

R Relación entre la velocidad de denominación, el procesamiento auditivo de orden temporal y la adquisición de la lectura.

Fabiola R. Gómez-Velázquez
Instituto de Neurociencias, CUCBA,
Universidad de Guadalajara, México.

Andrés A. González-Garrido
Instituto de Neurociencias, CUCBA,
Universidad de Guadalajara, México.
O.P.D. Hospital Civil de Guadalajara,
México.

Esmeralda Matute Villaseñor
Instituto de Neurociencias, CUCBA,
Universidad de Guadalajara, México.

Julieta Ramos Loyo
Instituto de Neurociencias, CUCBA,
Universidad de Guadalajara, México.

Correspondencia: Dra. Fabiola R. Gómez Velázquez. Instituto de Neurociencias, CUCBA, Universidad de Guadalajara. Francisco de Quevedo 180, Col. Arcos Vallarta, Guadalajara, Jal. MEXICO. CP 44130. Teléfono/Fax: (+ 52)33 3818 0740

Correo electrónico:

fabiolargomez@gmail.com

Resumen

Introducción: La velocidad de denominación está estrechamente relacionada con la velocidad de la lectura y constituye un importante predictor del desempeño lector. Por otra parte, el déficit para recordar el orden en el que se presenta una secuencia de sonidos (juicio de orden temporal), se ha asociado con trastornos lectores, en particular cuando involucra el procesamiento de estímulos verbales. El presente estudio establece la relación entre la denominación, el procesamiento auditivo y la lectura. **Metodología:** Se compararon 2 grupos de 15 niños de 10 años de edad [denominadores lentos (DL) versus denominadores promedio (DP)], durante la ejecución de una tarea de procesamiento auditivo temporal, donde los participantes debían comparar secuencias de estímulos auditivos de diferente altura o duración de 3 tipos de estímulos (tono puro, trompeta y vocal) con representaciones visuales de esas secuencias. Además se

evaluó la velocidad, eficiencia y comprensión lectora. **Resultados:** se encontró una disminución significativa en la velocidad y comprensión lectoras, con mayor número de errores en los DL, quienes además fueron más lentos para emitir los juicios de orden temporal de altura para la trompeta y el tono puro. El análisis de las correlaciones mostró que la menor velocidad de denominación se relacionó con mayor lentitud para reconocer patrones de altura y duración. No se encontraron diferencias en la velocidad o eficiencia en la discriminación simple de tonos de diferente altura o duración. **Conclusiones:** Los Denominadores Lentos fueron más lentos que sus pares para la comparación de secuencias auditivas con su representación visual, lo que podría reflejar dificultades en el procesamiento cross-modal que implica el aprendizaje y automatización de una asociación entre estímulos auditivos y visuales, que podrían subyacer a la menor automatización en la velocidad lectora y de denominación de símbolos.

Palabras clave: velocidad de denominación, procesamiento auditivo, lectura, juicio de orden temporal, dislexia.

Relationship between naming speed, temporal order auditory processing and reading acquisition

Abstract

Introduction: It has been reported that naming and reading speed are closely related. Moreover, naming speed has been proved to be an important predictor of reading performance. In this regard, deficits in the ability to remember the temporal order of a sequence of sounds (temporal order judgment) have been associated with reading disorders, particularly when it involves the processing of verbal stimuli.

Methodology: 2 groups of 15 children of mean age 10 years [slow naming (DL) versus average naming (DP)] were compared while performing a temporal order judgment task, where participants had to distinguish between successively appearing series of three auditory stimuli with different frequency (tone-height) or duration (temporal length) presented in a counterbalanced order. Each trial was formed by 1 of 3 types of stimuli (pure tone, trumpet and vocal). In addition, reading speed and efficiency, along with reading comprehension were also evaluated.

Results: DL showed significant decrease in reading speed and reading comprehension, with significantly higher amount of errors, along with prolonged judgments of temporal order for trumpet and pure tones. The correlation analysis showed a positive correlation between reading speed and the performance of tone-height trials,

while CL correlated with the performance of trials including tone-height trumpet and pure-tone with different durations. **Conclusions:** Results are interpreted as reflecting neurodevelopmental differences between the groups, particularly on cross-modal processing which may disturb reading automatization and thus affecting both reading speed and symbols-naming.

Keywords: rapid automatized naming, auditory processing, reading, temporal order judgment, dyslexia.

Introducción

El desarrollo de la habilidad lectora es un proceso complejo en el que intervienen un sinnúmero de factores genéticos y ambientales. El objetivo final del proceso de enseñanza-aprendizaje es que el lector logre una lectura con una cadencia temporal tal que le permita sostener la información en memoria, el tiempo suficiente para enlazar coordinadamente las ideas expresadas en el texto, comprenderlas y poder evocar su sentido posteriormente. Se ha postulado la existencia de diversos prerequisites relacionados con la lectura. Por ejemplo, dado que la velocidad en la que se produce la lectura es un aspecto crucial de la misma (LaBerge & Samuels, 1974), se ha reportado que la lentitud para nombrar estímulos visuales familiares

constituye un factor subyacente en los trastornos lectores (Gómez-Velázquez, González-Garrido, Zarabozo & Amano, 2010). De hecho, existe evidencia empírica de que la velocidad de denominación está íntimamente vinculada con la adquisición de la lectura (Bowers & Wolf, 1993; Loveall, Channell, Phillips & Conners, 2013), aunque algunos autores consideran que dicha contribución es indirecta, a través de su relación con las habilidades de procesamiento fonológico (Wagner, Torgesen & Rashotte, 1994; Lee, Yim & Sim, 2012).

