión de conceptos numéricos y la realización de operaciones con números.

1.2.2 La discalculia como un déficit en los procesos mentales de propósito general

Esta corriente afirma que la discalculia del desarrollo se explica por fallos en procesos cognitivos de orden superior como la memoria de trabajo, la habilidad visoespacial y el razonamiento verbal.

Se ha evidenciado que los déficits en la memoria semántica explican gran parte de las deficiencias en la recuperación de hechos numéricos. Sin embargo, no se han encontrado evidencias concluyentes entre los otros módulos de memoria y la discalculia (Geary, 1993; 1995; 2010).

En relación a las habilidades verbales, la evidencia de su influencia en el rendimiento en matemáticas queda reflejada en la existencia de comorbilidad entre

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

dislexia y discalculia constatado que los niños sólo con dificultades en aritmética tienen un perfil de rendimiento diferente a los que presentan comorbilidad con dislexia.

Adicionalmente se ha evidenciado que otras habilidades de razonamiento verbal como la conciencia y memoria fonológica influyen en la habilidad para resolver algoritmos en la educación primaria (Bull y Johnston, 1997; Geary, 1993; Logie, Gilhooly y Wynn, 1994).

La influencia de la habilidad espacial radica en que los déficits en la representación del espacio interfieren en la representación de la línea numérica y por ende en la construcción de la noción de magnitud numérica. Además, la habilidad visoespacial participa en álgebra y trigonometría (Geary, et al., 2012).

Los hallazgos en relación a la influencia de velocidad de nombrado (Rapid automatized naming, RAN) en el rendimiento en aritmética, han tenido una gran repercusión en la investigación sobre las dificultades de aprendizaje en los últimos años (Denkla y Cutting, 1999). La prueba de RAN consiste en nombrar secuencialmente lo más rápido que sea posible una serie de letras, dígitos, colores y objetos. En el estudio original se encontró que los niños con dificultades de aprendizaje en general muestran dificultades al realizar esta tarea, especialmente los diagnosticados con dislexia (Denckla y Rudel, 1976). Para Wolf et al. (2002), esta tarea requiere la interacción y ensamblaje temporal de una serie de procesos perceptuales, léxicos- semánticos y motóricos-articulatorios.

Esta tarea puede ser complicada para los DEAM en lo referente al procesamiento de los números, ya sea por un problema en su representación (Dehaene, 1997), por un déficit en el módulo numérico (Butterworth, 1999 y Lander, et al., 2004) o por un problema en el almacenamiento y recuperación de la memoria semántica de la información numérica (Geary, 1993).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

Temple y Sherwood (2002) reportan un bajo rendimiento en RAN de colores y dibujos en niños con bajo rendimiento en recuperación de hechos numéricos DEAM de 11 años, lo que parece indicar que estos niños poseen una dificultad en la velocidad en el acceso en general y no específico a la información matemática.

En esta misma línea Mazzocco y Grimm (2013), a través de un estudio longitudinal evaluaron el rendimiento en RAN de letras, números y colores en niños DEAM de infantil a segundo de la ESO, seleccionados a través de una prueba de rendimiento estandarizada. Encontraron que los niños del grupo DEAM de infantil poseían tiempos de respuestas mayores en las tres tareas de RAN que sus coetáneos; esta dificultad se mantiene hasta segundo de la ESO, donde los DEAM son significativamente más lentos en RAN de letras y colores que un grupo de su misma edad con un buen rendimiento en matemáticas.

De forma contraria, al explorar el rendimiento en RAN en estudios con grupos comórbidos, se evidenció que los DEAM entre 8 y 10 años poseían un bajo rendimiento en RAN números, lo que se interpreta como una confirmación de los problemas de aprendizaje asociados al procesamiento de la información numérica (Lardnerl, Fussengger, Moll y Willburger, 2009; Willburger, Fussenegger, Moll, Wood y Lardnerl, 2008).

En un estudio realizado con grupos con disléxicos, DEAM y un grupo comórbido se evidencia que las diferencias significativas se encuentran entre el grupo control y el grupo comórbido, y no así en los grupos con un solo déficit, esto parece indicar que el bajo rendimiento en RAN es el resultado de una sumatoria de pequeños déficits en singulares que no es apreciable si se observan por separado, es decir los dificultades en RAN en dislexia y DEAM son independiente una de otra y que los resultados positivos en baja velocidad de nombrado en dígitos encontrada en los DEAM

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por: REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	Fecha: 26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

se puede deber a una comorbilidad oculta con dislexia (van der Sluis, de Jong y van der Leij, 2004).

1.2.3 La discalculia como un déficit en el acceso (Rousselle y Noël, 2007).

Plantean que los niños con discalculia tienen un déficit en el acceso a la representación de las cantidades a través de los símbolos numéricos, ya que los niños con discalculia han cometido más errores y son más lentos cuando deben manipular representaciones simbólicas que cuando se opera con representaciones no simbólicas.

1.3 La discalculia desde una perspectiva evolutiva.

Para el estudio evolutivo del desarrollo de las habilidades matemáticas es conveniente abordar el fenómeno desde una perspectiva jerárquica, en la que ciertos conocimientos son requeridos como cimientos o andamio de otros de mayor complejidad (Gallistel y Gelman, 1992; Kaufmann y Nuerk, 2005; Krajewski y Schneider, 2009; von Aster y Shalev, 2007).

Krajewski (2008), postula un modelo del desarrollo de la aritmética temprana en el que existen tres niveles diferentes para construir el conocimiento matemático.

- Habilidades numéricas básicas, en el que los niños están listos para discriminar entre cantidades a “recitar los números”, sin acceder a su significado cuantitativo semántico.
- Concepto cantidad-número, donde hay una conexión entre las magnitudes de los números y el nombre de los números que las representan.
- Relación numérica, es el punto en el que el niño entiende que la diferencia entre dos números es otro número.

En su estudio los niños muestran una propensión biológica para adquirir las habilidades aritméticas más básicas, sin necesidad de la instrucción formal (v.gr.,

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

conteo, comparación y comprensión de cantidades) (Dehaene, 1997; 2001; Gallistel y Gelman, 1992; Shalev y Gross-Tsur, 2001).

Se podría entonces construir cierta secuencia en el aprendizaje de las matemáticas que se inicia con procedimientos primitivos de clasificación y seriación de objetos, seguidos del desarrollo de estrategias de conteo de objetos en la que se va adquiriendo la secuencia de los números y la cardinalidad. Progresivamente se construye la estructura del sistema numérico, es decir, el conocimiento de la posición de unidades, decenas y centenas del sistema numérico decimal, este conocimiento es el primer paso que acerca al manejo de los números como símbolos con un significado especial que permitirá compararlos en función de su magnitud y operar con ellos (Desoete y Grégoire, 2006).

Se ha reportado que los niños de 3 a 4 años pueden contar hasta cuatro objetos, luego después de un año pueden contar hasta quince, y pueden comprender el concepto de lo que representan estos números (Shalev, Manor, y Gross-Tsur, 2005).

A los 8 años pueden escribir hasta números de tres dígitos (sin invertir, agregar o integrar ceros de más), reconocer símbolos aritméticos y resolver ejercicios simples de sumas y restas. Sin embargo la habilidad para resolver de forma completamente eficiente sumas, restas, multiplicaciones y divisiones entre los 9 y 12 años (Shalev, Manor, y Gross-Tsur, 2005). Como se verá en lo sucesivo, estas fases se ven entorpecidas en los niños con DEAM.

1.3.1 Modelo de cuatro pasos del desarrollo de la adquisición del número (von Aster y Shalev, 2007).

Este modelo tiene un enfoque neuropsicológico y evolucionista, ya que pretende explicar las posibles disfunciones de las DEAM en función de la adquisición y desarrollo de las habilidades matemáticas y las estructuras cerebrales implicadas en ellas.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

Conceptualiza las DEAM como un trastorno del “number sense” o “sentido numérico” determinado por factores genéticos, este término es definido, como “la habilidad universal para representar y manipular magnitudes numéricas no verbales y espacialmente orientadas en una línea numérica mental” (Dehaene, 2001, p. 1). Esta habilidad se desarrolla a lo largo de la Educación Primaria y requiere para su completo desarrollo la participación de la memoria y la simbolización lingüística.³

La formulación del modelo está organizada jerárquicamente, lo que facilita, teóricamente hablando, en qué paso del desarrollo surge el déficit de las habilidades matemáticas. Esta sería una representación gráfica del modelo (Ver Figura 1).

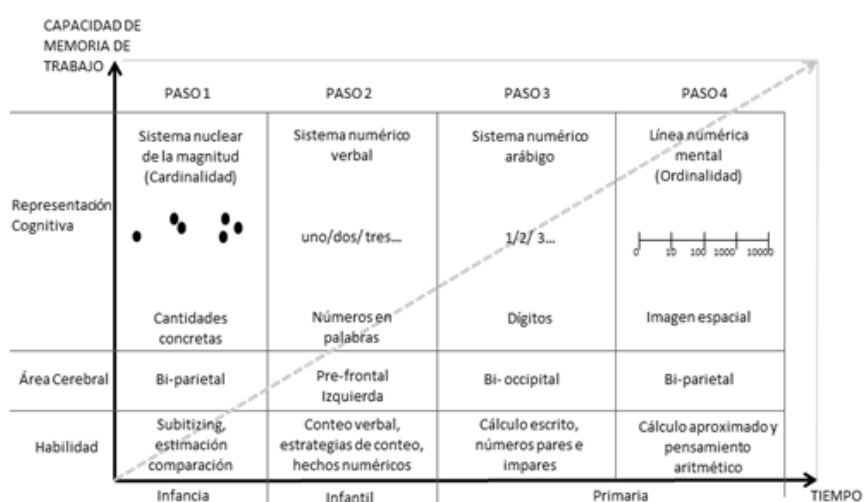


Figura 1. Modelo de cuatro pasos del desarrollo de la adquisición del número (Traducido de, von Aster y Shalev, 2007; pag. 870).

En el paso 1 se describe, cuáles son las manifestaciones matemáticas

³ En adelante el término number sense será denominado sentido numérico. La definición de éste en el modelo de Dehaene será abordado ampliamente en la hipótesis del sentido numérico.

Firmado por: REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	Fecha: 26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

fundamentales asociadas a la Infancia, y que son prerequisites para el desarrollo normal posterior de habilidades más complejas. Específicamente los autores hacen referencia a la cardinalidad (etiqueta verbal que denota la magnitud de un conjunto de objetos), las funciones de *subitizing* (percepción de la magnitud de conjuntos inferiores a cuatro objetos sin necesidad de contarlos). Estas destrezas permitirán a los niños ser conscientes de la numerosidad y del principio de magnitud, para a su vez estar en disposición de asociar símbolos verbales y arábigos a los mismos que permita operar con estos constructos. Esto último tiene lugar en el paso 2. No obstante un déficit de comprensión y manipulación a este nivel representacional, tendrá obviamente repercusiones en el segundo paso. Tal y como señalan los autores, si el primer paso no concluye apropiadamente, tendrá como consecuencia a nivel conductual, fallos en rutinas de conteo, en el almacenamiento en la memoria de asociaciones matemáticas precursoras del cálculo aritmético, etc. A su vez, esto limitará la transición por el paso 3, en el que los sujetos asimilan el sistema numérico arábigo, y por lo tanto las habilidades de transcodificación, aspectos conceptuales como el valor posicional, en definitiva, lo que constituye las bases del sistema decimal. Finalmente, en el paso 4 se esperaría una consolidación de las habilidades previas, y su contribución al manejo de la representación mental de la imagen ordinal-espacial de los números. Sin embargo, en el caso de los niños con DAM, esta consolidación no se produce, lo que puede observarse en el bajo manejo de la línea numérica mental, que permite realizar comparaciones numéricas con rapidez y exactitud, realizar estimaciones de cálculo numérico, etc.

1.3.2 Modelo evolutivo (Geary, 1993; 1995; 2010).

Geary diferencia tres grandes componentes vinculados a la adquisición de habilidades numéricas y aritméticas, las cuales están igualmente a la base de las DEAM. Concretamente hace una distinción entre el componente cognitivo, el componente

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

neuropsicológico y el componente genético.

El componente neuropsicológico asume que existen múltiples regiones cerebrales que contribuyen en el aprendizaje de las matemáticas. Se establecen tres premisas generales: (a) El sistema cerebral que soporta el procesamiento matemático en el cerebro adulto no es el mismo que soporta el aprendizaje de estos procesos en el desarrollo del cerebro; (b) El avance en el estudio de las DEAM se circunscribe en el estudio y comprensión del funcionamiento cerebral; (c) Las diversas tareas matemáticas exigen la implicación de distintas regiones cerebrales.

En la formulación inicial de este modelo (Geary, 1993) el componente cognitivo estaba compuesto por tres tipos de déficit, el primero se manifiesta en la representación o la recuperación de hechos numéricos de la memoria semántica. El segundo tipo de déficit hacía referencia a problemas en la ejecución de procedimientos aritméticos. El tercer tipo incluía problemas en la representación visoespacial de la información numérica.

Geary (1995), sigue desarrollando su modelo y hace una distinción entre habilidades cognitivas biológicamente primarias y las secundarias. Esta diferenciación se basa en el análisis de la influencia de lo biológico y lo cultural. Las habilidades biológicamente primarias tienen un sustrato neurológico, el cual determina el funcionamiento cognitivo. A su vez el procesamiento cognitivo numérico sirve como soporte para la adquisición de conocimientos matemáticos instruidos y manejados en el ambiente escolar, lo cual constituye las denominadas las habilidades secundarias. Estas habilidades requieren de una instrucción explícita y formal, y se adquieren gradualmente.

Geary (2010) realiza una actualización de su teoría, de manera que, en la

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

actualidad el planteamiento es que los tres componentes cognitivos que influyen en el desarrollo y manifestación de las DEAM quedan descritos de la siguiente manera:

- *Déficits en la recuperación de hechos numéricos ocasionados por problemas en la memoria de trabajo y de la memoria semántica a largo plazo* (v.gr., $9 \times 3 = 27$). Se formula que las estrategias para resolver cálculos evolucionan a partir del conteo con los dedos, pasando por el conteo verbal y finalmente con la recuperación directa de las operaciones de la memoria. La experiencia en las operaciones básicas de un dígito facilita que se almacenen los resultados correctamente y se puedan recuperar con facilidad, promoviendo la adquisición de conocimientos matemáticos más complejos. Si se utilizan estrategias de conteo, la memoria de trabajo se sobrecarga y la representación de los números decae después de que se termina de contar, en este caso el resultado del conteo puede ser incorrecto y de ser correcto tendrá una asociación débil con la operación por lo que no se hará la representación del hecho numérico en la memoria semántica a largo plazo. Así se hace evidente la relevancia de la exactitud (memoria de trabajo) y la velocidad (velocidad de procesamiento) para el almacenamiento y recuperación de los hechos numéricos de la memoria semántica a largo plazo.
- *Déficits en la ejecución de procedimientos para resolver problemas aritméticos*, caracterizado por cometer errores frecuentemente y el uso de algoritmos inmaduros ocasionados, en su mayoría, por déficits atencionales y déficits en la habilidad para representar e interpretar representaciones visoespaciales de la información matemática que se manifiesta al ordenar y realizar llevadas en operaciones de más de un dígito.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

- *Déficits en el sentido numérico*, que para este autor consiste en la comprensión inherente e implícita de la cantidad o magnitud de pequeños grupos de objetos, sus símbolos (Números arábigos) y su representación (3 → ■■■), y la aproximación de la magnitud de cantidades grande. Este conocimiento se manifiesta en habilidades como: (a) estimación de cantidades en conjuntos pequeños de 3 o 4 objetos mediante el *subitizing*; (b) uso del procesamiento no verbal para sumar y restar cantidades pequeñas de objetos; (c) estimar la magnitud de un conjuntos de objetos y el resultado de operaciones numéricas simples.

Este modelo plantea que el déficit en recuperación de hechos numéricos y el déficit procedimental se fundamentan en déficits previos en el componente de sentido numérico. Es decir, la base se asocia a un déficit biológicamente primario (el sentido numérico) que subyace a dos tipos de déficits secundarios (hechos numéricos y procedimental). Sin embargo, mantiene que los déficits son independientes entre sí, ya que las investigaciones han planteado que se puede poseer problemas en alguna de estas áreas sin que las otras se vean afectadas. En este sentido, se plantean la existencia de tres subtipos de DEAM, uno en donde su déficit estaría concentrado en el sentido del número, otro en el que la dificultad estaría concentrada en la recuperación de hechos numéricos y el último que se manifestaría por dificultades en el área procedimental de la aritmética.

1.3.3 Otros hallazgos

Un aspecto importante a considerar en la respuesta educativa, es conocer cuál es el ritmo de aprendizaje y los déficits que presentan en matemáticas los niños y niñas con dificultades, para así poder adaptar mejor la respuesta educativa.

Geary, Bailey, Littlefield, Wood, Hoard, y Nugent, (2009), reportan que el bajo

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por: REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	Fecha: 26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

rendimiento en la recuperación de hechos numéricos y el concepto de número son las habilidades en las que se sostiene el déficit en la discalculia, En este sentido, en otros estudios con niños con DEAM se ha evidenciado que los fallos en la comprensión de los conceptos numéricos básicos como el conteo hacia delante y hacia atrás, la cardinalidad y el conocimiento del sistema arábigo-verbal y el cambio de código, podrían ser una causa fuertemente asociada a los déficits presentados en esta dificultad y que se manifiesta independientemente de otras habilidades (Desoete y Grégoire, 2006; Landerl, Bevan y Butterworth, 2004).

Generalmente, en estadios tempranos, se constata que los niños con DEAM, muestran una representación menos precisa de las cantidades y una conexión pobre entre las cantidades y la representación simbólica de los números (Landerl, et al., 2004; Whyte y Bull, 2008). De esta manera, la adquisición del sistema numérico decimal sobre el que se construye la aritmética moderna, queda comprometido. El manejo de este sistema es el que permite que podamos operar con expresiones numéricas de más de un dígito, ya sea para escribirlas, leerlas y resolver de una forma más efectiva operaciones de multidígitos (Fuson y Kwon, 1992). Hay datos que muestran que la escritura de números correlaciona con un alto nivel de rendimiento en problemas de aritmética, y que, al incrementar la elaboración de la secuencia numérica, junto con el aprendizaje de las cifras, el niño va representando los números uno a uno en la secuencia influyendo en el empleo de mejores procedimientos basados en el valor del número (Johansson, 2005).

En niños mayores (9-10 años) las manifestaciones de la discalculia son diferentes. En esta edad ya los niños han adquirido satisfactoriamente o al menos procedimentalmente las habilidades de conteo y también escriben, leen y establecen relaciones apropiadas entre magnitudes numéricas. Sin embargo, muestran dificultades

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

en el manejo del dinero, manejo del calendario, para recuperar información numérica, todo lo cual afecta también a la resolución de problemas. Muestran también déficits en el conocimiento procedural necesario para resolver operaciones con multidígitos debido, motivado por el uso de estrategias inmaduras e ineficientes para resolver estos problemas, lo que a su vez provoca que olviden la operación que están realizando, las llevadas, etc. Entre los 10 y 11 años los DEAM están en el cuartil inferior con respecto a su clase y la mitad de estos niños presentarán dificultades persistentes desde el 5º grado hasta el 8º (2do de la ESO) (Geary, 2011).

En definitiva, los hallazgos mencionados replican empíricamente el modelo evolutivo propuesto por von Aster y Shalev (2007), y ponen de manifiesto la importancia de las habilidades iniciales para adquirir habilidades posteriores. Entre estas habilidades, la transcodificación numérica es el nexo de unión entre las habilidades más básicas vinculadas según Geary (1993, 1995 y 2010) a aspectos más primarios y biológicos con aquellas de tipo secundarias e instruibles como el cálculo aritmético y la representación ordinal de la línea numérica. A pesar de la posición clave en el desarrollo evolutivo de las habilidades aritméticas de esta destreza, especialmente en el caso de los niños con DEAM, la transcodificación ha sido subestimada en relación al estudio de otras destrezas numéricas como la recuperación de hechos numéricos, estimación numérica o comparación de magnitudes.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

CAPÍTULO 2

TRANSCODIFICACIÓN NUMÉRICA

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por: REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	Fecha: 26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

2. TRANSCODIFICACIÓN NUMÉRICA

El modelo de triple código postula que los números son manipulados en tres códigos distintos arábigo, verbal y analógico. Y que el formato o código empleado va a depender de la tarea o estímulo que se presente al sujeto (Dehaene, 1992; Dehaene, Piazza, Pinel y Cohen, 2003).

La primera premisa afirma que los números pueden ser representados en tres códigos distintos: (a) auditivo verbal, que usa los módulos del lenguaje, es decir la secuencia de palabras que denominan los números; (b) visual arábigo, en el que los números son procesados en su formato arábigo escrito haciendo uso de la representación espacial; (c) magnitud analógica, que se refiere a la representación de las cantidades numéricas que se activan en base al formato de la línea de números, este código es el único que se puede observar también en infantes y primates. La representación del modelo se presenta a continuación (Dehaene, 1992; Dehaene, Piazza, Pinel y Cohen, 2003). (Ver Figura 2).

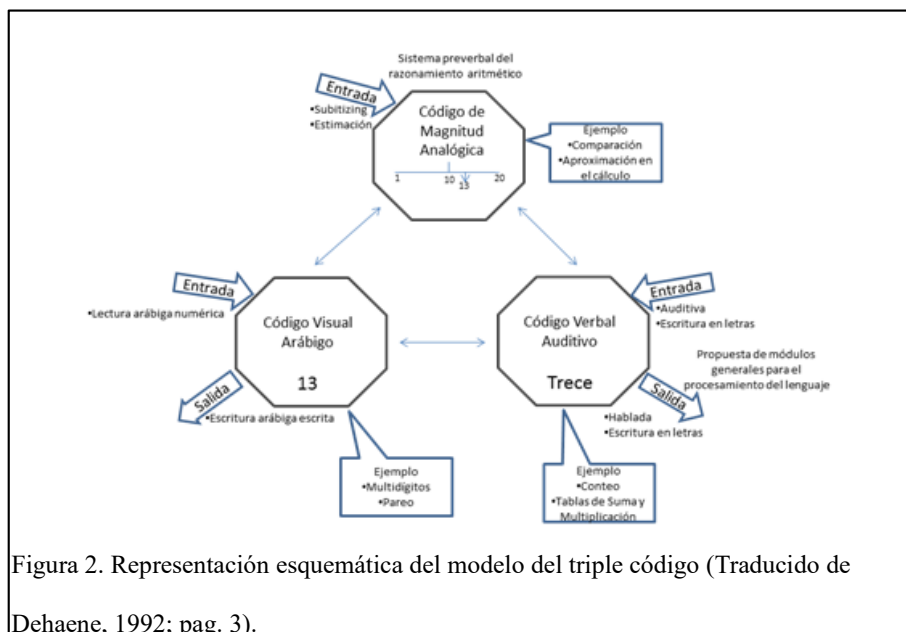


Figura 2. Representación esquemática del modelo del triple código (Traducido de Dehaene, 1992; pag. 3).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015. Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección https://sede.ull.es/validacion/		
Identificador del documento: 963815		Código de verificación: 18V10gT3
Firmado por: REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	Fecha: 26/06/2017 14:51:01	
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15	
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14	
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04	

Aquí se observa cada uno de los formatos o códigos dentro de un octágono. Las líneas gruesas de ENTRADA y SALIDA muestran los tipos de estímulos que activan y que generan respuesta en este código en particular. Los cuadros de diálogo muestran ejemplo de tareas en las que se emplea ese código. Las líneas finas muestran como existe una traducción o transcodificación bidireccional entre todos ellos dependiendo de la tarea que se esté solicitando.

