



Artículo de investigación

## Mismatch Negativity (MMN) y lenguaje en niños preescolares hablantes del idioma español

Mismatch negativity (MMN) and language in Spanish-speakers preschool children

Dora Elizabeth Granados-Ramos<sup>1\*</sup>, Patricia Torres-Morales<sup>2</sup>, Héctor de Jesús Cervantes-Méndez<sup>1</sup>, Norma Castañeda-Villa<sup>3</sup>, Gabriela Romero-Esquiliano<sup>4</sup>

1 Laboratorio de Psicobiología, Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz, México.

2 Doctorado en Investigaciones Cerebrales, Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz, México.

3 Laboratorio de Audiología, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. México D. F., México.

4 Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco. México D. F., México.

### Resumen

El objetivo del estudio fue describir la relación entre las respuestas del MMN, obtenidas mediante pares de palabras del idioma español con diferente contenido en frecuencia, y las características del lenguaje en niños preescolares mexicanos. Se evaluaron 12 niños preescolares hablantes del español entre 5 años 2 meses y 6 años 3 meses de edad, diestros, de nivel socioeconómico medio-bajo, provenientes de escuelas públicas de Xalapa, Veracruz, México. Por la articulación de su lenguaje, se crearon dos grupos: uno sin dificultades de articulación, y otro con dificultades de articulación, a su vez, clasificadas como leves, moderadas y severas. Para obtener el MMN se utilizó un paradigma *oddball*, con un par mínimo de palabras: /ajos/-/ojos/, presentado binauralmente a una intensidad de 90dB. El 83% de los niños presentó un MMN esperado y el 17% un MMN temprano. De los siete niños sin dificultades de lenguaje, seis niños presentaron potencial esperado (150-350 ms.) y uno temprano (100-150 ms.); de los cinco niños con dificultades cuatro niños presentaron MMN esperado y uno temprano. La respuesta de MMN puede usarse como una herramienta para explorar el procesamiento de las diferencias acústicas del lenguaje, que son la base de la percepción de éste.

**Palabras clave:** MMN, lenguaje, trastornos del lenguaje, preescolar, español

### Abstract

The aim of the study was to describe the relationship between MMN responses, obtained by pairs of words in the Spanish language with different frequency content, and language features in Mexican preschoolers. We evaluated 12 Spanish speaking preschoolers ranging from 5 years 2 months to 6 years 3 months, right handed, of medium-low socioeconomic level, and from public schools in the city of Xalapa, Veracruz, Mexico. We created two groups based on their capacity for articulation in language: one without difficulties in articulation, and one with difficulties in articulation, further divided into mild, moderate and severe categories. To elicit the MMN, an *oddball* paradigm was used, with the word pair: /ajos/-/ojos/ applied binaurally at an intensity of 90 dB. 83% of the children presented an expected MMN and 17% presented an early MMN. Of the seven children without language difficulties, two presented an expected MMN (150-350 ms.) and one presented an early MMN (100-150 ms.), of the five children with difficulties, one presented an early. The MMN response elicited by a word pair can be used as a tool to explore differences in acoustic language processing, which is the basis of language perception.

**Keywords:** MMN, language, language disorders, preschool

### Introducción

Las funciones del Sistema Nervioso Central inician su organización en las etapas tempranas del desarrollo, las cuales tienen una secuencia que va de lo simple a lo complejo, secuencia ontogenética que puede verse interrumpida o alterada ante la presencia de diversos factores biológicos a los cuales el cerebro es vulnerable y que interfieren con el desarrollo normal, determinando diversas consecuencias a lo largo del desarrollo (Michel, 2012).

El lenguaje es un proceso cognoscitivo que se aprende en interacción con los hablantes de una lengua, una creación humana posibilitada por su capacidad cognoscitiva (Sinclair, 1982); siendo resultado de factores bio-

lógicos y sociales que se han integrado en el curso de la filogénesis y de la ontogénesis (Alcaraz, 2001).

El lenguaje se compone de sonidos y de actos motores vocálicos y consonánticos que al combinarse conforman los fonemas, morfemas y palabras. Los actos motores se controlan auditiva y propioceptivamente, ya que al hablar se modula la pronunciación de las palabras que expresamos por la audición y se emplea el sistema propioceptivo integrado por los músculos del aparato fonoarticulador para realizar las contracciones necesarias en cada una de las expresiones verbales (Alcaraz, 2001).

Los primeros cinco años de vida se consideran relevantes para el desarrollo adecuado del lenguaje en cuanto al aspecto fonológico, semántico, sintáctico y pragmático. De los 7 a los 12 años, los aspectos sintácticos y

\* Correspondencia: [dgranados@uv.mx](mailto:dgranados@uv.mx). Laboratorio de Psicobiología, Universidad Veracruzana, Manantial de San Cristóbal S/N (2° piso). Xalapa 2000 C.P.91097 Xalapa, Veracruz, México. Teléfono: +52 (228) 8 42 27 37  
Recibido: 21-03-13. Revisión desde: 20-05-13. Aceptado: 05-07-13.

semánticos del lenguaje del niño se ampliarán (Azcoaga, Bello, Citrinovitz, Derman, & Frutos, 1981).

