

Desempeño en tareas de memoria procedimental en niños con trastorno específico del lenguaje:

Una revisión de literatura

Performance on Procedural Memory Task in Children with Specific Language Impairment: A Literature Review



Germán Alejandro **Pabón Ochoa**
María Fernanda **Lara Díaz**
Judy Costanza **Beltrán Rojas**
Angélica **Mateus Moreno**



Rip
12²

Volumen 12 #2 may-ago
12 Años

Revista Iberoamericana de
Psicología

ISSN-L: 2027-1786 | e-ISSN: 2500-6517

Publicación Cuatrimestral

ID: 2027-1786.RIP.12208

Title: Performance on Procedural Memory Task in Children with Specific Language Impairment:

Subtitle: A literature review

Título: Desempeño en tareas de memoria procedimental en niños con trastorno específico del lenguaje:

Subtítulo: Una revisión de literatura

Alt Title / Título alternativo:

[en]: Performance on Procedural Memory Task in Children with Specific Language Impairment: A Literature Review

[es]: Desempeño en tareas de memoria procedimental en niños con trastorno específico del lenguaje: Una revisión de literatura

Author (s) / Autor (es):

Pabón Ochoa, Lara Díaz, Beltrán Rojas, & Mateus Moreno

Keywords / Palabras Clave:

[en]: Specific Language Impairment; Language Developmental Disorders; Implicit Learning; Procedural Memory.

[es]: Trastorno Evolutivo del Lenguaje; Desórdenes del desarrollo del lenguaje; Aprendizaje implícito; Memoria procedimental.

Proyecto / Project:

Interacción entre habilidades lingüísticas y cognitivas en un grupo de niños con Trastorno Específico del Lenguaje Código: 37613

Financiación / Funding:

Universidad Nacional de Colombia 2016-2018

Submitted: 2019-01-21

Accepted: 2019-03-24

Germán Alejandro **Pabón Ochoa**, [Msc] Fon sp

Source | Filiacion:

Universidad Nacional de Colombia

BIO:

Fonoaudiólogo, especialista en audiología, y estudiante de la maestría en Ingeniería Biomedica.

City | Ciudad:

Bogotá [co]

e-mail:

gapabono@unal.edu.co

Dra María Fernanda **Lara Díaz**, Msc Fon

ORCID: [0000-0002-7997-5059](https://orcid.org/0000-0002-7997-5059)

Source | Filiacion:

Universidad Nacional de Colombia

BIO:

Fonoaudióloga, Magister en Perturbaciones del lenguaje y la audición, Doctora en ciencia cognitiva y lenguaje

City | Ciudad:

Bogotá [co]

e-mail:

mflarad@unal.edu.co

Judy Costanza **Beltrán Rojas**, [Dra] Fon

ORCID: [0000-0002-2896-8852](https://orcid.org/0000-0002-2896-8852)

Source | Filiacion:

Universidad Nacional de Colombia

BIO:

Fonoaudióloga y Psicóloga, Estudiante del Doctorado en Psicología

City | Ciudad:

Bogotá [co]

e-mail:

jcbeltranr@unal.edu.co

Angélica **Mateus Moreno**, [Msc] Fon

Source | Filiacion:

Universidad Nacional de Colombia

BIO:

Fonoaudióloga, Estudiante de maestría en Neurociencias

City | Ciudad:

Bogotá [co]

e-mail:

amateusm@unal.edu.co

Resumen

Introducción: Según la hipótesis del déficit procedimental de (Ullman & Pierpont, 2005) las dificultades de los niños con Trastorno Específico de Lenguaje (TEL) son producto de fallas en la memoria procedimental, por lo cual, resulta imperativo analizar las tareas de evaluación que permitan su identificación.

Metodología: Se realizó una búsqueda documental en las principales bases de datos de estudios que examinaran la memoria procedimental en niños con TEL entre el 2012 y 2018. Resultados y discusión: De los 219 artículos compilados fueron seleccionados dieciséis para su análisis, extrayendo nueve tareas experimentales, las cuales se analizaron.

Se encontró que las fallas en la memoria procedimental se producen específicamente para el aprendizaje implícito de secuencias. No obstante, las tareas con las que hasta el momento se ha buscado comprobar la relación entre lenguaje y memoria procedimental poseen baja confiabilidad en sus medidas (West, Vadillo, & Shanks, 2017). Conclusiones: La hipótesis del déficit procedimental solo puede ser confirmada mediante el desarrollo de nuevos estudios que controlen las variables relacionadas con los participantes y a las tareas experimentales, aumentando así la confiabilidad de los resultados.

Abstract

Introduction: According to the procedural deficit hypothesis of (Ullman & Pierpont, 2005) the difficulties of children with Specific Language Impairment (SLI) are the result of failures in procedural memory, so it is imperative to analyze the evaluation tasks that allow their identification. Methodology:

A documentary search was carried out in the main databases of studies examining procedural memory in children with SLI between 2012 and 2018. Results and discussion: From the 219 articles compiled, sixteen were selected for analysis, extracting nine experimental tasks, which were analyzed.

Procedural memory failures were found to occur specifically for implicit sequence learning. However, the tasks with which so far we have sought to prove the relationship between language and procedural memory have low reliability in their measures (West, Vadillo, & Shanks, 2017)). Conclusions: The procedural deficit hypothesis can only be confirmed through the development of new studies that control variables related to participants and experimental tasks, thus increasing the reliability of the results.

Citar como:

Pabón Ochoa, G. A., Lara Díaz, M. F., Beltrán Rojas, J. C., & Mateus Moreno, A. (2019). Desempeño en tareas de memoria procedimental en niños con trastorno específico del lenguaje:: Una revisión de literatura. *Revista Iberoamericana de Psicología*, 79 - 92. Obtenido de: <https://reviberopsicologia.iberu.edu.co/article/view/1544>

Desempeño en tareas de memoria procedimental en niños con trastorno específico del lenguaje: Una revisión de literatura

Performance on Procedural Memory Task in Children with Specific Language Impairment: A Literature Review

Germán Alejandro **Pabón Ochoa**

María Fernanda **Lara Díaz**

Judy Costanza **Beltrán Rojas**

Angélica **Mateus Moreno**

Introducción

El Trastorno Específico del Lenguaje (TEL) es descrito como un desorden del neurodesarrollo, caracterizado por una adquisición tardía y con una secuencia diferente del lenguaje comprensivo y expresivo (Serra, 2002), la denominación actual de esta afectación del lenguaje es la de “Trastorno Evolutivo del Lenguaje” de acuerdo con un acuerdo Delphi en el año **2016** y que actualiza el concepto de específico (Bishop D. , y otros, 2017). Dicho trastorno se produce en ausencia de déficits en otros parámetros evolutivos y se estima que afecta aproximadamente al **7,4%** de la población en edad preescolar, siendo más frecuente en los niños (Tomblin, Records, Buckwalter, Zhang, & Smith, 1997). Se sostiene que una característica fundamental de los niños con TEL son sus pobres habilidades gramaticales (Conti-Ramsden, Ullman, & Lum, 2015) y que las dificultades del lenguaje presentadas, los dejan en desventaja, estando en mayor riesgo de fracaso educativo (Durkin, Conti-Ramsden, & Simkin, 2012), problemas emocionales y comportamentales (Conti-Ramsden, Mok, Pickles, & Durkin, 2013), y en la vida adulta dificultades socioeconómicas y de acceso a un empleo (Parsons, Schoon, Rush, & Law, 2011). De ahí la importancia de identificar tempranamente el diagnóstico, implementar una intervención oportuna y mitigar el impacto de estas dificultades en la calidad de vida.

