



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias
División de Ciencias Biológicas
Departamento de Ciencias Ambientales

INSTITUTO DE NEUROCIENCIAS

INFLUENCIA DEL NIVEL DE LECTURA Y DE LA ESCOLARIZACIÓN
EN EL CONTROL DEL MOVIMIENTO OCULAR SACÁDICO

Tesis
que para obtener el grado de
MAESTRO EN CIENCIA DEL COMPORTAMIENTO
(ORIENTACIÓN NEUROCIENCIA)

presenta

Yaira Chamorro Díaz

Comité tutorial

Dra. Esmeralda Matute Villaseñor (Directora)

Dr. Alfredo Ardila

Dr. Héctor Martínez Sánchez

Dr. Luis Miguel Sánchez Loyo

AGRADECIMIENTOS

A mis padres por ser además mis grandes maestros de vida. Papá, por mostrarme el mundo de la investigación desde pequeña, por ser un gran ejemplo de disciplina, de responsabilidad y servicio. Mamá, por enseñarme la importancia de la reflexión y el saber escuchar, por recordarme que no hay obstáculos sino retos, por enseñarme a volar. Gracias a ambos por su apoyo, comprensión y cariño.

A Ali, por ser mi amiga, por darme un gran ejemplo de nobleza y de independencia, por acompañarme desde un principio en la aventura de conquistar una gran ciudad.

A mis abuelitas, aunque me hubiera gustado compartir este logro con ustedes, por mucho tiempo nos compartieron su alegría y su gran ejemplo de vida; su cariño siempre será parte mí.

A la Dra. Esmeralda Matute, por abrirme las puertas del Instituto y del Laboratorio de Neuropsicología, por el tiempo, la gentileza y paciencia con la que me ha guiado en el mundo de la investigación, por sus consejos y las oportunidades brindadas. Gracias por ser mi maestra y por todo lo que he aprendido bajo su tutela.

A mis tutores Alfredo Ardila, Héctor Martínez y Luis Miguel Sánchez Loyo, por sus comentarios, preguntas, tareas y reflexiones, que sin duda sirvieron para que este trabajo cobrara forma.

A Koty, Olga y Ana Luisa, por el apoyo que siempre me han brindado, los consejos cuando he titubeado y todas las oportunidades que me han brindado, ha sido más fácil aprender siguiendo su ejemplo.

A mis profesores del Instituto por los aprendizajes en las aulas y seminarios, por mostrarme con su ejemplo cómo realizar trabajo de excelencia, y a exigirme un poco más de mí misma.

A Pablo, Uri y Patty, porque en la mesa del comedor compartimos horas de trabajo, dudas, reflexiones, videos, una que otra disputa estadística y muchas risas. Por ser mi familia adoptiva. A todo esto, Pablo ¿quién ganó? Creo que a fin de cuentas, yo gané un hermano.

A los compañeros de laboratorio: Karla, Lulú, Julia, Salvador, Alfredo, Omar, Betty, Susana, Nanoushka, Martha, Liliana, Carlos, Edgar, Roberto, Lina, Melanie, quienes también han sido como una segunda familia, por el camino recorrido juntos, en distintos momentos pero igual de significativo con cada uno. Por los aprendizajes compartidos en los momentos de trabajo y también en los de diversión. Un agradecimiento especial a Gerardo por el apoyo en este último año, sin el cual definitivamente no hubiera terminado a tiempo.

A todos mis compañeros de generación y del Instituto, por las horas de café, de estudio, las pláticas y debates en los equipales, los consejos compartidos, los nervios antes de los plenos y tutoriales, los festejos al cerrar ciclos, por la amistad.

A mis amigas de Zamora, con quienes crecí y que siempre han estado presentes de una forma u otra en los momentos importantes de mi vida; a mis amigos de Psicología y el club de la casa de Conchita, el camino de cada quien ha tomado un curso diferente pero algún día empezamos juntos esta aventura en la Psicología.

A todas las personas que amablemente participaron en este estudio.