En la etapa preescolar de 3 a 5 años de edad, cuando existen dificultades evidentes en la pronunciación como las dislalias, disartrias o retrasos severos del lenguaje en donde el niño aún no logra expresarse a través del lenguaje oral, por lo que se recomienda ejercer estrategias terapéuticas, ya que se ha demostrado que las dificultades de lenguaje en edades tempranas se relacionan con problemas en la adquisición de la lecto-escritura (Snow, Burns, & Griffin, 1998; Catts, Fey, Tombling, & Zhang, 2002). Por lo tanto, el lenguaje es un buen indicador del desarrollo cognoscitivo y rendimiento académico especialmente en lo referente a las habilidades de lecto-escritura (Catts et al., 2002).

En la educación básica se espera el dominio del lenguaje en cuanto a su expresión y comprensión, ya que de ello dependerá el desarrollo del aprendizaje de contenidos propios de la edad y grado que cursa un niño. Asimismo, el niño requerirá de más recursos lingüísticos para interactuar en su contexto social y comunicativo en el que se encuentra (Mora-Bustos & Madrid-Servín, 2003). En esta etapa sigue dándose importancia a las dificultades de articulación como dislalias o disartrias o incluso a la presencia de espasmodia. Los problemas en el lenguaje comprensivo y expresivo suelen pasar desapercibidos, sin embargo el rendimiento escolar es bajo o muy bajo en los niños con dificultades para expresar o comprender el lenguaje.

En el lenguaje comprensivo se habla de dificultades cuando no es posible retener una información escuchada y por lo tanto no se logra responder a las instrucciones o preguntas realizadas en un diálogo. A través del lenguaje expresivo denominamos objetos, acontecimientos, experiencias y sensaciones, hacemos referencia a algo o alguien, hacemos preguntas, expresamos estados afectivo-emocionales o el conocimiento de algún tema. Los niños van aprendiendo en qué situaciones se habla, qué condiciones dan validez a sus expresiones verbales, así como la forma que deben adoptar dichas expresiones dependiendo a qué o quién vayan dirigidas (Lara, 2006). La forma de expresarse la va ajustando a los lineamientos establecidos en la cultura, familia y medio escolar en el que se desenvuelve.

En diversas investigaciones se ha demostrado que en la comprensión y expresión del lenguaje participan ambos hemisferios cerebrales y diversas redes neuronales (Dronkers, Wilkins, Van Vali Jr., Redfern, & Jaeger, 2004).

En México se reporta el 10.1% de la población infantil con trastornos de lenguaje, relacionados con la dificultad para producir y transmitir un significado entendible a través del habla (INEGI, 2004).

El estudio las dificultades de lenguaje asociadas a otros procesos cognoscitivos y sensoriomotores ha sido de interés para la neurología (Saygin, Dick, Wilson, & Dronkers, 2003). Se sabe que múltiples regiones del cerebro están involucradas en la producción oral del lenguaje a través de estudios realizados de dificultades de lenguaje por lesiones específicas, estudios de estimulación eléctrica cortical y más recientemente por el uso de diversas técnicas de imagen ante tareas de lenguaje (Munhall, 2001).

La respuesta Mismatch negativity (MMN), por sus siglas en inglés, se genera como una respuesta automática del cerebro ante un cambio en la estimulación auditiva que excede el umbral de discriminación conductual; se obtiene en un paradigma *oddball* pasivo, donde el sujeto está indiferente a la estimulación, leyendo un libro u observando un video sin sonido. Los estímulos usados para producir la respuesta pueden ser tonos simples (que difieren entre sí, en frecuencia, duración o intensidad) o sílabas (Näätänen & Escera, 2000; Näätänen, Paavilainen, Rinne, & Alho, 2007; Näätänen & Kajala, 2011).

El MMN está caracterizado por un pico negativo alrededor de 200 ms. después de la estimulación con una amplitud de -0.5 a -5  $\mu$ V, evocado automáticamente por la discriminación entre estímulos auditivos diferentes. En el caso de los niños, los picos del MMN se encuentran entre 100 y 300 ms., con una latencia ligeramente más grande que la observada en los adultos (Kraus et al., 1993), describiéndose respuestas tempranas con una latencia pico de 150 a 200 ms. y respuestas tardías con latencias pico de 400-450 ms., después del inicio de la estimulación (Korpilahti et al., 2001). Se ha reportado que este pico es relativamente estable a través del desarrollo en términos de latencia (Ortiz-Mantilla, Choudhury, Alvarez, & Benasich, 2012).