Sin embargo, aunque clásicamente se piensa que el déficit es específicamente lingüístico, al parecer, no es el único impedimento que poseen los niños con TEL (Ullman M. , 2001; 2005) describe que el lenguaje posiblemente compromete sustratos anatómicos y sistemas cerebrales de otras funciones cognitivas; planteando desde una perspectiva neurocognitiva, la relación entre los déficit en la memoria procedimental y los déficit lingüísticos presentes en estos niños.

Desempeño en tareas de memoria procedimental en niños con trastorno específico del lenguaje

Una revisión de literatura

El sistema de memoria procedimental, o también llamado aprendizaje implícito (West, Vadillo, & Shanks, 2017), se encarga de la adquisición, consolidación y automatización no consciente de secuencias, de habilidades motoras y/o rutinas cognitivas (Clark & Lum, 2017; Lum, Gelgic, & Conti-Ramsden, 2010). Se considera que dicha memoria se relaciona con el aprendizaje de las reglas gramaticales implícitas que rigen las regularidades del lenguaje, aspectos morfosintácticos e información fonológica, en niños con desarrollo típico (Conti-Ramsden, Ullman, & Lum, 2015; Desmottes, Meulemans, & Maillart, 2016; Lum, Gelgic, & Conti-Ramsden, 2010; Lum J., Conti-Ramsden, Page, & Ullman, 2012; Ullman M., 2001; 2005) y en niños con TEL (Ullman & Pierpont, 2005) señalan un desarrollo anormal en la red cerebral implicada en la memoria procedimental (circuitos frontales, ganglios basales y cerebelo) en niños con TEL; viéndose comprometida la memoria de trabajo, el aprendizaje secuencial implícito y la gramática.

Ahora bien, las pruebas que evalúan los marcadores lingüísticos y las habilidades del lenguaje en general, como lo manifiesta la (American-Speech-Language-Hearing-Association., 2012), son limitadas debido a que no tienen en cuenta las variaciones culturales y lingüísticas y, por lo tanto, son necesarios métodos de evaluación más confiables y válidos que permitan identificar tempranamente a niños con riesgo de desórdenes del lenguaje son imperativos (Bishop D., Snowling, Thompson, & Greenhalgh, 2016).

Desde esta perspectiva, un marcador de TEL que justifique y relacione las fallas gramaticales podría ser el desempeño en tareas experimentales que evalúen la memoria procedimental. Una ventaja que presentan las pruebas de memoria procedimental radica en que pueden realizarse con estímulos no verbales, con lo cual la adaptación que debe hacerse para tener en cuenta las variaciones culturales y lingüísticas mencionadas por la (American-Speech-Language-Hearing-Association., 2012) es mínima o nula.

El presente estudio tuvo por objetivo realizar una revisión en la literatura disponible en la cual se describan las tareas de memoria procedimental utilizadas para la evaluación de niños con TEL a fin de identificar cuál sería el procedimiento de investigación y evaluación adecuado para la población de habla hispana.

Metodología

Se realizó una búsqueda documental de artículos publicados en los años **2012** a **2018** utilizando las bases de datos electrónicas de Pubmed, Scopus, Sciencedirect, Embase, Medline, PsycArticles. El objetivo fue identificar los estudios que ejecutaron y describieron detalladamente los métodos de evaluación empleados para evaluar la memoria procedimental. Se utilizaron los siguientes términos (MeSH) de búsqueda: specific language impairment, language impairment, language disorder, procedural learning, memory. Los artículos se delimitaron a aquellos publicados en idioma inglés o español.

Se compilaron **219** artículos para el análisis de los resúmenes, con el fin de determinar si cumplían con los criterios de inclusión. Cuando no estaba claro si el estudio los cumplía se inspeccionó la sesión de métodos y procedimientos del artículo.

Los criterios de inclusión que se tuvieron en cuenta para seleccionar los artículos a los cuales se les realizaría la lectura completa del texto fueron:



- ➔ Los estudios debían contemplar como población a niños menores de **12** años.
- ➔ Dentro de la muestra de participantes debía haber un grupo experimental de niños con TEL y al menos un grupo control compuesto por niños pareados por edad con desarrollo típico.
- ➔ Cada estudio tenía que incluir al menos una tarea experimental que evaluara la memoria procedimental.
- ➔ No se tuvo en cuenta el idioma del cual eran hablantes los participantes.

De los artículos seleccionados se analizó que pruebas fueron utilizadas para evidenciar las habilidades de memoria procedimental en niños con TEL extrayendo la metodología que llevaron a cabo, las fortalezas y debilidades de cada una, y además los resultados del comportamiento de los niños con TEL en comparación con el grupo control.

Resultados y Análisis

Después de realizada la búsqueda en las bases de datos, finalmente se eligieron **16** artículos para lectura del texto completo. En la tabla 1 se resumen las características principales de los estudios seleccionados. Se incluye los autores y el año de publicación; el idioma de los participantes; el número de niños y sus edades en el grupo experimental y en el grupo control; y las tareas de memoria procedimental utilizadas.

Tabla 1. Comparativa de estudios.

Autores		Idioma de los participantes	Grupo experimental (TEL) Tamaño de la muestra (Edad)	Tareas de memoria procedimental
Clark y Lum (2017b)		Inglés	20 (8 años 11 meses)	- Serial reaction time task (TRS) (Nissen & Bullemer, 1987).
Clark y Lum (2017a)		Inglés	25 (9 años 9 meses)	TRS (Nissen & Bullemer, 1987).
Sanjeevan y Mainela-Arnold (2017)		Inglés	13 (10 años 5 meses)	- Versión modificada de la tarea knot-tying (Garland & Sánchez, 2013). - Versión modificada de la tarea de mirror-drawing (Vicari et al., 2005)
Desmottes, Meulemans, y Maillart (2017)		Francés	18 (10 años 2 meses) 17 (10 años 1 mes)	TRS (Meulemans, Van der Linden, & Perruchet, 1998)
Desmottes et al. (2016)		Francés	21 (10 años 2 meses)	TRS (Meulemans et al., 1998)
Conti-Ramsden et al. (2015)		Inglés	45 (9 años 10 meses)	TRS (Nissen & Bullemer, 1987).
Gabriel, Meulemans, Parisse, y Maillart (2015)		Francés	14 (9 años 11 meses)	TRS (Versión auditiva y visual).
Hsu y Bishop (2014)		Inglés	48 (8 años 8 meses)	- Hebb repetition learning task. TRS (Tomblin et al., 2007). - Pursuit rotor task (Life Science Associates, Inc., Bayport, NewYork).
Lukács y Kemény (2014)		Húngaro	29 (9 años 1 mes)	TRS (Meulemans et al., 1998) - Artificial grammar learning (AGL) (Saffran, 2002) - Weather prediction task (WP) (Knowlton, Squire, & Gluck, 1994)
Mayor-Dubois, Zesiger, Van der Linden, y Roulet-Perez (2014)		Francés	18 (10 años)	TRS (Meulemans et al., 1998). - Phonotactic Learning (Majerus, Linden, Mulder, Meulemans, & Peters, 2004). - Probabilistic Classification Learning (Mayor-Dubois, Maeder, Zesiger, & Roulet-Perez, 2010)
Sengottuvel y Rao (2013a)		Kannada	17 (10 años)	- Adapted serial reaction time task (AD-SRT) (Sengottuvel & Rao, 2013a)
Sengottuvel y Rao (2013b)		No reporta (Hindúes)	22 (9 años 9 meses)	- Adapted serial reaction time task (AD-SRT) (Sengottuvel & Rao, 2013b)
Gabriel et al. (2013)		Francés	21 (9 años 7 meses)	SRTT (Nissen & Bullemer, 1987).
Gabriel, Stefaniak, Maillart, Schmitz, y Meulemans (2012)		Francés	15 (10 años 3 meses)	SRTT (Nissen & Bullemer, 1987).
Lum et al. (2012)		Inglés	51 (9 años 9 meses)	SRTT (Nissen & Bullemer, 1987).
Lum y Bleses (2012)		Danés	13 (7 años 8 meses)	SRTT (Nissen & Bullemer, 1987).