"Sucede que soy y que sigo... se trata de que tanto he vivido que quiero vivir otro tanto..."
Pablo Neruda

ÍNDICE

RESUMEN/ABSTRACT.....	- 5 -
INTRODUCCIÓN.....	- 7 -

CAPÍTULO 1

1. EL MOVIMIENTO OCULAR.....	- 10 -
1.1 Los movimientos oculares sacádicos	- 10 -
1.2 Bases biológicas del movimiento sacádico	- 11 -
2. EL RASTREO DEL MOVIMIENTO OCULAR SACÁDICO COMO PARADIGMA DE ESTUDIO.....	- 14 -
2.1 Técnicas de rastreo ocular	- 14 -
2.2 Tareas para evaluar el movimiento ocular sacádico.....	- 15 -
2.3 Aplicaciones de las tareas de control sacádico	- 17 -
2.3 Variables que influyen en la ejecución de las tareas sacádicas.....	- 19 -
2.3.1 Condiciones de presentación y tipo de tarea.....	- 19 -
2.3.2 Interferencia de la atención.....	- 21 -
2.3.3 Efecto de la edad	- 22 -
2.3.4 Efecto del sexo	- 23 -
3. RELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES SOCIOCULTURALES QUE INFLUYEN EN LAS EVALUACIONES NEUROPSICOLÓGICAS Y EL MOVIMIENTO OCULAR.	- 23 -
3.1 Cultura	- 25 -
3.2 Educación	- 27 -
3.3 Lectura	- 29 -

CAPÍTULO 2

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	- 33 -
2. OBJETIVOS.....	- 34 -
2.1 General:.....	- 34 -
2.2 Específicos:	- 34 -
3. HIPÓTESIS	- 34 -
3.1 General:.....	- 34 -
3.2 Específicas:	- 34 -
4. MÉTODO.....	- 35 -
4.1 PARTICIPANTES	- 35 -

4.2 MATERIALES	- 38 -
4.2.1 Para la conformación de la muestra:	- 38 -
4.2.2 Para el estudio:.....	- 39 -
4.3 EQUIPO	- 45 -
4.4 PROCEDIMIENTO	- 45 -
4.5 VARIABLES	- 48 -
4.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS	- 48 -
CAPÍTULO 4	
RESULTADOS	- 51 -
1. Tareas sacádicas y nivel de escolaridad	- 51 -
3. Tareas sacádicas y desempeño lector	- 56 -
4. Otros factores:	- 61 -
4.1 Sexo.....	- 61 -
4.2 Secuencia de presentación de los bloques.	- 63 -
CAPÍTULO 5	
DISCUSIÓN	- 66 -
CONCLUSIONES	- 73 -
REFERENCIAS	- 74 -
ANEXOS	- 74 -

RESUMEN

Objetivo. El objetivo del presente estudio fue determinar si la inhibición de respuestas automáticas y la ejecución de respuestas alternativas, evaluados a través del paradigma prosacádico -antisacádico, son susceptibles al efecto del nivel educativo, determinado por los años de escolaridad así como por el desempeño lector. **Metodología.** Se evaluaron 46 sujetos adultos (25 hombres y 21 mujeres) diestros, sin antecedentes neurológicos y psiquiátricos, distribuidos en tres grupos de escolaridad: primaria (4 a 6 años de escolaridad) preparatoria (10 a 12 años) y licenciatura (16-18 años). Se determinó el nivel de lectura de los participantes a través de la lectura en voz alta de un texto. Todos los participantes realizaron dos bloques prosacádicos y dos antisacádicos (en condición de traslape y de intervalo), de estas ejecuciones se desprendieron 3 medidas: errores de dirección, errores anticipatorios y tiempo de reacción de los ensayos correctos. El movimiento ocular fue rastreado con la técnica de detección del reflejo corneal (*Tobii ET-1750*). **Resultados.** Se identificaron diferencias entre los grupos de escolaridad en los errores de dirección cometidos en las tareas antisacádicas, sin embargo, la variabilidad observada en los grupos no permite establecer un efecto contundente de la escolaridad en la supresión de la respuesta automática evaluada a través de este tipo de medidas. El desempeño lector, por su parte, mostró asociaciones significativas con los errores anticipatorios, tanto en bloques prosacádicos como antisacádicos. En el tiempo de reacción no se observaron diferencias entre grupos. **Conclusiones.** Los resultados indican que una mayor escolaridad explica una parte de las diferencias observadas en la inhibición de la respuesta automática; mientras que un mejor desempeño lector se asocia con control efectivo en el inicio de la respuesta (ya sea automática o alternativa). Cabe destacar que se observó un efecto conjunto de la escolaridad y la velocidad lectora, principalmente en el grupo de licenciatura el cual obtuvo las mejores puntuaciones de lectura y las ejecuciones más precisas. La velocidad sacádica no reportó diferencias por grupos de escolaridad ni de desempeño lector, que podría ser considerada de modo más confiable como un marcador biológico, por lo menos uno que no es influido por el tipo de factores analizados en el presente estudio.