La respuesta de MMN se ha usado para valorar objetivamente procesos cognoscitivos superiores a través de la discriminación automática de un estímulo simple o complejo que cambia de características; esta respuesta ha sido ampliamente usada para el diagnóstico de múltiples desórdenes del lenguaje como dislexia y afasias (Näätänen et al., 2007).

En las lenguas tonales, como el chino, utilizando estímulos compuestos por tonos y consonantes iniciales, se ha encontrado que en el MMN de los niños preescolares, ante estímulos que son acústicamente distintos

presentan una onda con mayor amplitud y latencia temprana (Lee et al., 2012).

En niños finlandeses preescolares expuestos al francés se encontró incremento en la amplitud del MMN y un decremento en la latencia lo cual mostró la habilidad para discriminar diferentes fonemas en el francés (Cheour et al., 2002). En el idioma español no se encuentran reportes del MMN en edades preescolares.

El MMN, en comparación con otros potenciales auditivos, representa una correlación con el lenguaje fonético, huella específica que sirve como modelo de reconocimiento de sonidos del habla durante la percepción auditiva (Shankararayan & Maruthy, 2007). Estudios recientes han arrojado resultados para la evaluación de distintas patologías relacionadas tanto con problemas auditivos como problemas del habla (Mariotto & Tenório, 2008; García-Sierra et al., 2011; Näätänen et al., 2012).

La respuesta de MMN provee un índice de la capacidad de discriminación que brinda una estimación objetiva del desempeño auditivo, que se convierte en parte esencial del análisis integral de la evolución auditiva aunado a resultados como los obtenidos en pruebas de evaluación neuropsicológica infantil (Escera, 1997).

Los individuos con algún un trastorno de aprendizaje tienden a presentar un MMN de amplitud disminuida o incluso ausencia de éste tanto frente a un cambio en el estímulo verbal como en uno que no lo es (Carrasco, Pávez, & Delano, 2008; Idiazábal-Aletxa & Saperas-Rodríguez, 2008). Niños con trastornos de aprendizaje con alteraciones en el desorden del procesamiento auditivo central (DPAC) presentan dificultades en la discriminación de sutiles diferencias fonéticas de un estímulo (ejemplo, /da/ y /ga/) (Banai, Nicol, Zecker, & Kraus, 2005).

Un conflicto común en niños con problemas de aprendizaje es la dificultad para la discriminación rápida de los cambios que ocurren en el lenguaje. La respuesta de MMN proporciona un índice de la representación neurofisiológica de contrastes acústicos, de manera que puede ser usada como una herramienta para explorar el procesamiento de las diferencias acústicas del lenguaje, que son la base de la percepción de éste (Kraus et al., 1996).

El objetivo de la investigación fue describir la relación entre las respuestas de MMN, obtenidas mediante pares de palabras del idioma español con diferente contenido en frecuencia tonal, y las características del lenguaje en niños preescolares mexicanos; por ello la hipótesis que nos planteamos fue que las características de MMN latencia, amplitud y localización serán diferentes asociadas a la presencia o ausencia de dificultades del lenguaje.

## Método

### Participantes

Se realizó una invitación a maestros y padres de un jardín de niños público, de la ciudad de Xalapa, Veracruz México, para participar en una valoración neuropsicológica y neurofisiológica. De tres grupos de 12 niños cada uno, acudieron a la evaluación 19 niños, de los cuales se incluyeron para este estudio a 12 niños (6 masculinos y 6 femeninos) en los que se logró un registro electroencefalográfico libre de artefactos durante la presentación de los estímulos para la obtención del MMN. Todos fueron hablantes del español como lengua materna, con edades comprendidas entre 5 años 2 meses y 6 años 3 meses (media: 5 años 11 meses), de lateralidad diestra, de nivel socioeconómico medio-bajo.

### Instrumentos y Procedimiento

Mediante una carta de consentimiento firmada por los padres o tutores, se les dio a conocer el objetivo, las características de la investigación y los métodos no invasivos utilizados. Se documentaron mediante una historia clínica, los factores de riesgo pre, peri y posnatales, los datos socioeconómicos, de desarrollo físico, conductual y cognoscitivo actual y su desempeño académico.

Según la articulación de su lenguaje, obtenido clínicamente y corroborado a través de la evaluación de signos neurológicos blandos de la Evaluación Neuropsicológica Infantil (ENI) (Matute et al; 2009), se crearon dos grupos: uno sin dificultades de articulación, y otro con dificultades de articulación. En el grupo sin dificultades se agruparon a los niños que no presentaron problemas de articulación en su lenguaje o que sólo tuvieron dificultades para pronunciar la /r/ considerando este como un signo neurológico menor o blando propio del desarrollo. En el grupo con dificultades se observaron problemas para articular más de dos fonemas como /r/, /f/, /ch/, t/, /l/ y /n/ en diferentes posiciones, inicio, medio y final.