Desempeño en tareas de memoria procedimental en niños con trastorno específico del lenguaje

Una revisión de literatura

En la búsqueda no se encontraron reportes de investigación sobre memoria procedimental en niños con TEL hablantes del español. La mayoría de las investigaciones han tomado como participantes a hablantes de los idiomas inglés y francés. Los hallazgos vistos no pueden extrapolarse a todos los idiomas debido a las diferencias lingüísticas, por lo que son necesarias investigaciones que determinen el desempeño en tareas de memoria procedimental y su relación con las habilidades gramaticales en niños con TEL hablantes del español.

Los grupos experimentales estaban compuestos en promedio por **25** niños (de **13 a 51** participantes) con diagnósticos de TEL y edades que oscilaron entre siete años ocho meses y **10** años cinco meses. Por otro lado, los grupos control, compuestos por pares con desarrollo típico, no mostraron en todos los estudios una relación **1 a 1**, sino que incluso llegó a ser de **3 a 1** (niños con desarrollo típico por niños con TEL). Solo un artículo incluyó dentro del grupo control a un subgrupo de niños pareados por gramática.

Todas las investigaciones fueron de carácter transversal y en su mayoría no mostraron resultados de confiabilidad. Solo el estudio de (Sanjeevan & Mainela-Arnold, 2017), para las tareas de atar nudos y el dibujo en espejo, dieron informe de confiabilidad, con valores Pearson de **r: 0.91 y 0.85**, respectivamente. Lo cual indica que al menos para estas tareas la confiabilidad de los resultados es alta.

Tareas de memoria procedimental

De la revisión metodológica de los artículos se extrajo un total de nueve tareas que evaluaron la memoria procedimental. Para la presente revisión las tareas se clasificaron con relación a si la tarea de memoria procedimental es o no secuencial y, además, si es verbal o no verbal.

Tarea secuencial no verbal

Serial Reaction Time

Objetivo:

La tarea de tiempo de reacción en serie (TRS) es la prueba que principalmente se ha usado para evidenciar el déficit de memoria procedimental al evaluar el aprendizaje de secuencias implícitas visomotoras (Lum J. , Conti-Ramsden, Morgan, & Ullman, 2014)

Metodología:

Esta tarea puede presentarse en dos modalidades:

Visual: El estímulo utilizado es una imagen que aparece en la pantalla. En la pantalla se ubican espacialmente las cuatro localizaciones (horizontalmente, en diamante o en cuadrantes en cada una de las esquinas de la pantalla) donde aparecerá un estímulo (visual o auditivo). A cada ubicación, le corresponde un botón o una localización de respuesta. Las respuestas pueden darse pulsado un botón o tocando la pantalla en caso de que sea táctil. Los niños deben responder lo más rápido que puedan cuando un estímulo sea presentado.

Esta versión de la tarea de TRS es la que más se ha utilizado y tiene como ventaja que no depende del nivel del lenguaje; factor importante a contemplar en estudios de niños con TEL.

Auditiva: El estímulo es un sonido de una frecuencia de **11025 Hz**, definido como un chillido de un búho, el cual se pasa a través de auriculares. Se varía durante la tarea la intensidad (**85 dB – 55 dB**) y el oído por el que se presenta el estímulo. Esta versión, se ha considerado poco confiable en niños con TEL, ya que estos muestran tasas de error más elevadas que en la versión visual, quizás por dificultades de procesamiento auditivo (Gabriel, Meulemans, Parisse, & Maillart, 2015).

Resultados:

La mayoría de los estudios que han usado esta metodología concluyeron que los niños con TEL, en general, no aprendieron las secuencias implícitas del mismo modo que sus pares con desarrollo típico. (Clark & Lum, 2017; 2017) indican que, para los niños con TEL en comparación con niños con desarrollo típico, las secuencias de primer orden son más difíciles de aprender que las secuencias de segundo orden. Sin embargo, (Gabriel, y otros, 2013) señalan que se obtienen evidencias de memoria procedimental deficiente cuando se utilizan secuencias más complejas como las de segundo orden o aquellas con un mayor número de elementos dentro de las secuencias.

La edad es otro aspecto a considerar en la tarea. (Hsu & Bishop, 2014) evidencian que niños más pequeños poseen menor precisión y por tanto cometen más errores. En lo que respecta a los tiempos de reacción, los resultados de (Thomas & Nelson, 2001) y (Hsu & Bishop, 2014) concuerdan que a una mayor edad los tiempos de reacción son menores.

Knot-Tying Task

Objetivo:

(Sanjeevan & Mainela-Arnold, 2017) utilizan una versión modificada de la tarea de atar nudos de (Garland & Sanchez, 2013) para medir, al igual que en la TRS, el aprendizaje de secuencias motoras en los niños con TEL.

Metodología:

Esta tarea usa videos instructivos y animaciones grabadas que describen los pasos para hacer dos diferentes nudos: amarre de vaca y el nudo con figura de 8. Para cada uno de los dos tipos de nudo se tiene una fase de aprendizaje en la que se mide el tiempo utilizado para repasar, practicar y pedir comentarios y una fase de prueba en la que se tiene en cuenta el tiempo empleado y el número de errores cometidos antes de hacer correctamente el nudo.

Resultados:

(Sanjeevan & Mainela-Arnold, 2017) encuentran que para el nudo de amarre de vaca los niños con TEL evidenciaron pobre aprendizaje al cometer más errores en comparación con el grupo control. Sin embargo, mostraron el mismo desempeño cuando se les presentó el nudo de la figura del 8. (Sanjeevan & Mainela-Arnold, 2017) señalan que el nudo de amarre de vaca es más laborioso para aprender, incluso para los niños con desarrollo típico; y es precisamente en este nudo, donde los niños con TEL muestran más bajo desempeño.

Tarea secuencial verbal

Hebb repetition learning task

Objetivo

La tarea de aprendizaje de repetición descrita en (Hsu & Bishop, 2014), evalúa la memoria procedimental de secuencias auditivas de palabras y se basa en el efecto Hebb (Hebb, 1961).

Metodología:

En la tarea se sienta al niño frente a un computador y seguidamente se pasa una lista de palabras. En la parte superior de la pantalla aparecen las imágenes de los objetos que representan las palabras ya previamente dadas. Se le pide al niño que seleccione las imágenes en el mismo orden de presentación. La tarea consta de **13** ensayos en donde se pasa una lista de palabras por cada uno. Las listas contienen sustantivos que comúnmente aparecen en el léxico durante los dos primeros años de vida de los niños.

Resultados:

En esta tarea (Hsu & Bishop, 2014) hallaron un déficit en el aprendizaje implícito de las secuencias verbales en los niños con TEL en comparación con sus pares por edad con desarrollo típico.

Para esta tarea es importante controlar ciertos aspectos. (Hsu & Bishop, 2014) establecen que, por la variación en la memoria a corto plazo en el dominio verbal de los niños con TEL, el número de palabras en las secuencias no puede ser fijo para evitar el efecto de piso o techo.

Phonotactic Learning (PL)

Objetivo:

La tarea de aprendizaje fonotáctico propuesta por (Mayor-Dubois, Zesiger, Van der Linden, & Roulet-Perez, 2014) evalúa la memoria procedimental de secuencias verbales. Surge como una adaptación del estudio de (Majerus, Linden, Mulder, Meulemans, & Peters, 2004)

Metodología:

En la fase de aprendizaje mientras el niño dibuja, se pasa un audio con un listado de sílabas de estructura CV que cumplen con unas reglas artificiales fonotácticas ya preestablecidas. En la fase de prueba, **36** pseudopalabras con longitudes de dos a siete sílabas fueron presentadas en orden ascendente de acuerdo con el número de sílabas. Solo **18** de las pseudopalabras cumplían las reglas fonotácticas. La labor del niño era identificar a qué grupo pertenece cada pseudopalabra presentada.