La creciente atención sobre los déficits relacionados con el tiempo y la fluidez en el aprendizaje de la lectura, parece ser el resultado de la convergencia de tres factores: a) el papel de los procesos fonológicos en los trastornos lectores y su intervención, donde el déficit en el procesamiento fonológico *per se* ha resultado insuficiente para explicar la heterogeneidad y complejidad de las dificultades lectoras, especialmente en el área de la fluidez; b) los resultados de diversos estudios sobre el desarrollo de la fluidez lectora que reportan que niños con problemas de lectura exhiben importantes déficits en diversas áreas perceptuales y motoras asociadas con la velocidad (Wolf, Bowers & Biddle, 2000); y c) los hallazgos provenientes de estudios sobre la velocidad de denominación (RAN: denominación rápida automatizada), que parecen

conferir a esta variable un valor predictivo de las dificultades lectoras (Denckla & Rudel, 1979), así como los provenientes de estudios que evidencian distintos subtipos de la dislexia del desarrollo (Lovett, Steinbach & Frijters, 2000).

En este sentido, se ha señalado que los trastornos en la lectura podrían estar relacionados con la presencia de dificultades en el procesamiento de las señales auditivas temporales (Tallal & Piercy, 1973, 1974, 1975; Halliday & Bishop, 2006; Steinbrink, Zimmer, Lachmann, Dirichs & Kammer, 2013). Sin embargo, el modelo propuesto para el procesamiento temporal auditivo ha resultado controvertido ya que algunos sostienen que los disléxicos no exhiben un déficit en el procesamiento general (Mody, Studdert-Kennedy & Brady, 1997). Es por ello que debe distinguirse si la velocidad de denominación involucra, además de la lentitud para nombrar estímulos visuales familiares, un déficit en el procesamiento auditivo de estímulos del lenguaje, o si se debe a un problema en el procesamiento temporal más general que podría abarcar la sincronización de secuencias de tiempo de estímulos no lingüísticos.

El *procesamiento temporal* es un término amplio que usualmente se emplea para definir la percepción de bajo nivel y el procesamiento de información acerca de las

características temporales de los estímulos sensoriales en cualquier modalidad, como sería el orden de una secuencia, la detección del tiempo transcurrido entre 2 estímulos, o la duración de los estímulos o del movimiento (Grondin, 2010).

Existen pocos trabajos que aborden el problema del procesamiento temporal desde la perspectiva lingüística y la principal fuente de información proviene de estudios en lengua inglesa (Ver por ejemplo, Tallal, 1980). Hasta el momento, son insuficientes los datos en nuestro idioma sobre cómo es el procesamiento de orden temporal en niños que inician la enseñanza formal de la lectura y sobre todo, cuál es la relación que este procesamiento tiene con la Velocidad de Denominación, considerando a ésta como una variable de tipo lingüístico ligada al tiempo.

Si analizamos los aspectos comunes de la velocidad de denominación y el procesamiento auditivo de orden temporal, observaremos que ambas son variables que dependen de procesos de sincronización, secuenciación y rapidez; que ambas involucran un procesamiento de tipo cross-modal (modalidades auditiva y visual), y que las dos han demostrado estar relacionadas con el proceso de adquisición de la lectura. Sin embargo, se desconoce la relación intrínseca que guardan estas variables entre sí, y hasta donde

conocemos, tampoco se han realizado estudios que las comparen directamente. Es más, aunque no se han determinado con precisión las relaciones entre la velocidad de denominación y la lectura, algunos asumen que esto se debe a que tanto la denominación como la lectura involucran un procesamiento serial (como sucede en el procesamiento auditivo de orden temporal), así como en la producción oral de los nombres de los estímulos (Georgiou, Parrila, Cui & Papadopoulos, 2013).

De hecho, desde la década de los sesentas, varios autores estudiaron la relación entre lectura y procesamiento de orden temporal a través del análisis de la habilidad de los niños para parear series de estímulos visuales o auditivos de orden temporal (Beaton, 2004) y encontraron que los malos lectores tenían más dificultad para parear un patrón visual de puntos con un patrón auditivo de golpeteos (Birch & Belmont, 1964). Estos hallazgos fueron interpretados por los autores como si los malos lectores tuvieran dificultad para realizar una transferencia transmodal (de auditivo a visual) o bien en el manejo temporal de los estímulos. Esta línea de investigación, en la que analiza si los malos lectores tienen mayor dificultad para realizar transferencia intermodal o bien para el manejo de orden temporal de los estímulos ha continuado y el debate continúa abierto de si la dificultad de los malos

lectores o de los disléxicos se desprende de un déficit más general en la organización serial que afecta tanto las modalidades sensoriales como el tipo de estímulos (Corkin, 1974).

Por todo lo mencionado con anterioridad, decidimos estudiar la posible relación entre la velocidad para la denominación de símbolos (letras y números), el procesamiento de secuencias auditivas, evaluadas a través de la prueba TOT (Test de Orden Temporal), y tres variables más características de la lectura: velocidad, precisión definida ésta por el número de errores cometidos al leer en voz alta y comprensión) en un grupo de escolares típicos. Nosotros hipotetizamos que los denominadores lentos de símbolos (letras y números) serían a su vez malos lectores considerando las tres variables analizadas y tendrían menor éxito para realizar las tareas de orden temporal en comparación con un grupo de denominadores promedio.