La activación del código visual arábigo proviene de un estímulo que corresponde a este formato, es decir un número en formato arábigo que es transformado a un código numérico interno y a su vez genera como salida una respuesta motora de la escritura arábigo, habilidad fundamental para la resolución de múltiples tareas aritméticas, por ejemplo, resolución de multidígitos.

Por otro lado, la entrada de un estímulo numérico en formato verbal o escrito en letras activaría el código verbal auditivo llevando a una producción motórica del habla o de la escritura del número en letras. El código analógico tiene como entrada la estimación de cantidades y el *subitizing* representándose como la función psicofisiológica de Fechner.

En resumen, este modelo plantea la traducción o cambio de un código a otro. En el caso de la traducción entre el código visual arábigo y el código verbal las secuencias de palabras corresponden a la representación de los números arábigos que implica en ambas direcciones la decodificación sintáctica y el procesamiento léxico del nombre del número, haciéndose hincapié que la traducción del formato arábigo al verbal es asemántica.

Por otro lado, la traducción entre los formatos arábigo y verbal y el código analógico implica transformar el nombre o representación arábigo del número a un código sobre la cantidad o magnitud del número y su representación analógica, en el

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por: REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	Fecha: 26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

caso contrario (del código analógico a los códigos verbal y arábigo) ante el estímulo de un número aproximado o una cantidad de objetos la representación léxica o arábigo es limitada, por ejemplo se constriñe a los números redondos.

La segunda premisa de este modelo afirma, en congruencia con lo explicado anteriormente, que cada procedimiento numérico está atado o ligado a un estímulo específico de entrada y de salida, es decir que cada tarea involucra a uno o más códigos, por ejemplo si el estímulo de entrada es una comparación de un par de números arábigos se pasará del código arábigo al código analógico que ubicará a estos números en la porción de línea numérica que les corresponde para estimar su magnitud y compararlas. Otro ejemplo es el aprendizaje de las tablas de multiplicación, las cuáles son presentadas en un código arábigo y deben ser codificadas en un formato verbal para su memorización.

Debido a que las tareas de índole matemática requieren la representación en los diversos códigos y los cambios entre ellos, una alteración en cualquiera de los códigos tendrá como consecuencia fallos en estas habilidades. Este modelo proporciona correlatos neurobiológicos para cada código. El código visual arábigo se procesa en el área temporo-occipital inferior ventral de ambos hemisferios; el código analógico por el área parietal inferior de ambos hemisferios; y el código verbal a través de las áreas de lenguaje perisilvianas del hemisferio izquierdo.

A partir de esto, el modelo puede realizar predicciones del uso de distintos códigos numéricos y del cambio entre ellos, ejemplificando tareas tipo mediante los que pueden ser valoradas.

2.1 Definición de Transcodificación Numérica

En los modelos expuestos anteriormente desde una perspectiva evolutiva se incide en que aprender el nombre de los números es esencial para construir a los

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

primeros pasos del conocimiento verbal y simbólico de las matemáticas. Esta invención cultural es la base para la representación arábica, que se utilizará no sólo en el ámbito de la enseñanza formal, sino en el entorno cotidiano. Leer un número implica pasar de una representación arábica a una respuesta en formato oral (“10” a /diez/). Por otro lado, la escritura de números exige traducir un estímulo oral a una representación abstracta y arábica del número (/diez/a “10”). El término anglosajón que define la habilidad de representar los números en sus diferentes formatos y poder cambiarlos de unos a otros es *number transcoding*, cuya traducción literal al español es transcodificación numérica. Este proceso pivota entre habilidades lingüísticas y conocimientos sobre el sistema decimal, así la TN es deficiente cuando hay baja comprensión sobre la estructura del sistema numérico decimal (Bedoya y Hormaza, 1991; Orozco y Hederich, 2002).

El proceso de TN depende en gran medida del idioma, ya que, si bien el formato arábico es universal, la representación oral de los números está claramente influenciada por el lenguaje. En lenguas como el inglés, el español y el italiano la transcodificación es directa, ya que el nombre de los números guarda el mismo orden que la representación arábica, es decir, las palabras que denotan la cantidad y la posición del número se presentan consecutivamente de izquierda a derecha tal como deben ser escritos los números, por ejemplo: doscientos cuarenta y tres, corresponde directamente con 243, y viceversa. Por el contrario, idiomas como el árabe, danés, holandés, alemán, malgache y maltés, y en buena parte el noruego y el checo, ocurre una propiedad denominada inversión a partir de las decenas, que consiste en que el orden de los elementos léxicos y su organización sintáctica son invertidos entre los códigos verbal y arábico, por ejemplo, en alemán 23, se escribe *dreiundzwanzig*, que traducido sería “3 y 20” (Zuber, Pixner, Moeller y Nuerk, 2009). Así, los mecanismos de procesamiento de

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por: REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	Fecha: 26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

transcodificación y los tipos de errores que se puedan cometer dependen de las características del idioma.

En los idiomas cuya transcodificación es directa, como el español, las expresiones numéricas responden a un léxico diferenciado que está guiado por reglas sintácticas. Las unidades van del “uno, 1” al “nueve, 9”; luego las decenas, centenas, unidades de mil, etc., se forman a partir de las unidades multiplicadas por 10, 100, 1000, etc., respectivamente. La conformación de los números surge de relaciones multiplicativas y sumativas entre los números, por ejemplo, trescientos significa el valor del número 3 por 100, mientras que 308 se refiere al valor del número 3 por 100 más 8.

De esta manera, en el formato verbal, los números están conformados por dos partes, la primera son las partículas que marcan cantidad, palabras como dos, cuatro o prefijos como cuar/cinc. La segunda son partículas que marcan la potencia de diez, por ejemplo, palabras como cien o mil o sufijos como enta/cientos (Orozco y Hederich, 2002).

Contrario al sistema verbal, el formato arábigo es simple, ya que el sistema decimal se conforma sólo de diez elementos o numerales que van del 0 al 9 y su valor depende de la posición que ocupen en la cifra, empezando por la derecha e incrementando por el poder de 10 a cada espacio hacia la izquierda. Si no hay un valor para una posición se coloca el 0, y se mantiene el valor del 10 para el próximo dígito a la izquierda. Así se dota al número de un doble valor, el correspondiente a las unidades o a la cantidad y el valor relativo al orden, que se refiere a la posición que ocupa el número en la cifra (Bedoya y Orozco, 1991).

Cuando se dicta un número, se cambia del formato verbal al formato arábigo y la demanda cognitiva radica en emplear habilidades lingüísticas y conocimientos sobre el sistema de notación, ya que se exige convertir las partículas morfológicas que marcan

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

la cantidad y la potencia de diez a una codificación de carácter sintáctico que define la posición que debe ocupar el número en la cifra (Bedoya y Hormaza, 1991; Orozco y Hederich, 2002).

Entonces la transcodificación del formato verbal al arábigo, no implica sólo el cambio de código, sino también convertir las marcas de unidades en la posición del dígito en el numeral arábigo. Desde esta perspectiva el niño debe seguir los siguientes pasos.

- Fragmentar la expresión numérica verbal hablada que escucha en función de sus componentes (marcadores de cantidad y marcadores de potencia en base diez).
- Transcodificar cada marca al correspondiente código y posición en el output arábigo (traducir marcas de cantidad a dígitos, traducir marcas de potencia 10 a las posiciones de valor).

Lubin et al (2013), emplearon el método de neuroimagen morfometría basada en vóxel, en dos grupos de escolares de 10 años que se diferenciaban en TN en tareas simbólicas (números verbales y arábigos) y en tareas no simbólicas (estimación de cantidades y línea numérica). Se midieron las diferencias focales en la anatomía del cerebro y se compararon sus posibles diferencias estructurales de ambos grupos. Los resultados mostraron que los niños con baja TN poseen menos volumen de materia gris en las áreas parietales y occipitales que los niños con alto rendimiento en TN.

Los resultados de este estudio encuentran correspondencia para cada uno de los formatos en los que se puede presentar el número; el procesamiento de las cantidades o formato analógico se soporta en el segmento horizontal bilateral del surco intraparietal; el formato verbal de los números se encuentra ubicada en el giro angular izquierdo; y el visual-espacial se representa bilateralmente en los lóbulos parietales superiores

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por: REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	Fecha: 26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

posteriores. (Dehaene, 1992; Dehaene, Piazza, Pinel y Cohen, 2003; Lubin, et al., 2013).

2.2 Modelos sobre Transcodificación Numérica

Para dar respuesta a cómo transcodificamos números, han surgido diversos modelos cognitivos que ofrecen un marco muy útil para entender e investigar esta habilidad. El debate que plantean los modelos de TN se basa en el número de rutas requeridas para la lectura o escritura de números. Estos pueden dividirse según esté o no implicada la información semántica de los números. Existen, por tanto, tres tipos de modelos: a) modelos semánticos, que postulan que es necesaria una mediación de la representación semántica de la magnitud para la TN; b) los modelos asemánticos que afirman que el proceso de TN está sujeto únicamente a la aplicación de reglas de tipo léxico-sintácticas, y; c) los modelos mixtos, que plantean que pueden procesar el cambio de código de forma semántica y asemántica según las exigencias de la tarea. Paralelo a esta clasificación en la cual la descripción de los procesos es más modular, es importante mencionar que existe también un modelo de corte conexionista de TN basado en algoritmos de aprendizaje basados en la frecuencia numérica, y que por tanto podría estar clasificado dentro de los modelos no semánticos.

En las dos últimas décadas la evidencia acumulada sobre el debate ruta semántica versus ruta asemántica, ha aportado evidencia a favor de la existencia sobre el uso de ambas rutas y la disociación entre modelos semánticos y asemánticos no está completamente clara (Seron y Noël, 1995). Lo que es un hecho, es que los modelos que plantean el uso de alguna de las rutas o ambas poseen cierta comunalidad y características compartidas lo que hace que se superpongan en el procesamiento de los números. Ambas rutas se adhieren a una aproximación de ajuste a reglas de TN, en las

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

que una serie de reglas generan un número de marcos o puestos vacíos que deben ser rellenados con números (verbales o arábigos) (Verguts y Fias, 2006).

Los resultados más recientes parecen indicar que la selección de la ruta para la TN depende de las habilidades matemáticas de los niños, por ejemplo, se ha encontrado que la ruta semántica es utilizada con más frecuencia en los niños con dificultades en matemáticas (van Loosbroek, Dirkx, Hulstijn y Janssen, 2009). Del mismo modo, en niños con un desarrollo normal, se ha evidenciado que los transcodificadores menos eficientes usan una ruta semántica mientras que los niños con más habilidades en la transcodificación numérica usan una ruta asemántica (Imbo, Bulcke, De Brauwer y Fias, 2014; Moeller, et al., 2011).

El uso de la información semántica en el proceso de transcodificación se ha visto respaldado por estudios en el área de neurociencia, el más reciente afirma que los niños que fueron menos eficientes en la tarea de ubicación en la línea numérica, tarea de contenido semántico según el modelo de triple código, tuvieron también un rendimiento inferior en la transcodificación de los sistemas analógico y simbólico. En este estudio se señala que el bajo rendimiento en la representación de las cantidades en la transcodificación de un código a otro está asociado con un volumen inferior al esperado en la materia gris del surco intraparietal y el giro angular, los cuales se sabe que están involucrados en el procesamiento de la información numérica analógica y simbólica (Lubin, et al. 2013).

En este punto es importante señalar, que cuando se habla de representación semántica en los modelos de transcodificación se puede estar refiriendo a dos tipos de representaciones diferentes. Están los modelos semánticos que conciben el significado partiendo de la representación de los números en una línea numérica mental analógica (Dehaene, 1992; Dehaene, et al., 2003; Verguts, et al., 2005) y otros que postulan que el

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

componente semántico de la TN está referido a la descomposición de los números en función al sistema posicional en base diez (McCloskey, 1992; Cipolotti y Butterworth, 1995).

La mayoría de estos modelos plantean como se realiza la transcodificación correctamente y los fallos o errores que pueden cometerse, diferenciándose en las razones por las que se comete el fallo, dependiendo de la ruta que plantean que se sigue para este proceso.

2.2.1 Modelos semánticos.

2.2.1.1 Modelo semántico de McCloskey (McCloskey, Caramazza y Basili 1985; McCloskey, Macaruso y Whelstone, 1992).

Este modelo sobre los mecanismos cognitivos implicados en el procesamiento del número y el cálculo, surge a raíz de las observaciones de adultos que han visto disminuidas sus habilidades aritméticas como consecuencia de lesiones cerebrales. El sistema del procesamiento del número se refiere a los mecanismos para comprender y producir números, mientras que el sistema de cálculo consiste los procedimientos específicos que se requiere para realizar operaciones aritméticas.

En el sistema del procesamiento del número, los mecanismos de comprensión y de producción funcionan de forma independiente y asumen una representación abstracta y semántica de los números. Cada uno de ellos posee un sistema arábigo de los números (por ejemplo 243) y un sistema verbal de los números (números hablados o números escritos como doscientos cuarenta y tres) (Ver figura 3, 4 y 5).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

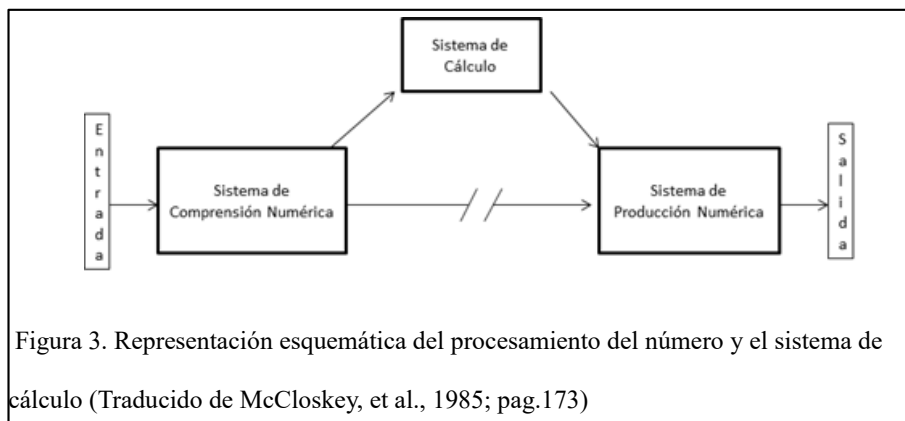


Figura 3. Representación esquemática del procesamiento del número y el sistema de cálculo (Traducido de McCloskey, et al., 1985; pag.173)

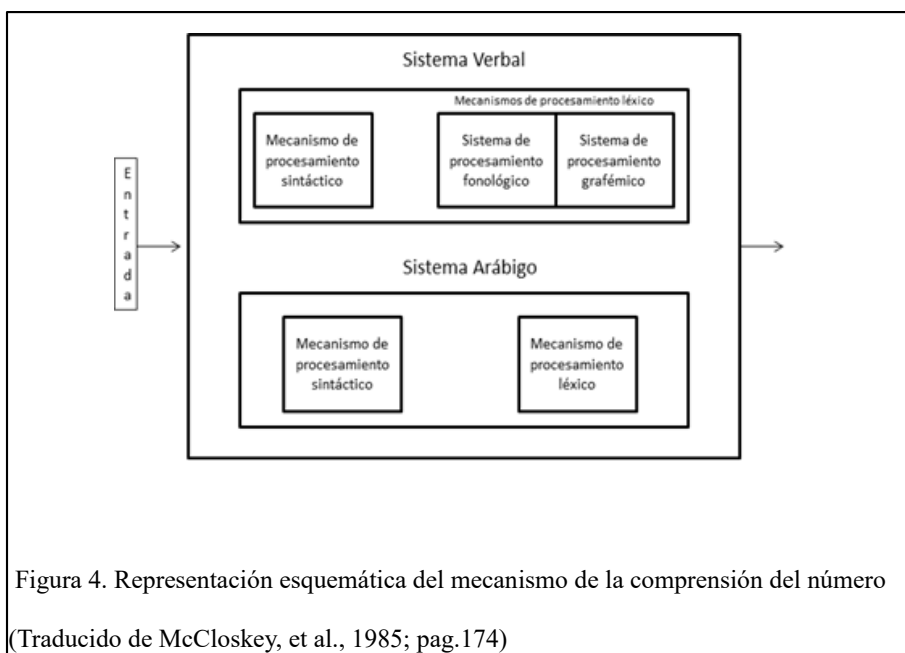


Figura 4. Representación esquemática del mecanismo de la comprensión del número (Traducido de McCloskey, et al., 1985; pag.174)

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por: REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	Fecha: 26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

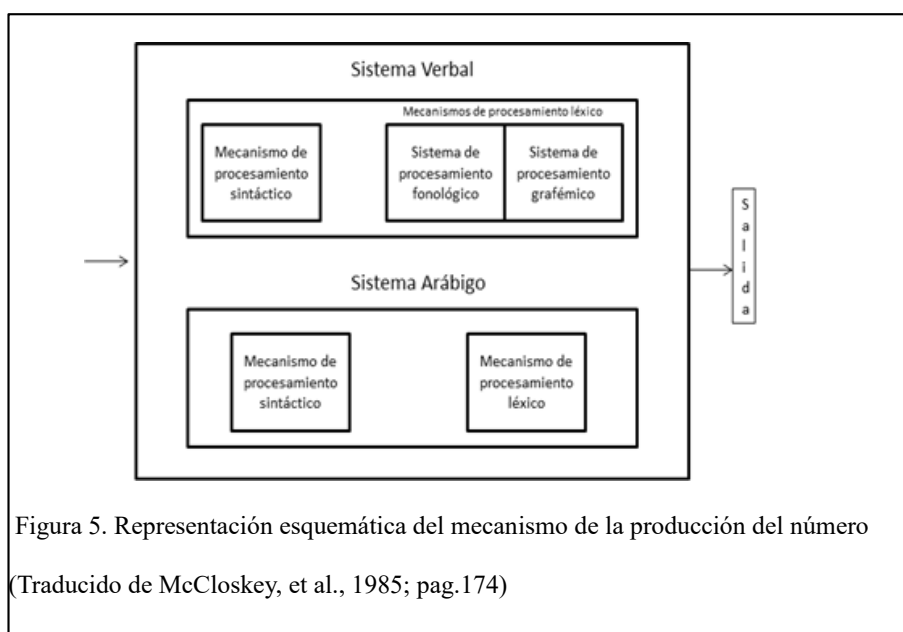


Figura 5. Representación esquemática del mecanismo de la producción del número (Traducido de McCloskey, et al., 1985; pag.174)

Los mecanismos de comprensión y producción arábica están formados por mecanismos de procesamiento sintáctico y mecanismos de procesamiento léxico. El mecanismo de procesamiento sintáctico incluye el procesamiento de los elementos o palabras en orden para comprender y producir el número como un todo y para identificar el peso de cada número en cuanto a su valor posicional, añadiendo también un aspecto semántico (v.gr., 43 usa la posición de los dígitos para determinar que el número está compuesto de 4 decenas y 3 unidades). Por otro lado, el mecanismo de procesamiento léxico supone la comprensión o producción del elemento individual en un número (v.gr., 43: 4 o cuatro y 3 o tres).

Al igual que para el sistema arábigo, los mecanismos de comprensión y producción verbal están formados por mecanismos de procesamiento sintáctico y léxico. En el mecanismo de procesamiento sintáctico se accede a las reglas que rigen la construcción lingüística del nombre del número, siendo similar para los números hablados y escritos en letras. El procesamiento léxico de un estímulo numérico verbal

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

se divide a su vez en dos sistemas, el sistema de procesamiento fonológico destinado a comprender y producir los sonidos de los números y el sistema del procesamiento gráfico diseñado para comprender y producir números escritos en letras.

Cuando se activan los mecanismos de comprensión numérica, la entrada del número en cualquiera de los formatos es convertida en información semántica abstracta que se usa en el procesamiento de la transcodificación numérica y el cálculo. El mecanismo de producción numérica traslada esta representación a la salida que corresponde según la exigencia de la tarea.

Las representaciones semánticas son los números en su representación abstracta básica y el “poder de 10” asociada a ella; por ejemplo, el número 3040 se representaría de la siguiente forma $\{3\} 10 \exp^3 \{4\} 10 \exp^1$, lo que significa, que el 3 asume su valor según el concepto fundamental de cantidad, su magnitud, y lo acompaña su exponente en base diez (en este caso elevado al cubo porque es una unidad de mil); asimismo, el número 4 tiene su valor de acuerdo a su magnitud y es acompañado por su exponente en base diez (en este caso uno porque representa una decena).

Por otro lado, el sistema de cálculo se sirve de las habilidades de comprensión y de producción del número del sistema del procesamiento numérico, así que cualquier alteración en estos subsistemas afectará al mismo. Sin embargo, el cálculo puede verse afectado por componentes inherentes al propio módulo de cálculo.

El módulo del sistema del cálculo posee tres componentes mayores. El primero es un mecanismo de procesamiento operacional de símbolos, como por ejemplo + o - (o también más o menos en palabras), que tiene como función identificar la operación que debe ser realizada. El segundo, es el componente de recuperación de hechos numéricos, que se refiere a la memorización de las operaciones básicas (operaciones de un dígito). Y el tercero, la ejecución de procedimientos de cálculo, que abarca todos los aspectos

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

procedimentales de orden y llevadas de las operaciones con más de un dígito (Ver figura 6).

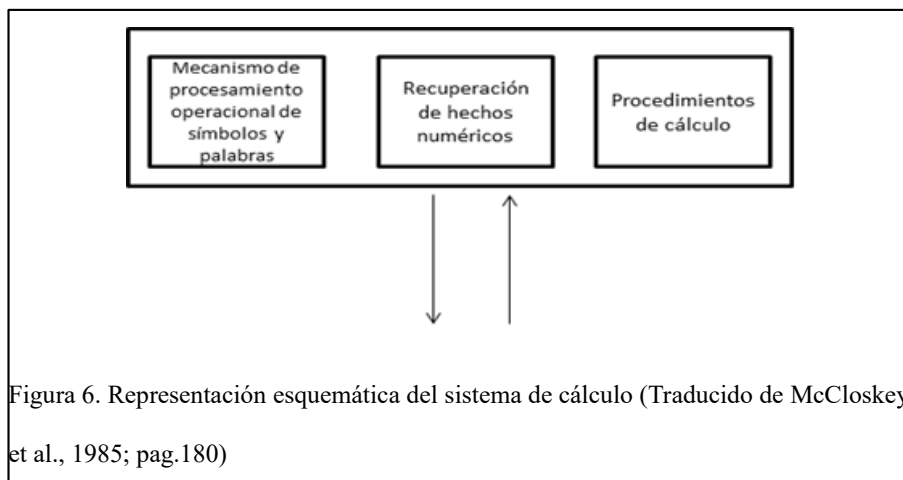


Figura 6. Representación esquemática del sistema de cálculo (Traducido de McCloskey, et al., 1985; pag.180)

Para los autores del modelo las DEAM es producto de fallos en los diferentes sistemas mencionados, fallos en la notación de los números (leer y escribir números), en recuperación de hechos numéricos, en la realización de problemas procedimentales para resolver operaciones de más de un dígito. Y como es de esperar en base a la estructura del modelo, se plantea que puede existir una disociación entre las dificultades en los errores en recuperación de hechos numéricos y los errores procedimentales.

Los estudios con pacientes con lesiones cerebrales apoyan la disociación entre los hechos numéricos y la habilidad procedimental y sugieren que las operaciones básicas pueden ser representadas de forma. También se ha observado que en el caso de la recuperación de hechos numéricos las habilidades para recuperar operaciones de multiplicación pueden estar afectadas mientras que la memorización de operaciones de suma y resta está intacta.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por: REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	Fecha: 26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

2.2.1.2 Modelo semántico (Power y Dal Martello, 1990).

Este modelo propone un algoritmo que conserva la distinción entre la etapa de comprensión y producción de números arábigos, así como la participación del componente semántico que plantea el modelo de McCloskey. Para explicar la representación semántica de las cantidades funciones multiplicativas y sumativas entre los números que componen una cifra.