Resultados:

Para esta tarea los niños con TEL mostraron dificultades en el aprendizaje implícito de las reglas fonotácticas en comparación de los niños con desarrollo típico (Mayor-Dubois, Zesiger, Van der Linden, & Roulet-Perez, 2014)

Artificial grammar learning (AGL)

Objetivo:

(Lukács & Kemény, 2014) hacen una adaptación de la tarea de aprendizaje de gramática artificial descrita en (Saffran, 2002). Esta tarea evalúa, al igual que la tarea de aprendizaje fonotáctico, el aprendizaje implícito de secuencias auditivas de estímulos verbales.

Metodología:

Los estímulos son oraciones compuestas por un máximo de cinco elementos. Cada elemento cumple una función gramatical preestablecida y es ordenado de acuerdo con las reglas propuestas por (Saffran, 2002).

La tarea consta de una fase de entrenamiento y otra de prueba. En la fase de entrenamiento 58 estructuras oracionales son dadas verbalmente, mientras los participantes dibujan. En la fase de prueba se les menciona que las oraciones previamente escuchadas eran de un idioma desconocido y ahora deben identificar algunas oraciones que corresponden a ese idioma.

Resultados:

Los niños con TEL presentaron mayores dificultades en el aprendizaje y memorización de las secuencias presentadas comparación con el grupo control con desarrollo típico (Lukács & Kemény, 2014). Sin embargo, debe comprobarse previamente lo propuesto por Evans, Saffran, y Robe-Torres (2009); quienes postulan que tal vez una fase de exposición más larga, pudiera mejorar al aprendizaje en estas tareas en los niños con TEL; esto en el caso que las dificultades que estén presentes se relacionen específicamente con la velocidad de procesamiento de la información.

Tarea no secuencial no verbal

Pursuit rotor task

Objetivo:

La tarea del rotor de persecución detallada en (Hsu & Bishop, 2014), evalúa el aprendizaje implícito no secuencial no verbal de tipo motor.

Metodología:

La prueba se realiza con una pantalla táctil de dibujo y un lápiz óptico. En la pantalla aparece un círculo rojo que hace un recorrido describiendo un círculo invisible en el sentido de las agujas del reloj. Se pide al niño que mantenga el lápiz sobre el círculo rojo mientras se mueve. La tarea se compone de un ensayo de práctica y **5** bloques de prueba, de tres ensayos en cada uno, para un total de **15** ensayos.

Resultados:

(Hsu & Bishop, 2014) encuentran que el desempeño en la tarea del rotor de persecución está ligado a la edad, pues niños con desarrollo

Desempeño en tareas de memoria procedimental en niños con trastorno específico del lenguaje

Una revisión de literatura

típico de mayor edad reflejan un desempeño mejor en la tarea. Por su parte, los niños con TEL muestran resultados similares a sus pares (Hsu & Bishop, 2014). En relación a este resultado, (Sanjeevan & Mainela-Arnold, 2017) señalan que no se evidencian dificultades en este tipo de aprendizaje en los niños con TEL, puesto que el grado de exigencia de la tarea no es lo suficientemente alto.

Mirror-Drawing task

Objetivo:

La tarea de dibujo en espejo de (Sanjeevan y Mainela-Arnold (2017) es una adaptación de la prueba utilizada por (Vicari, et al., 2005) en un grupo de niños con dislexia y evalúa la memoria procedimental a nivel motor pidiéndole al menor que dibuje dos estrellas de cuatro puntas a través del reflejo de un espejo. El niño debe guiarse por las líneas paralelas que describen la forma de la figura.

Metodología:

La tarea se compone de cuatro fases. En la primera fase, se dibujan las dos estrellas por primera vez. En la siguiente fase, se dispone de tiempo ilimitado para entrenarse en la tarea con trazos de práctica entre líneas paralelas verticales, horizontales y con ángulos, que varían su ancho. En la tercera y cuarta fase, de prueba y reprueba (dos horas de después), respectivamente, se dibujan de nuevo las estrellas. Como medidas para evaluar el desempeño del aprendizaje se tienen en cuenta el tiempo empleado en dibujar cada una de las estrellas y el número de errores.

Resultados:

Los niños con TEL gastan el mismo tiempo dibujando las estrellas y cometen el mismo número de errores en comparación con el grupo control con desarrollo típico (Sanjeevan & Mainela-Arnold, 2017).

Weather prediction task (WP) y Probabilistic Classification Learning (PCL)

Objetivo:

En la tarea de predicción del clima los participantes deben adivinar si el día estará soleado o lluvioso, después de ver una combinación de señales representadas por figuras geométricas, mientras que en la tarea de clasificación probabilística los niños deben predecir el sabor de un helado, al ver la figura básica de un cuerpo humano que podía variar en cuatro aspectos, respecto a los elementos que contenía la imagen (bigote, gafas, corbata, sombrero).

Metodología:

La primera tarea de predicción del clima se compone de cuatro bloques de 50 ensayos. Cada vez que se presenta una combinación los niños deben predecir si el día será soleado o lluvioso presionando dos botones del teclado de una computadora.

La tarea de clasificación probabilística por su parte presenta cuatro bloques de 50 ensayos. Cada ensayo supone combinaciones de

uno a tres aspectos con niveles distintos de probabilidad para los dos sabores (vainilla, chocolate).

Resultados:

Para la tarea de predicción del clima, (Lukács & Kemény, 2014) encuentra que los niños con TEL aprenden sin dificultad las secuencias probabilísticas al igual que los niños con desarrollo típico. En el caso de la tarea de los helados, (Mayor-Dubois, Zesiger, Van der Linden, & Roulet-Perez, 2014) y (Lukács & Kemény, 2014) concluyen en sus estudios que los niños con TEL no presentan dificultades en este tipo de aprendizaje. No obstante, la investigación previa de (Lukács & Kemény, 2014) muestra resultados contradictorios.

Discusión

De acuerdo con los resultados de las investigaciones analizadas, las dificultades de los niños con TEL no comprometen todos los aspectos de la procedimental, la cual se encarga de la adquisición, consolidación y automatización no consciente de secuencias, de habilidades motoras y/o rutinas cognitivas de aspectos morfosintácticos. Los déficits de aprendizaje procedimental son específicos de tareas que implican la ejecución de secuencias y solo si éstas son de una complejidad alta, es decir que los de baja complejidad los realizan similarmente a los niños de su edad (Sanjeevan & Mainela-Arnold, 2017). Los hallazgos de déficit secuencial así mismo se han visto tanto en los dominios verbales como los no verbales, lo cual demuestra que el rendimiento en los procesos generales de estímulos organizados secuencialmente se ve deteriorado (Lukács & Kemény, 2014).

Para evaluar el déficit en la memoria procedimental, las pruebas que mayor se ajustan son la tarea de tiempo de reacción en serie, la tarea de aprendizaje de repetición de Hebb, la tarea de aprendizaje fonotáctico y la tarea de gramática artificial.

La tarea de TRS es precisa para examinar el aprendizaje implícito de secuencias no verbales, en comparación con la tarea de atar nudos. Aunque ambas cumplen el mismo objetivo, la tarea de atar nudos no es del todo implícita. La fase de aprendizaje incluye instrucciones verbales de cómo realizar el procedimiento por lo que la memoria declarativa puede servir como mediadora. Si se desea aplicar se debe considerar, la forma en que se presenta la información para que sea aprendida.

(Hsu & Bishop, 2014) indican que el aprendizaje de secuencias motoras de la tarea de TRS se correlaciona con el aprendizaje de secuencias verbales de la tarea de repetición de Hebb. Lo cual demuestra que ambas tareas pueden evaluar el aprendizaje secuencial desde dos dominios diferentes, verbal y no verbal.