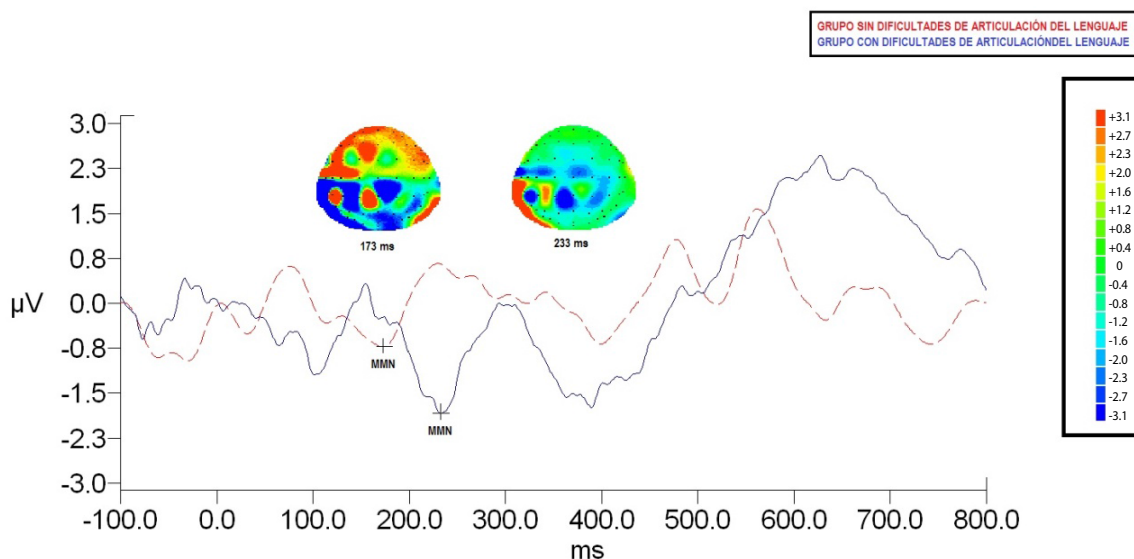


Figura 1. MMN en niños con y sin dificultades de lenguaje

Tabla 1. Latitud, amplitud y tipo de MMN en niños preescolares con y sin dificultades de lenguaje

Dificultad de lenguaje	Latencia (ms.) Media $\pm$ SD	Amplitud ( $\mu$ V) Media $\pm$ SD	Tipo de MMN	
			Esperado	Temprano
Sin dificultad	219.42 $\pm$ 48.19	-2.49 $\pm$ 1.38	5	1
Con dificultad	184.8 $\pm$ 39.17	-4.51 $\pm$ 2.58	5	1

Para la obtención del MMN se utilizó un equipo Synamps RT con el programa Neuroscan 4.5 de 64 canales: FP1-FP2, AF3-AF4, F1-F2, F3-F4, F5-F6, F7-F8, FT7-FT8, FC1-FC2, FC3-FC4, FC5-FC6, C1-C2, C3-C4, C5-C6, T7-T8, TP7-TP8, CP1-CP2, CP3-CP4, CP5-CP6, P1-P2, P3-P4, P5-P6, P7-P8, PO3-PO4, PO5-PO6, PO7-PO8, CB1-CB2, O1-O2, FPZ, FZ, FCZ, CZ, CPZ, PZ, POZ, OZ. Los electrodos fueron referenciados a mastoides (M1-M2); se registraron los movimientos oculares mediante electrodos bipolares colocados en HEO y VEO. Para la adquisición de la señal de EEG se utilizó una frecuencia de muestreo de 1000 Hz, un filtro pasa-altos de 30 Hz y uno pasa-bajos de 1 Hz; así como un filtro Notch de 60 Hz. Los estímulos auditivos se generaron con el programa STIM 2, usando un paradigma *oddball*, con un par mínimo de palabras: /ajos/-/ojos/, presentado biauralmente a una intensidad de 90 dB. La palabra /ajos/ fue el estímulo frecuente (80%), con una duración de 632 ms, con primer formante en 1200 Hz y segundo formante en 3505 Hz; /ojos/ fue el estímulo infrecuente (20%), con una duración de 692 ms, con primer formante en 526 Hz y segundo formante en 3568 Hz, promediando un total de 400 estímulos. Para el registro se utilizó una gorra de 64 canales con impedancias menores a 5 k $\Omega$ . Durante el estudio, los niños observaron un video sin sonido, con el fin de que ignoraran la estimulación y estuvieron acompañados de un adulto, generalmente uno de sus padres.

De acuerdo a las latencias descritas en la literatura para el MMN en niños, se consideraron: tempranas (100-150 ms.) y esperadas (150-350 ms.) (Bar-Haim, et al; 2003).