En el caso de las relaciones multiplicativas o de producto, se realiza una operación de concatenación, en donde cuatrocientos da $C4 \times C100 = \langle 4 \rangle \&00$, donde $\&$ significa escribir en el lado derecho del primer dígito. Mientras que las operaciones de suma exigen la reescritura, en donde cuatrocientos ocho da $C400 + C8 = \langle 400 \rangle \# \langle 8 \rangle = 408$, donde $\#$ significa escribir sobre el cero iniciado desde la derecha. Los autores plantean que la operación de concatenación domina frente a la de reescritura, por lo tanto, los errores son consecuencia de una sobre-aplicación de la concatenación, obteniéndose producciones del tipo 4008.

Power y Dal Martello (1990) tipifican los errores en errores léxicos y errores sintácticos. Los errores léxicos consisten en la sustitución, adición u omisión de uno o más dígitos distintos a cero mientras los errores sintácticos se refieren a las adiciones y supresiones de ceros en la escritura de números arábigos. Esta tipificación general ha sido adoptada por todos los autores que con posterioridad han trabajado con el análisis de los errores de escritura de números arábigos.

Estos autores pusieron a prueba su modelo aplicando una tarea de dictado de números inferiores a un millón en niños italianos entre los 6 y 8 años de edad que estaban adquiriéndola escritura de números. Observaron una preponderancia de los errores sintácticos sobre los léxicos, siendo lo más frecuente colocar ceros de más. Así pues, encuentran que niños italianos de 7 años transcodifican correctamente números

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

por debajo de 100, pero con números de más dígitos cometen errores sintácticos (87%).

2.2.2 Modelos asemánticos.

2.2.2.1 Modelo asemántico (Deloche y Seron, 1987).

Este modelo sugiere que la transcodificación de los números no requiere una representación semántica de la cantidad, sino que el código está representado de forma fonémica, alfabética y arábica. De acuerdo con estos autores es posible distinguir entre 4 componentes funcionales implicados en la transcodificación del código verbal al código arábigo: análisis sintáctico-gramatical, categorización de primitivos, transcodificación y producción.

El proceso de categorización identifica a los primitivos o parámetros necesarios para que estos sean empleados en la transcodificación. Los parámetros son (a) la naturaleza de las categorías a la que pertenecerán los primitivos (v.gr., unidades, decenas y centenas); (b) la posición de los primitivos (1er, 2do, 3er) en la categoría léxica (por ejemplo el 12 está en la segunda posición en la categoría léxica de las decenas). Este proceso también identifica las palabras de las centenas como disparador o detonante de la implementación de reglas específicas y los separadores de miles y millones.

La transcodificación en sí misma es concebida en forma de un conjunto de reglas que generalmente son activadas por la información relativa a la categoría, los primitivos léxicos correspondientes o a través de la identificación específica de centenas, miles o millones. El objetivo de este proceso es rellenar marcos o casillas con los dígitos correctos que proveen información sobre las categorías léxicas, estos dígitos introducidos en la posición correcta especifican las reglas de transcodificación.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

Finalmente, la codificación arábica o producción correcta se deriva en la escritura de números.

La ventaja de este modelo con respecto a los que le preceden es que delimita una cantidad limitada de reglas para la transcodificación.

2.2.2.2 Modelo asemántico de la transcodificación del código verbal a los números arábigos (A developmental, asemantic, and procedural model for transcoding: ADAPT) (Barrouillet, Camos, Perruchet, y Seron, 2004).

El modelo ADAPT, afirma que el proceso de transcodificación del formato verbal al arábigo y el uso de la notación de la posición (valor de posición) no requiere de la representación de la cantidad o magnitud de la cifra.

El modelo postula la existencia de una codificación de secuencias verbales en un formato fonológico y un análisis sintáctico gramatical que segmenta estas secuencias en unidades procesadas secuencialmente del inicio al fin de la secuencia. Este proceso tiene lugar cuando los contenidos de la memoria de trabajo toman la forma de (a) representaciones de los componentes de la situación que va a ser procesada (v.gr., las unidades aisladas del analizador sintáctico); (b) conocimiento recuperado de la memoria a largo plazo; (c) construcción de las representaciones por los procedimientos que van a hacer aplicados.

El modelo supone que el conocimiento almacenado en la memoria a largo plazo puede ser activado mediante la asociación de ciertas unidades lingüísticas aisladas, que están siendo procesadas por la memoria de trabajo, de esta manera se unen el analizador sintáctico con la representación digital del número, es decir, asociar “veinticinco” con “25”. La representación de las cantidades consiste en ordenar la secuencia de dígitos y los posibles espacios en blancos (casillas) que tiene que ser llenados en fases posteriores del procesamiento.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

Evolutivamente, el modelo presupone que el aprendizaje procede de: (a) la adquisición de las reglas elementales que son necesarias para la transcodificación de números pequeños (números de dos dígitos); (b) la adición sucesiva de nuevas reglas de transcodificación según incrementa el tamaño (longitud) del número; y (c) abandono del uso de primitivos léxicos en favor del proceso de la recuperación directa de la memoria de la forma digital más simple y directa. Este punto resulta de la asociación entre el lexicón que se asocia con los primitivos léxicos en su forma digital, crece y se hace más rico según el sistema opera.

El funcionamiento total del modelo se inicia cuando el individuo escucha un estímulo verbal correspondiente a un número que previamente ha sido guardado en el almacén fonológico, la dificultad del almacenamiento y recuperación de la información fonémica va a venir determinada por el número de sílabas del estímulo y las semejanzas entre los componentes del estímulo.

El proceso de análisis sintáctico segmenta el estímulo verbal en unidades que pueden ser procesadas por el sistema de producción. Antes del aprendizaje sistemático de la TN se asume que el análisis sintáctico del lenguaje hablado consiste, en lo que a números se refiere, en un conjunto de primitivos léxicos que contienen unidades, decenas y separadores cientos y miles. En el inicio del aprendizaje, estos primitivos resultan de un análisis sintáctico del estímulo verbal en donde cada unidad contiene una palabra diferente.

El modelo ADAPT básico, para escribir números hasta 99, está basado en que cada primitivo léxico está asociado a una categoría léxica, por ejemplo, quince está asociado a la quinta posición de las decenas. Este valor posicional es recuperado de la memoria largo plazo y el conjunto de procedimientos encargados de colocar en secuencia los dígitos es construido por la memoria de trabajo de forma secuencial. Los

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

procedimientos del modelo son disparados por sólo dos tipos de condiciones, la naturaleza de la entrada del primitivo léxico y la presencia de un marco o “casillas vacías” en la secuencia de dígitos en la memoria de trabajo. Cada uno de estos procedimientos se implementa con una serie de ocho posibles acciones:

1. Buscar el valor posicional en la memoria a largo plazo: controla la búsqueda del valor posicional del primitivo léxico en la categoría léxica y recupera el dígito asociado a él.
2. Conjunto de valores posicionales: crean una secuencia de dígitos que son ubicados dígitos a dígito o los ubica en las casillas vacías de una secuencia que está siendo construida.
3. Conjunto de marcos: añadir casillas vacías a la derecha de la secuencia de dígitos.
4. Conjunto 1: crear una secuencia de dígitos que empiezan con 1 (si es el número comienza por 1).
5. Añadir 1: en el lugar que corresponda en la secuencia numérica dónde corresponda (si el número contiene 1).
6. Llenar los espacios vacíos con 0: ubicar en los espacios vacíos en la secuencia de dígitos.
7. Leer el próximo paso: entrar el próximo primitivo léxico en el sistema de TN.
8. Fin: determina el final de la construcción de la secuencia de dígitos y se envía al sistema gráfico de transcripción.

Tal y como lo plantea el modelo ADAPT, la recuperación directa de la memoria falla, ya sea porque el formato arábigo no se conoce o porque el conocimiento no es accesible. De lo contrario, el estímulo verbal es procesado como una unidad

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

representacional almacenada en la memoria a largo plazo. De esta manera el proceso de TN está estrechamente relacionado con la fuerza de las asociaciones establecidas con la memoria a largo plazo.

Para los números superiores al 99, que no pueden ser recuperados como una unidad, debido a su longitud, este modelo plantea que el análisis sintáctico se lleva a cabo con la búsqueda de separadores (centenas, unidades de mil, millones, etc.), los cuales operan jerárquicamente aislando sucesivamente partes de la secuencia numérica situada a cada lado del separador. De esta manera el modelo plantea el ADAPTadv para números hasta 999999, en el que de forma similar al ADAPT básico se van analizando por partes la composición del número y se van conformando el número según lo procesado en la memoria de trabajo.

El ADAPT es un modelo que permite entender cómo se adquiere la representación del número, el sistema procedimental y el conocimiento léxico de los números, los cuales mejoran con la edad y con la práctica. Los números pequeños se van convirtiendo paulatinamente en unidades sintácticas que pueden ser recuperadas de la memoria automáticamente, los procesos antes descritos se van automatizando, y así cada vez números de más dígitos se van convirtiendo en unidades sintácticas que pueden ser recuperadas directamente de la memoria.

2.2.3 Modelos mixtos.

2.2.3.2 Modelo multiruta del procesamiento numérico (Cipolotti y Butterworth, 1995).

Estos autores plantean una modificación del modelo de McCloskey

(1992), en el que se incluye que se puede realizar la lectura de números sin la mediación del significado. Afirman que si bien McCloskey (1992) y Dehaene (2003)

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

plantean un componente asemántico de procesamiento, no lo incluyen formalmente en su modelo. La representación del modelo se presenta a continuación (Ver figura 8).

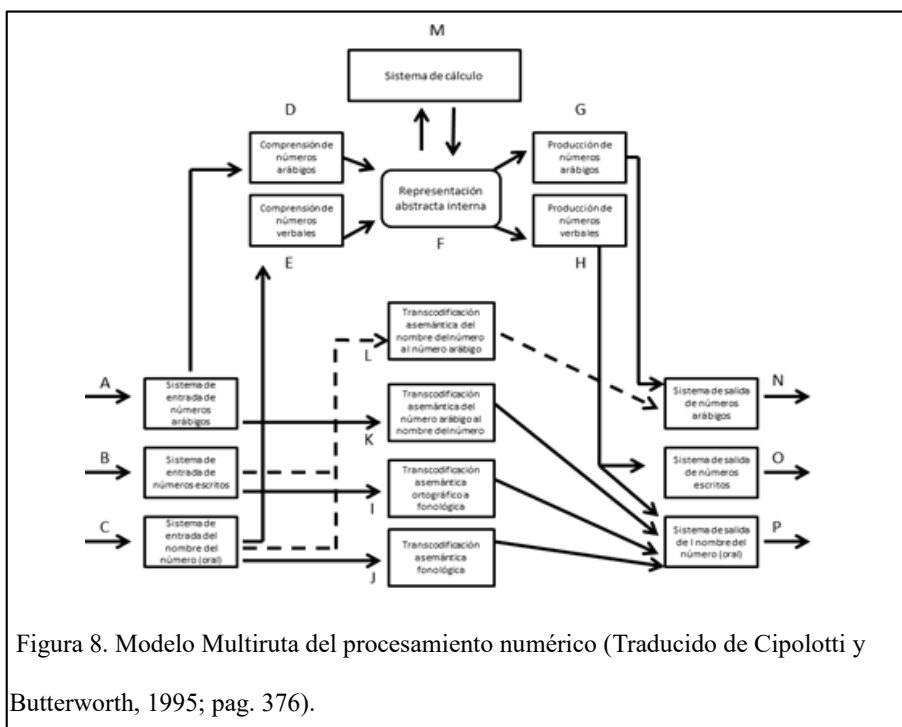


Figura 8. Modelo Multiruta del procesamiento numérico (Traducido de Cipolotti y Butterworth, 1995; pag. 376).

Este modelo multiruta plantea la existencia de cuatro rutas implicadas en el procesamiento numérico, una ruta semántica (A-D-F-G para números arábigos; C-E-F-H para números en formato oral) y tres asemánticas (A-K-P, para el cambio del número arábigo al oral; B-L-N//B-I-P para el cambio de los números escritos al formato arábigo o al formato verbal; C-L-N//C-J-P para el cambio de formato verbal al formato arábigo y al oral). Los componentes sintáctico y léxico no se incluyen en el modelo ya que se considera que están implícitos en los sistemas de comprensión y producción, y la transcodificación entre el número hablado y el número arábigo. Estos cambios de códigos estarán sujetos a las reglas de conversión ortográficas y fonológicas, y

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por: REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 26/06/2017 14:51:01

MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

26/06/2017 20:09:15

JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

27/06/2017 13:46:14

ERNESTO PEREDA DE PABLO
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

07/07/2017 18:09:04

participarán componentes léxicos sin que medie la representación semántica, es decir el cambio de código responde a un proceso fonológico asemántico.

Adicionalmente, se explicita que la transcodificación y el cálculo son tareas con demandas diferentes. La transcodificación no requiere que la magnitud del número sea comprendida, aunque la magnitud del número podría activarse. Esto plantea que en el sistema del procesamiento numérico la activación de alguna de las rutas dependerá de la demanda de la tarea y que cuando se activa alguna de las rutas las otras serán inhibidas.

2.2.4 Modelos conexionistas.

2.2.4.1 Modelo conexionista de lectura de números (Verguts y Fias, 2006; Verguts, Fias y Stevens, 2005)

En el primer modelo de estos autores, se postula un modelo del pensamiento numérico temprano, que consiste en dar respuesta a cómo se procesan los números pequeños (una cifra), tomando como referencia la comparación numérica, juicios de pares y el nombrado de números. Un concepto principal en este modelo previo es el de línea numérica mental, que es una metáfora del pensamiento numérico, como ya se ha mencionado con anterioridad, después de su identificación, los números son proyectados en una línea numérica mental en los que ocupa su posición según la secuencia numérica (Verguts, Fias y Stevens, 2005).

Al implementar el concepto de la línea numérica mental en el modelo conexionista, esta se describirá como un conjunto de nodos, cuando se activa uno de ellos, se activan los que están más cerca solapándose la activación de ese pequeño grupo de nodos, aunque siempre hay un nodo que se activará con más fuerza que los demás, siendo este el número que corresponde al estímulo. Por ejemplo, si se presenta el 1, también podría activarse parcialmente el nodo correspondiente al 2, en cambio el 9 no se activaría debido a la distancia que guarda del 1 en esta representación mental. De esta

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

manera, la posición específica de cada número de la línea numérica de números pequeños adquiere conexiones fuertes con la respuesta relevante. Se considera que este procesamiento es de tipo semántico, ya que la línea numérica mental implica el significado de los números pequeños (Verguts, et al., 2005).

Sin embargo, este modelo no se ajusta a los números grandes (de tres cifras en adelante), los cuales son infrecuentes en la vida diaria, así que la posición específica del número no puede ser adquirida mediante una conexión fuerte con su respuesta correcta, es decir, la asociación directa entre la representación numérica semántica individual y la respuesta, no es posible y requiere un modelo que tenga poder de generalización (Verguts y Fias, 2006).

Para leer números grandes, estos autores proponen una aproximación por descomposiciones, en la que la cifra es partida en pequeñas partes y la respuesta es proporcionada secuencialmente, por ejemplo el número 435 se lee como cuatrocientos veinte y cinco, esto lo separa en cuatro primitivos léxicos: cuatro, cientos, veinte y cinco, de esta manera el problema de la baja frecuencia de los números grandes es resuelta por la alta frecuencia que tienen los primitivos léxicos que la conforman, de esta forma pronunciar un número grande se resume en pronunciar una cadena de primitivos léxicos (Verguts y Fias, 2006).

Se asume que el código está alineado hacia la derecha en un conjunto de tres espacios en blanco. El primer número es asignado a el espacio que está más hacia la derecha, el segundo en el medio y el tercero el que esté más hacia la izquierda, estos tres espacios son considerados centenas, decenas y unidades. En cada espacio tiene un nodo para la entrada de cada número del 0 al 9, haciendo un total de 30 nodos, así, un número de un dígito activará, sólo el espacio de las unidades, uno de dos dígitos el espacio de

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por: REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	Fecha: 26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

las unidades y las decenas y uno de tres dígitos el espacio de las unidades, decenas y centenas, tal que como se observa en la figura.

En inglés (de forma similar sucede en español) los primitivos léxicos del sistema del nombrado de números del 1 al 19 tienen un nodo o respuesta única, igualmente las decenas y centenas, de esta manera en estímulos como doscientos noventa y uno, los conectivos “y” no añaden complejidad al procesamiento. Finalmente, hay una respuesta que indica la secuencia ha terminado “listo”, para que esta respuesta se genere al final de cada secuencia es necesario que no haya ambigüedad en la respuesta (Ver figura 9).

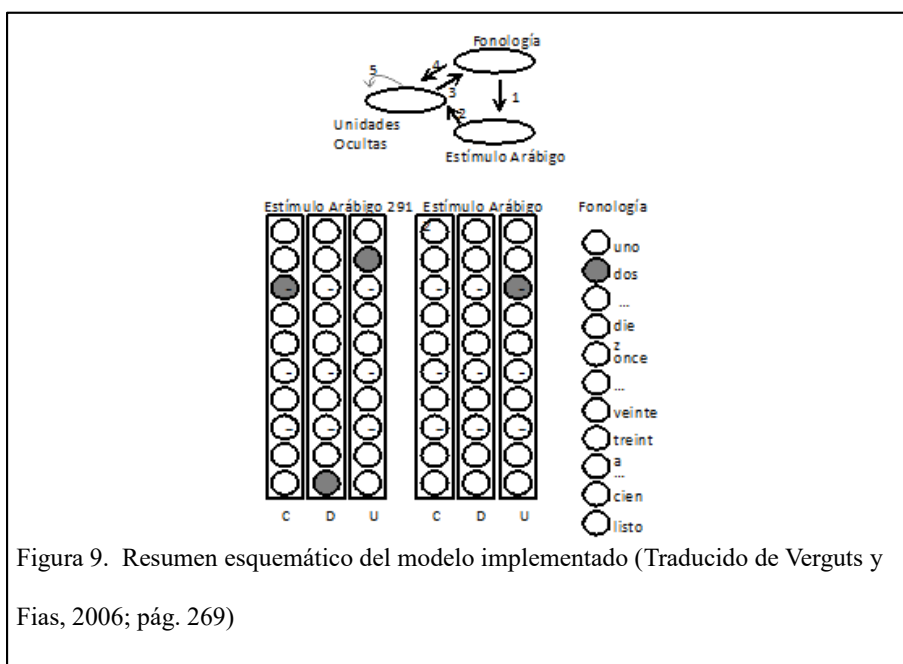


Figura 9. Resumen esquemático del modelo implementado (Traducido de Verguts y Fias, 2006; pág. 269)

2.3 Transcodificación Numérica y Procesos Cognitivos

Existen fuertes argumentos que sugieren que los números y los cálculos constituyen un dominio cognitivo específico que puede ser distinguido del lenguaje en general, esto lo avalan distintos estudios neuropsicológicos en los que se ubica claramente los núcleos cerebrales en los que se procesa la numerosidad. No obstante,

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015. Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección https://sede.ull.es/validacion/	
Identificador del documento: 963815	Código de verificación: 18V10gT3
Firmado por: REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	Fecha: 26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

numerosos estudios comparativos muestran diferencias en la transcodificación numérica en distintos idiomas según las demandas a distintos procesos cognitivos como la memoria de trabajo y habilidades lingüísticas propias del idioma (Imbo, et al., 2014; Pixner, Zuber, Heřmanová, Kaufmann, Nuerk, y Moeller, 2011; Zuber, et al., 2009). En este sentido, la comprensión de la competencia en las matemáticas requiere la aclaración, por ejemplo, del rol que desempeña los procesos lingüísticos en el desarrollo de las habilidades aritméticas de carácter simbólico (Seron, 2001).

El nombre de los números y los dígitos, las reglas sintácticas para la construcción de los números y la semántica o la representación de la magnitud de las cantidades podrían ser consideradas como de dominio numérico, pero su empleo para la lectura y escritura de números es definitivamente actividades que demandan conocimiento psicolingüístico (Deloche y Seron, 1984). Sin embargo, los números tienen propiedades lingüísticas características, ya que pueden ser representados por escrito en dos modalidades (letras y números) y los primitivos léxicos en el almacén del léxico se encuentra en orden secuencial; esta propiedad secuencial está semánticamente motivada, ya que al avanzar en los números en orden se corresponde con el aumento de su magnitud (Granà, Girelli, Semenza, 2003; Seron, 2001).

En este sentido se han realizado diversos estudios de pacientes con trastornos del lenguaje tipo afasia que presentan problemas en matemáticas, específicamente con dificultades al leer números, ya que presentan dificultades procesos léxicos y sintácticos tanto de los procesos numéricos como de los procesos lingüísticos en general (vg. Delazer y Bartha, 2001; Granà, Girelli, Semenza, 2003).

Tal como se plantea en el modelo ADAPT la codificación fonológica es el primer paso en el dictado de números, antes de usar reglas algorítmicas y recuperarlas de la memoria a largo plazo. Limitaciones en el procesamiento fonológico puede

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

contrastar con la habilidad para cambiar de código, particularmente en el caso de los números más largos y complejo, en este caso las habilidades fonológicas interactúan con la memoria de trabajo. Mientras más demanda de procesamiento fonológico del estímulo numérico, menos recursos de memoria de trabajo verbal quedan disponibles para el proceso de transcodificación (Barrouillet, et al., 2004).

Así mismo se ha evidenciado que en la TN del código verbal al código arábigo existe una gran influencia de las estructuras léxicas y sintácticas en los tiempos interdígitos al escribir números (Lochy, Pillon, Zesiger y Seron, 2002).

Sin embargo, algunos autores han encontrado que la influencia de la memoria de trabajo fonológica afecta únicamente a los niños que tiene menos habilidades para transcodificar números y no al proceso de TN en general tal como lo propone el modelo ADAPT. Se sabe que los recursos fonológicos son necesario para mantener la información en el proceso del dictado del número en formato verbal, la recuperación del dígito en formato arábigo y su escritura, es por esto que, los niños menos eficientes en transcodificar números, que poseen menos recursos ejecutivos disponibles, transcodifican de forma menos eficiente, porque tienen demasiada información para procesar simultáneamente, incrementando su dependencia de los recursos fonológicos (Inmbo, et al, 2014).

Si bien, se ha evidenciado que la memoria de trabajo y la memoria a corto plazo están involucradas en el almacenaje temporal de la información verbal, recuperación léxica y la ejecución de la manipulación para generar la respuesta arábigo, aún falta por explorar su influencia en la TN en niños con distintos nivel de rendimiento y en conjunto con otros procesos cognitivos (Barrouillet, et al., 2004; Moura, et al, 2013, Willmes y Haase, 2013; Lopes Silva, et al, 2014).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

La memoria de trabajo es la capacidad que se refiere a la habilidad para mantener la información en la mente mientras se realiza algún tipo de tarea cognitiva con dicha información, la variación en la capacidad de esta habilidad va a repercutir en el rendimiento de cualquier tarea cognitiva (Camos, 2008). Existen tres hipótesis de qué evalúan las medidas de capacidad de la memoria de trabajo y su participación en el funcionamiento cognitivo, la primera de ellas afirma que se miden la eficiencia en el procesamiento (Daneman y Carpenter, 1980; Case, Kurland y Goldberg, 1982), la segunda las diferencias individuales en la capacidad de almacenaje (Bayliss, Jarrold, Baddeley, Gunn y Leigh, 2005; Fry y Hale, 2000) y la tercera la cantidad de recursos atencionales que están disponibles para procesar la información (Cowan, 2001).