Dentro del aprendizaje implícito de secuencias verbales también deben tenerse en cuenta, la tarea de aprendizaje fonotáctico y la tarea de aprendizaje de gramática artificial ya que pueden arrojar buenas evidencias para determinar tempranamente el grado de afectación en la gramática que los niños con TEL pueden desarrollar. Las dificultades en el aprendizaje implícito de reglas de dominio lingüístico en una lengua artificial, explican los problemas que los menores presentan en la adquisición de las regularidades gramaticales (Lukács & Kemény, 2014; Mayor-Dubois, Zesiger, Van der Linden, & Roulet-Perez, 2014)

De acuerdo con los resultados del compromiso en la memoria procedimental para el aprendizaje de secuencias, se cuestiona y

contradice entonces la especificidad del TEL como una afectación pura del lenguaje. Esto es acorde al modelo de memoria declarativa/procedimental (Ullman M. , 2001; 2005) y a la hipótesis del déficit procedimental (Ullman & Pierpont), en los que la afectación en el aprendizaje de secuencias puede ser el factor que posiblemente conduce o contribuye a las dificultades del lenguaje en niños con TEL, especialmente para la adquisición y el desarrollo de las habilidades gramaticales.

La hipótesis del déficit procedimental en niños con TEL al parecer no es confiable comprobarla con las tareas de memoria procedimental que se han utilizado hasta el momento. (Buchner & Wippich, 2000; West, Vadillo, & Shanks, 2017) encuentran poca confiabilidad en dichas tareas y ausencia de reportes en estudios previos.

El tiempo dedicado para el entrenamiento en las tareas puede ser un factor determinante en la confiabilidad de las medidas. (West, Vadillo, & Shanks, 2017) sugieren que en estudios futuros se investigue si el aumento en el número de ensayos en las tareas de aprendizaje procedimental aumenta la confiabilidad en los resultados. Por su parte, (Desmottes, Meulemans, & Maillart, 2016; 2017) señalan que los ensayos deberían distribuirse a lo largo del tiempo durante más sesiones de práctica para poder observar si mejora el aprendizaje secuencial.

El involucrar más a los niños durante las tareas permite evidenciar al máximo las capacidades de aprendizaje que poseen y posiblemente se mejore la confiabilidad en las tareas. (Luciana & Nelson, 2002) mencionan que es común que se presenten resultados inconsistentes y de baja calidad en pruebas que valoran la cognición en los niños, por ser más propensos al aburrimiento y la fatiga. El modo en que se describe la tarea a los niños, vista como un juego o una historia; el uso de una pantalla táctil (Bavin, Wilson, Maruff, & Sleeman, 2005), la retroalimentación mediante estímulos visuales o auditivos (Clark & Lum, 2017); o las pausas entre las tareas (Luciana & Nelson, 2002); muy posiblemente permitan mantener a los niños más motivados, interesados y atentos mientras son evaluados. Todos estos aspectos deben considerarse en futuras investigaciones para hacer resultados más confiables.

Dentro de las investigaciones revisadas, no se halló ninguna tarea que evaluará el aprendizaje implícito no secuencial verbal. Sin embargo, este aspecto de la memoria procedimental puede ser visto con la tarea contextual *cueing* (Chun & Jiang, 1998); la cual evalúa normalmente el aprendizaje implícito no secuencial no verbal, fue adaptada por (West, Vadillo, & Shanks, 2017) para obtener simultáneamente medidas de estímulos verbales y no verbales en niños con desarrollo típico. No obstante, según reportan (West, Vadillo, & Shanks, 2017), esta tarea de memoria procedimental es una de las que más bajo nivel de confiabilidad presentan. En investigaciones futuras puede aplicarse la versión alterna de la tarea contextual *cueing* en niños con TEL junto a la tarea de tiempo de reacción en serie y así poder observar cómo es el aprendizaje implícito verbal con y sin secuencias, pero teniendo claro que los resultados pueden no ser fidedignos.

Es importante mencionar que la heterogeneidad del cuadro clínico del TEL como lo describe (Conti-Ramsden G. , 2008) limita y dificulta cualquier intento de querer establecer un patrón que fije la relación entre la memoria y el lenguaje. Investigaciones futuras pueden solventar los problemas dados por la heterogeneidad de los síntomas empleando muestras significativas de población y estableciendo diseños de evaluación longitudinal prospectiva para examinar como los sistemas de memoria evolucionan y se relacionan con las habilidades gramaticales en niños con TEL a lo largo del tiempo (Bishop D., Snowling, Thompson, & Greenhalgh, 2016) (Conti-Ramsden, Ullman, & Lum, 2015)

Finalmente, según propone (Desmottes, Meulemans, & Maillart, 2016), mayores tiempos de reacción pueden ser consecuencia de una mayor dificultad de los niños con TEL para realizar la exploración visual de los estímulos en la pantalla. En estudios futuros sería recomendable evaluar cómo se correlaciona el tiempo de reacción y el rastreo visual con técnica de Eye-tracking para una misma muestra significativa de niños con TEL.

Conclusión

Si la hipótesis del déficit procedimental de (Ullman & Pierpont, 2005) llegase a ser confirmada, la identificación temprana de fallas en el aprendizaje implícito sería indicativo de alteraciones gramaticales en el desarrollo del lenguaje. La confirmación temprana de TEL, teniendo como marcador el aprendizaje implícito permitiría un proceso terapéutico temprano. Pero esto solo será posible cuando los estudios controlen las variables relacionadas con los participantes y tareas, y desarrollen de esta forma métodos de evaluación con medidas confiables.

Las muestras de participantes deben ostentar un número significativo de sujetos, con un amplio rango etario. Es preciso incluir grupos control de pares por edad y gramática con desarrollo típico que permiten evaluar, discriminar y correlacionar la capacidad de aprendizaje implícito de los niños con TEL con el nivel de desempeño del lenguaje. Las tareas experimentales que examinen el aprendizaje implícito de secuencias tanto en ámbitos verbales como no verbales deben tener prioridad, puesto que al parecer estas medidas son las que se han visto más comprometidas.

La evaluación del aprendizaje y la memoria debe ser longitudinales; empleando pruebas desde un enfoque más naturalista y con apoyo de medidas adicionales de destreza motora, habilidades de rastreo visual en la pantalla, velocidad de procesamiento de información, y si es posible con estudios de neuroimagen.

Dado el análisis de las diferentes investigaciones, un paso a seguir en esta línea de investigación es diseñar un estudio que controle los aspectos previamente descritos y evalúe detalladamente, por otra parte, las habilidades de memoria procedimental y el desempeño del lenguaje en un grupo de niños de habla hispana, en los cuales hasta el momento no se han realizado estudios.

Conflicto de Intereses

No existe ningún conflicto de interés por parte de los autores.

Financiación

El presente proyecto fue realizado dentro del proyecto de investigación: Interacción entre habilidades lingüísticas y cognitivas en un grupo de niños con Trastorno Específico del Lenguaje Código Hermes: 37613, financiado por la convocatoria nacional de proyectos para el fortalecimiento de la investigación, creación e innovación de la Universidad Nacional de Colombia 2016-2018.