Palabras clave: nivel de lectura, nivel de escolaridad, antisacadas, adultos.

ABSTRACT

Objective. The aim of this study was to determine whether variations in saccadic task performance are also related to sociocultural variables, such as years of schooling and reading levels. With this goal in mind, we compared prosaccadic and antisaccadic task performance among healthy adults with different levels of education and reading skills. **Methods.** A total of 46 adults were evaluated (25 men, 21 women), all were right-handed with no neurological or psychiatric conditions. Participants were divided into three groups according to their educational level: Elementary level (4-6 years of school) High school (10-12 years) and graduate or postgraduate (16-18 years of school,). Subjects were asked to read a text in order to assess speed, accuracy and reading comprehension as measures of reading level. All subjects performed one prosaccadic and one antisaccadic task; each with an overlap and a gap condition. In total, 4 blocks were used. Ocular movement was tracked with the Tobii Eye Tracker ET-1750 (Technology Tobii, A.B.) **Results.** Comparisons of the number of direction errors between groups showed differences between high school group and graduate group, although, because of the large dispersion observed in the three groups we cannot conclude a strong effect of schooling over the ability to suppress automatic responses. Correlation analyses made between the saccadic and reading measures for the whole sample showed a correlation between anticipatory errors and in the two tasks (pro and antisaccadic), no differences or correlations were found for the reaction time measure. **Conclusions.** Results suggests that schooling explain part of the differences found in the inhibition of the automatic response, meanwhile, a better reading performance was associated with the ability to control when to start the response. No differences were found with respect to the reaction time, suggesting it is a better measure to represent biological markers, at least a measure that is not influenced by the factors analyzed in the present study.

Keywords: reading proficiency, schooling, antisaccades, adults.

INTRODUCCIÓN

La utilización del rastreo del movimiento ocular como paradigma de estudio, ha cobrado fuerza en los últimos años, puesto que es un método no invasivo que permite evaluar diversos aspectos del procesamiento de la información visual y hacer inferencias sobre las características del funcionamiento cerebral. Distintas tareas han sido desarrolladas para evaluar el control del movimiento ocular sacádico específicamente, y cada vez es más amplio el alcance de las aplicaciones de este paradigma para profundizar en el conocimiento sobre la caracterización de algunos trastornos neurológicos y psiquiátricos, apuntando a que las alteraciones observadas en el control sacádico representan marcadores biológicos en dichos trastornos. Se ha identificado que la edad (tanto en el desarrollo como en el envejecimiento), el tipo de tarea y las condiciones de presentación de los estímulos influyen en el movimiento sacádico por lo que son aspectos que generalmente se controlan en este tipo de pruebas; sin embargo, en la literatura no encontramos reporte sobre el efecto de variables ambientales, probablemente debido a que se asume que el control sacádico es libre del efecto de este tipo de variables. No obstante, es vasta la literatura que reporta la influencia del contexto en la cognición humana, (también reportada en modelos animales) a través de valoraciones fisiológicas o evaluaciones neuropsicológicas conductuales. Aportando evidencia sobre la influencia de aspectos socioculturales, tales como el nivel educativo o el aprendizaje de la lectoescritura, sobre habilidades implicadas en el mismo control sacádico. Dado lo anterior, consideramos que sería interesante evaluar la ejecución antisacádica en personas que pertenezcan a distintas condiciones socioculturales, específicamente personas con distintos niveles educativos, que a su vez están expuestas en diferentes niveles a la práctica de la lectura, una habilidad que en sí misma constituye una tarea que demanda el control y coordinación de los movimientos sacádicos.

En la presente investigación nos planteamos el objetivo de indagar si el movimiento ocular sacádico se encuentra libre del efecto de variables socioculturales. Para esto se pensó comparar la ejecución de personas con distintos niveles educativos en tareas de control sacádico.

En la primer parte de este trabajo, se hará una revisión de los conceptos básicos relacionados con el movimiento ocular sacádico, su evaluación, y su uso como herramienta para el estudio de algunos aspectos neuropsicológicos. En el siguiente apartado se justifica la importancia de considerar la influencia de las variantes

socioculturales en la cognición, y en los métodos de evaluación neuropsicológica, lo cual conlleva al planteamiento de nuestro problema de investigación, así como de los objetivos e hipótesis. Posteriormente se exponen los aspectos metodológicos de la investigación, para finalizar con los resultados obtenidos, la discusión de nuestros resultados a la luz de la literatura y las conclusiones a las que nos llevaron estos.