Metodología

Participantes

Treinta niños diestros, de 3^o de primaria, de nivel socio-económico medio o medio-alto, que para un estudio previo, cuando cursaban 1^o de primaria, 15 de ellos fueron clasificados como Denominadores Promedio (DP) con tiempos de

denominación ± 1 desviación estándar en las cuatro tareas de denominación: dibujos, letras, números y colores y, 15 como Denominadores Lentos (DL) con tiempo de denominación ≥ 1.5 desviación estándar en las tareas de letras y números de la Batería de Denominación Rápida modificada (Gómez-Velázquez et al., 2010). En el momento de la presente investigación todos los participantes asistían a una escuela privada, monolingüe. Los grupos fueron pareados por edad (9 o 10 años) y género (8 varones en cada grupo). Todos los participantes sin reporte de antecedentes de trastornos neurológicos, neuropsicológicos, psiquiátricos o algún impedimento sensorial. Tampoco habían recibido entrenamiento musical formal y, todos obtuvieron una puntuación normalizada ≥ 8 puntos en las subescalas de Vocabulario y Diseño con Cubos del WISC-IV (Wechsler, 2007). Todos ellos presentaron resultados normales en estudios de impedancia y audiometría.

Material

El test de orden temporal (TOT) (Université de Montréal, 2005) es una prueba de aplicación individual y monoaural que está diseñada para evaluar la percepción temporal de estímulos acústicos. El participante debe relacionar secuencias de estímulos auditivos con secuencias de estímulos visuales con el fin de evaluar el reconocimiento de los

patrones secuenciales de altura y duración para estímulos verbales (vocal /a/) y no verbales (tono puro y trompeta) usando un modo de respuesta táctil vía pantalla (*"touchscreen"*). La prueba consiste en la presentación de una secuencia de estímulos auditivos que el participante debe parear con la correspondiente visual eligiéndola entre 4 posibles respuestas, tocando con su dedo índice la opción seleccionada en una pantalla táctil (Figura 1). Incluyen dos modalidades: selección de patrones de altura y de patrones de duración. Para la primera, se presentaron secuencias de 3 estímulos de 200 ms de duración cada uno, con un intervalo interestímulo (IIE) de 300 ms. Las secuencias estuvieron constituidas por sonidos con tonos bajos (880 Hz) y tonos altos (1,122 Hz) en 3 series (vocal, trompeta y tono puro) de 10 estímulos cada una. *La prueba de patrones de duración* incluye combinaciones de secuencias de tres estímulos de 1000 Hz con un IIE de 300 ms sean cortos (250 ms) o largos (500 ms), con 3 series (vocal, trompeta y tono puro) de 10 estímulos cada una. Fase de entrenamiento: Antes de iniciar la aplicación formal de la prueba se realizó un entrenamiento en los diferentes tipos de prueba para lo cual se daba al participante retroalimentación verbal y visual de sus respuestas cada vez que se exponía al participante a nuevas condiciones, tanto para los dos tipos de patrones (altura y

duración), como para los tres tipos de estímulos (vocal, trompeta y tono puro). Posterior al entrenamiento y antes de realizar cada prueba experimental, se presentaban a los niños, entre 3 y 5 secuencias de práctica. Si el participante identificaba correctamente las 3 primeras

secuencias, pasaba directamente a las pruebas experimentales. Al fallar en 1 de ellas, se le daban otras dos oportunidades para alcanzar el mínimo de éxito requerido (3 secuencias correctas de 5) para realizar la prueba.

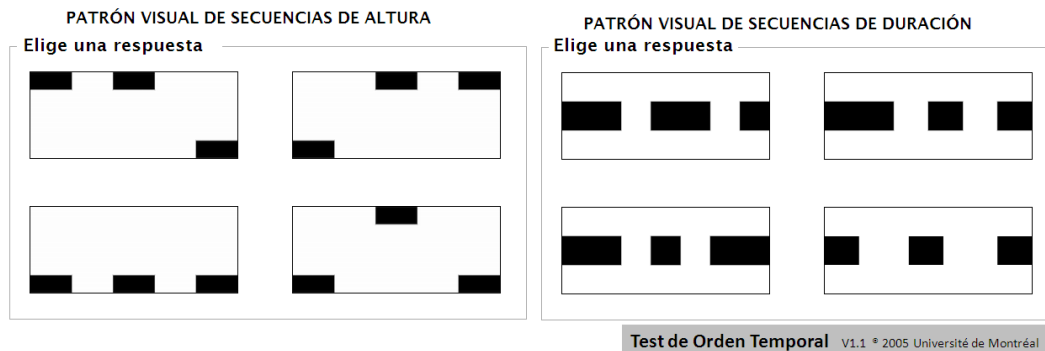


Figura 1. Representación de los cuatro patrones de altura o duración que los niños debían comparar con las secuencias auditivas para elegir la que representara lo que habían escuchado. Por ejemplo el recuadro superior izquierdo representa una secuencia de tonos ALTO-ALTO-BAJO.

Fase experimental: se aplicaron 6 pruebas (2 patrones x 3 tipos de estímulos), cada una con 10 series de estímulos. Se contrabalanceó tanto el orden de presentación de cada tipo de patrón y estímulo, como el oído en que se presentaron los mismos. Se utilizó un audiómetro para la presentación de los estímulos auditivos para asegurar tanto la fidelidad del sonido como la atenuación de los sonidos externos.