Referencias

- Aguado, G. (2007). Apuntes acerca de la investigación sobre el TEL. Revista de Logopedia, *Foniatría y Audiología*, 27(3), 103-109. doi:[10.1016/S0214-4603\(07\)70079-7](https://doi.org/10.1016/S0214-4603(07)70079-7)
- Alloway, T., & Archibald, L. (2008). Working Memory and Learning in Children With Developmental Coordination Disorder and Specific Language Impairment. *Journal of Learning Disabilities.*, 41(3), 251-262. doi:[10.1177/0022219408315815](https://doi.org/10.1177/0022219408315815)
- American-Speech-Language-Hearing-Association. (2012). *ASHA's Recommended Revisions to the DSM-5*. doi:<https://www.asha.org/uploadedFiles/DSM-5-Final-Comments.pdf>
- Archibald, L., & Gathercole, S. (2006). Short- term and working memory in specific language Impairment. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 41(6), 675-693. doi:[10.1080/13682820500442602](https://doi.org/10.1080/13682820500442602)
- Baddeley, A. (2003). Working memory: looking back and looking forward. *Nat Rev Neurosci*, 4(10), 829-839. doi:[10.1038/nrn1201](https://doi.org/10.1038/nrn1201)
- Bavin, E., Wilson, P., Maruff, P., & Sleeman, F. (2005). Spatio-visual memory of children with specific language impairment: evidence for generalized processing problems. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 40(3), 319-332. doi:[10.1080/13682820400027750](https://doi.org/10.1080/13682820400027750)
- Bishop, D., Snowling, M. J., Thompson, P., & Greenhalgh, T. (2016). CATALISE: A multinational and multidisciplinary Delphi consensus study. Identifying language impairments in children. *PLoS One*, 11(7), 1-26. doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0158753>
- Bishop, D., Snowling, M., Thompson, P., Greenhalgh, T., Consortium, C., Adams, C., & Bellair, J. (2017). Phase 2 of CATALISE: A multinational and multidisciplinary Delphi consensus study of problems with language development: Terminology. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 58(10), 1068-1080. doi: <https://doi.org/10.1111/jcpp.12721>
- Buchner, A., & Wippich, W. (2000). On the Reliability of Implicit and Explicit Memory Measures. *Cognitive Psychology*, 40(3), 227-259. doi:<https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0731>
- Chun, M., & Jiang, Y. (1998). Contextual Cueing: Implicit Learning and Memory of Visual. *Cognitive Psychology*, 36(1), 28-71. doi:<https://doi.org/10.1006/cogp.1998.0681>
- Chun, M., & Jiang, Y. (1998). Contextual Cueing: Implicit Learning and Memory of Visual Context Guides Spatial Attention. *Cognitive Psychology*, 36(1), 28-71. doi:<https://doi.org/10.1006/cogp.1998.0681>
- Clark, G., & Lum, J. (2017). First-order and higher order sequence learning in specific language impairment. *Neuropsychology*, 31(2), 149-159. doi:[10.1037/neu0000316](https://doi.org/10.1037/neu0000316)
- Clark, G., & Lum, J. (2017). Procedural memory and speed of grammatical processing: Comparison between typically developing children and language impaired children. *Research in Developmental Disabilities*, 71(Supplement C), 237-247. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ridd.2017.10.015>
- Conti-Ramsden, G. (2008). Heterogeneity of specific language impairment (SLI): Outcomes in adolescence. In C. Norbury, J. Tomblin & D. Bishop (Eds.), *En C. Norbury, J. Bruce, & D. Bishop, Understanding developmental language disorders in children: From theory to practice* (págs. 117-130). Huve, England: Psychology Press. doi:[10.3109/13682820903298510](https://doi.org/10.3109/13682820903298510)
- Conti-Ramsden, G., Mok, P., Pickles, A., & Durkin, K. (2013). Adolescents with a history of specific language impairment (SLI): Strengths and difficulties in social, emotional and behavioral functioning. *Research in Developmental Disabilities*, 34(11), 4161-4169. doi:[10.1016/j.ridd.2013.08.043](https://doi.org/10.1016/j.ridd.2013.08.043)
- Conti-Ramsden, G., Ullman, M., & Lum, J. (2015). The relation between receptive grammar and procedural, declarative, and working memory in specific language impairment. *Frontiers in Psychology*, 6, 1-11. doi: [10.3389/fpsyg.2015.01090](https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01090)
- Desmottes, L., Meulemans, T., & Maillart, C. (2017). Memory consolidation in children with specific language impairment: Delayed gains and susceptibility to interference in implicit sequence learning. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 39(3), 265-285. doi:[10.1080/13803395.2016.1223279](https://doi.org/10.1080/13803395.2016.1223279)
- Desmottes, L., Meulemans, T., & Maillart, C. (s.f.). Later learning stages in procedural memory are impaired in children with Specific Language Impairment. *Research in Developmental Disabilities*, 48(Supplement C), 53-68. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ridd.2015.10.010>
- Durkin, K., Conti-Ramsden, G., & Simkin, Z. J. (2012). Functional Outcomes of Adolescents with a History of Specific Language Impairment (SLI) with and without Autistic Symptomatology. *Autism Dev Disord*, 42, 123-138. doi:<https://doi.org/10.1007/s10803-011-1224-y>
- Evans, J. L., Saffran, J. R., & Robe-Torres, K. (2009). Statistical Learning in Children With Specific Language Impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 52(2), 321-335. doi:[10.1044/1092-4388\(2009/07-0189\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2009/07-0189))
- Gabriel, A., Maillart, C., Guillaume, M., Stefaniak, N., & Meulemans, T. (2011). Exploration of Serial Structure Procedural Learning in Children with Language Impairment. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 17(2), 336-343. doi:[10.1017/S1355617710001724](https://doi.org/10.1017/S1355617710001724)
- Gabriel, A., Maillart, C., Stefaniak, N., Lejeune, C., Desmottes, L., & Meulemans, T. (2013). Procedural Learning in Specific Language Impairment: Effects of Sequence Complexity. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 19(3), 264-271. doi:[10.1017/S1355617712001270](https://doi.org/10.1017/S1355617712001270)
- Gabriel, A., Meulemans, T., Parisse, C., & Maillart, C. (s.f.). Procedural learning across modalities in French-speaking children with specific language impairment. *Applied Psycholinguistics*, 36(3), 747-769. doi:[10.1017/S0142716413000490](https://doi.org/10.1017/S0142716413000490)
- Gabriel, A., Stefaniak, N., Maillart, C., Schmitz, X., & Meulemans, T. (2012). Procedural Visual Learning in Children With Specific Language Impairment. *American journal of speech-language pathology*, 21(4), 329-341. doi:[10.1044/1058-0360\(2012/11-0044\)](https://doi.org/10.1044/1058-0360(2012/11-0044))
- Garland, T., & Sanchez, C. (2013). Rotational perspective and learning procedural tasks from dynamic media. *Computers & Education*, 69(Supplment C), 31-37. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.06.014>
- Hebb, D. (1961). Distinctive features of learning in the higher animal. *Brain mechanisms and learning*, 37-46.
- Hsu, H., & Bishop, D. (2014). Sequence-specific procedural learning deficits in children with specific language impairment. *Developmental Science*, 17(3), 352-365. doi:[10.1111/desc.12125](https://doi.org/10.1111/desc.12125)
- Kemeny, F., & Lukács, A. (2010). Impaired procedural learning in language impairment: Results from probabilistic categorization. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 32(3), 249-258. doi:[10.1080/13803390902971131](https://doi.org/10.1080/13803390902971131)
- Knowlton, B., Mangels, J., & Squire, L. (1996). A Neostriatal Habit Learning System in Humans. *Science*, 273(5280), 1399-1402. doi:<http://dx.doi.org/10.1126/science.273.5280.1399>
- Knowlton, B., Squire, L., & Gluck, M. (1994). Probabilistic classification learning in amnesia. *LEARNING & MEMORY*, 1, 106-120. doi:[10.1101/lm.1.2.106](https://doi.org/10.1101/lm.1.2.106)
- Leonard, L. (2014). Children with Specific Language Impairment and their Contribution To the Study of Language Development. *Journal of child language*, 31(1), 38-47. doi:[10.1017/S0305000914000130](https://doi.org/10.1017/S0305000914000130)
- Luciana, M., & Nelson, C. (2002). Assessment of Neuropsychological Function Through Use of the Cambridge Neuropsychological Testing Automated Battery: Performance in 4- to 12-Year-Old Children. *Developmental Neuropsychology*, 22(3), 595-624. doi:[10.1207/S15326942DN2203_3](https://doi.org/10.1207/S15326942DN2203_3)
- Lukács, Á., & Kemény, F. (2013). Domain-general sequence learning deficit in specific language impairment. *Neuropsychology*, 28(3), 472-483. doi:[10.1037/neu0000052](https://doi.org/10.1037/neu0000052)