CAPÍTULO 1

1. EL MOVIMIENTO OCULAR
2. EL RASTREO DEL MOVIMIENTO OCULAR SACÁDICO COMO PARADIGMA DE ESTUDIO
3. RELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES SOCIOCULTURALES QUE INFLUYEN EN LAS EVALUACIONES NEUROPSICOLÓGICAS Y EL MOVIMIENTO OCULAR.

1. EL MOVIMIENTO OCULAR

Durante el análisis de una escena visual, realizamos diversos movimientos oculares que nos permiten obtener información de las distintas regiones que constituyen el campo visual. Existen cinco tipos de movimientos oculares realizados con la finalidad de ubicar o mantener la fovea (la región de mayor agudeza visual de la retina) en una sección específica del campo visual, para así poder llevar a cabo un análisis visual más detallado. Éstos son: *los movimientos sacádicos* que permiten cambiar de manera rápida la ubicación foveal de un punto a otro en el campo visual, *los movimientos de seguimiento* que permiten mantener en la fovea la imagen de objetivos visuales en movimiento, *los movimientos de convergencia* en los cuales se mueven los ojos en direcciones opuestas para que una misma imagen se ubique en ambas foveas, *el movimiento vestibular* realizado para mantener la imagen en la retina compensando movimientos breves de la cabeza y *los movimientos optocinéticos* realizados para mantener la imagen durante una rotación permanente de la cabeza (Goldberg, 2000; Duchowsky, 2007).

Las sácadas son los movimientos oculares más frecuentes, de hecho la sácada es uno de los movimientos sencillos que más frecuentemente realizamos, más frecuente incluso que el latido del corazón, en promedio realizamos dos o tres sácadas por segundo (Carpenter, 2000). Los movimientos sacádicos, junto con los movimientos de seguimiento y las fijaciones, constituyen la manifestación de procesos relacionados con la atención visual voluntaria, las sácadas son consideradas como manifestaciones de la intención de cambiar voluntariamente el foco de atención (Duchowsky, 2007).

1.1 Los movimientos oculares sacádicos

Las *sácadas* nos permiten cambiar rápidamente la ubicación de la fovea y fijarla en distintos puntos del campo visual. Durante las fijaciones los ojos permanecen relativamente inmóviles con la finalidad de dar tiempo suficiente para que se lleve a cabo el análisis del punto en donde se ha centrado la región foveal, que corresponde aproximadamente a los dos grados centrales del ángulo visual (Reingold & Stampe, 2002). Las fijaciones tienen en promedio duraciones entre 150 y 600 ms, la duración de las sácadas es menor, se ubica entre los 10 ms y 100 ms (Duchowski, 2007) su rapidez es de vital importancia, puesto que durante el movimiento el ojo es relativamente ciego (Carpenter, 2000), por lo tanto debe ser lo suficientemente rápido para evitar que se pierda la percepción estable de la imagen. La amplitud del movimiento sacádico se determina en

grados, y generalmente es menor a los 15°, cuando un objetivo visual se encuentra más allá de los 15° el movimiento ocular se acompaña de movimientos de la cabeza (Bahill, Adler & Stark, 1975).

Como anteriormente se mencionó, a través de las sácadas podemos cambiar voluntariamente el foco de atención, sin embargo, el inicio de este tipo de movimiento ocular también puede estar determinado por aspectos que están fuera del control voluntario. En general, los movimientos sacádicos han sido clasificados en dos grandes divisiones: reflexivos y voluntarios. Las *sácadas reflexivas* son los movimientos oculares que se producen ante un cambio inesperado en el ambiente periférico sensorial, se orientan hacia estímulos novedosos (Crevits & Vandierendonck, 2005) y también se les conoce como movimientos sensorialmente desencadenados (*sensory-triggered movements*, Munoz, Armstrong, Hampton & Moore, 2003) o sácadas visualmente guiadas (Leigh, & Zee, 2006). Este tipo de movimientos automáticos tienen un carácter altamente adaptativo, por ejemplo, permiten detectar rápidamente algún peligro próximo. En contraste, las *sácadas voluntarias* no están determinadas directamente por cambios en la periferia, se les identifica como sácadas internamente guiadas y en su realización están implicados procesos cognitivos, como la memoria o la intención de apegarse a una instrucción direccional previamente dada, que determine hacia dónde y en qué momento mover los ojos (Crevits et al., 2005). La capacidad de decidir a dónde dirigir la mirada es crucial para la exploración de un mundo visual complejo, debido a que sólo podemos analizar un objetivo visual a la vez y esta decisión implica la selección un estímulo entre distintas alternativas (Milea et al., 2007). La realización de una sácada voluntaria, frecuentemente implica suprimir o inhibir las conductas automáticas (en este caso las sácadas reflexivas), para poder realizar la sácada planeada.