Se aplicó la Evaluación Neuropsicológica Infantil (ENI) (Matute, et al; 2009), que evalúa el lenguaje a través de conciencia fonológica (CF) y los signos neurológicos blandos. El cociente intelectual verbal (CIV) se evaluó con el Test de figura-palabra de vocabulario expresivo y articulación.

Se obtuvieron los puntajes de cada una de las subpruebas y se clasificaron por rangos percentiles marcados por los criterios de calificación de la ENI: Por arriba del promedio ( $\geq 75$ ), Promedio (26-75), Promedio bajo (11-25), Bajo (3-10) y Extremadamente bajo ( $\leq 2$ ). En el Test de figura-palabra: Muy superior ( $\geq 130$ ), Superior (120-129), Promedio alto (110-119), Promedio (90-109), Promedio bajo (80-89), Límite (70-79) y Muy bajo ( $\leq 69$ ).

Se realizó un análisis cualitativo y cuantitativo de las variables de lenguaje y del MMN, donde se describieron las características del lenguaje en los niños con y sin dificultades en su articulación, en cuanto a sus puntajes

obtenidos en la ENI y el Test figura-palabra. Para el MMN se describieron sus características de latencia (temprana o esperada), amplitud, y distribución topográfica.

El análisis estadístico incluyó análisis descriptivo, análisis bivariado y un modelo logístico nominal en el que se incluyeron las características de MMN para predecir la presencia o no de la alteración del lenguaje en los participantes.

## Resultados

Con relación a la conciencia fonológica el 75% de los participantes obtuvieron resultados dentro del promedio y el 25% promedios bajos. En cuanto a los cocientes intelectuales verbales, el 17% obtuvo puntajes muy superiores, el 17% superior, el 17% promedio alto, 32% promedio y 17% límite. En articulación el 25% no mostró dificultades, el 33% dificultades leves, el 25% moderadas y el 17% severas. Todos los casos con dificultades de lenguaje tuvieron problemas para articular la /r/ en diferentes posiciones y en grupos consonánticos /tr/, /fr/, /cr/, etc. Las niñas tuvieron conciencia fonológica promedio bajo, cociente intelectual verbal promedio de 112, que corresponde a un promedio alto; 17% no presentó dificultades de articulación, 50% presentaron dificultades moderadas y 33% severas. Los niños obtuvieron puntajes promedio en conciencia fonológica, un cociente intelectual verbal de 103 que corresponde al promedio; en articulación el 58% no tuvo dificultades de lenguaje y el 42% si.

Con relación al MMN en el 83% de los niños, el potencial estuvo dentro de lo esperado y en el 17% fue temprano. Las niñas presentaron latencia promedio de 193 ms. y amplitud de -3.614  $\mu$ V, el 83% tuvo un potencial esperado y el 17% temprano. Los niños tuvieron latencia promedio de 218 ms., amplitud promedio de -2.736  $\mu$ V, el 83% tuvo un potencial esperado y el 17% temprano.

Los niños sin dificultades de lenguaje, presentaron latencia promedio de 219.4 ms. y amplitud de -2.49  $\mu$ V, seis niños presentaron potencial esperado y uno temprano. Los niños con dificultades de lenguaje, presentaron latencia promedio de 184.8 ms. y amplitud de -4.51  $\mu$ V, cuatro niños presentaron potencial esperado y uno temprano (ver tabla 1).

Con relación a la topografía de MMN en el 25% se observó una distribución centro-temporal izquierda, en el 17% temporal izquierda, en el

17% fronto-central, en el 25% fronto-temporal izquierda, en el 8% centro-parietal derecha y en el 8% frontal-derecha.

En la figura 1 se muestran ejemplos de las formas de onda de la respuesta MMN y la distribución topográfica, a las latencias del pico negativo más prominente entre 100 ms y 350 ms, de niños con y sin dificultades de lenguaje.

Utilizando un modelo logístico nominal, se encontraron valores estadísticamente significativos para el modelo completo ( $p=0.019$ ), el que incluyó las variables latencia ( $p=0.036$ ), amplitud ( $p=0.039$ ) y topografía ( $p=0.009$ ) del MMN, este modelo sirvió para predecir la presencia o ausencia de dificultades de lenguaje en los niños estudiados.

## Discusión

En la adquisición del lenguaje existen períodos críticos para el aprendizaje fonético, léxico y sintáctico. El período crítico para el aprendizaje de la fonética ocurre durante el primer año de vida, el aprendizaje sintáctico se desarrolla de los 18 a 36 meses de edad y el aprendizaje del léxico tiene un punto crítico a los 18 meses de edad y a lo largo de la vida se va incrementando con las experiencias cotidianas, el aprendizaje de la lectura en las etapas escolares y práctica de la lectura (Kuhl, 2010). El desarrollo del lenguaje tiene un incremento importante de los 5 a los 12 años de edad (Langer, 2001). Si un niño no estuvo expuesto en un ambiente de lenguaje, perderá la posibilidad de desarrollar dicho proceso.