En un estudio con niños de 7 años transcodificaron números en francés de la forma verbal a la digital arábica, se encontró que el número de reglas predice el 60% de la varianza de las tasas de error al transcodificar números, tal como predice el modelo ADAPT (Barrouillet et al., 2004). Asimismo, se encontró una interacción entre la memoria de trabajo y la cantidad de reglas seguidas, evidenciándose que los niños con baja capacidad de memoria de trabajo cometen más errores de transcodificación que los niños con alta capacidad de memoria de trabajo (Camos, 2008).

Sin embargo, los tipos de errores fueron diferentes para cada grupo, ya que los niños con alta y baja capacidad de memoria de trabajo difieren en las reglas de transcodificación que emplean, así los errores cometidos por los niños con baja capacidad de memoria de trabajo se deben a un retraso en la adquisición de las reglas de transcodificación (Camos, 2008).

En este sentido, diversas investigaciones afirman que la memoria de trabajo es la encargada de crear la secuencia de los dígitos y los posibles espacios en blanco que son requeridos para procedimientos subsecuentes, esto está consistentemente

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

relacionado con la TN y la producción de cifras (Camos, 2008; Zuber, et al., 2009; Pixner, et al., 2011). No obstante, mientras el número es transcodificado, esta habilidad se mantiene al margen, y se emplean los recursos en la monitorización de la aplicación correcta de las reglas y la producción del numeral (Lochy y Censabella, 2005).

Lopes-Silva, et al. (2014), introducen la variable de memoria de trabajo con habilidades lingüísticas como predictoras de la escritura de números mediante una regresión jerárquica en un grupo de niños sin dificultades de 2 a 4 curso de EP. En este estudio se introdujo como variable dependiente escritura de números y mediante el método paso a paso se introdujeron primero las variables edad e inteligencia; en un segundo paso la memoria de trabajo verbal, la memoria de trabajo espacial y la comparación de magnitudes; y, por último, en el tercer paso una medida de conciencia fonológica (omisión de fonemas). Se revela, que después de eliminar el efecto de la edad e inteligencia, la memoria de trabajo verbal es un predictor significativo del dictado de números, no así la memoria de trabajo espacial. Sin embargo, la adición de la conciencia fonológica deja fuera la memoria de trabajo verbal, es decir, la conciencia fonológica, a lo largo de la edad e inteligencia, es un predictor del dictado de números y absorbe la influencia de la memoria de trabajo verbal en la TN.

En este mismo estudio, para corroborar la participación de la conciencia fonológica como predictor del dictado de números, se llevó a cabo un análisis de mediación, con la memoria de trabajo verbal y espacial y la comparación de magnitudes como variables predictoras, la escritura de números como variable predicha y la conciencia fonológica como variable mediadora. La conciencia fonológica resultó ser una variable mediadora únicamente para la predicción de la memoria de trabajo verbal sobre la escritura de números, sin embargo, se resalta que las variables incluidas en el

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por: REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	Fecha: 26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

modelo no explican completamente el fenómeno de la escritura de números (Lopes-Silva, et al., 2014).

De esta manera, pone de manifiesto que la memoria de trabajo verbal es fundamental para mantener operativas las unidades verbales y manejar la secuencia de los números, potenciándose su participación cuando los números son más complejos (Lopes-Silva, et al., 2014; Moura, et al., 2013). No es así para el componente visoespacial de la memoria de trabajo, el cual no revela ninguna participación en la TN (Lopes-Silva, et al. 2014). Aunque algunos estudios han reportado una asociación entre este componente de la memoria de trabajo y la sintaxis de la escritura de números (Zuber, et al, 2009), esto puede deberse a que los hallazgos estén mediatizados por el idioma en el que se realiza el estudio.

En idiomas como el alemán y el holandés, los números se escriben al revés de cómo se nombran, por tanto, la memoria de trabajo en general, y en particular la memoria de trabajo espacial, tiene mucha más demanda cognitiva debido a la complejidad de la estructura sintáctica de los números y se producen mayor cantidad de errores. En cambio, en idiomas como el portugués y el español, el cambio de código del formato verbal al arábigo es más directo al existir mayor correspondencia en la secuencia sintáctica, por lo cual las demandas a la memoria sólo se observan al aumentar en números de gran longitud, esta relación diferencial entre memoria y lenguaje en distintos idiomas es fundamental para el análisis de los errores en las lectura y escritura de números y es diferente en niños con distintos niveles de rendimiento (Lopes-silva, 2014).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

2.4 Transcodificación Numérica y Dificultades Específicas de Aprendizaje en Matemáticas

Como ya se ha descrito en el primer capítulo las dificultades de aprendizaje en matemáticas están asociadas a un déficit en el procesamiento numérico que se pone de manifiesto en el rendimiento al resolver operaciones aritméticas. Entre las dificultades más básicas que se pueden manifestar y estudiar por ser fácilmente observables y medibles es el cambio de código entre los números.

Se ha encontrado una pequeña pero significativa diferencia entre el rendimiento en matemáticas y en el rendimiento de lectura y escritura de números de uno y dos dígitos en niños de primer curso (Geary, Hoard y Hamson, 1999; Geary, Hamson y Hoard, 2000).

Los niños con DEAM poseen dificultades al escribir números en el primer y segundo ciclo de EP (Geary, et al., 2000; Villarroel, Jiménez, Rodríguez, Bisschop y Peake, 2012; von Aster y Shalev, 2007). Además, presentan un nivel inferior de rendimiento en escritura de centenas en comparación a los niños con un nivel de rendimiento acorde con su edad, lo que indica que la escritura de números, en el primer ciclo de educación primaria, podría ser un indicador de un problema en el procesamiento numérico que podría tener repercusiones en el rendimiento matemático posterior (Villarroel, Jiménez, Rodríguez, Peake y Bisschop, 2013).

En este sentido, se ha estudiado longitudinalmente la influencia del conocimiento y la comprensión del valor de posición y la transcodificación numérica en la resolución de sumas en niños de primer a cuarto grado. En primer curso, se registró que existe una relación entre fallos en la comprensión de cómo unir unidades y decenas y en la resolución de operaciones aritméticas en las que estos conocimientos son necesarios (Moeller, Pixner, Zuber, Kaufmann y Nuerk, 2011). De forma similar,

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

Johansson (2005) mostró que la omisión de varios numerales en la escritura de números se ha relacionado con un bajo rendimiento en aritmética. Por su parte, Lander et al. (2004) encontraron en un estudio realizado con niños entre 8 y 9 años que los DEAM son más lentos y menos certeros al leer números de dos y tres dígitos que los niños con un rendimiento normal.

En un estudio reciente realizado por Moura, et al. (2013) con niños brasileños de 7 a 12 años se evaluó el rol de la memoria de trabajo en la TN en niños con rendimiento promedio y con DEAM. La muestra fue dividida en dos para estudiar el desarrollo de las habilidades de TN, un grupo de primer ciclo primaria (primer y segundo curso) y un grupo de segundo ciclo de primaria (tercer y cuarto curso). Se evidenció que a los niños con DEAM les cuesta más leer y escribir números en los cuatro cursos evaluados, y este rendimiento estuvo influido por el nivel de complejidad de los números, determinada por la cantidad de dígitos. Asimismo, encontraron que el rendimiento en TN está influenciado por la capacidad de memoria de trabajo, sin embargo, las diferencias entre los grupos que se observa en el rendimiento en TN no es explicada completamente por la memoria de trabajo. En cuanto al análisis de los errores en ambas tareas de TN los errores sintácticos fueron los más frecuentes, específicamente errores al agregar ceros.

En la línea del estudio anterior, pero interesados en distinguir la implicación de los procesos semánticos en la transcodificación, en un estudio realizado en holandés por van Loosbroek, et al. (2009), se analizó el tiempo de transcodificación de números pequeños (uno y dos dígitos) y números grandes (tres a cuatro dígitos) en niños de nueve años con una habilidad aritmética normal y baja. Los números se transcodificaron del formato verbal y escrito al formato arábigo. Se hipotetiza que, si la transcodificación es relativamente rápida, entonces la ruta que se sigue es no semántica y se recuperan los números directamente de su representación en la memoria. En cambio, si los tiempos de

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

reacción se incrementan a medida que el número es mayor y el efecto del tamaño es visible, el niño estará utilizando la ruta semántica. Los hallazgos muestran como los dos grupos toman distintas rutas para la TN de los números de un dígito. Los niños del grupo control recuperan la información directamente de la memoria, mientras que los DEAM les cuentan más tiempo recuperar los números dependiendo del tamaño de estos. Este efecto de procesar los números de mayor magnitud más lentamente es descrito por Dehaene (1992), el cual afirma que este incremento en el tiempo de procesamiento podría ser un indicador de un acceso a una representación analógica de la línea numérica, la cual posee propiedades semánticas de tamaño y orden y que es más difusa mientras incrementan los números. Probablemente, el acceso a los números utilizando esta ruta semántica evidencia un retraso en el desarrollo evolutivo (van Loosbroek, et al., 2009).

La evidencia de la asociación del uso de la ruta semántica en la transcodificación y las DEAM, es un hallazgo evolutivo reciente, sin embargo, se plantea la pregunta, todos los niños pasan por esta etapa previa o sólo es una herramienta que usan los niños con DEAM.

Los niños inician su desarrollo con la transcodificación como una competencia numérica que se ve reflejada por el acceso a los significados de las unidades envueltas en la transcodificación de entre los códigos verbal y arábigo. En este punto, los códigos se limitan a un número. Normalmente, este cambio de código se realizará con mayor rapidez mediante aumenta la experiencia en la transcodificación de ese número y el link entre los símbolos y la línea numérica mental no es requerida. En resumen, la ruta semántica se convierte paulatinamente en no semántica. Un fallo en el desarrollo de la ruta no semántica en los números pequeños repercute en la adquisición de los números

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

mayores, ya que esto están compuestos de pequeñas unidades de números (van Loosbroek, et al., 2009).

La causa del retraso en la transición de un procesamiento semántico a uno no semántico es desconocida. Algunos autores sugieren que puede ser explicado por una representación imprecisa de los números en el desarrollo temprano, cuando los números en formato arábigo se enlazan con una representación análoga en una línea numérica mental y su significado. Este mismo enlace es el que hace más eficiente a los niños con un buen rendimiento matemático. Para esta visión, la ausencia de un código asemántico es en parte dependiente de un sistema de codificación semántica ineficiente (van Loosbroek, et al., 2009; Verguts, Fias y Stevens, 2005).

En definitiva, es obvio que el proceso de TN, funciona como “andamiaje” fundamental e imprescindible para el desarrollo de las matemáticas, así pues, es determinante estudiar en profundidad este aspecto, así como todos los aspectos comentados entorno a este constructo desde un punto de vista evolutivo en niños con y sin DEAM (van Loosbroek, et al., 2009; von Aster y Shalev, 2007; Moura, et al., 2013).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por: REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	Fecha: 26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

CAPÍTULO 3

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Como ya se planteó en la revisión teórica, la definición de las DEAM, su detección e intervención, aún no está del todo consensuada. No obstante, al abordar la etiología de las DEAM desde el punto de vista cognitivo, se pueden clasificar los hallazgos obtenidos siguiendo los siguientes criterios. Por un lado, estarían las dificultades asociadas a los procesos mentales de propósito general, tales como la memoria de trabajo y la velocidad de procesamiento (Geary, 1993; 1995; 2010). Y, por otro lado, de forma paralela y no excluyente, los déficits en el acceso a la información numérica (Rousselle y Noël, 2007); o déficits en el procesamiento numérico (Butterworth, 2005; Dehaene, 2001, 2003). Aunque la interpretación de estos hallazgos difiere conceptualmente en cuanto a las hipótesis explicativas planteadas, coinciden en reconocer la existencia de problemas en la adquisición y desarrollo de habilidades numéricas básicas fundamentales sobre las que se construyen las matemáticas más complejas y se procesa la información numérica.

Geary (1993; 1995; 2010) plantea cómo los procesos mentales de propósito general intervienen en el rendimiento matemático. Afirma que un bajo rendimiento en la recuperación de hechos numéricos o en tareas aritméticas de tipo procedimental, podrían estar mediatizadas por un problema en el acceso y recuperación de la información o por un problema con la automatización de procesos aritméticos básicos que redundaría en una ejecución lenta. De esta manera, si se utilizan estrategias primitivas como las de conteo, al resolver operaciones matemáticas, la memoria de trabajo se sobrecarga y la representación de los números decae después de que se termina de contar creando una asociación débil entre la operación y su resultado. Este procesamiento inadecuado, dificulta la representación del hecho numérico en la memoria semántica a largo plazo y la adquisición de conocimientos matemáticos más

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

complejos (Bull y Johnston, 1997; Geary, 1993; Logie, Gilhooly y Wynn, 1994).

La velocidad de nombrado también ha cobrado relevancia en el rendimiento matemático, se reporta que los DEAM rinden peor en esta habilidad, que implica la recuperación de etiquetas léxicas de distintas categorías de la memoria a largo plazo (Bull y Scerif, 2001; van der Sluis, et al, 2004). Dentro de estas habilidades generales sobre las que se sustentan el procesamiento de las categorías de la memoria a largo plazo (números decae después de que se termina de contar creando una asociación débil entre la operación y su resultado, por el manejo de la información numérica cuando esta se presenta en formato oral, escrito o arábigo (Barrouillet, et al, 2004; Mix, Sandhofer y Baroody, 2005; Lopes-Silva, et al 2014; Verguts y Fias, 2006).

Evolutivamente, se constata que los sujetos con DEAM presentan dificultades desde estadios tempranos hasta final de la Educación Primaria, tal y como se sugiere en el modelo de los cuatro pasos del desarrollo de la adquisición del número (von Aster y Shalev, 2007). Para estos autores, el conocimiento del sistema numérico, es decir, la representación lingüística y arábigo del número son precursores de una correcta representación numérica, en forma de una línea numérica mental. Pero además, se pone de manifiesto que las habilidades de TN sirven de nexo entre las destrezas primarias numéricas de corte biológico, que están presentes desde muy temprano, y la representación de la línea numérica y otras habilidades numéricas y aritméticas más complejas. Debido a la importancia del proceso de TN en el desarrollo de habilidades matemáticas posteriores, el presente trabajo centra su atención en este proceso y en sus requerimientos numéricos y cognitivos, todo ello en el contexto de las DEAM desde un punto de vista evolutivo. Concretamente se plantea si el curso evolutivo en la adquisición de la TN y los procesos cognitivos asociados a ella difieren entre los niños con presentan DEAM y los niños con rendimiento promedio, y en qué medida.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

Moura et al (2013) afirman que el proceso de adquisición del sistema numérico decimal y su cambio de código en los niños con DEAM tiene el mismo curso evolutivo y cumple los mismos hitos que los que tienen los niños con un rendimiento normal en el área de las matemáticas, pero lo consiguen más tardíamente. Este patrón sugeriría que los DEAM presentan un retraso en el aprendizaje en el conocimiento y traducción del sistema numérico. Esta conclusión extraída por los autores se realiza mediante una aproximación que no permite responder si los sujetos con DEAM presentan un déficit o un retraso en TN. Para poder abordar este aspecto es necesario la utilización de un diseño de nivel de rendimiento, el cual no fue utilizado por estos autores. Y es precisamente este diseño el que se ha utilizado en la presente investigación.

En el ámbito del estudio de las DEAM el diseño más comúnmente empleado ha sido el diseño que compara grupos de igual edad cronológica. Este diseño no es el más adecuado para abordar la hipótesis del déficit, es decir, no permite contrastar si existen diferencias evolutivas entre los DEAM y los niños más jóvenes que están igualados en rendimiento con este grupo (hipótesis déficit), o por el contrario, tal como plantean estos autores, muestran el mismo curso evolutivo pero de forma tardía (hipótesis retraso).

En el Estudio 1, se empleará un diseño de nivel de rendimiento que tiene como finalidad analizar el desarrollo de procesos cognitivos o habilidades de los niños con DEAM y compararlos con otros grupos, uno de edad más joven igualado en rendimiento matemático, y otro igualado en edad cronológica, controlando el nivel intelectual y sexo, mediante un proceso de igualación. Para proceder con este diseño se debe seleccionar una variable que sea un indicador del nivel de rendimiento matemático para poder igualar a los DEAM con un grupo de menor edad cronológica. En el Estudio 1 se seleccionó la representación en la línea numérica mental, ya que esta habilidad es

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

un predictor del rendimiento en cálculo aritmético (van Loosbroek, et al, 2009; von Aster y Shalev, 2007).

Si bien, conocer si el curso evolutivo de la TN en los DEAM es deficitario o si bien representa un retraso resulta de gran relevancia, no es la única cuestión que ha sido objeto de debate al respecto de este proceso. Tal como se ha expuesto con anterioridad, la TN, entendida como el cambio de formato de los números, es una de las habilidades considerada andamio en las matemáticas (Moeller, et al, 2011). La adquisición de la representación de los números en el formato arábigo y su asociación con su formato verbal, es decir el nombre del número, constituye un aprendizaje lingüístico que implica desarrollar un vocabulario especial y unas reglas sintácticas determinadas (Barrouillet, et al, 2004; Fayol y Seron, 2005). Paralelamente a las habilidades lingüísticas, la memoria de trabajo también es un componente cognitivo fundamental en la TN, así se sostiene incluso en el modelo ADAPT (Barrouillet, et al, 2004), en el que se asigna un rol muy importante a la memoria de trabajo, que se encarga de manipular la información verbal, recuperar información léxica y manipular la información recuperada en función de las reglas sintácticas a aplicar. De esta manera los números más complejos, en cuanto a su longitud, y los menos familiares sobrecargan la memoria de trabajo y es por esto que se cometen más errores al escribir estos números (Barrouillete, et al, 2007). Esta implicación de la memoria se ha constatado en estudios recientes sobre TN, así Moura, et al (2013) encontraron, que la memoria de trabajo y la inteligencia predecían la escritura y lectura de números. En la misma línea, Imbo et al. (2014) demostraron que la memoria de trabajo verbal es el único predictor significativo cuando se comenten errores léxicos en la escritura de números. En relación a aspectos lingüísticos y la TN, también un estudio reciente demuestra que la conciencia fonológica es una variable mediadora en la relación entre la TN y la memoria de trabajo. López-Silva, et al (2014)

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

investigaron el rol de la conciencia fonológica en la escritura de números y su asociación con la memoria de trabajo verbal y el procesamiento de la magnitud. De forma similar a lo encontrado en otros estudios, confirman la influencia en la memoria de trabajo verbal y añaden la importancia de la variable conciencia fonológica como predictora de esta habilidad, así mismo, afirman que la conciencia fonológica media en la influencia de la memoria de trabajo verbal en el rendimiento en escritura de números. En consonancia con estos hallazgos que afirman que la memoria de trabajo no es suficiente para explicar en su totalidad las diferencias encontradas entre los DEAM y los no DEAM en las habilidades de TN y que, al controlar la varianza de la memoria de trabajo, se observa la importancia de las variables lingüísticas en la escritura de números (Lopes-Silva, et al, 2014; Moura, et al, 2013). A partir de los resultados de estas investigaciones, en el Estudio 2, se aborda el papel de los procesos cognitivos mencionados pero simultáneamente, es decir, las habilidades lingüísticas como la conciencia sintáctica, memoria de trabajo e incluso la velocidad de nombrado. Este abordaje se realiza considerando no sólo a niños con rendimiento promedio, sino también a niños con DEAM.

Otro aspecto que ha sido objeto de estudio sin resultados concluyentes ha sido la implicación del procesamiento semántico vs asemántico en la TN. Tal como se planteó en la revisión teórica los modelos de TN se dividen en tres tipos: a) semánticos, que afirman la necesidad de un procesamiento o acceso a la representación semántica de la magnitud de los números para la TN; b) asemánticos, en los que la TN se lleva a cabo a través de la aplicación de reglas de tipo léxico-sintácticas, sin requerir la representación semántica de la magnitud; c) los modelos mixtos, que integran los dos anteriores, postulando que el uso de rutas semánticas y asemánticas según las exigencias de la tarea; y d) los modelos conexionistas, que simulan la TN basada en algoritmos de

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

aprendizaje basados en la frecuencia numérica. En la actualidad, los modelos que han recibido más apoyo son aquellos que sostienen que el proceso de TN está guiado por una ruta asemántica, como el modelo ADAPT (Barrouillet, Camos, Perruchet, y Seron, 2004) y el modelo multiruta (Cipolotti y Butterworth, 1995). Se evidencia que el fallo se encuentra en el aprendizaje y aplicación de las reglas de transcodificación que prescribe el sistema numérico base 10, así como la intervención de la memoria de trabajo en este proceso (Barrouillet, et al, 2004; Cipolotti y Butterworth, 1995; Moura, et al, 2013). No obstante, tanto el modelo ADAPT como el modelo multiruta afirman que la ruta semántica podría activarse dependiendo de las exigencias de la tarea. En este sentido, van Loosbroek, et al (2009), sugiere que la implicación del procesamiento semántico en la TN dependerá de la magnitud del número. Los números pequeños son activados en la memoria directamente sin mediación semántica, mientras que los números más grandes requieren de mayor tiempo para su transcodificación implicando este hecho un efecto de magnitud subyacente al procesamiento semántico. Además de la magnitud, el momento evolutivo es fundamental. Existe un predominio de la ruta semántica en estadios tempranos de la adquisición de la TN, pero paulatinamente se va usando en mayor medida la no semántica. van Loosbroek, et al (2009) sugieren que existe un retraso en el desarrollo de la habilidad numérica de los niños con DEAM, sin embargo, la causa de este retraso es desconocida. Suponen que puede ser explicado por una representación imprecisa de los números en el desarrollo temprano, cuando los números en formato arábigo se enlazan con una representación análoga en una línea numérica mental y su significado. Este mismo enlace es el que hace más eficiente a los niños con un buen rendimiento matemático. Este tópico será abordado en el Estudio 3, en que se contrasta el efecto de la línea numérica mental como mediadora entre las diferencias entre los DEAM y no DEAM en lectura y escritura de números de diferente

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

magnitud, teniendo en cuenta el curso como variable moderadora.

3.1 Objetivos

Objetivo general

- Analizar el nivel de severidad que los niños con DEAM presentan en las habilidades de transcodificación numérica a lo largo de la Educación Primaria, y el rol de los procesos cognitivos en el desarrollo de estas habilidades.

Objetivos específicos

- Estudiar el nivel de severidad presentado por los niños con DEAM en memoria de trabajo, velocidad de nombrado (RAN) y transcodificación mediante el uso de un diseño de nivel de rendimiento matemático.
- Medir la contribución de las variables velocidad de nombrado, conciencia sintáctica, conciencia fonológica y memoria de trabajo en la transcodificación numérica en niños con DEAM y sin DEAM.
- Contrastar el efecto mediador de la información semántica en el proceso de transcodificación numérica en función de las diferencias individuales y el momento evolutivo.

3.2 Hipótesis de Trabajo

- Se espera encontrar que existan diferencias en los procesos cognitivos y TN en los dos diseños establecidos en el estudio (Diseño 2-4 y Diseño 4-6). Específicamente, se espera que el grupo DEAM tenga un rendimiento inferior en los procesos cognitivos y TN en comparación con los grupos equivalentes en edad cronológica con un

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por: REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	Fecha: 26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

rendimiento promedio en matemáticas y similar a los grupos con igual nivel de rendimiento.

- Se espera una contribución significativa de la velocidad de nombrado y las habilidades lingüísticas en la fluidez en lectura de números una vez aislado el efecto de la memoria de trabajo numérica, siendo esta contribución moderada por las diferencias individuales (DEAM vs no DEAM).

Se espera una contribución significativa de la velocidad de nombrado y las habilidades lingüísticas en la escritura de números fluidez en lectura de números una vez aislado el efecto de la memoria de trabajo numérica, siendo esta contribución moderada por las diferencias individuales (DEAM vs no DEAM).