Prueba de discriminación de tonos de diferente altura y duración. Con la intención de comprobar que los participantes en la investigación no

tenían problemas para discriminar los estímulos auditivos del TOT, se incluyeron dos pruebas tipo *odd-ball* de discriminación auditiva simple de altura y duración, en los que se emplearon las mismas características de los estímulos empleados en el Test de Orden Temporal. *Discriminación de Altura:* se presentaron 100 tonos puros de 200 ms de duración; de ellos, 30 estímulos de 880 Hz (infrecuente) y 70 de 1122 Hz (frecuente), con un IIE de 1000 ms. *Discriminación de Duración:* se presentaron 100 tonos puros de 1000 Hz, 30 estímulos de 500 ms de duración (infrecuente) y 70

de 250 ms de duración (frecuente), con un IIE de 1000 ms.

Estos estímulos fueron presentados binauralmente a través de audífonos con una magnitud de 60 dB NHL (umbral auditivo individual determinado previamente a través del audiómetro). Los participantes debían presionar una tecla, lo más rápido posible, ante la presencia del estímulo *infrecuente* en ambas pruebas, previo entrenamiento.

Prueba de lectura en voz alta

Para la evaluación de lectura se utilizó la tarea de lectura en voz alta de un texto de la Evaluación Neuropsicológica Infantil (ENI, Matute, Roselli, Ardilla y Ostrosky, 2007), Se analizaron la velocidad, la comprensión y el número de errores de precisión.

Análisis estadístico

Se contrastaron las medias obtenidas por los dos grupos DP vs DL en las tareas. Lo anterior se realizó a través del estadístico t de Student para grupos independientes para analizar las variables asociadas con las tareas de denominación rápida y las de lectura. La contrastación de las variables del TOT se realizó a través de la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney, dado que durante la ejecución de las pruebas de comparación de secuencias auditivas (TOT), algunos participantes de ambos grupos no pudieron cubrir el criterio mínimo para realizar las

pruebas, por lo que el número de sujetos que completaron cada una de ellas fue diferente. Posteriormente se realizó un análisis de correlaciones de Pearson para buscar asociaciones entre las variables de lectura y las de denominación rápida así como para las segundas y las seleccionadas para el análisis de ejecución del TOT. Todo lo anterior se realizó a través del programa estadístico SPSS.

Resultados

Ejecución en tareas de Denominación Rápida y Lectura.

Con relación al desempeño en la tarea de denominación, se encontraron tiempos de denominación de letras y números significativamente mayores en el grupo DL en comparación con el grupo DP. En la denominación de dibujos y colores no se encontraron diferencias significativas entre los grupos.

Con relación a la tarea de lectura, los resultados mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos para las tres variables: palabras leídas por minuto, cantidad de errores y comprensión. El grupo DL presentó un rendimiento lector más bajo que los DP en las 3 mediadas y, la mayor diferencia entre los grupos se encontró en la velocidad lectora (Tabla 1).

Tabla 1.

Media, (desviación estándar) y comparación entre grupos en las tareas de denominación y variables de lectura.

	Denominadores promedio	Denominadores lentos	t	p
Denominación de Dibujos	0:59 (0:15)	1:02 (0:11)	-0.515	0.610
Denominación de Letras	0:21 (0:03)	0:29 (0:05)	-4.444	0.000
Denominación de Números	0:22 (0:03)	0:28 (0:06)	-3.252	0.003
Denominación de Colores	0:43 (0:09)	0:47 (0:11)	-1.436	0.091
Palabras leídas por minuto	146 (24.6)	90 (26.9)	5.904	0.000
Errores en la lectura	0.9 (0.8)	2.9 (2.4)	-3.064	0.005
Comprensión de la lectura	7.8 (0.6)	6.2 (1.8)	3.253	0.003

Correlación de la velocidad de denominación y la lectura

El análisis de correlación entre las variables de denominación y las de lectura mostró que la velocidad lectora está relacionada negativamente con la velocidad de denominación de letras ($r = -0.586$, $p < 0.01$) y números ($r = -0.661$, $p < 0.01$), de modo que a mayores tiempos de denominación de símbolos, los niños leían un menor número de palabras por minuto. En la cantidad de palabras modificadas al leer el texto sólo la denominación de números mostró una correlación significativa con este aspecto ($r = 0.543$, $p < 0.01$). La comprensión lectora no correlacionó con la velocidad de denominación.

Comparación de secuencias auditivas de diferente altura y duración.

Con relación a la detección de secuencias auditivas de diferente altura, se encontró una diferencia entre grupos en las secuencias de estímulos de trompeta y de tonos puros en donde el grupo DL empleaba más tiempo para resolver las pruebas. Respecto al número de respuestas correctas, no hubo diferencias significativas entre los grupos (Ver Tabla 2).

En la detección de secuencias de estímulos de diferente duración se apreció una tendencia en el grupo DL a presentar mayores tiempos de ejecución pero sin alcanzar significación estadística. El grupo DL sin embargo, mostró un número de respuestas correctas significativamente menor que el grupo DP en la comparación de secuencias de estímulos de trompeta (Tabla 2).

Tabla 2.