El porcentaje de dificultades de lenguaje observadas en la etapa preescolar es alto; en los casos evaluados, el 75% presentó dificultades como disartrias, por lo tanto es necesario ejercer acciones tempranas de detección de dificultades y de intervención para favorecer el aprendizaje de la lecto-escritura en la etapa escolar.

Cabe resaltar que siete de los casos evaluados en esta investigación, no presentaron dificultades de articulación del lenguaje y cinco si presentaron dificultades. En los casos sin dificultades 3 no presentaron problema alguno, mientras cuatro aún no lograban pronunciar el fonema /r/, lo cual de acuerdo a la etapa de desarrollo de los niños se considera como un signo neurológico menor o blando (Spree, Risser, & Edgell, 1995), los casos con dificultades del lenguaje presentaron problemas en la pronunciación de los fonemas /r/, /l/, /t/, /l/, /ñ/, /n/, /d/ y /x/ en sílabas simples como “ta” o “de” y en sílabas compuestas como “bra” o “fre”, además en sílabas con los diptongos “ei” y “eo” como “le” o “veo”.

Para que se pueda realizar un análisis más amplio del lenguaje será necesario evaluar las áreas de repetición, expresión, comprensión, habilidades metalingüísticas y dificultades articulatorias.

En el MMN de los niños con y sin dificultades de lenguaje encontramos respuestas dentro de lo esperado, sin embargo hubo diferencias en las latencias y en la amplitud, ya que fueron menores en el grupo con dificultad, lo que nos llevaría a inferir que el trastorno de lenguaje es un problema específico del habla y no resultado de un déficit del procesamiento auditivo general (Idiazabal-Aletxa & Saperas-Rodriguez, 2008). La amplitud del MMN refleja la activación de trazas de memoria en el cerebro humano para cada uno de los elementos de lenguaje, lo cual podría resultar en mayor variabilidad en las amplitudes de las respuestas entre sujetos (Korpilahti, 2001).

Se ha reportado la presencia del MMN en niños entre 150 y 350 ms. ante tonos, palabras y pseudopalabras, y destacan una respuesta tardía entre 350 y 500 ms. En dos de los casos evaluados observamos el potencial a los 129 ms. en promedio lo cual podría considerarse como una respuesta temprana y en los diez casos restantes se encontró el potencial a 220 ms. en promedio, ubicándose en el rango de la latencia esperada (Wallentin & Frith, 2008).

En cuanto a la topografía del MMN se ha descrito en la literatura que el potencial tiene una distribución fronto-central en el caso de usar tonos (Näätänen et al., 2007), mientras que la respuesta de MMN obtenida por estímulos fonológicos tiene una distribución lateralizada en el hemisferio izquierdo (Pulvermüller & Shtyrov, 2006). En la población evaluada en esta investigación, el 17% de los niños tuvieron una distribución fronto-central, los niños restantes mostraron distribuciones temporal-izquierda, centro-parietal derecha y frontal-derecha. Las diferentes distribuciones topográficas observadas se podrían explicar por el hecho de que dos procesos contribuyen en el MMN: a) procesos cerebrales bilaterales debidos a la detección de los cambios acústicos del estímulo y b) procesos específicos que ocurren en la corteza auditiva izquierda cuando el estímulo utilizado es, por ejemplo, un fonema de la lengua materna del niño (Näätänen, 2001). Existe también reporte de la activación de la corteza auditiva derecha al detectarse

cambios acústicos independientemente de que el estímulo fuera un tono o un fonema (Näätänen, 2001).

La latencia del MMN fue menor en las niñas y la amplitud fue menor en los niños. Estos resultados nos indican que las niñas tienen una memoria sensorial más desarrollada que los niños. En cuanto a lenguaje, en la edad preescolar se ha reportado desempeño semejante entre sexos en el desarrollo normal, sin embargo ante trastornos como autismo y dislexia, las niñas muestran mejor desempeño en tareas de lenguaje; esto coincide con nuestros datos en cuanto al MMN, ya que observamos respuestas más tempranas en las niñas que en los niños (Wallentin & Frith, 2008).

Los estudios previos que se han hecho de la respuesta de MMN para el español, utilizaron fonemas del español, no comunes en el inglés, en infantes entre 7 y 11 meses de edad nativos del idioma inglés, para establecer el desarrollo de la percepción de consonantes entre los 6 y 12 meses de edad (Näätänen, 2001) y determinaron la discriminación de sonidos del inglés y del español con niños bilingües entre 6-9 y 10-12 meses de edad (Rivera-Gaxiola et al., 2005; Rivera-Gaxiola et al., 2012).

Es importante mencionar que el modelo logístico nominal permite entender la relación entre variables, en el modelo obtenido tanto la latencia, amplitud y la topografía de MMN varían en forma conjunta indicando la complejidad de los procesos analizados.