- Lum, J., & Bleses, D. (2012). Declarative and procedural memory in Danish speaking children with specific language impairment. *Journal of Communication Disorders*, 45(1), <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2011.09.001>. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2011.09.001>
- Lum, J., & Conti-Ramsden, G. (2013). Long-term memory: A review and meta-analysis of studies of declarative and procedural memory in specific language impairment. *Topics in language disorders*, 33(4), 282-297. doi:[10.1097/01.TLD.0000437939.01237.6a](https://doi.org/10.1097/01.TLD.0000437939.01237.6a)
- Lum, J., Conti-Ramsden, G., Morgan, A., & Ullman, M. (2014). Procedural learning deficits in specific language impairment (SLI): A meta-analysis of serial reaction time task performance(). *Cortex*, 51(100), 1-10. doi:[10.1016/j.cortex.2013.10.011](https://doi.org/10.1016/j.cortex.2013.10.011)
- Lum, J., Conti-Ramsden, G., Page, D., & Ullman, M. (2012). Working, declarative and procedural memory in specific language impairment. *Cortex*, 48(9), 1138-1154. doi:[10.1016/j.cortex.2011.06.001](https://doi.org/10.1016/j.cortex.2011.06.001)
- Lum, J., Gelgic, C., & Conti-Ramsden, G. (2010). Procedural and declarative memory in children with and without specific language impairment. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 45(1), 96-107. doi:[10.3109/13682820902752285](https://doi.org/10.3109/13682820902752285)
- Majerus, S., Linden, M., Mulder, L., Meulemans, T., & Peters, F. (2004). Verbal short-term memory reflects the sublexical organization of the phonological language network: Evidence from an incidental phonotactic learning paradigm. *Journal of Memory and Language*, 51(2), 297-306. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jml.2004.05.002>
- Mayor-Dubois, C., Maeder, P., Zesiger, P., & Roulet-Perez, E. (2010). Visuo-motor and cognitive procedural learning in children with basal ganglia pathology. *Neuropsychologia*, 48(7), 2009-2017. doi:<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2010.03.022>
- Mayor-Dubois, C., Zesiger, P., Van der Linden, M., & Roulet-Perez, E. (2014). Nondeclarative learning in children with Specific Language Impairment: Predicting regularities in the visuomotor, phonological, and cognitive domains. *Child Neuropsychology*, 20(1), 14-22. doi:[10.1080/09297049.2012.734293](https://doi.org/10.1080/09297049.2012.734293)
- Meulemans, T., Van der Linden, M., & Perruchet, P. (1998). Implicit Sequence Learning in Children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 69(3), 199-221. doi:<https://doi.org/10.1006/jecp.1998.2442>
- Montgomery, J., Magimairaj, B., & Finney, M. (2010). Working memory and specific language impairment: An update on the relation and perspectives on assessment and treatment. *American journal of speech-language pathology*, 19(1), 78-94. doi:[10.1044/1058-0360\(2009/09-0028](https://doi.org/10.1044/1058-0360(2009/09-0028)
- Nissen, M., & Bullemer, P. (1987). Attentional requirements of learning: Evidence from performance measures. *Cognitive Psychology*, 19(1), 1-32. doi:[https://doi.org/10.1016/0010-0285\(87\)90002-8](https://doi.org/10.1016/0010-0285(87)90002-8)
- Parsons, S., Schoon, I., Rush, R., & Law, J. (2011). Long-term Outcomes for Children with Early Language Problems: Beating the Odds. *Children & Society*, 25(3), 202-113. doi:[10.1111/j.1099-0860.2009.00274.x](https://doi.org/10.1111/j.1099-0860.2009.00274.x)
- Saffran, J. (2002). Constraints on Statistical Language Learning. *Journal of Memory and Language*, 41(1), 172-196. doi:<https://doi.org/10.1006/jmla.2001.2839>
- Sanjeevan, T., & Mainela-Arnold, E. (2017). Procedural Motor Learning in Children With Specific Language Impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 1. doi:[10.1044/2017-JSLHR-L16-0457](https://doi.org/10.1044/2017-JSLHR-L16-0457)
- Sengottuvel, K., & Rao, P. (2013). Aspects of grammar sensitive to procedural memory deficits in children with specific language impairment. *Research in Developmental Disabilities*, 34(10), 3317-3331. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ridd.2013.06.036>
- Sengottuvel, K., & Rao, P. (2013). Sequence learning pattern in children with specific language impairment. *International Journal on Disability and Human Development*, 13(1), 55-62. doi:[10.1515/ijdh-2013-0003](https://doi.org/10.1515/ijdh-2013-0003)
- Serra, M. (2002). Trastornos del lenguaje: Preguntas pendientes en investigación e intervención. *Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología*, 22(2). doi:[10.1016/S0214-4603\(02\)76224-4](https://doi.org/10.1016/S0214-4603(02)76224-4)
- Squire, L. (2004). Memory systems of the brain: a brief history and current perspective. *Neurobiology of learning and memory*, 82(3), 171-177. doi:[10.1016/j.nlm.2004.06.005](https://doi.org/10.1016/j.nlm.2004.06.005)
- Thomas, K., & Nelson, C. (2001). Serial Reaction Time Learning in Preschool- and School-Age Children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 79(4), 364-387. doi:<https://doi.org/10.1006/jecp.2000.2613>
- Tomblin, J. B., Records, N. L., Buckwalter, P., Zhang, X., & Smith, E. O. (1997). Prevalence of Specific Language Impairment in Kindergarten Children. *Journal of speech, language, and hearing research : JSLHR*, 40(6), 1245-1260. doi:<https://doi.org/10.1044/jslhr.4006.1245>
- Tomblin, J., Mainela-Arnold, E., & Zhang, X. (2007). Procedural learning in adolescents with and without specific language impairment. *Language Learning and Development*, 3(4), 269-293. doi:[10.1080/15475440701377477](https://doi.org/10.1080/15475440701377477)
- Ullman, M. (2001). A neurocognitive perspective on language: The declarative/procedural model. *Nat Rev Neurosci*, 2(10), 717-726.
- Ullman, M., & Pierpont, E. (2005). Specific language impairment is not specific to language: The procedural deficit hypothesis. *Cortex*, 41(3), 399-433. doi:[10.1016/S0010-9452\(08\)70276-4](https://doi.org/10.1016/S0010-9452(08)70276-4)
- Vicari, S., Finzi, A., Menghini, D., Marotta, L., Baldi, S., & Petrosini, L. (2005). Do children with developmental dyslexia have an implicit learning deficit? *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 76(10), 1392-1397. doi:[10.1136/jnnp.2004.061093](https://doi.org/10.1136/jnnp.2004.061093)
- West, G., Vaddillo, M., & Shanks, D. H. (2017). The procedural learning deficit hypothesis of language learning disorders: we see some problems. *Developmental Science*, 1-13. doi:[10.1111/desc.12552](https://doi.org/10.1111/desc.12552)

Desempeño en tareas de memoria procedimental en niños con trastorno específico del lenguaje