- La representación semántica de los números influye en el proceso de TN en función de la pertenencia al grupo DEAM o no DEAM. Esta relación estará moderada por el curso, siendo más fuerte en los cursos iniciales que en los cursos más avanzados.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por: REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	Fecha: 26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

CAPÍTULO 4

ESTUDIO 1: NIVEL DE RENDIMIENTO EN TRANSCODIFICACIÓN NUMÉRICA

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por: REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	Fecha: 26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

4. ESTUDIO 1: NIVEL DE RENDIMIENTO EN TRANSCODIFICACIÓN NUMÉRICA

4.1 Objetivo

La instrucción formal de las matemáticas se inicia con la enseñanza del código numérico y la mayoría de los niños adquieren esta destreza en los primeros años de Educación Primaria, siendo capaces de escribir correctamente hasta millones. Estas habilidades matemáticas se sustentan o apoyan en una serie de procesos cognitivos, como la memoria de trabajo, habilidades de velocidad de nombrado y habilidades lingüísticas, y van desarrollándose a través de la experiencia con el entorno y la edad.

Diversas investigaciones señalan que los niños con DEAM, durante el periodo de Educación Primaria, muestran deficiencias al realizar el cambio del código verbal al arábigo y viceversa, además de rendir peor que sus coetáneos en los procesos cognitivos antes mencionados. Hasta el momento si estas dificultades constituyen un déficit, es decir una desviación del desarrollo normal o un retraso, no ha sido constatado. Para ello, es necesario utilizar el diseño apropiado para tal fin. En el ámbito de la investigación de las Dificultades de Aprendizaje en Lectura, se usó durante años y se usa el denominado diseño de “nivel de rendimiento” (Jackson y Butterfield, 1989). Este diseño consiste en trabajar con tres grupos, un grupo con dificultades de aprendizaje, un grupo con un rendimiento promedio emparejado en edad cronológica y/o curso escolar al grupo con dificultades y un grupo de igual rendimiento en la habilidad en la que el grupo con dificultades muestra el déficit, este grupo generalmente tiene dos años de diferencia con el grupo de dificultades. La finalidad de este diseño, es poder verificar si el rendimiento de los DEAM en distintas habilidades y procesos cognitivos es inferior al grupo de nivel de rendimiento, en tal caso se concluiría que las dificultades constituyen un déficit. En caso de que el grupo con dificultades sólo mostrara diferencias con el grupo control de

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

edad cronológica, se concluiría que las dificultades mostradas constituyen únicamente un retraso.

Por lo tanto, se propone como objetivo evaluar si las dificultades presentadas en TN por los niños con DEAM constituyen un déficit o un retraso evolutivo mediante el uso de un diseño de nivel de rendimiento. Por otro lado, dada la influencia de la memoria de trabajo y velocidad de nombrado (RAN) durante el proceso de TN, consideramos importante constatar si estas habilidades son o no constitutivas de un déficit o un retraso en el caso de los niños con DEAM.

4.2 Método

4.2.1 Participantes

La muestra inicial de investigación estuvo formada por 1062 alumnos/as de 2º a 6º curso de Educación Primaria (EP), provenientes de cuatro centros públicos situados en zonas urbanas de los municipios de San Cristóbal de La Laguna y Santa Cruz de Tenerife y un centro concertado ubicado en una zona urbana del municipio de la Orotava. Del total de la muestra, para este estudio se seleccionaron a los alumnos/as de 2º, 4º y 6º curso de EP que cumplían los criterios diagnósticos específicos de esta investigación, eliminándose de la muestra aquellos sujetos que presentaban necesidades educativas especiales (i.e., déficit intelectual, sensorial físico o motor).

Para llevar a cabo este estudio de nivel de rendimiento la habilidad utilizada para la igualación de los grupos fue el rendimiento en la tarea de la línea numérica mental. Se utilizaron dos diseños para poder abarcar dos momentos evolutivos a lo largo de la Educación Primaria, el primero de ellos contrasta un grupo DEAM de cuarto curso con bajo rendimiento en línea numérica con dos grupos control, uno igualado en edad cronológica (cuarto curso) y otro, dos cursos por debajo (segundo curso), igualado en

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por: REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	Fecha: 26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

esta habilidad. El segundo diseño contrasta a un grupo DEAM de sexto curso con bajo rendimiento en línea numérica con dos grupos control, uno igualado en edad cronológica (sexto curso) y otro, dos cursos inferiores (cuarto curso) igualado en esta habilidad.

a) Diseño (2-4): para la selección de los sujetos con DEAM se utilizó como punto de corte un $PC > 85$ (es decir, mayor de 1 desviación típica por encima de la media) en la media de los tiempos en recuperación de hechos numéricos y para los sujetos no DEAM un punto de corte basado en el $PC < 65$ en la media de los tiempos en recuperación de hechos numéricos. Los grupos fueron igualados en edad, sexo y nivel intelectual (CI); posteriormente se procedió a igualar el grupo DEAM y el grupo igualado en nivel de rendimiento en la habilidad de representación de los números de la línea numérica de 0 a 1000; los sujetos fueron clasificados en tres grupos de acuerdo con su nivel de rendimiento: (1) un grupo DEAM; de 17 sujetos (8 niñas y 9 niños) de 4º curso de Educación Primaria; (2) un grupo control de 26 sujetos (13 niños y 13 niñas) igualados en edad cronológica con el grupo anterior (EC); y (3) un grupo control de 17 sujetos (9 niñas y 8 niños) de 2º curso de Educación Primaria igualados en la habilidad ya mencionada con el grupo que presenta DEAM (NM). Las medias y desviaciones típicas de cada grupo en las medidas de igualación y de selección se muestran en la tabla 3.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por: REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	Fecha: 26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

Grupo	Edad		CI		Línea Numérica		Recuperación de Hechos Numéricos	
	M	DT	M	DT	M	DT	M	DT
DEAM (N=17)	121.94	8.10	95.18	10.62	.42	.72	7.58	2.89
EC (N=26)	117.66	4.00	101.27	12.38	-.24	.66	3.19	.68
NM (N=17)	94.71	5.64	101.76	5.86	.51	.90	4.91	.93

Tabla 3. Medias y desviaciones típicas de cada grupo del diseño (2-4) en edad, CI y en la medida de selección. DEAM= Grupo de dificultades de aprendizaje en matemática; EC= Grupo control de edad cronológica; NM= Grupo control de nivel matemático.

Se realizaron ANOVAs para describir y caracterizar los grupos creados. En cuanto a la variable edad se encontraron diferencias significativas entre los grupos $F(2, 57) = 111.49, p < .001, \eta^2 = .79$. Los contrastes a posteriori de las diferencias par a par revelan que las diferencias se encontraban entre los grupos DEAM y NM $t(32) = 11.37, p < .001$ y EC y NM $t(41) = 15.82, p < .001$. Debido a la igualdad entre los grupos DEAM y EC en esta variable no se encontraron diferencias significativas entre estos grupos $t(41) = 3.9, p > .10$. Tal como se esperaba, debido al procedimiento previo de la igualdad de los grupos, no se encontraron diferencias significativas entre los grupos en la variable CI, $F(2, 57) = 2.23, p > .10, \eta^2 = .07$; ni en la distribución en función del sexo $\chi^2(2) = 4.97 > .05$.

b) Diseño (4-6): para este diseño se utilizó la misma variable de selección de los sujetos con DEAM y los mismos criterios de igualdad que en el diseño anterior; los sujetos fueron clasificados en tres grupos: (1) un grupo experimental de 22 sujetos (11 niñas y 11 niños) con DEAM de 4º curso de Educación Primaria; (2) un grupo control de 30 sujetos (15 niños y 15 niñas) en igualdad de edad cronológica (EC) con el grupo anterior; y (3) un grupo control de 22 sujetos (10 niñas y 12 niños) de 2º de Educación

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

Primaria curso igualado en la habilidad ya mencionada con el grupo que presenta DEAM. Las medias y desviaciones típicas de cada grupo en las medidas de igualación y de selección se muestran en la Tabla 4.

Grupo	Edad		CI		Línea Numérica		Recuperación de Hechos Numéricos	
	<i>M</i>	<i>DT</i>	<i>M</i>	<i>DT</i>	<i>M</i>	<i>DT</i>	<i>M</i>	<i>DT</i>
DEAM(N=22)	141.14	7.78	97.8	6.17	-.18	.77	5.99	1.17
EC(N=30)	139.73	5.20	94.58	10.33	-.61	.51	2.77	.62
NM(N=22)	118.23	3.46	100.84	10.99	-.09	.72	3.15	.64

Tabla 4. Medias y desviaciones típicas de cada grupo del diseño (4-6) en edad, CI y en la medida de selección. DEAM= Grupo de dificultades de aprendizaje en matemática; EC= Grupo control de edad cronológica; NM= Grupo control de nivel matemático.

Se realizaron ANOVAs para describir y caracterizar los grupos creados. En cuanto a la variable edad se encontraron diferencias significativas entre los grupos, $F(2,78) = 123.50, p < .001, \eta^2 = .76$. Los contrastes a posteriori de las diferencias par a par revelan que las diferencias se encontraban entre los grupos DEAM y NM $t(42) = 12.61, p < .001$; y EC y NM $t(50) = 16.81, p < .001$. Debido a la igualación entre los grupos DEAM y EC en esta variable no se encontraron diferencias significativas entre estos grupos. Tal como se esperaba, debido al procedimiento previo de la igualación de los grupos, no se encontraron diferencias significativas entre los grupos en CI, $F(2, 78) = 3.03, p > .05, \eta^2 = .072$. $p > .05$ ni en tampoco en la distribución en función del sexo $\chi^2(2) = .10 > .05$.

4.2.2 Instrumentos

Factor G (Escala 1 y Escala 2, Forma A) (Cattell y Cattell, 1989). Evalúa la capacidad mental general. Los niños de 2º curso de Educación Primaria cumplieron la forma

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015. Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por: REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	Fecha: 26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

abreviada de la Escala 1 de esta prueba de forma colectiva, conformada por los subtests Sustitución, Clasificación, Laberintos y Semejanzas. Al resto del alumnado se le aplicó la Escala 2 Forma A completa. Ambas fueron administradas en sus aulas habituales, teniendo una duración aproximada 40 minutos. Los autores que llevaron a cabo la adaptación al español usaron el test de dos mitades para calcular la fiabilidad y obtuvieron un coeficiente de correlación de .87. Asimismo, usaron como criterio de validez el TEA-1 (Test de Aptitudes Escolares) (Seisdedos, De la Cruz, Cordero y González, 1991). Este test consta de tres factores: verbal, razonamiento y cálculo. Se obtuvo un coeficiente de correlación de .68 entre la medida del factor g y los resultados del TEA-1 que mide aptitudes verbales, de razonamiento y numéricas.

Módulos de la Batería multimedia para el diagnóstico de las dificultades de aprendizaje en matemáticas (BM-PRIMA) (Jiménez, Marco, Rodríguez y Peake, 2014). Esta batería multimedia es de aplicación individual y se ha administrado a una población escolar de edades comprendidas entre los 6 a los 12 años de edad (2º a 6º de Educación Primaria). Ha sido diseñada con la finalidad de evaluar conocimientos matemáticos y los procesos cognitivos asociados al rendimiento en aritmética. Está constituida por cuatro módulos, conocimientos básicos, cálculo básico, procesos mentales y resolución de problemas verbales aritméticos. Para este estudio se han empleado las siguientes tareas:

Escritura de números: consiste en la presentación auditiva de 30 números (10 unidades, 10 decenas y 10 centenas) a través de unos auriculares, el evaluado debe escribir el número por medio de un teclado numérico en la pantalla del ordenador, este teclado contiene los números del 0 al 9, una goma de borrar, un botón para repetir el número, en caso de no haberlo escuchado bien, y un icono para indicar que se ha acabado de escribir. El programa registra los aciertos y lo que escribe el evaluado

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

($\alpha=.78$).

Lectura de números: la tarea se conforma de 30 números (10 unidades, 10 decenas y 10 centenas), aparece un número a la vez en el centro de la pantalla y el/la alumno/a debe leer el número en voz alta. El examinador pulsa el botón izquierdo del ratón si el alumno acierta y el derecho si se equivoca, el tiempo de respuesta es medido por llave vocal. El programa registra el acierto y el tiempo de latencia, desde que aparece el número y el niño comienza a leerlo ($\alpha=.88$).

Estimación de la línea numérica: esta tarea es una adaptación de la “number-to-position task” (Siegler y Booth, 2004; Siegler y Opfer, 2003) en que los participantes debían colocar un valor, presentado en formato arábigo, sobre una línea de 0 a 100 y de 0 a 1000. En este estudio se presentaron 22 ítems aleatorizados para ser ubicados en la escala 0-1000. La finalidad es ubicar un número en ella, moviendo una flecha a lo largo de la línea que tiene el número a ubicar sobre ella, cuando se ha terminado, se presiona un icono para pasar al próximo ítem. El programa registra el número que corresponde a dónde se ha situado la flecha. Para este estudio se utiliza el porcentaje de error calculado por medio de la diferencia entre el número estímulo y el número de respuesta entre 1000 ($\alpha=.84$).

Recuperación de hechos numéricos: en la pantalla aparecen 66 operaciones (24 sumas, 18 restas y 24 multiplicaciones, todas de un dígito) presentados en orden aleatorio y en formato horizontal. El/la alumno/a debe decir en voz alta el resultado de las operaciones y el examinador pulsará el botón izquierdo del ratón si el alumno acierta y el derecho si se equivoca, el tiempo de latencia desde que aparece el ítem y el evaluado responde es registrado por llave vocal, por lo tanto, existe un registro de precisión y de tiempo. Para el cálculo de la fiabilidad se han agrupado los ítems de cada operación, así, el valor de Alpha de Cronbach para las adiciones es .92; para las

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

sustracciones es .89; y para las multiplicaciones es .89. El porcentaje de aciertos para cada operación es de 94.4% para las adiciones; 93.1% para las sustracciones; y 85.57% para las multiplicaciones.

Memoria de trabajo numérica: La tarea de memoria de trabajo es una adaptación de la tarea de García (1997), que a su vez fue adaptada de la tarea de Case, Kurland y Golberg (1982). En ella se le presenta al participante una secuencia de cartas impresas sobre la pantalla del programa con puntos azules y amarillos, el alumno/a debe contar, recordar y decir la secuencia de puntos amarillos en el mismo orden de presentación. La tarea consta de un total de 12 series de tarjetas divididas en 4 niveles de dificultad, cada una consta de 3 series. Cada serie está compuesta por tres ítems, si el alumno falla los tres ítems de una serie, se detiene la prueba. En la primera serie de la tarea se presentan 2 cartas en cada ítem. La cantidad de cartas por ítems incrementa en 1 por serie, es decir, en la segunda serie se presentan 3 cartas por ítem, y 4 cartas en la tercera, sucesivamente, hasta un máximo de 5 cartas por ítem. El orden de presentación de las series fue invariable entre sujetos. El examinador evalúa si la respuesta del niño es correcta pulsando el botón izquierdo del ratón.

Velocidad de Nombrado: se basa en la tarea clásica Rapid Automatic Naming (RAN) diseñada por Denckla y Rudel (1996), en esta versión multimedia se presentan cuatro bloques de 50 estímulos, dispuestos en una matriz de 5x10. El participante debe nombrar los estímulos que aparecen en la pantalla tan rápido como pueda, mientras que el examinador recoge el número de errores haciendo uso del ratón. También se registra el tiempo total de ejecución, activando y desactivando un cronómetro incorporado en el programa. La tarea consiste en 4 bloques: letras, números, colores y dibujos. Así, se puede obtener una medida de fluidez (aciertos en un minuto) para cada bloque.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por: REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	Fecha: 26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

4.3 Resultados

En primer lugar, para asegurar que los grupos conformados en ambos diseños cumplen con las características apropiadas para la aplicación del mismo, se llevaron a cabo ANOVAs para cada diseño, considerando como variable independiente intergrupo “grupo” y variable dependiente el porcentaje de error en la tarea de ubicación en la recta numérica para cada diseño.

Diseño (2-4). Se encontraron diferencias significativas entre los grupos, $F(2, 57) = 5.97, p < .01, \eta^2 = .17$. Los contrastes a posteriori de las diferencias par a par revelan que las diferencias se encontraban entre los grupos DEAM y EC $t(41) = 2.83, p < .01, \eta^2 = .08$; y en EC y NM, $t(41) = 3.08, p < .01, \eta^2 = .10$. Debido a la igualdad entre los grupos DEAM y NM en esta variable no se encontraron diferencias significativas entre estos grupos $t(26) = .08, p = .843$.

Diseño (4-6). Se encontraron diferencias significativas en $F(2, 78) = 4.79, p < .01, \eta^2 = .10$. Los contrastes a posteriori de las diferencias par a par revelan que las diferencias se encontraban entre los grupos DEAM y EC $t(50) = 2.41, p < .05, \eta^2 = .06$; y en EC y NM $t(50) = 3.07, p < .01, \eta^2 = .09$. Debido a la igualdad entre los grupos DEAM y NM en esta variable no se encontraron diferencias significativas entre estos grupos $t(40) = .08, p = .851$.

Para constatar la efectividad de la variable de selección de los grupos con y sin dificultades se compararon los grupos a través de un ANOVA con variable independiente intergrupo “grupo” y como variable dependiente el tiempo de los aciertos en recuperación de hechos numéricos para ambos diseños.

Diseño (2-4). Se encontraron diferencias significativas $F(2, 57) = 8.48, p < .001, \eta^2 = .63$. Los contrastes a posteriori de las diferencias par a par revelan que las

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

diferencias se encontraban entre los grupos DEAM y EC $t(41) = 8.74$ $p < .001$; DEAM y NM y $t(32) = 4.40$, $p < .001$ EC y NM $t(41) = 7.66$, $p < .001$.

Diseño (4-6). Se encontraron diferencias significativas $F(2, 78) = 174.48$, $p < .001$, $\eta^2 = .81$. Los contrastes a posteriori de las diferencias par a par revelan que las diferencias se encontraban entre los grupos DEAM y EC $t(50) = 12.77$ $p < .001$; DEAM y NM y $t(42) = 9.92$, $p < .001$; EC y NM $t(50) = 2.15$ $p < .05$.

Una vez asegurada la fiabilidad de los diseños definidos, se llevó a cabo un MANOVA para el diseño (2-4) y el diseño (4-6), con la variable Grupo (Dificultades específicas de aprendizaje en matemáticas vs edad cronológica vs nivel de rendimiento) como factor fijo intersujeto, y las variables dependientes lectura y escritura de números, memoria de trabajo numérica y RAN. Las medias y desviaciones típicas para cada una de las variables dependientes en función del grupo se muestran en las Tablas 5 y 6.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

Diseño 2-4															
Grupo	N	Lectura		Escritura		MTN		RAN-L		RAN-N		RAN-D		RAN-C	
		M	DT	M	DT	M	DT	M	DT	M	DT	M	DT	M	DT
DEAM	17	1.37	.19	28.81	1.55	6.44	1.67	87.27	18.59	96.99	20.47	56.99	13.16	57.40	11.10
EC	26	1.02	.14	28.48	1.96	6.20	2.90	105.77	16.67	121.40	22.65	71.43	13.51	68.49	8.71
NM	17	1.39	.26	28.67	1.29	5.53	2.06	84.72	18.01	90.05	21.58	54.14	13.47	55.14	12.78
Total	60	1.22	.26	28.63	1.66	6.09	2.37	94.85	19.92	106.03	25.64	62.67	15.40	61.75	12.09

Tabla 5. Medias y desviaciones típicas de los grupos para el diseño 2-4. MTN= Memoria de trabajo numérica; RAN-L= RAN Letras; RAN-N= RAN Números; RAN-C= RAN Colores; RAN-D= RAN Dibujos.

Diseño 4-6															
Grupo	N	Lectura		Escritura		MTN		RAN-L		RAN-N		RAN-D		RAN-C	
		M	DT	M	DT	M	DT	M	DT	M	DT	M	DT	M	DT
DEAM	22	1.23	.26	29.05	1.05	6.35	2.13	103.33	18.48	15.79	19.94	64.91	12.14	66.29	14.42
EC	30	1.15	.15	29.43	.89	7.03	2.63	108.95	19.34	119.72	23.47	69.13	13.84	71.35	16.10
NM	22	1.13	.12	28.72	1.62	6.32	2.99	105.56	13.92	121.99	17.80	67.29	10.13	71.79	13.37
Total	74	1.17	.18	29.09	1.24	6.61	2.44	106.32	17.39	119.43	20.65	67.41	12.21	70.15	14.78

Tabla 6. Medias y desviaciones típicas de los grupos para el diseño 4-6. MTN= Memoria de trabajo numérica; RAN-L= RAN Letras; RAN-N= RAN Números; RAN-C= RAN Colores; RAN-D= RAN Dibujos.

Diseño (2-4). Para este diseño se encontró un efecto multivariado con grupo como variable intersujeto y escritura de números, memoria de trabajo numérica, lectura de números y velocidad de nombrado como variables dependientes $F(3,74) = 4.127$, $p > .000$, $\eta^2 = .381$. Se encontró efecto principal debido a Grupo para la variable lectura de números, $F(2, 59) = 23.79$, $p < .001$, $\eta^2 = .473$. Los contrastes a posteriori de las diferencias par a par evidencian que las diferencias se encuentran entre los grupos

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por: REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	Fecha: 26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

DEAM y EC, $t(41) = 7,06$, $p < .000$ y NM y EC $t(41) = 5,69$, $p < .001$ Las diferencias entre los grupos DEAM y NM no fueron significativas, informar estadístico.

Igualmente, se encontraron efectos principales debido a Grupo para la variable RAN en sus distintas modalidades. Para RAN-Letras, se encontró un efecto principal $F(2, 59) = 8,78$, $p < .001$, $\eta^2 = .249$; y las diferencias par a par mostraron que éstas se encontraron entre los grupos DEAM y EC $t(41) = 2,99$ $p < .001$ y EC y NM $t(41) = 3,86$ $p < .001$. Para RAN-Números, $F(2, 59) = 11,64$, $p < .001$, $\eta^2 = .305$; RAN color $F(2, 59) = 9,81$, $p < .001$, $\eta^2 = .270$. Los contrastes a posteriori de las diferencias par a par mostraron que éstas se encontraban entre los grupos DEAM y EC, $t(41) = 3,17$ $p < .001$; y EC y NM, $t(41) = 4,01$ $p < .001$. Para RAN - Colores, $F(2, 59) = 9,30$, $p < .001$, $\eta^2 = .473$, los contrastes par a par mostraron que las diferencias se encontraron entre los grupos DEAM y EC, $t(41) = 3,35$, $p < .01$; y EC y NM, $t(41) = 3,78$, $p < .001$. Por último, para RAN- Dibujo, $F(2, 59) = 9,30$, $p < .001$, $\eta^2 = .260$, los contrastes par a par mostraron que las diferencias se encontraron entre los grupos DEAM y EC, $t(41) = 3,87$, $p < .01$; y EC y NM, $t(41) = 3,60$, $p < .001$.

No se encontraron diferencias significativas entre los grupos para las variables memoria de trabajo numérica $F(2,56) = 3,88$, $p = .552$, ni para escritura de números $F(2,55) = .37$, $p = .824$.

Diseño 4-6. En este diseño no se encontró un efecto multivariado con grupo como variable intersujeto y escritura de números, memoria de trabajo numérica, lectura de números y velocidad de nombrado como variables dependientes $F(3, 74) = 4,127$, $p > .000$. Por tanto, no se hallaron efectos principales de Grupo para ninguna de las variables dependientes. Lectura de Números, $F(2, 74) = 6,42$, $p = .145$; escritura de números, $F(2, 74) = 1,38$, $p = .103$; memoria de trabajo numérica $F(2, 74) = 1,84$,

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

$p=.477$; RAN-Letras $F(2,74) = .81$, $p=.523$; RAN- Números $F(2, 68) = .18$, $p=.609$;

RAN- Colores $F(2,74) = 1.66$, $p=.398$; RAN- Dibujos $F(2, 74) = 1.53$, $p=.485$.