El estudio que realizamos aporta datos importantes en el idioma español en la etapa preescolar, ya que hasta el momento, no se han realizado estudios de las características del lenguaje y el MMN. Los datos permitirán establecer estrategias de intervención específicas para cada uno de los casos, considerando si las dificultades se deben a un problema de tipo sensorial o a un problema de estimulación de lenguaje.

Describir las dificultades en la etapa preescolar permitirá atender a uno de los precursores relevantes para el aprendizaje de la lectoescritura como es el lenguaje (Catts et al., 2002), ya que se ha reportado que los niños con dificultades en este proceso pueden desarrollar secuelas como la dislexia del desarrollo, que consiste en una dificultad para leer aunque se haya llevado un método adecuado y se tenga un cociente intelectual dentro del promedio (Azcoaga et al., 1981). Es fundamental conocer qué elementos acústicos son percibidos anormalmente en niños con problemas de lenguaje para establecer estrategias de intervención y favorecer la discriminación de sonidos del español en edades tempranas (García-Sierra et al., 2011).

## Limitaciones

Para confirmar la hipótesis planteada, con relación a que habrá diferencias en el MMN de acuerdo a la severidad de las dificultades del lenguaje de los niños preescolares, será necesario contar con una muestra mayor, conformada por diferentes subgrupos con el mismo número de integrantes para que, a partir de los resultados, puedan sugerirse estrategias terapéuticas para niños con características semejantes a los evaluados. En cuanto a la estrategia metodológica, será conveniente agregar otras mediciones del lenguaje como el WPPSI, estandarizado en población hablante del español.

## Repercusiones

Continuar con esta investigación, contribuirá a aportar datos acerca del desarrollo del lenguaje en niños preescolares hablantes del idioma español.

## Referencias

- Alcaraz, V. M. (2001). *Una mirada múltiple sobre el lenguaje*. México: Universidad de Guadalajara.
- Azcoaga, J. E., Bello, J. A., Citrinovitz, J., Derman, B., & Frutos, W. M. (1981). *Los retardos del lenguaje en el niño*. Barcelona: Editorial Paidós.
- Banai, K., Nicol, T., Zecker, S., & Kraus, N. (2005). Brainstem timing: Implications for cortical processing and literacy. *The Journal of Neuroscience*, 43, 9850-9857.
- Bar-Haim, Y., Marshall, P., Fox, N., Schorr, E., & Gordon-Salant, S. (2003). Mismatch negativity in socially withdrawn children. *Biological Psychiatry*, 54, 17-24.
- Catts, H. W., Fey, M. E., Tombling, J. B., & Zhang, W. (2002). A longitudinal investigation of reading outcomes in children with language impairments. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 45, 1142-1157.