Una revisión de literatura

ANEXOS

Tabla 2. Tarea tiempo de reacción en serie

Autor	Distribución de la ubicación espacial del estímulo	Modo de respuesta	Tipo de estímulo	Retroalimentación	Estructura estadística de secuencia	Fases	Número de ensayos de exposición al patrón secuencial	Prueba y post-prueba (intervalo de tiempo)	Desempeño del grupo con TEL en comparación con los niños con DT
Clark and Lum (2017b)	Horizontal	Teclado	Mosca	Estímulo visual de la respuesta dada	10 ítems. * Primer orden: 3-4-1-2-4-1-3-4-2-1	- Fase de aprendizaje con patrón secuencial (3 bloques). - Fase pseudoaleatoria (1 bloque).	1180	No	Bajo
Clark and Lum (2017a)	Horizontal	Teclado	Mosca	Estímulo visual de la respuesta dada.	10 ítems * Primer orden: 3-4-1-2-4-1-3-4-2-1. * Segundo orden: 4-3-1-2-4-1-3-4-2-1.	- Fase de aprendizaje con patrón secuencial (3 bloques). - Fase pseudoaleatoria (1 bloque). - Fase de aprendizaje con patrón secuencial (1 bloques).	2240	No	- Secuencia de primer orden: bajo. - Secuencia de segundo orden: Similar.
Desmottes et al. (2017)	Cuadrante por esquina de la pantalla.	Pantalla táctil	Dibujos animados	No.	10 ítems * Segundo orden: 2-4-1-3-4-2-1-4-3-1 * Secuencia a: 10 ítems Segundo orden: 2-4-1-3-4-2-entrenamiento. 1-4-3-1 * Secuencia B: 8 ítems. Segundo orden: ** (Secuencia a). Fase de interferencia ** (Secuencia B). Fases de prueba: (2 sesiones con secuencia a).	- Fase de entrenamiento: Patrón secuencial alterno a secuencias pseudoaleatorias (6 bloques). - Fase de prueba: 2 sesiones similares a la fase de entrenamiento. - Fase de entrenamiento: ** (Secuencia a). Fase de interferencia ** (Secuencia B). Fases de prueba: (2 sesiones con secuencia a).	300	- 2 bloques 24 horas y una semana después. - 2 bloques 24 horas y una semana después.	- En la etapa de adquisición temprana fue similar. Pero en la consolidación, aunque mostraron aprendizaje, el progreso no fue similar. - En la etapa de adquisición temprana fue similar. Pero en la consolidación, debido a la secuencia de interferencia, mostraron deterioro significativo.
Desmottes et al. (2016)	Cuadrante por esquina de la pantalla.	Pantalla táctil	Dibujo animado	No.	10 ítems * Segundo orden: 2-4-1-3-4-2-1-4-3-1 - Fase de prueba: 2 sesiones similares a la fase de entrenamiento	- Fase de entrenamiento: Patrón secuencial alterno a secuencias pseudoaleatorias (6 bloques). - Fase de prueba: 2 sesiones similares a la fase de entrenamiento	500	2 bloques 24 horas y una semana después.	- En la etapa de adquisición temprana el aprendizaje fue similar, aunque con tiempo de reacción más largo. - En la consolidación no mostraron el mismo progreso.
Conti-Ramsden et al. (2015)	Horizontal	Panel horizontal de respuesta	Cara sonriente	No	10 ítems * No reporta el tipo de secuencia 4-2-3-1-3-2-4-3-2-1.	- Fase de aprendizaje con patrón secuencial (5 bloques). - Fase pseudoaleatoria (1 bloque).	450	No	Bajo
Gabriel et al. (2015)	Cuadrante por esquina de la pantalla.	Pantalla táctil	Animales de granja	No	8 ítems * Segundo orden: 1-3-4-2-3-1-2-4 / 4-2-1-3-2-4-3-1	- Fase de aprendizaje con patrón secuencial (6 bloques). - Fase de transferencia (1 bloque).	384	No	Similar
	Cuadrante por esquina de la pantalla.	Pantalla táctil	Chillido de un búho	No	8 ítems. * Segundo orden: C-A-B-D-A-C-D-B. A-B-D-C-D-B-A-C.	- Fase de aprendizaje con patrón secuencial (6 bloques). - Fase de transferencia (1 bloque).	384	No	Mostraron aprendizaje similar, pero con tasas de error más altas.

Autor	Distribución de la ubicación espacial del estímulo	Modo de respuesta	Tipo de estímulo	Retroalimentación	Estructura estadística de secuencia	Fases	Número de ensayos de exposición al patrón secuencial	Prueba y post-prueba (intervalo de tiempo)	Desempeño del grupo con TEL en comparación con los niños con DT
Hsu and Bishop (2014)	Horizontal	Panel horizontal de respuesta	Criatura verde	No	10 ítems. * No reporta el tipo de secuencia 1-3-2-4-4-2-3-4-2-4	- Fase pseudoaleatoria (1 bloque), dos fases de aprendizaje - patrón de secuencial (2 bloques) y - otra fase pseudoaleatoria (1 bloque).	200	No	Sin aprendizaje al igual que sus pares por gramática.
Mayor-Dubois et al. (2014)	Horizontal	Teclado.	Un asterisco debajo de 4 flechas que indican las posiciones	Un sonido al cometer un error.	10 ítems. * Segundo orden: 2-4-1-3-4-2-1-4-3-1	Fase con patrón secuencial alterno a fase pseudoaleatoria (5 bloques)	250	No	Hubo aprendizaje, pero con tiempos de reacción más largo.
Lukács and Kemény (2014)	Horizontal	Teclado.	Círculo negro	Un sonido al cometer un error.	12 ítems. * No reporta el tipo de secuencia 1-2-1-4-2-3-4-1-3-2-4-3	- Fase de aprendizaje con patrón secuencial (11 bloques).	660	No	Bajo
Sengottuvel and Rao (2013a)	Diamante	Gamepad.	Perro	Si cometía un error el estímulo no desaparecería hasta que no presionara correctamente.	10 ítems. * No reporta el tipo de secuencia 1-3-2-4-2-1-4-3-1-3	- Fase de secuencia pseudoaleatoria (1 bloque). - Fase de aprendizaje con patrón secuencial (2 bloques).	200	No	Bajo
Sengottuvel and Rao (2013b)	Diamante	Gamepad	Perro	Si cometía un error el estímulo no desaparecería hasta que no presionara correctamente.	10 ítems. * No reporta el tipo de secuencia: 1-3-2-4-1-2-4-3-2-4	- Fase de secuencia pseudoaleatoria (1 bloque). - Fase de aprendizaje con patrón secuencial (2 bloques).	200	No	Bajo
Gabriel et al. (2013)	Cuadrante por esquina de la pantalla.	Pantalla táctil	Personaje animado.	No.	12 ítems. * No reporta el tipo de secuencia 1-2-1-4-2-3-4-1-3-2-4-3	- Fase de aprendizaje de patrón (6 bloques). - Fase de transferencia (1 bloque).	576	No	Bajo. Tiempo de respuesta más largos.
Gabriel et al. (2012)	Cuadrante por esquina de la pantalla.	Teclado / Pantalla táctil	Hechicero.	No	8 ítems. * Segundo orden: 1-3-4-2-3-1-2-4 / 2-1-4-3-4-1-2-3.	- Fase de aprendizaje con patrón secuencial (6 bloques). - Fase de transferencia (1 bloque).	384	No	Mostraron aprendizaje con el teclado, pero con muchos errores y tiempo de reacción más largos. / El aprendizaje fue similar al utilizar la pantalla táctil.
Lum et al. (2012)	Horizontal	Panel horizontal de respuesta	Cara sonriente	No	10 ítems: * No reporta el tipo de secuencia 4, 2, 3, 1, 3, 2, 4, 3, 2, 1.	- Fase de aprendizaje con patrón secuencial (5 bloques). - Fase pseudoaleatoria (1 bloque).	450	No	Bajo
Lum and Bleses (2012)	Diamante	Gamepad	Cara sonriente	No	10 ítems: * No reporta el tipo de secuencia 4, 2, 3, 1, 3, 2, 4, 3, 2, 1.	- Fase con patrón secuencial de aprendizaje (5 bloques). - Fase pseudoaleatoria (1 bloque).	300	No	Similar