Media, (desviación estándar) y comparación entre grupos en las tareas de secuencias auditivas de altura y duración

		Altura		
	Tipo Estímulo	Denominadores promedio	Denominadores lentos	p(U)
Vocal	Respuestas Correctas	6.8 (2.6)	5.8 (2.3)	.291
	Tiempo de Ejecución	4639 (1293)	5150 (1641)	.443
	n	12	12	
Trompeta	Respuestas Correctas	7.7 (1.7)	8.2 (1.7)	.538
	Tiempo de Ejecución	3906 (945)	5303 (953)	.002
	n	13	12	
Tono Puro	Respuestas Correctas	8.5 (1.4)	7.1 (2.1)	.076
	Tiempo de Ejecución	4316 (1369)	5300 (953)	.048
	n	13	14	
		Duración		
Vocal	Respuestas Correctas	7.8 (1.9)	6.5 (1.9)	.076
	Tiempo de Ejecución	3839 (1114)	5277 (2485)	.085
	n	14	12	
Trompeta	Respuestas Correctas	7.7 (2.0)	5.4 (1.6)	.008
	Tiempo de Ejecución	4053 (1489)	5130 (1437)	.118
	n	12	14	
Tono Puro	Respuestas Correctas	6.6 (2.4)	6.1 (2.3)	.501
	Tiempo de Ejecución	3953 (1423)	5703 (2636)	.085
	n	14	11	

Los tiempos de ejecución se presentan en milisegundos

Correlación entre la Velocidad de Denominación y la Prueba TOT

El análisis de correlación mostró que de los patrones de altura, las respuestas correctas del estímulo vocal y el tiempo de ejecución del estímulo de trompeta correlacionaron con la denominación de letras; de igual forma, la denominación de números mostró una fuerte

correlación positiva con los tiempos de ejecución de la comparación de trompeta y tonos puros. De manera que los niños más lentos para la denominación de símbolos tendieron a ser más lentos en la comparación de los patrones (Tabla 3).

Las correlaciones de los patrones de duración fueron entre la

denominación de números con el tiempo de ejecución del estímulo de trompeta y, la denominación de

colores correlacionó con las respuestas correctas de este mismo tipo de estímulo (Tabla 3).

Tabla 3.

Correlación de las variables de Velocidad de Denominación con las propias de las secuencias auditivas del TOT.

Patrones de Diferente Altura					
		Dibujos	Letras	Números	Colores
Vocal	Respuestas Correctas	-.025	-.550*	-.194	-.170
	Tiempo de Ejecución	.398	.338	.355	.262
Trompeta	Respuestas Correctas	-.148	-.101	.349	.082
	Tiempo de Ejecución	.267	.680*	.716*	.399
Tono Puro	Respuestas Correctas	-.019	-.320	-.298	-.373
	Tiempo de Ejecución	.406	.405	.670*	.221
Patrones de Diferente Duración					
Vocal	Respuestas Correctas	.101	-.304	-.300	-.243
	Tiempo de Ejecución	.259	.247	.471	.254
Trompeta	Respuestas Correctas	-.314	-.320	-.348	-.502*
	Tiempo de Ejecución	.485	.398	.557*	.430
Tono Puro	Respuestas Correctas	-.135	-.190	-.330	-.262
	Tiempo de Ejecución	.314	.090	.254	.063

* p < 0.01, n=30

Exclusión de la velocidad general de procesamiento como factor

Con el fin de conocer si las diferencias en la ejecución entre los grupos en las tareas de comparación de secuencias auditivas podría asociarse tanto a dificultades para discriminar las diferencias de altura y duración entre los estímulos de cada secuencia, como a limitaciones más generales en la velocidad de procesamiento, que harían que la velocidad de los Denominadores Lentos fuera baja para denominar

símbolos, para leer textos conectados, así como para ejecutar las diferentes pruebas del TOT, se decidió incluir en la investigación una tarea de discriminación auditiva simple de tonos de diferente altura y duración, usando tonos puros con las mismas diferencias en altura y duración que los estímulos empleados en el TOT. Esta prueba se diseñó usando un paradigma clásico *odd-ball*, en la que los participantes al escuchar estímulos de diferente altura debían presionar

una tecla solo ante la presencia del tono más bajo; en el caso de los tonos de diferente duración debían responder solo ante la presencia del tono más corto. Los estímulos que debían ser detectados por los niños se presentaban de manera infrecuente en una relación de 30/70.

En la discriminación simple de estímulos auditivos de diferente altura y duración, el grupo DL obtuvo resultados similares que el DP tanto en tiempos de ejecución como en

cantidad de respuestas correctas mostró una habilidad similar que el grupo DP para detectar las diferencias de altura y de duración entre los estímulos que se emplearon en el TOT y. Esto corrobora que los DP no tienen limitaciones en la velocidad para emitir respuestas motoras ante la detección de un estímulo auditivo simple, ni para discriminar diferencias de altura o de duración entre los estímulos usados para las secuencias auditivas del TOT (Tabla 4).

Tabla 4.

Discriminación auditiva simple de diferencias en altura y duración.