- Carrasco, L., Pavez, E., & Délano, P. H. (2008). Potencial de disparidad. Mismatch Negativity. *Revista de Otorrinolaringología*, 68, 185-192.
- Cheour, M., Shestakova, A., Alku, P., Ceponiene, R., & Näätänen, R. (2002). Mismatch negativity shows that 3-6-year-old children can learn to discriminate non-native speech sounds within two months. *Neuroscience Letters*, 325, 187-190.
- Dronkers, N. F., Wilkins, D. P., Van Vali Jr., R. D., Redfern, B. B., & Jaeger, J. J. (2004). Lesion analysis of the brain areas involved in language comprehension. *Cognition*, 92, 145-177.
- Escera, C. (1997). Potencial de Disparidad (Mismatch Negativity): características y aplicaciones, *Anuario de Psicología*, 72, 63-80.
- García-Sierra, A., Rivera-Gaxiola, M., Percaccio, C. R., Conboy, B. T., Romo, H., Klarman, L., Ortiz, S., & Kuhl, P. (2011). Bilingual language learning: An ERP study relating early brain responses to speech, language input, and later word production. *Journal of Phonetics*, 39, 546-557.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2000. XII Censo General de Población y Vivienda. (2004). *Las personas con discapacidad en México: una visión censal*. México: INEGI.
- Idiazábal-Aletxa, M. A., & Saperas-Rodríguez, M. (2008). Procesamiento auditivo en el trastorno específico del lenguaje. *Revista de Neurología*, 46, S91-S95.
- Korpilahti, P. (2001). Early and late mismatch negativity elicited by words and speech-like stimuli in children. *Brain and Language*, 76, 332-339.
- Kraus, N., McGee, T., Carrell, T., Sharma, A., Micco, A., & Nicol, T. (1993). Speech-evoked cortical potentials in children. *Journal of the American Academy of Audiology*, 4, 238-248.
- Kraus, N., McGee, T. J., Carrel, T. D., Zecker, S. G., Nicol, T. G., & Koch, D. B. (1996). Auditory Neurophysiologic Responses and Discrimination Deficits in Children with Learning Problems. *Science*, 273, 971-973.
- Kuhl, P. (2010). Brain Mechanisms in Early Language Acquisition. *Neuron*, 69, 713-727.
- Langer, J. (2001). The descent of cognitive development. *Developmental Science*, 3, 361-378.
- Lara, L. F. (2006). *Curso de lexicología*. México: El Colegio de México.
- Lee, C. Y., Yen, L. H., Yeh, P. W., Lin, W. H., Cheng, Y. Y., Tzeng, Y. L., & Wu, H. C. (2012). Mismatch responses to lexical tone, initial consonant, and vowel in Mandarin-speaking preschoolers. *Neuropsychologia*, 50, 3228-3239.
- Mariotto, S., & Tenório, N. (2008). Mismatch negativity in patient with (central) auditory processing disorders. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*, 74(5), 705-711.
- Matute, E., Rosselli, M., Ardila, A., & Ostrosky-Solís, F. (2009). *Evaluación Neuropsicológica Infantil (ENI)*. México: El Manual Moderno.
- Michel, G. (2012). Using knowledge of development to promote recovery of function after brain damage. *Developmental Psychobiology*, 54, 350-356.
- Mora-Bustos, A., & Madrid-Servín, E. A. (2003). *La organización sintáctica de la descripción en etapas preescolares y escolares*. En R. Barriga-Villanueva (Ed.), *El habla infantil en cuatro dimensiones*. México: Colegio de México.
- Munhall, P. L. (2001). *Nursing research: A qualitative perspective*. Sudbury, M. A.: Jones & Barlett.
- Näätänen, R. (2001). The perception of speech sounds by the human brain as reflected by the mismatch negativity (MMN) and its magnetic equivalent (MMNm). *Psychophysiology*, 38, 1-21.
- Näätänen, R., & Escera, C. (2000). Mismatch negativity: Clinical and other applications. *Audiology and Neurootology*, 5, 105-110.
- Näätänen, R., & Kujala, T. (2011). The mismatch negativity and its magnetic equivalent: An index of language impairment or more general cognitive decline in autism? *Biological Psychiatry*, 70, 212-213.
- Näätänen, R., Kujala, T., Escera, C., Baldeweg, T., Kreegipuu, K., Carlson, S., & Ponton, C. (2012). The mismatch negativity (MMN)-a unique window to disturbed central auditory processing in ageing and different clinical conditions. *Clinical Neurophysiology*, 123(3), 424-458.
- Näätänen, R., Paavilainen, P., Rinne, T., & Alho, K. (2007). The mismatch negativity (MMN) in basic research of central auditory processing: A review. *Clinical Neurophysiology*, 118, 2544-2590.
- Ortiz-Mantilla, S., Choudhury, N., Álvarez, B., & Benasich, A. A. (2012). Involuntary switching of attention mediates differences in event-related responses to complex tones between early and late Spanish-English bilinguals. *Brain Research*, 1362, 78-92.
- Pulvermüller, F., & Shtyrov, Y. (2006). Language outside the focus of attention: The mismatch negativity as a tool for studying higher cognitive processes. *Progress in Neurobiology*, 79, 49-71.
- Rivera-Gaxiola, M., Silva-Pereyra, J., & Kuhl, P. (2005). Brain potentials to native and non-native speech contrasts in 7- and 11-month-old American infants. *Developmental Science*, 8, 162-172.
- Rivera-Gaxiola, M., García-Sierra, A., Lara-Ayala, L., Cadena, C., Jackson-Maldonado, D., & Kuhl, P. (2012). Event-Related Potentials to an English/Spanish Syllabic Contrast in Mexican 10-13-Month-Old Infants. *ISRN Neurology*, 1-9.
- Saygin, A. P., Dick, F., Wilson, S., Dronkers, N., & Bates, E. (2003). Neural resources for processing language and environmental sounds: Evidence from aphasia. *Brain*, 126, 928-945.
- Shankararayanan, V. C., & Maruthy, S. (2007). Mismatch negativity in children with dyslexia speaking Indian languages. *Behavioral Brain Functions*, 3, 36.
- Sinclair, H. (1982). *El papel de las estructuras cognitivas en la adquisición del lenguaje*. En E. Lennenberg & E. Lennenberg (Eds.), *Fundamentos del desarrollo del lenguaje*. Madrid: Alianza Universidad.
- Snow, C. E., Burns, M. S., & Griffin, P. (1998). *Preventing reading difficulties in young children*. Washington, DC: National Academy Press.
- Spreen, O., Risser, A., & Edgell, D. (1995). *Developmental neuropsychology*. New York: Oxford.
- Wallentin, N., & Frith, C. D. (2008). Language is shaped for social interactions, as well as by the brain. *Behavioral and brain sciences*, 31, 536-540.