4.4 Discusión

El objetivo de este estudio fue contrastar la hipótesis del déficit vs. retraso para los procesos cognitivos memoria de trabajo numérica, velocidad de nombrado y las habilidades de transcodificación. Para ello se llevaron a cabo dos diseños de nivel de rendimiento, uno para los DEAM de segundo curso y otro para los DEAM de cuarto curso. Para el Diseño 2-4 se encuentra efecto de grupo para las variables lectura de números y RAN en todas sus modalidades, pero no es así en el diseño 4-6.

Los niños con DEAM de cuarto curso poseen un rendimiento en lectura de números y RAN equiparable a los de segundo curso, es decir, poseen un retraso de dos cursos con respecto a estas habilidades. Lo cual implica que estas dificultades constituyen un retraso, pero no un déficit, de hecho, esto tiene su correlato evolutivo, ya que en la segunda cohorte o Diseño (4-6) se constata que las diferencias desaparecen entre los grupos de misma edad cronológica.

La lectura de números, específicamente la velocidad en la que los niños cambian el código arábigo al verbal, se establece a partir de estos resultados como un indicador de gran relevancia para la diferenciación en el rendimiento matemático de los niños en edades tempranas. Esto coincide con lo encontrado en otras investigaciones que reportan dificultades en la lectura de números en niños con DEAM entre 8 y 9 años (Lander, et al., 2004), e indica que la velocidad en el proceso de cambiar del código arábigo al verbal en los DEAM se nivela posteriormente.

La importancia de la velocidad en el procesamiento de la información, queda también sustentada con lo hallado en este estudio, tomando nuevamente protagonismo

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

la importancia que tiene la velocidad para acceder a la información para la diferenciación de los DEAM, no sólo al procesar información numérica, si no que la baja fluidez en la velocidad de nombrado en los niños con DEAM no es específica de la información numérica sino que responde a una dificultad para procesar información en general (Mazzocco y Grimm, 2013; Temple y Sherwood, 2002).

El bajo rendimiento de los DEAM en lectura de números y RAN, son indicadores de que existe un fallo general en la velocidad con la que se accede a distintos tipos de información que ha sido almacenada en la memoria a largo plazo. Esto coincide con lo que prescribe el subtipo verbal (Dehaene, Cohen y Piazza, 2003) que plantea que algunos DEAM poseen dificultades para almacenar y recuperar hechos numéricos, y además se pone de manifiesto en tareas que requieren recuperar información almacenada en formato verbal.

La ausencia de diferencia entre grupos para escritura de números, hallada en el presente estudio, se debe a las características específicas de la tarea propuesta, en la que se observa claramente un efecto techo. Es evidente que para futuras investigaciones es indispensable incluir números de mayor magnitud, ya que estos requieren mayor procesamiento sintáctico, y por tanto generan una mayor demanda a los recursos lingüísticos y de memoria (Barrouillete, et al, 20014; Lander, et al., 2004; Moura et al., 2013).

No obstante, en este estudio se observa que tanto en el diseño 2-4 como en el diseño 4-6 no existen diferencias entre ninguno de los grupos en la memoria de trabajo, lo que parece indicar que esta variable no juega un papel definitorio en el perfil cognitivo de los DEAM, o por lo menos de la forma que ha sido medida. Se debe tener en cuenta que la memoria de trabajo posee distintos componentes, dependiendo de la tarea a evaluar, y que muchos de los resultados obtenidos a favor de la participación de

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

la memoria de trabajo en el procesamiento de las matemáticas han sido obtenidos para el componente ejecutivo (Passolunghi y Siegel, 2001) o bien en el bucle fonológico y la memoria de trabajo verbal (Semdt, Janssen, Bouwens, Verschaffel, Boets y Ghesquière, 2009; Swanson, 2006).

Para tener una visión más completa de si la memoria de trabajo es un proceso deficitario o presenta un retraso en los DEAM, es recomendable, ampliar los análisis realizados con otros tipos de memoria de trabajo, tal como la memoria verbal, visoespacial y ejecutiva.

Las implicaciones educativas de estos resultados pueden llegar a ser decisivas desde un modelo de intervención basado en la detección temprana, en el que se evalúen habilidades básicas como la lectura de números y se realice un énfasis particular en la estimulación de la velocidad de procesamiento y automatización en el manejo de cantidades numéricas.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

CAPÍTULO 5

ESTUDIO 2: PROCESOS COGNITIVOS EN LA TN

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

5. ESTUDIO 2: PROCESOS COGNITIVOS EN LA TN

5.1 Objetivo

La participación de distintos procesos cognitivos en las habilidades matemáticas ha sido estudiada por diversos autores (v.g. Geary, 1993; 1995; 2010; Moura, et al, 2013, Lopes-Silva, et al, 2014; von Aster y Shalev, 2004; Wolf et al, 2002), así encontramos que la variable que más atención ha recibido es la memoria de trabajo, sin embargo, se ha evidenciado que esta variable no es suficiente para explicar en su totalidad las diferencias encontradas entre los DEAM y los no DEAM en las habilidades de TN (Moura, et al., 2013). Asimismo, los hallazgos muestran que al controlar la varianza que aporta la memoria de trabajo en la predicción de la escritura de números, se evidencia el nivel predictivo de variables lingüísticas en el cambio de código del oral al arábigo (Moura, et al, 2013, Lopes-Silva, et al, 2014).

En el estudio anterior se observa cómo los DEAM, presentan un retraso en la habilidad en el nombrado de números, una variable de tipo lingüística y de velocidad de procesamiento. Y se observa como la memoria de trabajo numérica no resulta relevante para el estudio evolutivo de la TN. Es por esto que cobra especial importancia abordar otros procesos cognitivos involucrados en esta habilidad, como la velocidad de nombrado y habilidades lingüísticas como la conciencia sintáctica, que no han sido estudiadas en el contexto de la TN.

Por lo tanto, el objetivo de este estudio es investigar la predicción de las variables velocidad de nombrado y las habilidades lingüísticas (i.e., conciencia fonológica y conciencia sintáctica) en la transcodificación numérica, para ello se controlará la influencia de la memoria de trabajo numérica tal como lo hicieron Lopes-Silva, et al (2014). También se pretende valorar si esta predicción se ve modificada

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

cuando se introduce el grupo de rendimiento (DEAM vs No DEAM) como moderadora en el análisis de regresión.

5.2 Método

5.2.1 Participantes

Tal como se describió en el estudio pasado, la muestra estaba constituida por 1062 alumnos/as de 2º a 6º curso de Educación Primaria (EP). Del total de la muestra para este estudio se seleccionó un grupo de sujetos con DEAM, con un corte un PC > 85 (es decir, mayor de 1 desviación típica por encima de la media) en la media de los tiempos en recuperación de hechos numéricos y para los sujetos no DEAM un punto de corte basado en el PC < 65 en la media de los tiempos en recuperación de hechos numéricos. Ambos grupos fueron igualados en edad, sexo y nivel intelectual (CI). La distribución fue equivalente entre los cursos (2º N= 26; 3º N= 26; 4º N= 26; 5º= 30; 6º=31) para cada grupo. Las medias y desviaciones típicas de cada grupo en las medidas de igualación y de selección se muestran en la Tabla 7.

Grupo	Edad		CI		Agilidad Mental	
	<i>M</i>	<i>DT</i>	<i>M</i>	<i>DT</i>	<i>M</i>	<i>DT</i>
DEAM (N=139)	120.52	17.46	97.33	16.78	6.42	.20
RN (N=139)	119.49	16.82	98.91	15.27	5.63	.20

Tabla 7. Medias y desviaciones típicas de cada grupo en edad, CI y agilidad mental. DEAM= Grupo de dificultades de aprendizaje en matemática; RN= Grupo rendimiento normal.

5.2.2 Materiales

Para este estudio se utilizaron las tareas: a) Escritura de números; b) Lectura de números; c) Agilidad mental; y d) Memoria de trabajo numérico, de la Batería multimedia para el diagnóstico de las dificultades de aprendizaje en matemáticas (BM-

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

PROMA) (Jiménez et al, 2014), la cuales ya han sido descritas en estudios anteriores.

De esta batería también se utilizó para los análisis:

Conciencia sintáctica: consiste en la presentación auditiva de una serie de 20 frases a las que le falta una/s palabra/s para completar su sentido. El evaluado debe decir cuál es la/s palabra/s que falta/n. Los aciertos y errores son registrados por el evaluador con los botones izquierdo y derecho del ratón respectivamente ($\alpha=.80$). Además, se utilizó el Factor G (Escala 1 y Escala 2, Forma A) (Cattell y Cattell, 1989), para medir la inteligencia.

Omisión de fonemas: se presentan auditivamente 15 palabras, el/la alumno/a debe decir lo que queda de la palabra cuando se omite de la primera letra. El examinador registra error con el botón izquierdo y acierto con el botón derecho del ratón.

5.2.3 Procedimiento

El procedimiento para la administración de las pruebas y recogida de los datos corresponde a lo descrito en el Estudio 1.

5.3 Resultados

Se llevaron a cabo dos análisis de regresión jerárquicas para las variables criterio lectura y escritura de números. Las variables predictoras a medir fueron las habilidades lingüísticas (omisión de fonemas y conciencia sintáctica) y las variables cognitivas memoria de trabajo y RAN. También se analizó el efecto moderador de grupo (DEAM, EC).

5.3.1 Lectura de Números (Tiempo de latencia)

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

En el primer análisis de regresión jerárquica se tomó como variable dependiente el tiempo de los aciertos en lectura de números. En un primer paso se introdujeron las variables de carácter general edad e inteligencia para apresar la varianza que puedan aportar, en el segundo paso la memoria de trabajo, la cual es una variable cognitiva que va a acompañar todo el proceso de transcodificación del formato arábigo al verbal, y por tanto se debe controlar para poder apreciar la contribución de variables lingüísticas más específicas en TN, en el tercer paso se introdujo la velocidad de nombrado, en las modalidades dibujo y color, la cuáles dependen en menor medida de la instrucción y no están mediatizadas por el conocimiento de los números y la variable de conciencia fonológica omisión de fonemas y la conciencia sintáctica. Finalmente, en el último paso la interacción entre la variable grupo con cada variable predictora para así observar la influencia de los distintos procesos cognitivos controlando la varianza de los otros procesos involucrados en la actividad y el efecto moderador de la variable grupo.

Tal como se observa en la tabla 8, existe correlación entre la velocidad en lectura de números y las variables predictoras.

	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Lectura de Números	1							
2. CI	-.00	1						
3. Edad	-.29**	-.40**	1					
4 .MTN	-.25**	-.00	.23*	1				
5. RANC	-.41**	-.02	.35**	.36**	1			
6. RAND	-.39**	-.01	.35**	.27**	.73**	1		
7. CS	-.26**	.17*	.30**	.30**	.23*	.20*	1	
8. OMF	-.21*	.13*	.09	.27**	.28**	.28**	.32	1

Tabla 8. Coeficientes de correlación para la regresión sobre lectura de números. 1=Lectura de números; 2= CI; 3=Edad; 4=Memoria de trabajo; 5= RAN Color; 6= RAN Dibujos; 7= Conciencia Sintáctica; 8= Omisión de fonemas. *= $p < .05$; **= $p < .01$.

El modelo de regresión para lectura de números, predice un 30% de dicha variable (r^2 ajustada =.30), evidenciando que existe una relación entre la lectura de

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por: REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	Fecha: 26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

números y las variables que conforman el modelo de regresión $F(5, 258) = 23.52 p <$.

01. Los coeficientes beta significativos para la predicción de la lectura de números fueron la edad y la velocidad de nombrado (color) en interacción con el grupo.

	Predictor	Beta	t	Sig.
Paso 1				
	Edad	-.24	-3.42	.00
	CI	-.07	-1.20	.30
Paso 2				
	MTN	-.05	-.89	.37
Paso 3				
	RAN C	.14	-.52	.60
	RAN D	-.08	-.53	.78
Paso 4				
	CS	.03	.23	.84
	OM	-.10	-1.71	.24
Paso 5				
	MTN*grupo	-.17	.69	.48
	RAN_C*grupo	-.48	-6.11	.00
	RAN_D*grupo	.09	-.35	.72
	CS*grupo	-.51	-1.09	.27
	OM*grupo	.09	.21	.83

Tabla 9. Análisis de regresión para lectura de números. CI= Cociente intelectual; MTN= memoria de trabajo; CS=conciencia sintáctica; RAN C= RAN Color; RAN D= RAN Dibujo.

5.3.2 Escritura de Números

El segundo análisis tomó la variable escritura de números como variable dependiente. Igual que en el análisis de regresión anterior, en un primer paso se introdujeron las variables de carácter general edad e inteligencia, en el segundo paso la memoria de trabajo, en el tercer paso la velocidad de nombrado (colores y dibujo), en el cuarto paso la conciencia sintáctica, variable lingüística relacionada con la construcción sintáctica. Y, finalmente, en el último paso la variable grupo para observar su efecto moderador con cada variable predictora.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por: REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	Fecha: 26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

Tal como se observa en la tabla 10, existe correlación entre los aciertos en escritura de números y las variables predictoras, así mismo se observa la baja correlación entre ellas.

	1	2	3	4	5	6	7
1. Escritura de Números	1						
2. CI	.02	1					
3. Edad	.26**	-.42**	1				
4. MTN	.22*	.00	.19	1			
5. RANC	.25**	-.03	.32**	.33**	1		
6. RAND	.20*	.16*	.35**	.24*	.27**	1	
7. CS	.35**	.02	.26**	.24*	.19*	.17*	1

Tabla 10. Coeficientes de correlación para la regresión sobre escritura de números. 1=Lectura de números; 2= CI; 3=Edad; 4=Memoria de trabajo; 5= RAN Color; 6= RAN Dibujos; 7= Conciencia Sintáctica; *= $p < .05$; **= $p < .01$.

El modelo de regresión para escritura de números (Tabla 11), predice un 17,6% de dicha variable (r^2 ajustada = .176), evidenciando que existe una relación entre la lectura de números y las variables que conforman el modelo de regresión $F(5, 235) = 11,27$ $p < .01$). Los coeficientes beta significativos para la predicción de la lectura de números fueron los de las variables edad, conciencia sintáctica y velocidad de nombrado (color) como moderador de la variable grupo.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por: REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	Fecha: 26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

	Predictor	Beta	t	Sig.
Paso 1				
	Edad	.21	2.74	.00
	CI	.07	1.03	.30
Paso 2				
	MTN	.39	1.91	.06
Paso 3				
	RAN C	-.21	-.647	.51
	RAN D	-.08	-.271	.78
Paso 4				
	CS	.23	2.14	.03
Paso 5				
	MTN*grupo	-.43	-1.53	.12
	RAN_C*grupo	.29	2.38	.01
	RAN_D*grupo	.58	1.05	.29
	CS*grupo	.12	.23	.81

Tabla 11. Análisis de regresión para escritura de números. CI= Cociente intelectual; MTN= memoria de trabajo; CS=conciencia sintáctica; RAN C= RAN Color; RAN D= RAN Dibujo.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por: REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	Fecha: 26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

5.4 Discusión

El objetivo de este estudio era investigar la influencia de variables lingüísticas y de velocidad de nombrado en la TN, una vez se suprime el efecto de la memoria de trabajo, y cómo esta contribución es moderada por las diferencias individuales.

En el análisis de regresión la variable lectura de números es predicha por la edad, lo que muestra el carácter madurativo de esta variable de tiempo. Sin embargo, y a diferencia de lo esperado, las variables cognitivas no hicieron ninguna aportación en la predicción de la TN, esto podría deberse a que la influencia de estas variables no es independiente de la edad y el grupo.

No obstante, un resultado importante es el que se extrae del efecto moderador de Grupo. Al controlar la contribución de otras variables, se observa que el rendimiento en TN es predicho por la interacción entre la pertenencia al grupo y la velocidad de nombrado en su modalidad colores. Esto significa que esta variable de velocidad en el acceso a la información es relevante para la lectura de números únicamente depende de la pertenencia de los sujetos a un grupo o a otro.

Al igual que para lectura de números, en el modelo de regresión para escritura de números nos muestra que ésta es predicha por la edad, confirmando el carácter madurativo de la TN. Se encuentra un aporte de la conciencia sintáctica en la predicción de la escritura de números. Esto coincide con lo que prescribe el modelo ADAPT (Barrouillette, et al., 2004).

Según este modelo, la escritura de números requiere el cumplimiento de una serie de reglas sintácticas específicas y exclusivas del sistema arábigo decimal, y se observa que, al controlar la influencia de la memoria de trabajo, la conciencia sintáctica es capaz de predecir el rendimiento en escritura de números. Al incluir el efecto moderador grupo, es la velocidad de nombrado en su modalidad color, la que cobra

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

valor predictivo, y esto también puede explicarse dentro del modelo asemántico ADAPT, que afirma que los errores al escribir números se deben a una sobrecarga de la memoria de trabajo por la complejidad y cantidad de información que se debe manipular.

De forma similar a la lectura de números, se evidencia que al controlar la contribución de otras variables, el rendimiento en escritura de números también es predicho por la moderación de la interacción entre la velocidad de nombrado en su modalidad colores y la pertenencia al grupo. Nuevamente se pone de manifiesto que la relevancia de la velocidad en el acceso a la información, es diferente en los distintos grupos.

Aunque la cantidad de varianza predicha por ambos modelos es pequeña, resulta de relevancia la aparición de la velocidad de nombrado en la predicción de la TN cuando es moderada por la pertenencia al grupo, encontrándose una mayor capacidad predictiva para el grupo DEAM.

Este estudio se suma a otras investigaciones que destacan cómo la velocidad para acceder a información léxica almacenada en la memoria a largo plazo es una variable capaz de discriminar a los DEAM, incluso en variables tan elementales como la TN (Mazzocco y Grimm, 2013; Temple y Sherwood, 2002).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

CAPÍTULO 6

**ESTUDIO 3: INTERVENCIÓN DE LA RUTA
SEMÁNTICA EN EL PROCESO DE TN EN LOS DEAM**

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

6. ESTUDIO 3: INTERVENCIÓN DE LA RUTA SEMÁNTICA EN EL PROCESO DE TN EN LOS DEAM

6.1 Objetivo

Tal como se planteó en la revisión teórica de los modelos sobre TN, estos se dividen en tres tipos: a) semánticos, que afirman la necesidad de un procesamiento o acceso a la representación semántica de la magnitud de los números para la TN; b) asemánticos, en los que la TN se lleva a cabo a través de la aplicación de reglas de tipo léxico-sintácticas, sin requerir la representación semántica de la magnitud; c) los modelos mixtos, que integran los dos anteriores, postulando que el uso de rutas semánticas y asemánticas según las exigencias de la tarea; y d) los modelos conexionistas, que simulan la TN basada en algoritmos de aprendizaje basados en la frecuencia numérica. En la actualidad, los modelos que sostienen que el proceso de TN está guiado por una ruta asemántica, como el modelo ADAPT y el modelo multi-ruta son los que han recibido más apoyo en las investigaciones sobre el tema, evidenciando que el fallo se encuentra en el aprendizaje y aplicación de las reglas de transcodificación que prescribe el sistema numérico base 10, así como la intervención de la memoria de trabajo en este proceso (Barrouillet, et al., 2004; Cipolotti y Butterworth, 1995; Moura, et al., 2013).

De forma alternativa, se sugiere que la participación de aspectos semánticos en la TN depende de varios factores. En primer lugar, del tamaño de la unidad a transcodificar, se hipotetiza que, en la transcodificación de números pequeños, la ruta prioritaria es la no semántica, ya que se recuperan los números directamente de su representación en la memoria. En cambio, cuando se procesan números de mayor magnitud, el aumento en los tiempos de reacción evidencia el efecto de la magnitud, y se asume el uso de la ruta semántica (van Loosbroek, et al., 2009). En segundo lugar,

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por: REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	Fecha: 26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

depende del momento evolutivo, se estima que inicialmente la TN depende fuertemente del procesamiento semántico de los números para los cambios de código, hasta que la automatización es conseguida a través del aprendizaje de reglas de transcodificación. A partir de ese momento, comienza el uso de la ruta asemántica del procesamiento de número. El efecto de ambos aspectos ha sido constatado en sujetos que poseen un rendimiento normal y que han automatizado adecuadamente esta habilidad básica, pero, ¿qué sucede con los sujetos que no han automatizado la TN?, ¿Existirán diferencias de la ruta utilizada entre los DEAM y los niños con rendimiento normal? Es por esto que resulta de interés evaluar si el procesamiento semántico, operacionalizado como ubicación en la línea numérica, media en las diferencias entre los DEAM y los no DEAM en la TN y si esto se ve moderado por la variable curso, como indicador de desarrollo evolutivo.

Para ello se llevará a cabo un análisis de mediación moderación cuya variable predictora son los grupos de rendimiento (DEAM vs No DEAM) y la variable criterio la TN medida por errores en escritura de números y tiempo en lectura de números de unidades y centenas. Se determina como variable mediadora la representación semántica de los números, medida a través de la línea numérica y como moderadora el curso académico.

Igualmente, se espera que la variable curso modere la relación entre la representación semántica y la TN, ya que, tal como se ha descrito en la literatura la construcción de la línea numérica depende de la experiencia que se tenga con los números, sus representaciones en distintos formatos, la comprensión de la magnitud y de la distancia que hay entre ellos (Dehaene, 1992, 1997; Verguts, et al., 200; von Aster y Shalev, 2007).

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

6.2 Método

6.2.1 Participantes

La muestra de la investigación estaba constituida por 1062 alumnos/as de 2º a 6º curso de Educación Primaria (EP), provenientes de cuatro centros públicos situados en zonas urbanas de los municipios de San Cristóbal de La Laguna y Santa Cruz de Tenerife y un centro concertado ubicado en una zona urbana del municipio de la Orotava. Para el análisis de mediación se crearon dos grupos, uno con DEAM donde se utilizó como punto de corte un $P_c > 85$ en la media de los tiempos en agilidad mental y, otro grupo no DEAM usando un punto de corte basado en el $P_c < 65$ en la media de esta misma tarea. Ambos grupos fueron igualados en edad, sexo y nivel intelectual (CI). La distribución fue equivalente entre los cursos (2º N= 26; 3º N= 26; 4º N= 26; 5º= 30; 6º=31) para cada grupo. Las medias y desviaciones típicas de cada grupo en las medidas de igualación y de selección se muestran en la Tabla 12.

Tabla 12. Medias y desviaciones típicas de cada grupo en edad, CI y agilidad mental

Grupo	Edad		CI		Agilidad Mental	
	<i>M</i>	<i>DT</i>	<i>M</i>	<i>DT</i>	<i>M</i>	<i>DT</i>
DEAM (N=139)	120.52	17.46	97.33	16.78	6.42	.20
RN (N=139)	119.49	16.82	98.91	15.27	5.63	.20

Nota. DEAM= Grupo de dificultades de aprendizaje en matemática; RN= Grupo rendimiento normal.

Tal como se esperaba, existen diferencias significativas en la variable de selección agilidad mental $F(1, 266) = 7.63, p < .01, \eta^2 = .03$. Debido al proceso de emparejamiento, no hubo diferencias significativas entre los grupos en las variables edad, $F(1, 276) = .257, p = .65$, CI, $F(1, 276) = .67, p = .43$, ni en la distribución del

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por: REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	Fecha: 26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

sexo, $\chi^2(1) = .13, p = .55$.

5.2.2 Materiales

Para este estudio se utilizaron las tareas: a) Escritura de números; b) Lectura de números; c) Agilidad mental; y d) Ubicación en la recta numérica, de la Batería multimedia para el diagnóstico de las dificultades de aprendizaje en matemáticas (BM-PROMA) (Jiménez et al, 2014), la cuales ya han sido descritas en estudios anteriores.

6.2.3 Procedimiento

El procedimiento para la administración de las pruebas y recogida de los datos corresponde a lo descrito en el Estudio 1.