Discriminación de Altura			
	Denominadores promedio	Denominadores lentos	p(W)
Respuestas correctas	27.7 (3.6)	27.9 (2.1)	1.000
Respuestas incorrectas	2.7 (2.1)	3.0 (2.7)	0.944
No respuestas	2.3 (3.6)	2.1 (2.1)	1.000
Tiempo de reacción	454.7 (63.5)	465.9 (49.1)	0.200
Discriminación de Duración			
Respuestas correctas	25.9 (2.7)	25.6 (3.2)	0.725
Respuestas incorrectas	7.7 (5.2)	9.8 (7.1)	0.495
No respuestas	4.1 (2.7)	4.4 (3.2)	0.725
Tiempo de reacción	616.7 (57.5)	610.3 (37.9)	0.200

Se presenta la media y entre paréntesis la desviación estándar.

De la misma manera que con las demás pruebas se realizó un análisis de correlaciones y no se encontró relación significativa entre la velocidad de denominación y las pruebas de discriminación simple de diferencias en altura o duración.

Discusión

El objetivo central del presente estudio fue determinar si existe una relación entre la velocidad de denominación, particularmente de símbolos (letras y números) con el

procesamiento auditivo de orden temporal y el desempeño lector. Con el fin de determinar si la mayor lentitud en el desempeño no se desprendía de una lentitud más generalizada en el procesamiento de estímulos visuales o auditivos, se comparó la ejecución entre grupos de DP vs DL en una tarea de discriminación simple de estímulos auditivos de diferente altura y duración, el grupo DL obtuvo resultados similares a los del DP tanto en tiempos de ejecución como en cantidad de respuestas correctas y mostró con ello una habilidad similar que el grupo DP para detectar las diferencias de altura y de duración entre los estímulos que se emplearon en el TOT y. Esto corrobora que los DP no tienen limitaciones en la velocidad para emitir respuestas motoras ante la detección de un estímulo auditivo simple, ni para discriminar diferencias de altura o de duración entre los estímulo usados para las secuencias auditivas del TOT.

Los grupos estudiados mostraron diferencias significativas entre sí respecto a la lectura. En general, el grupo de niños denominadores lentos leyó más lentamente, con un mayor número de errores de lectura y menor comprensión que los denominadores promedio, lo cual no es sorprendente si consideramos que el factor velocidad de denominación, criterio base para diferenciar los 2 grupos como se había planteado, constituye

un importante predictor del desarrollo lector en el idioma español (Gómez-Velázquez et al., 2010).

En la actualidad se distinguen dos variables principales con un significativo poder predictor para el rendimiento lector: la conciencia fonológica y la velocidad de denominación. Las dificultades en las habilidades fonológicas fueron consideradas por muchos años como el déficit central de la dislexia, donde la conciencia fonológica, es decir, el conocimiento de la estructura de los sonidos que componen las palabras y la habilidad para manipularlos, resulta un componente clave en el desarrollo de la habilidad para leer. En el idioma español existen varios trabajos que establecen una relación entre la conciencia fonológica y el aprendizaje de la lectura (Jiménez & Artiles, 1990; Jiménez & Ortiz, 2000; Márquez & de la Osa, 2003; Matute et al., 2012), reportando algunos autores que el conocimiento de las letras y la conciencia fonológica son los mejores predictores de la lectura en primer grado (Bravo, Villalón & Orellana, 2006).

Sin embargo, también se ha señalado que los niños con dislexia frecuentemente son identificados solo considerando las medidas de eficiencia lectora a nivel de palabras, por lo que los niños eficientes pero lentos, se excluyen frecuentemente de las investigaciones e intervenciones clínicas (Lovett, 1987;

Wolf et al., 2002). Esto podría haber contribuido a enfocar los estudios de la dislexia en los aspectos fonológicos del proceso lector, minimizando otros como la naturaleza de la rapidez, la eficiencia y la comprensión de la lectura de textos conectados.

En los sujetos disléxicos de ortografías transparentes las dificultades fonológicas son menos pronunciadas que en el inglés (lengua de la que provienen la mayor parte de los estudios sobre este tópico), pero la velocidad para la decodificación representa un rasgo sobresaliente (Wimmer, 1993). De hecho, Serrano y Defior (2008) mostraron que un déficit en la automatización subyace a la lenta ejecución de los niños disléxicos al realizar tareas de conciencia fonológica, por lo que sugieren que en las evaluaciones de la dislexia, al menos en el idioma español, las medidas del tiempo son más sensibles que las de eficiencia.

Considerando lo anterior, un punto importante en nuestro trabajo consistió en distinguir si las diferencias observadas en la velocidad de denominación entre los grupos, obedecen o no a una limitación en la velocidad de procesamiento general. Los resultados rechazan esta posible explicación, ya que la emisión de la respuesta motora ante la detección simple de un estímulo auditivo fue

prácticamente equivalente en los dos grupos.

Consideramos que existen características comunes entre la denominación de símbolos (letras y números) y la tarea de comparación que se realiza en el Test de Orden Temporal, ya que en la denominación de símbolos, el niño aprende a asociar un sonido con una representación visual que es la letra, posteriormente reconoce una secuencia de sonidos que corresponde con una secuencia de letras (palabra impresa); en la comparación de patrones de diferente altura o duración del TOT, el niño aprende a asociar un tono alto con un cuadrado ubicado en parte superior o un sonido largo con una barra más larga, para posteriormente reconocer secuencias de sonidos con una representación visual de esa secuencia.