1.2 Bases biológicas del movimiento sacádico

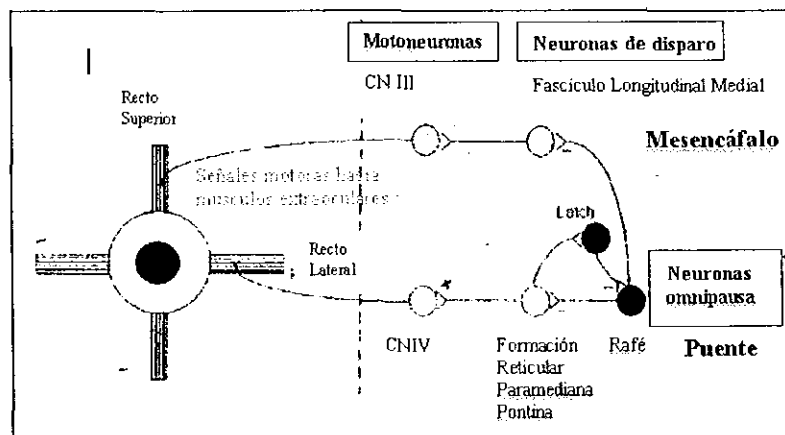
En la actualidad es amplio el conocimiento que se tiene sobre los circuitos neurales que controlan la generación de sácadas y la fijación visual. En seres humanos se han realizado estudios en pacientes con lesiones así como técnicas de neuroimagen para determinar las regiones implicadas en el control oculomotor. El estudio con animales permite utilizar técnicas más intrusivas como el registro celular, la activación o inhibición neuronal a través de microestimulación eléctrica o por administración de sustancias, entre otras (Munoz, 2002). En estos estudios se han reportado estructuras homólogas entre primates y seres humanos que se activan durante el movimiento ocular así como distintos

circuitos neurales que subyacen la generación y regulación de este tipo de movimientos (Ver Figura 1).

El principal objetivo del movimiento ocular es controlar la posición de la fóvea en relación al campo visual. El movimiento ocular es el resultado de la rotación del globo ocular en la cavidad de la órbita básicamente en tres sentidos o ejes de rotación: horizontal, vertical y de torsión, a través de la acción de seis pares de músculos que se encuentran unidos a los globos oculares, cuatro pares de músculos rectos (superior, inferior, medial y lateral) y dos pares de músculos oblicuos (superior e inferior). Estos músculos están inervados por tres grupos de neuronas motoras cuyos axones constituyen los pares craneales III (nervio óculomotor), IV (nervio troclear) y VI (nervio abductor) (Goldberg, 2000).

Los patrones de disparo en estas neuronas motoras, son generados por otras neuronas premotoras localizadas en las regiones mesencefálicas, pontinas y medulares de la formación reticular, las cuales constituyen el circuito generador de sácadas del tallo cerebral, en él se han identificado dos tipos de neuronas: de ráfaga y omnipausa. Las neuronas de ráfaga (o burst neurons) se ubican en el fascículo longitudinal del mesencéfalo y envían los comandos sacádicos a las motoneuronas, pero son inhibidas tónicamente por la acción de las neuronas omnipausa del rafé, por lo tanto, una sácada comienza cuando una señal inhibitoria llega a las neuronas omnipausa y libera de su inhibición a las neuronas de ráfaga. Las señales que llegan a las neuronas omnipausa provienen de distintas estructuras como los colículos superiores, el cerebelo y corteza cerebral (Leigh et al., 2006).