6.3 Resultados

Se llevaron a cabo cuatro análisis de mediación-moderación, dos para escritura de números (un dígito y tres dígitos) y dos para lectura de números (un dígito y tres dígitos) como variables criterio. Los grupos de rendimiento se tomaron como variable predictora (DEAM vs No DEAM) y la ubicación en la recta numérica como variable mediadora y el curso como moderadora (2º, 3º, 4º vs 5º, 6º).

Este análisis se ejecutó usando el macro de regresión múltiple Process del SPSS (Hayes, 2013). Los efectos relativos indirectos fueron estimados usando el procedimiento no paramétrico “bootstrapping” con 5,000 replicaciones (Hayes, 2013; Hayes y Preacher, 2014).

6.3.1 Escritura de Números

El primer análisis exploró el efecto de mediación de la ubicación en la recta numérica sobre la predicción del grupo en la escritura de unidades y escritura de centenas. Debido que para escritura de números de unidades no se cumple con la

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

condición indispensable del análisis de mediación, es decir, no hay un efecto directo significativo entre grupo y escritura de unidades $b = .024$, $SE = .021$, $p = .53$, no se continúa con el análisis.

De forma similar, al realizar el análisis de mediación sobre la escritura de centenas, no se encuentra un efecto directo entre grupo y escritura de centenas, $b = .032$, por tanto no se prosiguió con el análisis de este modelo.

6.3.2 Lectura de Números

Para la lectura de números, medida a través de tiempo de latencia, se procedió en primer término con las unidades. El modelo presentó un efecto total que explica el 10% de la varianza ($R^2 = .104$).

Para el modelo que representa la relación entre grupo y línea numérica moderado por el curso, se encuentra efectos significativos para el grupo, $b = .27$, $t(274) = 2.23$, $p < .05$ y para el curso $b = -.91$, $t(274) = -8.45$, $p < .00$, pero no para la interacción grupo*curso $b = -.05$, $t(274) = -.26$, $p = .79$, estos resultados se resumen en la tabla 13.

	B	Error	t	LLCI	ULCI
Constante	.000	.05	.000	-.115	.115
DEAM	.271	.11	2.238*	.042	.501
Curso	-.909	.10	-8.450***	-1.120	-.697
DEAM*Curso	-.056	.21	-.260	-.479	.397

Tabla 13. Mediación moderación del grupo sobre la línea numérica con curso como variable moderadora. *** $p < .01$; * $p < .05$

Para el modelo que representa la relación línea numérica y lectura de unidades moderado por el curso, se encuentra efectos significativos para curso, $b = -.13$, $t(274) = -$

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

2.18, $p < .05$, más no para línea numérica $b = -.00$, $t(274) = -.27$, $p = .99$ y la interacción Línea numérica*curso $b = -.02$, $t(274) = -.34$, $p = .73$, estos resultados se resumen en la tabla 14.

	B	Error	t	LLCI	ULCI
Constante	1.261	.03	41.415**	1.201	1.321
Línea Numérica	.001	.03	.027	-.070	.069
Curso	-.137	.06	-2.189*	-.261	-.014
Línea Numérica*Curso	-.027	.07	-.342	-.179	.126

Tabla 14. Mediación moderación de la línea numérica sobre la lectura de unidades con curso como variable moderadora. ** $p < .01$; * $p < .05$

Para el modelo que representa la relación entre grupo y lectura de unidades moderado por el curso, se encuentra efectos significativos para el grupo, $b = .25$, $t(274) = 4.84$, $p < .01$ y para el curso $b = -.13$, $t(274) = -2.18$, $p < .05$, más no para la interacción grupo*curso $b = -.03$, $t(274) = -.34$, $p = .73$, estos resultados se resumen en la tabla 15.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por: REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	Fecha: 26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

	B	Error	t	LLCI	ULCI
Constante	1.261	.03	41.415**	1.201	1.321
DEAM	.258	.05	4.845**	.153	.069
Curso	-.137	.06	-2.189*	-.261	-.014
DEAM*Curso	-.037	.10	-.343	-.249	.175

Tabla 15. Mediación moderación del grupo sobre la lectura de unidades con curso como variable moderadora. ** $p < .01$; * $p < .05$

Se evidencian efectos condicionales directos de grupo sobre lectura de unidades en los cursos pequeños $b = .27$, $t(274) = 3.91$, $p < .01$ y en los cursos mayores $b = .23$, $t(274) = 2.90$, $p = .01$.

Finalmente, en relación al análisis de mediación planteado, se constató que no hubo efecto condicional indirecto significativo de la variable “Grupo” en TN de unidades a través del rendimiento en la tarea de “línea numérica mental”, $b = -.007$ $SE = .020$, 95% CI $[-.055, .030]$.

La visión general de la mediación moderación para la variable lectura de unidades con la moderadora curso se encuentra resumida en la Figura 10.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por: REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	Fecha: 26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

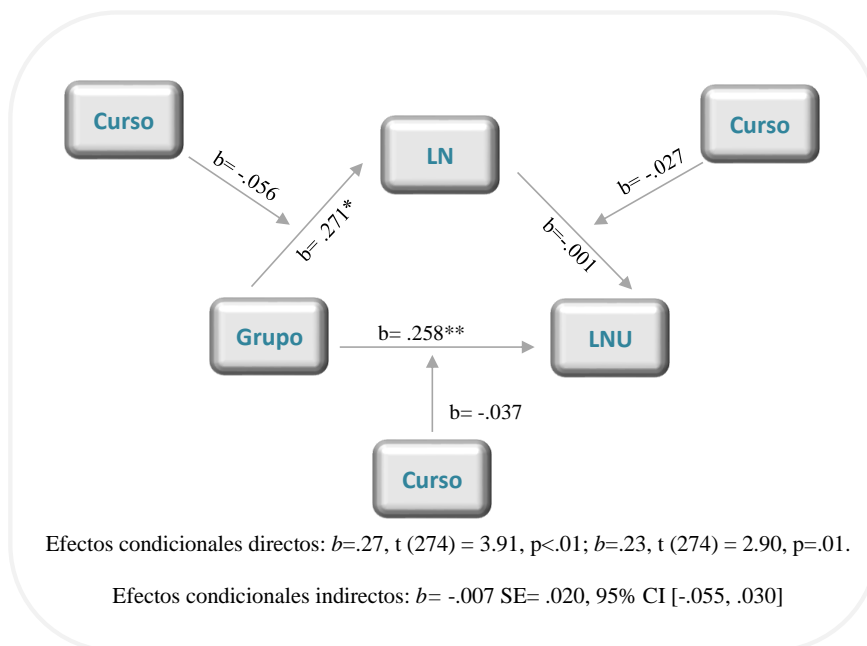


Figura 10. Modelo de mediación moderación para tiempo en lectura de números unidades. Grupo= DEAM vs No DEAM; LN= Línea numérica; LNU= Lectura de números unidades; Curso= 2º, 3º, 4º vs 5º,6º * $p < .05$; ** $p < .01$

Posteriormente, se procedió con el modelo de mediación moderación para lectura de números de centenas, el cuál explicó el 19% de la varianza ($R_2 = .190$).

Para el modelo que representa la relación entre grupo y línea numérica moderado por el curso, se encuentra efectos significativos para el grupo, $b=.27, t(274) = 2.23, p < .05$ y para el curso $b=-.91, t(274) = -8.45, p < .01$, más no para la interacción grupo*curso $b=-.05, t(274) = -.26, p = .79$, estos resultados se resumen en la tabla 16.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015. Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección https://sede.ull.es/validacion/		
Identificador del documento: 963815		Código de verificación: 18V10gT3
Firmado por: REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	Fecha: 26/06/2017 14:51:01	
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15	
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14	
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04	

	B	Error	t	LLCI	ULCI
Constante	.000	.05	.000	-.115	.115
DEAM	.271	.11	2.238*	.042	.501
Curso	-.909	.10	-8.450***	-1.120	-.697
DEAM*Curso	-.056	.21	-.260	-.479	.397

Tabla 16. Mediación moderación del grupo sobre la línea numérica con curso como variable moderadora. **p<.01; *p<.05

Para el modelo que representa la relación línea numérica y lectura de centenas moderado por el curso, se encuentra efectos significativos para curso, $b=-.42$, $t(274) = -4.33$, $p<.00$ y la interacción línea numérica*curso $b=-.46$, $t(274) = -3.02$, $p<.01$, más no para línea numérica $b=-.10$, $t(274) = 1.73$, $p = .17$, estos resultados se resumen en la tabla 17.

	B	Error	t	LLCI	ULCI
Constante	1.620	.05	32.532**	1.478	1.761
Línea Numérica	.106	.07	1.734	-.064	.276
Curso	-.427	.09	-4.337**	-.724	-.131
Línea Numérica*Curso	-.460	.15	-3.024**	-.836	-.085

Tabla 17. Mediación moderación de la línea numérica sobre la lectura de centenas con curso como variable moderadora. **p<.01; *p<.05

Para el modelo que representa la relación entre grupo y lectura de centenas moderado por el curso, se encuentra efectos significativos para el grupo, $b=.50$, $t(274) = 4.99$, $p < .100$ y para el curso $b=-.21$, $t(274) = -4.33$, $p < .01$, más no para la interacción grupo*curso $b=-.21$, $t(274) = -1.02$, $p = .30$, estos resultados se resumen en la tabla 18.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

	B	Error	t	LLCI	ULCI
Constante	1.620	.05	32.532**	1.478	1.761
DEAM	.502	.11	4.999**	.270	.735
Curso	-.427	.09	-4.337**	-.724	-.131
DEAM*Curso	-.218	.21	-1.023	-.688	.251

Tabla 18. Mediación moderación del grupo sobre la lectura de centenas con curso como variable moderadora. ** $p < .01$; * $p < .05$

Se evidencian efectos condicionales directos de grupo sobre lectura de centenas cuando se incluye la moderadora en los cursos pequeños $b = .59$, $t(274) = 3.38$, $p < .01$ y en los cursos mayores $b = .38$, $t(274) = 3.22$, $p < .01$.

Por último, en relación al análisis de mediación planteado, no se encontró un efecto indirecto significativo de la variable “Grupo” en TN de centenas a través del rendimiento en la tarea de “línea numérica mental” $b = .901$ SE = .072, 95% CI [-.0165, .272].

Para el modelo de lectura de centenas se evidenció un efecto total significativo de la mediación moderación $b = -.127$ SE = .072, 95% CI [-.317, -.007]

La visión general de la mediación moderación para la variable lectura de unidades con la moderadora curso se encuentra resumida en la Figura 11.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por: REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	Fecha: 26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

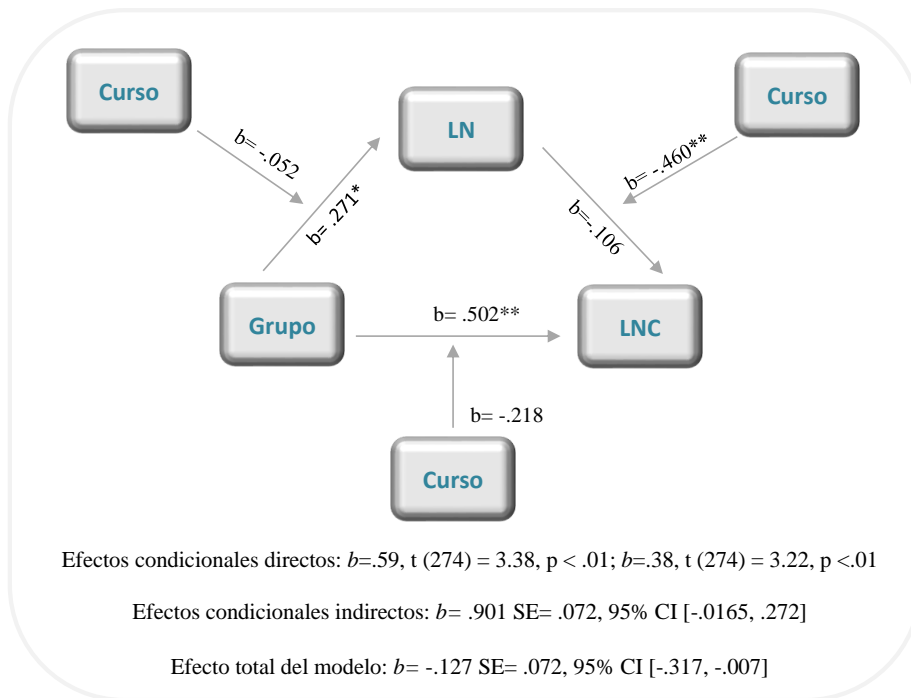


Figura 11. Modelo de mediación moderación para tiempo en lectura de números centenas. Grupo= DEAM vs No DEAM; LN= Línea numérica; LNC Lectura de números centenas; Curso= 2º, 3º, 4º vs 5º, 6º * $p < .05$; ** $p < .01$

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015. Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por: REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	Fecha: 26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

6.4 Discusión

El objetivo de este estudio era medir la implicación del componente semántico de los números, operacionalizada como la representación de los números en la línea numérica mental, en el proceso de transcodificación numérica en los niños con y sin DEAM, teniendo en cuenta el curso como variable moderadora en todas las vías propuestas.

Los efectos directos encontrados entre grupo y lectura de unidades y centenas, coincide con lo encontrado en el Estudio 1. El grupo es un buen predictor del rendimiento en lectura de números, de esta manera se aporta una evidencia más de que esta habilidad es importante para el desarrollo de las matemáticas (Geary, 2007; Moura, et al, 2013; von Aster y Shalev, 2004).

Igualmente, tal como plantean las investigaciones sobre la línea numérica, la pertenencia al grupo DEAM o no permite predecir un bajo rendimiento en la representación de la línea numérica mental (Geary, 2007; Moura, et al, 2013; Verguts, et al, 2005; von Aster y Shalev, 2004).

Para la lectura de centenas hay un efecto moderador de la variable curso en la predicción de la línea numérica, se observa cómo el efecto predictivo de la representación de la línea numérica mental sobre la lectura de centenas disminuye a medida que aumenta el curso.

Tal como se plantea en el modelo semántico (McCloskey, Caramazza, y Basili, 1985; McCloskey, Macaruso, y Whetstone, 1992), además de un procesamiento léxico y sintáctico de las cifras, los DEAM hacen uso de una representación semántica de los números para ser cambiados de formato, es decir, se hace uso de la comprensión de las magnitudes para poder realizar el procesamiento de la información. La necesidad de

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

andamiar el procesamiento en contenido semántico, y no realizarlo de forma automática, genera que los DEAM sean más lentos al realizar las tareas de TN, no obstante, esto no es independiente del curso. Tal como plantea van Loosbroek, et al. (2009), los niños con DEAM parecen manifestar un retraso evolutivo en la lectura de números, ya que emplean estrategias inmaduras como el acceso a la representación analógica en la línea mental para el cambio del código arábigo al verbal-oral. La aplicación de estas estrategias que se observan en niños más pequeños, retardan la automaticidad en el acceso a la información de etiquetas léxicas y reglas sintácticas que permitirían a los niños realizar la TN de forma más rápida. Las implicaciones en el rendimiento matemático son claras, si los DEAM emplean más tiempo para leer los números que se le presentan en una operación matemática, se enlentecerá aún más su respuesta. Además, una tarea simple como la lectura del número ya estaría consumiendo recursos cognitivos indispensables para realizar la tarea aritmética.

De esta manera, se pone nuevamente de manifiesto la importancia de la automatización de los procesos y habilidades básicas como la representación de los números y la velocidad en el acceso a la información almacenada en la memoria a largo plazo. El uso de información semántica al leer números hace hipotetizar que los niños de menor edad no tienen establecidas las etiquetas léxicas correspondientes a los números que permitirían un acceso rápido a la información.

Es de gran importancia incluir la ruta semántica en los modelos de TN, especialmente en los niños de menor edad, de lo contrario se estaría obviando parte de la fenomenología del proceso. Por lo tanto, los modelos mixtos, serían los más adecuados al abordar en totalidad la TN.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

CAPÍTULO 7

DISCUSIÓN GENERAL

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por: REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	Fecha: 26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

7. DISCUSIÓN GENERAL

Una revisión de la bibliografía actual sobre DEAM nos revela que su origen puede derivarse de déficits en procesos cognitivos generales (Geary, 1993; 1995; 2010) como la memoria de trabajo, la velocidad de nombrado, y habilidades lingüísticas, que resulta transversal en distintos modelos; fallos en la representación de los números (Dehaene, et al, 1999; Butterworth, 1999; 2005; 2008); déficit en el acceso a representación simbólica (Rousselle y Noël, 2007) o fallos en habilidades básicas que sería lo defendible desde la perspectiva de los modelos evolutivos (Geary, 1993; 1995; 2010; von Aster y Shalev, 2007).

Esta perspectiva evolutiva, en la que se postula que existen habilidades básicas que sirven de soporte para alcanzar un rendimiento óptimo en matemáticas (Gallistel y Gelman, 1992; Kaufmann y Nuerk, 2005; Krajewski y Schneider, 2009; von Aster y Shalev, 2007). Por tanto, es de esperar que los niños con DEAM, cuyas dificultades comienzan tempranamente, presenten dificultades para adquirir esas habilidades básicas. De hecho, se evidenció que los DEAM tienen un rendimiento más bajo en habilidades de TN que los niños de su misma edad cronológica, por lo que la TN es una destreza que permitiría discriminar entre este grupo y los niños con un rendimiento promedio (Jordan, Kaplan y Hanich, 2002; Geary, et al, 2009; Moura, et al, 2014).

Al respecto de los resultados encontrados en el Estudio 1, se evidencia que no se cumple la hipótesis del déficit para ninguna de las variables estudiadas, es decir, el rendimiento de los DEAM no se encuentra por debajo de dos cursos académicos a lo largo de toda la primaria; lo que se observa es un retraso de los DEAM en las variables lectura de números y velocidad de nombrado, equiparando su rendimiento con los alumnos de segundo curso. Específicamente, tal como se muestra en el Diseño 2-4, los DEAM son más lentos al leer números que los niños de su misma edad y curso

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

académico, equiparando su rendimiento a niños de dos cursos académicos por debajo. Sin embargo, estas diferencias desaparecen en la segunda cohorte Diseño (4-6), esto podría explicarse al asumir que los DEAM, a través de su experiencia con el sistema numérico, van adquiriendo automaticidad en la lectura de números y llegan a igualar el rendimiento de esta habilidad a la de sus pares.

No obstante, TN pivota sobre aspectos cognitivos que pueden influir en el rendimiento de los niños con y sin DEAM. Se ha reportado en otras investigaciones que la velocidad de nombrado se constituye como una variable de gran relevancia para el procesamiento de la información, específicamente en cómo se discriminan estímulos (letras, números, etc.) y son evocadas sus etiquetas léxicas de la memoria a largo plazo (Mazzocco y Grimm, 2013; Temple y Sherwood, 2002).

En el Estudio 1, los DEAM de cuarto curso son más lentos al recuperar las etiquetas léxicas de estímulos de distintas características, siendo su rendimiento equivalente a los niños de segundo curso. Así mismo, en el Estudio 2, la velocidad de nombrado en la modalidad color es capaz de predecir un rendimiento diferente para los grupos en las variables lectura de números y escritura de números. De esta maneja el retraso en velocidad de demuestra estar a la base de las diferencias en TN entre ambos grupos de sujetos.

Sin embargo, no sólo la velocidad con el que se accede a la información léxica es importante en la TN. En el Estudio 2 se encontró, para la variable escritura de números, que la conciencia sintáctica es capaz de predecir el rendimiento en esta tarea, lo cual coincide con lo planteado en modelos como el ADAPT, en los que se hace énfasis en el procesamiento léxico y sintáctico en la TN (Barrouillet, et al, 2004), y en estudios en los que las variables lingüísticas son capaces de predecir la escritura de

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

números, especialmente al controlar los recursos que demanda la memoria de trabajo (Lopes-Silva, et al, 2014).

La importancia de la fluidez, es decir, de la automatización de los procesos es un tema ampliamente debatido en la delimitación conceptual de las dificultades de aprendizaje. La automatización de los procesos y de las habilidades, ayuda a que se consuman menos recursos a la hora de procesar la información y potencia la exactitud. Esto se reporta en gran medida cuando se habla de la recuperación de hechos numéricos, especialmente cuando se habla del subtipo verbal (Dehaene, et al, 2003; Wilson y Dehaene, 2007).

En relación al debate sobre la utilización de la ruta semántico o asemántica en la lectura y escritura de números, se puede constatar en los diversos modelos ampliamente revisados en el Capítulo 2. Se ha contrastado la influencia del procesamiento semántico en los DEAM al transcodificar números, encontrando hallazgos positivos a lo planteado en los modelos semánticos como el de McCloskey (McCloskey, Caramazza y Basili 1985; McCloskey, Macaruso y Whelstone, 1992), en los modelos mixtos (Cipolotti y Butterworth, 1995; Dehaene, 1992; Dehaene, Piazza, Pinel y Cohen, 2003) y en investigaciones en las que se hipotetiza que la lentitud e inexactitud en la TN se debe a un procesamiento semántico de la información (van Loosbroek, et al, 2014).

Los resultados del estudio mediación moderación para lectura de números van en consonancia con lo descrito es las investigaciones en esta área, primero se evidencia cómo la pertenencia al grupo DEAM predice el bajo rendimiento en los tiempos de latencia en lectura de unidades y centenas. De la misma manera se observa como una incorrecta representación de la ruta semántica está relacionada con un bajo rendimiento en lectura de centenas en los cursos de 2º a 4º.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

Las implicaciones educativas son evidentes, los niños con DEAM de cuarto curso tienen un retraso en la automatización de procesos sencillos como la lectura de números y la recuperación de nombres de la memoria a largo plazo, esto revela que se están consumiendo recursos en una actividad sencilla que no permite la resolución de otras tareas matemáticas que implican una mayor atención y destreza (von Aster y Shalev, 2004).

En consonancia con esto, se evidencia como una inadecuada representación de los números (en cuanto a su magnitud y a la distancia que hay entre los números) produce un retraso en la velocidad al leer números al inicio de la primaria. Estos hallazgos, invitan a iniciar acciones preventivas en la que se fomente la automatización del código numérico, así como una intervención directa y específica en la representación de los números y en las reglas sintácticas en niños que presenten bajo rendimiento en matemáticas.