Se esperaba que de acuerdo a los estudios sobre procesamiento auditivo de orden temporal, los niños denominadores lentos de nuestra investigación quienes además presentan dificultades lectoras en comparación con sus pares, presentaran menor eficiencia en la ejecución del TOT, con problemas para reconocer el orden de los estímulos y por ende presentaran más errores. Sin embargo, nuestros resultados muestran que los Denominadores Lentos presentan mayores problemas en los tiempos de ejecución, mostrando que pueden

reconocer el orden en que se presentan los tonos, pero lo hacen de manera significativamente más lenta que los Denominadores Promedio. Esto parece compatible con la lentitud de los Denominadores Lentos tanto para la denominación de las letras o los números como para la lectura de palabras completas, pueden reconocer las letras o las palabras pero lo hacen sustancialmente más lento.

La hipótesis más aceptada acerca de la contribución del procesamiento temporal a la lectura trata sobre la relación intrínseca entre este tipo de procesamiento y las habilidades fonológicas que requiere el desarrollo lector (Tallal, 2004). En este sentido, se postula que el procesamiento temporal constituye la base de la segmentación de las señales lingüísticas, lo que ayudaría en el proceso de establecer representaciones fonológicas estables de la estructura de las palabras (Tallal, Miller, Jenkins & Merzenich, 1997).

De manera general, los Denominadores Lentos tendieron a ser más lentos prácticamente en todas las pruebas del TOT y sólo fueron menos eficientes en una de ellas, realizando juicios de orden temporal acerca de sonidos con características diferentes (altura y duración), o incluso de distinta naturaleza (trompeta y tonos puros). Esto parece sugerir que la lenta

denominación de estos niños podría estar reflejando un déficit particular en la manipulación cross-modal de la información, y/o en la asignación de sus representaciones visuales, lo que concordaría con la noción de que los denominadores lentos tienen dificultades para establecer y/o estabilizar las representaciones simbólicas en memoria. Esto dificultaría además la automatización de la recuperación de estas representaciones, con una lógica repercusión en otras áreas que involucran procesos similares como podría ser la adquisición de un adecuado conocimiento ortográfico. El resultado de algunos trabajos recientes parecen sustentar esta hipótesis (González-Garrido, Gómez-Velázquez & Rodríguez-Santillán, 2013; Gómez-Velázquez, González-Garrido & Vega-Gutiérrez, 2013).

Una explicación alternativa podría ser que el déficit radica en un problema para relocalizar la atención, ya que en niños disléxicos se ha reportado una afectación del juicio de orden temporal en condiciones de baja carga atencional (Pérez, García, Lage, Leh & Valdés-Sosa, 2008), pero esta hipótesis parece distante si consideramos que la tarea resultó tan compleja para los niños que algunos no lograron terminarla, incluso entre aquellos clasificados como Denominadores Promedio.

Nuestros resultados concuerdan además con la noción de que los

niños con problemas en el aprendizaje de la lectura pueden también exhibir problemas en el procesamiento auditivo temporal, como se ha reportado incluso en sistemas con escritura de tipo logográfico (Meng, Sai, Wang, Wang, Sha & Zhou, 2005).

La presente investigación representa una primera aproximación a la relación entre la lenta velocidad de denominación con el procesamiento auditivo de orden temporal, señalando la importancia del procesamiento cross-modal y su rápida automatización en el aprendizaje de un proceso tan complejo como la lectura. El estudio del procesamiento auditivo de orden temporal en grupos más grandes de niños con diferentes dificultades como el procesamiento fonológico o la presencia de un doble déficit (problemas en la velocidad de denominación más problemas fonológicos) podría ampliar nuestro conocimiento sobre las dificultades subyacentes a los trastornos en el aprendizaje de la lectura del español.

Referencias

Beaton, A. A. (2004). *Dyslexia, reading and the brain*. New York, USA, Psychology Press.

Birch, H. G., & Belmont, L. (1964). Auditory-visual integration in normal and retarded readers. *American*

Journal of Orthopsychiatric, 34, 852-861.

Bowers, P. G., & Wolf, M (1993), Theoretical links among naming speed, precise timing mechanisms and orthographic skill in dyslexia. *Reading and Writing: An interdisciplinary Journal*, 5, 69-85.

Bravo, L., Villalón, M., & Orellana, E. (2006). Diferencias en la predictividad de la lectura entre primer año y cuarto año básicos. *Psykhé*, 15, 3-11.

Corkin, S. (1974). Serial-ordering deficits in inferior readers. *Neuropsychologia*. 12, 347-354.

Denckla, M. B., & Rudel, R. G. (1979). Naming of objects by dyslexic and other learning-disabled children. *Brain and Language* 3, 1-15.

Georgiou, G. K., Parrila, R., Cui, Y., & Papadopoulos, T. C. (2013). Why is rapid automatized naming related to reading? *Journal of Experimental Child Psychology*, 115, 218-25.

Gómez-Velázquez, F. R., González-Garrido, A. A., & Vega-Gutiérrez, O. L. (2013). Naming abilities and orthographic recognition during childhood. An event-related brain potentials study. *International Journal of Psychological Studies*, 5(1), 55-68.

Gómez-Velázquez, F. R., González-Garrido, A. A., Zarabozo, D., & Amano, M. (2010). La velocidad de

denominación de letras. El mejor predictor del desarrollo lector en español. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 15(46), 823-847.

González-Garrido, A. A., Gómez-Velázquez, F. R., & Rodríguez-Santillán, E. (2013). Orthographic recognition in late adolescents: An assessment through event-related brain potentials. *Clinical EEG and Neuroscience*. doi: 10.1177/1550059413489975

Grondin, S. (2010). Timing and time perception: A review of recent behavioral and neuroscience findings and theoretical directions. *Attention, Perception & Psychophysics*, 72, 561–582.

Halliday, L. F., & Bishop, D. V. (2006). Is poor frequency modulation detection linked to literacy problems? A comparison of specific reading disability and mild to moderate sensorineural hearing loss. *Brain & Language*, 97, 200-13.

Jiménez González, J. E., & Artilés, C. (1990). Factores predictivos del éxito en el aprendizaje de la lectoescritura. *Infancia y Aprendizaje*, 49, 21-36.

Jiménez González, J. E., & Ortiz González, M. R. (2000). Metalinguistic awareness and reading acquisition in Spanish language. *Spanish Journal of Psychology*, 3, 37-46.

LaBerge, D., & Samuels, S. J. (1974). Toward a theory of automatic information processing in reading. *Cognitive Psychology*, 6, 293–323.

Lee, Y., Yim, D., & Sim, H. (2012). Phonological processing skills and its relevance to receptive vocabulary development in children with early cochlear implantation. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 76, 1755-60.

Loveall, S. J., Channell, M. M., Phillips, B. A., & Conners, F. A. (2013). Phonological recoding, rapid automatized naming, and orthographic knowledge. *Journal of Experimental Child Psychology*, 116, 738-46.

Lovett, M. (1987). A developmental approach to reading disability: Accuracy and speed criteria of normal and deficient reading skill. *Child Development*, 58, 234–260.

Lovett, M., Steinbach, K. A. & Frijters, J. C. (2000). Remediating the core deficits of developmental reading disability: A double-deficit perspective. *Journal of Learning Disabilities*. 33(4), 334-358.

Márquez, J., & de la Osa, P. (2003). Evaluación de la conciencia fonológica en el inicio lector. *Anuario de Psicología*, 34, 357-370.

Matute, E., Montiel, T., Pinto, N., Rosselli, M., Ardila, A., & Zarabozo, D. (2012). Comparing cognitive performance in illiterate and literate children. *International Review of Education*, 58, 109–127

Matute, E., Rosselli, M., Ardila, A., & Ostrosky, F. (2007). Evaluación Neuropsicológica Infantil: ENI. Manual Moderno. México.

Meng, X., Sai, X., Wang, C., Wang, J., Sha, S., & Zhou, X. (2005). Auditory and speech processing and reading development in Chinese school children: behavioural and ERP evidence. *Dyslexia*, 11, 292-310.

Mody, M., Studdert-Kennedy, M., & Brady, S. (1997). Speech perception deficits in poor readers: auditory processing or phonological coding? *Journal of Experimental Child Psychology*, 64,199-231.

Pérez, A., García, L., Lage, A., Leh, S. E., & Valdés-Sosa, M. (2008). Right impairment of temporal order judgements in dyslexic children. *Laterality*. 13, 545-60.

Serrano, F., & Defior, S. (2008). Dyslexia speed problems in a transparent orthography. *Annals of Dyslexia*, 58, 81-95.

Steinbrink, C., Zimmer, K., Lachmann, T., Dirichs, M., & Kammer, T. (2013). Development of Rapid Temporal Processing and Its

Impact on Literacy Skills in Primary School Children. *Child Development*. En prensa.

Tallal, P. (1980). Auditory temporal perception, phonics and reading disabilities in children. *Brain and Language*, 9, 182-198.

Tallal, P. (2004). Improving language and literacy is a matter of time. *Nature Reviews Neuroscience*, 5, 721–728.

Tallal, P., Miller, S., Jenkins, B., & Merzenich, M. (1997). The role of temporal processing in developmental language-based learning disorders: Research and clinical implications. En B. Blackman (Ed.), *Foundations of reading acquisition* (pp. 49–66). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Tallal, P., & Piercy, M. (1973). Developmental aphasia: impaired rate of non-verbal processing as a function of sensory modality. *Neuropsychologia*, 11, 389-398.

Tallal, P., & Piercy, M. (1974). Developmental aphasia: rate of auditory processing and selective impairment of consonant perception. *Neuropsychologia*, 12, 83-93.

Tallal, P., & Piercy, M. (1975). Developmental aphasia: the perception of brief vowels and extended stop consonants. *Neuropsychologia*, 13, 69-74.

Test d'Ordre Temporel (2005). v 1.1.
Université de Montréal.

Wagner, R. K., Torgesen, J. K., y
Rahotte, C. A. (1994). The
development of reading-related
phonological processing abilities: New
evidence of bidirectional causality
from a latent variable longitudinal
study. *Developmental Psychology*,
30, 73-87.

Wechsler, David. *Escala Wechsler de
Inteligencia para Niños-IV*. Traducido
por Gloria Padilla Sierra. México:
Manual Moderno, 2007.

Wimmer, H. (1993). Characteristics of
developmental dyslexia in a regular
writing system. *Applied
psycholinguistics*, 14, 1-33.

Wolf, M., Bowers, P. & Biddle, K.
(2000). Naming-speed processes,
timing, and reading: A conceptual
review. *Journal of Learning
Disabilities*. 33, 387-407.

Wolf, M., Goldberg, A. O., Gidney, C.,
Lovett, M., Cirino, P., & Morris, R.
(2002). The second deficit: An
investigation of the independence of
phonological and naming-speed
deficits in developmental dyslexia.
*Reading and Writing: An
Interdisciplinary Journal*, 15, 43-72.