7.2 Limitaciones

Una de las limitaciones más importantes de la presente investigación reside en la tarea de escritura de números. Esta tarea compuesta de 30 ítems, mide la exactitud en unidades, decenas y centenas. Aunque en algunos estudios se observan fallos en la escritura de centenas (Bedoya y Hormaza, 1991; Orozco y Hederich, 2002), es recomendable para investigaciones que deseen realizar medidas de exactitud utilizar cifras de mayor cantidad de dígitos, con la finalidad de aumentar la demanda realizada a la memoria de trabajo y aplicar mayor cantidad de reglas sintácticas, tal como se describe en los estudios del ADAPT (Barrouillet, et al, 2004). No obstante, teniendo en cuenta los resultados obtenidos y lo reportado en otros estudios como en el de van Loosbroek, et al (2007), lo más recomendable es realizar el registro de la escritura de

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

números mediante tareas que midan la fluidez en la tarea, con software como “eye and pen”, que permita tener datos como el tiempo de latencia, e incluso otro tipo de medidas grafonómicas respecto al trazado de los números.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
 Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por: REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	Fecha: 26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

CAPÍTULO 8

CONCLUSIONES GENERALES

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

8. CONCLUSIONES GENERALES

- Los niños con DEAM de cuarto curso, en el Diseño 2-4, poseen un rendimiento en lectura de números y velocidad de nombrado (en todas sus modalidades) equivalente a los de segundo curso, es decir, poseen en retraso de dos cursos con respecto a estas habilidades.
- Los niños con DEAM de sexto curso, en el Diseño 4-6, no muestran diferencias significativas entre el grupo de la misma edad cronológica y el igualado en nivel de rendimiento.
- La velocidad de nombrado en la modalidad color predice de forma diferente el rendimiento en lectura y escritura de números en función de las diferencias individuales.
- La conciencia sintáctica predice el rendimiento en escritura de números.
- En el modelo de mediación moderación para la lectura de unidades no se encontró un efecto moderador de la variable curso.
- En el modelo de mediación moderación para la lectura de unidades no se encontró efecto de mediación moderación de la línea numérica moderada por la variable curso.
- En el modelo de mediación moderación para lectura de centenas se encontró una moderación de la variable curso en la mediación de la línea numérica entre DEAM y lectura de centenas.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

CAPÍTULO 9

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por: REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	Fecha: 26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Psychiatric Association. (2014). *DSM-5. Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales*. Editorial Médica Panamericana: Buenos Aires.
- Barbarese, W. J., Katusic, S. K., Colligan, R. C., Weaver, A. L., y Jacobsen, S. J. (2005). Math learning disorder: Incidence in a population-based birth cohort, 1976–82, Rochester, Minn. *Ambulatory Pediatrics*, 5(5), 281-289.
- Barrouillet, P., Camos, V., Perruchet, P., y Seron, X. (2004). ADAPT: a developmental, asemantic, and procedural model for transcoding from verbal to arabic numerals. *Psychological review*, 111(2), 368-394.
- Bayliss, D.M., Jarrold, C., Baddeley, A.D., Gunn, D.M., y Leigh, E. (2005). Mapping the developmental constraints in working memory span performance. *Developmental psychology*, 41(4), 579-597.
- Bedoya, E. y Hormaza, M.O. (1991). El niño y el sistema de numeración decimal. *CL y E: Comunicación, Lenguaje y Educación*, 11, 55-62.
- Berch, D. B. (2005). Making sense of number sense implications for children with mathematical disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 38(4), 333-339.
- Bryant, D. P., Bryant, B. R., Roberts, G., Vaughn, S., Pfannenstiel, K. H., Porterfield, J., y Gersten, R. (2011). Early numeracy intervention program for first-grade students with mathematics difficulties. *Exceptional Children*, 78(1), 7-23.
- Bull R., y Johnston R.S. (1997). Children's arithmetical difficulties: Contributions from processing speed, item identification, and short-term memory. *Journal of Experimental Child Psychology*, 65, 1-24.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por: REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	Fecha: 26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

- Bull, R., y Scerif, G. (2001). Executive functioning as a predictor of children's mathematics ability: Inhibition, switching, and working memory. *Developmental neuropsychology*, 19(3), 273-293.
- Butterworth, B. (1999). *What counts: How every brain is hardwired for math*. New York: The Free Press.
- Butterworth, B. (2005). The development of arithmetical abilities. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 46(1), 3-18.
- Butterworth, B. (2008). Developmental dyscalculia. En Jonathan Reed, Jody y Warner-Roger (Eds.), *Child neuropsychology: Concepts, theory and practice* (pp. 358-373). Oxford: Wiley- Blackwell.
- Camos, V. (2008). Low working memory capacity impedes both efficiency and learning of number transcoding in children. *Journal of experimental child psychology*, 99(1), 37-57.
- Case, R., Kurland, M., y Goldberg, J.(1982). Operational efficiency and the growth of shorth- term memory. *Journal of Experimental Child Psychology*, 33(3), 386-404.
- Castro-Cañizares, D., Estévez-Pérez, N., y Reigosa-Crespo, V. (2009). Teorías cognitivas contemporáneas sobre la discalculia del desarrollo. *Revista de Neurología*, 49(3), 143-148.
- Cattell, R.B. y Cattell, A.K.S. (1989). *Test de Factor g. Escala 1 y 2* (Cordero, De la Cruz, y Seisdodos, Trans.). Madrid: TEA Ediciones (Trabajo original publicado en 1950).
- Cipolotti, L., y Butterworth, B. (1995). Toward a multiroute model of number processing: Impaired number transcoding with preserved calculation skills. *Journal of Experimental Psychology: General*, 124(4), 375- 390.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

- Chochon, F., Cohen, L., Moortele, P. F. V. D., y Dehaene, S. (1999). Differential contributions of the left and right inferior parietal lobules to number processing. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 11(6), 617-630.
- Compton, D. L., Olson, R. K., DeFries, J. C., y Pennington, B. F. (2002). Comparing the relationship among two different versions of alphanumeric rapid automatized naming and word level reading skills. *Scientific Studies of Reading*, 6, 343-368.
- Cowan, N. (2001). The magical number 4 in short-term memory: a reconsideration of mental storage capacity. *Behavioral and brain sciences*, 24, 87-185.
- Daneman, M. y Carpenter, P.A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of verbal learning and verbal behavior*, 19(4), 450-466.
- Dehaene, S. (1992). Varieties of numerical abilities. *Cognition*, 44(1), 1-42.
- Dehaene, S. (1997). *The Number Sense: How the Mind Creates Mathematics*. New York: Oxford University Press.
- Dehaene, S. (2001). Précis of the number sense. *Mind and language*, 16(1), 16-36.
- Dehaene, S., Piazza, M., Pinel, P., y Cohen, L. (2003). Three parietal circuits for number processing. *Cognitive neuropsychology*, 20(3-6), 487-506.
- Dehaene, S., Spelke, E., Pinel, P., Stanescu, R., y Tsivkin, S. (1999). Sources of mathematical thinking: Behavioral and brain-imaging evidence. *Science*, 284(5416), 970-974.
- Denckla, M. B., y Cutting, L. E. (1999). History and significance of Rapid Automatized Naming. *Annals of dyslexia*, 49, 29-42.
- Denckla, M. B., y Rudel, R. (1976). Rapid "automatized" naming of pictured objects, colours, letters, and numbers by normal children. *Cortex*, 10, 186-202.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

- Delazer, M., y Bartha, L. (2001). Transcoding and calculation in aphasia. *Aphasiology*, 15(7), 649-679.
- Deloche, G., y Seron, X. (1987). *Numerical transcoding: A general production model*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Desoete, A., y Grégoire, J. (2006). Numerical competence in young children and in children with mathematics learning disabilities. *Learning and Individual Differences*, 16(4), 351-367.
- Desoete, A., Roeyers, H., y De Clercq, A. (2004). Children with mathematics learning disabilities in Belgium. *Journal of learning disabilities*, 37(1), 50-61.
- Fuchs, L. S., Compton, D. L., Fuchs, D., y Paulsen, K. (2005). Responsiveness to intervention: Preventing and identifying mathematics disability. *Teaching Exceptional Children*, 37(4), 60.
- Fuchs, D., y Fuchs, L. S. (2006). Introduction to response to intervention: What, why, and how valid is it? *Reading Research Quarterly*, 41(1), 93-99.
- Fuson, K. C., y Kwon, Y. (1992). Korean children's understanding of multidigit addition and subtraction. *Child Development*, 63(2), 491-506.
- Fry, A.F., y Hale, S. (2000). Relationship among processing speed, working memory and fluid intelligence. *Biological psychology*, 54 (1-3), 1-34.
- Gallistel, C. R., y Gelman, R. (1992). Preverbal and verbal counting and computation. *Cognition*, 44(1), 43-74.
- Geary, D. C., Bailey, D. H., Littlefield, A., Wood, P., Hoard, M. K., y Nugent, L. (2009). First-grade predictors of mathematical learning disability: A latent class trajectory analysis. *Cognitive development*, 24(4), 411-429.
- Geary, D. C. (1993). Mathematical disabilities: Cognitive, neuropsychological, and genetic components. *Psychological Bulletin*, 114(2), 345-362.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

- Geary, D. C. (1995). Reflections of evolution and culture in children's cognition: Implications for mathematical development and instruction. *American Psychologist*, 50(1), 24-37.
- Geary, D. C. (2010). Mathematical disabilities: Reflections on cognitive, neuropsychological, and genetic components. *Learning and individual differences*, 20(2), 130-133.
- Geary, D. C. (2011). Cognitive predictors of achievement growth in mathematics: a 5-year longitudinal study. *Developmental Psychology*, 47(6), 1539-1552.
- Geary, D. C., Hamson, C. O., y Hoard, M. K. (2000). Numerical and arithmetical cognition: A longitudinal study of process and concept deficits in children with learning disability. *Journal of Experimental Child Psychology*, 77(3), 236-263.
- Geary, D. C., Hoard, M. K., y Hamson, C. O. (1999). Numerical and arithmetical cognition: Patterns of functions and deficits in children at risk for a mathematical disability. *Journal of experimental child psychology*, 74(3), 213-239.
- Gersten, R., Jordan, N. C., y Flojo, J. R. (2005). Early identification and interventions for students with mathematics difficulties. *Journal of learning disabilities*, 38(4), 293-304.
- Gibbon, J., y Church, R. M. (1981). Time left: Linear versus logarithmic subjective time. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 7, 87-108.
- Ginsburg, H. P. (1997). Mathematics Learning Disabilities A View From Developmental Psychology. *Journal of learning disabilities*, 30(1), 20-33.
- Granà, A., Girelli, L., y Semenza, C. (2003). Writing and rewriting Arabic numerals: Dissociated processing pathways? *Neurocase*, 9(4), 308-318.
- Gresham, G., y Little, M. (2012). RtI in math class. *Teaching Children's Mathematics*, 19(1), 20-29.
- Gross-Tsur, V., Manor, O., y Shalev, R. S. (1996). Developmental dyscalculia:

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

- Prevalence and demographic features. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 38(1), 25-33.
- Imbo, I., Bulcke, C. V., De Brauwer, J., y Fias, W. (2014). Sixty-four or four-and-sixty? The influence of language and working memory on children's number transcoding. *Frontiers in psychology*, 5, 1-6.
- Jackson, N.E., y Butterfield, E.C. (1989). Reading level match designs: Myths and realities. *Journal of reading behavior*, 21(4), 387-412.
- Jiménez, J. E., y García A.I. (2002). Strategy choice in solving arithmetic word problems: Are there differences between students with learning disabilities, GV poor performance and typical achievement students? *Learning Disability Quarterly*, 25(2), 113-122.
- Jiménez, J. E., Marco, I., Rodríguez, C., y Peake, C. (2014). *Módulos de la Batería Multimedia para el diagnóstico de las dificultades de aprendizaje en matemáticas (BM-PROMA)*. (Unpublished software). Tenerife: Universidad de La Laguna.
- Johansson Bo. S. (2005). Numeral writing skill and elementary arithmetic mental calculations. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 49 (1), 3-25.
- Jordan, N. C., Kaplan, D., y Hanich, L. B. (2002). Achievement growth in children with learning difficulties in mathematics: Findings of a two-year longitudinal study. *Journal of Educational Psychology*, 94(3), 586.
- Kaufmann, L., y Nuerk, H. (2005). Numerical development: current issues and future perspectives. *Psychology Science*, 47(1), 142-170.
- Kosc, L. (1974). Developmental dyscalculia. *Journal of learning disabilities*, 7 (3), 164-177.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

- Koumoula, A., Tsironi V., Stamouli V., Bardani E., Siapati S., Graham- Pavlou, A., Kafantaris, I., Charalambidou, E., Dellatolas, G., von Aster, M.G. (2004). An epidemiological study of number processing and mental calculation in Greek school children. *Journal of learning disabilities*, 37(5), 377–388.
- Krajewski, K., y Schneider, W. (2009). Exploring the impact of phonological awareness, visual–spatial working memory, and preschool quantity–number competencies on mathematics achievement in elementary school: Findings from a 3-year longitudinal study. *Journal of experimental child psychology*, 103 (4), 516-531.
- Krajewski, K. (2008). Preventions der Rechenschwäche. En W. Shcneider y M. Hasselhorn (Eds.), *Handback der Pedagogic Psychology* (pp. 360-370). Gottingen: Hagrid.
- Landers, K., Bevan, A., y Butterworth, B. (2004). Developmental dyscalculia and basic numerical capacities: A study of 8–9-year-old students. *Cognition*, 93(2), 99-125.
- Larderl, Fussengger, Moll y Willburger. (2009). Dyslexia y Dyscalculia: two learning disorders with different cognitive profiles. *Journal of experimental child psychology*, 108, 309-324.
- Lewis, C., Hitch, G. J., y Walker, P. (1994). The prevalence of specific arithmetic difficulties and specific reading difficulties in 9-to 10-year-old boys and girls. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 35(2), 283-292.
- Locho, A., y Censabella, S. (2005). Le système symbolique arabe: acquisition, évaluation, et pistes rééducatives. *La dyscalculie, trouble du développement numérique de l'enfant'* (pp. 77-104). Marseille: Solal
- Lochy, A., Pillon, A., Zesiger, P., y Seron, X. (2002). Verbal structure of numerals and digits handwriting: New evidence from kinematics. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Section A*, 55(1), 263-288.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

- Logie, R. H., Gilhooly, K. J., y Wynn, V. (1994). Counting on working memory in arithmetic problem solving. *Memory and Cognition*, 22, 395-410.
- Lopes-Silva, J. B., Moura, R., Júlio-Costa, A., Haase, V. G., y Wood, G. (2014). Phonemic awareness as a pathway to number transcoding. *Frontiers in psychology*, 5(13)1-9.
- Lubin, A., Rossi, S., Simon, G., Lanoë, C., Leroux, G., Poirel, N., y Houdé, O. (2013). Numerical transcoding proficiency in 10-year-old schoolchildren is associated with gray matter inter-individual differences: a voxel-based morphometry study. *Frontiers in psychology*, 4, 1-6.
- Macaruso, P., y Sokol, S. M. (1998). Cognitive neuropsychology and developmental dyscalculia. *The development of mathematical skills* (pp. 201-225). UK: Psychology Press Hove.
- Mazzocco, M. y Grimm, K. (2013). Growth in rapid automatized naming from grades K to 8 in children with math or reading disabilities. *Journal of learning disabilities*, 46(6), 517-533.
- Mazzocco, M. M., y Myers, G. F. (2003). Complexities in identifying and defining mathematics learning disability in the primary school-age years. *Annals of dyslexia*, 53(1), 218-253.
- McCloskey, M., Karamazov, A., y Basili, A. (1985). Cognitive mechanisms in number processing and calculation: Evidence from dyscalculia. *Brain and cognition*, 4(2), 171-196.
- McCloskey, M., Macarize, P., y Whetstone, T. (1992). The functional architecture of numerical processing mechanisms: Defending the modular model. *Advances in psychology*, 91, 493-537.
- McLean, J. F., y Hitch, G. J. (1999). Working memory impairments in children with

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

- specific arithmetic learning difficulties. *Journal of Experimental Child Psychology*, 74(3), 240-260.
- Miranda, A., Fortes, C. y Gil M.D. (1998). *Dificultades del aprendizaje de las matemáticas: Un enfoque evolutivo*. Granada: Aljibe.
- Mix, K. S., Sandhofer, C. M., y Baroody, A. J. (2005). Number words and number concepts: The interplay of verbal and nonverbal quantification in early childhood. *Advances in child development and behavior*, 33, 305-346.
- Montague, M. (1997). Cognitive strategy instruction in mathematics for students with learning disabilities. *Journal of learning disabilities*, 30(2), 164-177.
- Moeller, K., Pixner, S., Zuber, J., Kaufmann, L., y Nuerk, H. C. (2011). Early place-value understanding as a precursor for later arithmetic performance: A longitudinal study on numerical development. *Research in developmental disabilities*, 32(5), 1837-1851.
- Moura, R., Wood, G., Pinheiro-Chagas, P., Lonnemann, J., Krinzinger, H., Willmes, K., y Haase, V. G. (2013). Transcoding abilities in typical and atypical mathematics achievers: the role of working memory and procedural and lexical competencies. *Journal of experimental child psychology*, 116(3), 707-727.
- Noël, M. P., y Turconi, E. (1999). Assessing number transcoding in children. *European review of applied psychology*, 49(4), 295-304.
- Okamoto, Y., y Case, R. (1996). *Exploring the microstructure of children's central conceptual structures in the domain of number*. In R. Case y Y. Okamoto (Eds.), *The role of central conceptual structures in the development of children's thought: Monographs of the Society for Research in Child Development*, (Vol. 1-2, pp. 27-58). Malden, MA: Blackwell Publishers.
- Organización Mundial de la Salud (1992). *CIE 10. Décima Revisión de la Clasificación Internacional de las enfermedades. Trastornos Mentales y del Comportamiento*. Madrid: Meditor.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

- Orozco, M. y Hederich, C. (2002). Errores de los niños al escribir numerales dictados. Recuperado mayo 3, 2013 de Universidad del Valle, Centro de Investigaciones en Psicología, Cognición y Cultura en ww.univalle.edu.co.
- Orozco-Hormaza, M., Guerrero-López, D. F., y Otálora, Y. (2007). Los errores sintácticos al escribir numerales en rango superior. *Infancia y aprendizaje*, 30(2), 147-162.
- Orrantía, J. (2006). Dificultades en el Aprendizaje de las Matemáticas: una perspectiva evolutiva. *Revista Psicopedagogia*, 23(71), 158-180.
- Ostad, S. A. (1998). Comorbidity between mathematics and spelling difficulties. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 23(4), 145-154.
- Passolunghi, M.C., y Siegel, L.S. (2008). Short-term memory, working memory, and inhibitory control in children with difficulties in arithmetic problem solving. *Journal of Experimental Child Psychology*, 80, 44-57.
- Pixner, S., Zuber, J., Heřmanová, V., Kaufmann, L., Nuerk, H. C., y Moeller, K. (2011). One language, two number-word systems and many problems: numerical cognition in the Czech language. *Research in developmental disabilities*, 32(6), 2683-2689.
- Pinel, P., Dehaene, S., Riviere, D., y LeBihan, D. (2001). Modulation of parietal activation by semantic distance in a number comparison task. *Neuroimage*, 14(5), 1013-1026.
- Power, R. J. D., y Dal Martello, M. F. (1990). The dictation of Italian numerals. *Language and Cognitive processes*, 5(3), 237-254.
- Power, R.J, D., y Dal Martello, M. F. (1997). From 834 to eighty thirty-four: The reading of arabic numerals by seven-year-old children. *Mathematical Cognition*, 3(1), 63-85.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

- Rourke, B. P., y Conway, J. A. (1997). Disabilities of arithmetic and mathematical reasoning perspectives from neurology and neuropsychology. *Journal of Learning disabilities*, 30(1), 34-46.
- Rousselle, L., y Noël, M. P. (2007). Basic numerical skills in children with mathematics learning disabilities: A comparison of symbolic vs non-symbolic number magnitude processing. *Cognition*, 102(3), 361-395.
- Sánchez, J. N. G. (2001). *Dificultades de aprendizaje e intervención psicopedagógica*. Barcelona: Ariel.
- Seron, X. (2001). Introduction: Number and language processing. *Aphasiology*, 15(7), 629-633.
- Shalev, R. S., y Gross-Tsur, V. (2001). Developmental dyscalculia. *Pediatric Neurology*, 24(5), 337-342.
- Shalev, R. S., Manor, O., y Gross-Tsur, V. (2005). Developmental dyscalculia: a prospective six-year follow-up. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 47(2), 121-125.
- Shalev, R.S., y von Aster, M.G. (2008). Identification, classification, and prevalence of developmental dyscalculia. *Canadian Language and Literacy Research Network* (pp. 1-9). London: Encyclopedia of Language and Literacy Development.
- Siegel, L.S, y Ryan, E. (1989). The development of working memory in normally achieving and subtypes of learning disabled children. *Child Development*, 60, 973-980.
- Smedt, B.D., Janssen, R., Bouwens, K., Verschaffel, L., Boets, B., y Ghesquière, P. (2009). Working memory and individual differences in mathematics achievement: A longitudinal study from first grade to second grade. *Journal of Experimental Child Psychology*, 103, 186-201.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

- Swanson, H.L. (2006). Cross-sectional and incremental changes in working memory and mathematical problem solving. *Journal of Educational Psychology*, 98(2), 265-28.
- Temple, C. M. (1991). Procedural dyscalculia and number fact dyscalculia: Double dissociation in developmental dyscalculia. *Cognitive Neuropsychology*, 8 (2), 155-176.
- Temple, C. M., y Sherwood, S. (2002). Representation and retrieval of arithmetical facts: Developmental difficulties. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 55, 733–752.
- van der Sluis, S., de Jong, P. F., y van der Leij, A. (2004). Inhibition and shifting in children with learning deficits in arithmetic and reading. *Journal of Experimental Child Psychology*, 87, 239–266.
- van Loosbroek, E., Dirkx, G. S., Hulstijn, W., y Janssen, F. (2009). When the mental number line involves a delay: The writing of numbers by children of different arithmetical abilities. *Journal of Experimental Child Psychology*, 102(1), 26-39.
- Vellutino, F. R., Scanlon, D. M., y Lyon, G. R. (2000). Differentiating Between Difficult-to-Remediate and Readily Remediated Poor Readers More Evidence Against the IQ-Achievement Discrepancy Definition of Reading Disability. *Journal of Learning Disabilities*, 33(3), 223-238.
- Verguts, T., Fias, W., y Stevens, M. (2005). A model of exact small-number representation. *Psychonomic Bulletin and Review*, 12(1), 66-80.
- Verguts, T., y Fias, W. (2006). Lexical and syntactic structures in a connectionist model of reading multi-digit numbers. *Connection Science*, 18(3), 265-283.
- Villarroel, R., Jiménez, J. E., Rodríguez, C., Bisschop, E., y Peake, C. (2012). Desarrollo del concepto de número en niños con dificultades de aprendizaje en matemáticas. *JA González-Pienda, C. Rodríguez, D. Álvarez, R. Cerezo, E.*

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04

Fernández, M. Cueli, T. García, E. Tueru y N. Suárez (Coords.), *Learning*

Disabilities: Presentó and Future, 560-568.

Villarroel, R., Jiménez, J. E., Rodríguez, C., Pealé, C., y Viscos, E. (2013). El rol de la escritura de números en niños con y sin dificultades de aprendizaje en matemáticas. *European Journal of Education and Psychology*, 6(2), 105-115.

von Aster, M. G., y Shaley, R. S. (2007). Number development and developmental dyscalculia. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 49(11), 868-873.

von Aster, M., Zulauf, M. W., y Horn, R. (2006). *Neuropsychologische Testbatterie für Zahlenverarbeitung und Rechnen bei Kindern: ZAREKI-R*. Harcourt.

Walsh, V. (2003). A theory of magnitude: common cortical metrics of time, space and quantity. *Trends in Cognitive Sciences*, 7(11), 483-488.

Whyte, J. C., y Bull, R. (2008). Number games, magnitude representation, and basic number skills in preschoolers. *Developmental Psychology*, 44(2), 588.

Willburger, E., Fussenegger, B., Moll, K., Wood, G., y Larderl, K. (2008) Naming speed in dyslexia y dysclaculia. *Learning and Individual Differences*, 18, 224–236.

Wolf, M., Goldberg O'Rourke, A., Gidney, C., Lovett, M., Cirino, P., y Morris, R. (2002). The second deficit: An investigation of the independence of phonological and naming speed deficits in developmental dyslexia. *Reading and writing*, 15, 43–72.

Zuber, J., Pixner, S., Moeller, K., y Nuerk, H. C. (2009). On the language specificity of basic number processing: Transcoding in a language with inversion and its relation to working memory capacity. *Journal of Experimental Child Psychology*, 102(1), 60-77.

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 963815

Código de verificación: 18V10gT3

Firmado por:	Fecha:
REBECA JOSE VILLARROEL RAMIREZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 14:51:01
MARIA CRISTINA RODRIGUEZ RODRIGUEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	26/06/2017 20:09:15
JUAN EUGENIO JIMENEZ GONZALEZ UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	27/06/2017 13:46:14
ERNESTO PEREDA DE PABLO UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA	07/07/2017 18:09:04