Figura 1.
 Representación del
 circuito promotor
 generador de sácadas
 (Adaptado de Leigh &
 Zee, 2006)



Los colículos superiores constituyen una estructura fundamental para la realización del movimiento ocular, en ellos se han diferenciado neuronas de fijación y neuronas sacádicas que mandan comandos alternos al circuito generador de sácadas para permitir el

cambio entre fijación e inicio del movimiento (Crevits, 2005). Los colículos superiores, a su vez reciben proyecciones de regiones de la corteza cerebral implicadas en los mecanismos de inicio de la sácada (Leigh et al., 2006). Es importante resaltar que el movimiento ocular y el análisis visual se influyen recíprocamente. El movimiento ocular permite analizar distintas regiones del campo visual, y durante este análisis se determina qué estímulos son importantes y en qué momento y hacia dónde se realizarán los siguientes movimientos sacádicos. La información visual que captan nuestros ojos es proyectada desde la retina hacia el núcleo geniculado lateral del tálamo y de allí hacia la corteza visual en el lóbulo occipital (vía retino-genículo-cortical). Siguiendo la ruta de la vía dorsal del sistema visual, la información es transmitida a partir de la corteza visual hacia regiones de la corteza parietal posterior, específicamente la corteza intraparietal lateral, que ha sido identificada como una zona que participa en la transformación sensorio-motora de las señales y el procesamiento de la atención (Munoz & Everling, 2004).

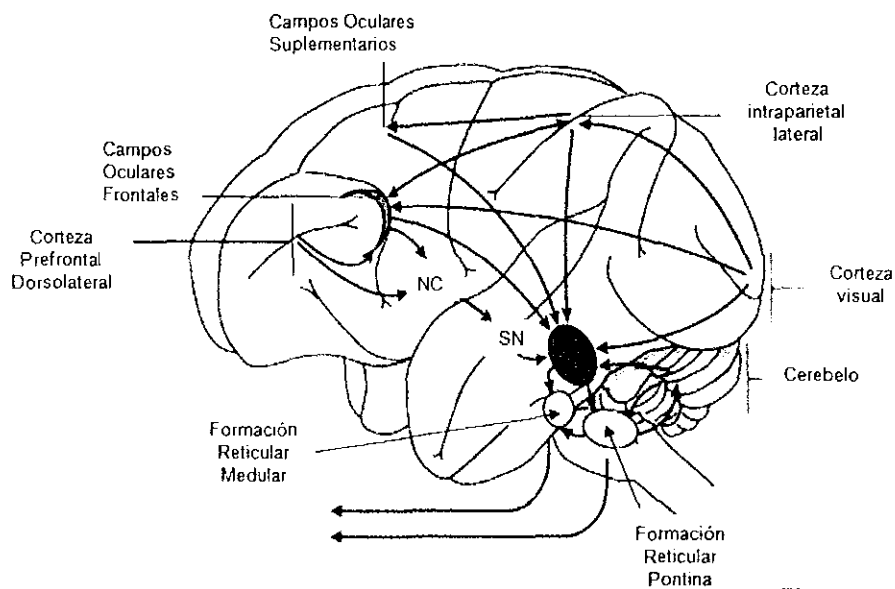


Figura 2.
 Áreas del cerebro implicadas en el control de los movimientos sacádicos.
 NC: Núcleo Caudado, SN: Sustancia nigra, CS: Colículos Superiores.
 (Adaptado de Fecteau & Munoz, 2003)

Las señales oculomotoras pueden ir directamente de la corteza occipital y la corteza parietal posterior hacia los colículos superiores (Gaymard, Lynch, Ploner, Condy & Rivaud-Péchoux, 2003) o dirigirse hacia la corteza prefrontal, específicamente los campos oculares frontales, los campos oculares suplementarios y la corteza dorsolateral prefrontal (Munoz, 2002; Munoz et al., 2004; Milea, et al., 2007; Olk, Chang, Kingstone & Ro, 2005; Stuphorn & Schall, 2006; Pierrot-Deseilligny, et al., 2003).

En la realización de las sácadas reflexivas y voluntarias se involucran diferentes circuitos. El inicio de las sácadas reflexivas involucra las regiones occipitales y parietales de la corteza cerebral, así como sus proyecciones a los colículos superiores, y las proyecciones de éste hacia el tallo cerebral y el cerebelo. Los procesos de la supresión de las sácadas reflexivas y la programación de sácadas voluntarias han sido vinculados con actividad en la corteza prefrontal dorsolateral, los campos oculares frontales y suplementarios, y sus proyecciones a ganglios basales (especialmente a sustancia nigra) y de allí hacia colículos superiores y al circuito premotor del tallo cerebral (Munoz et al., 2003). En el siguiente esquema se representa la relación de las estructuras neurales implicadas en el movimiento sacádico.

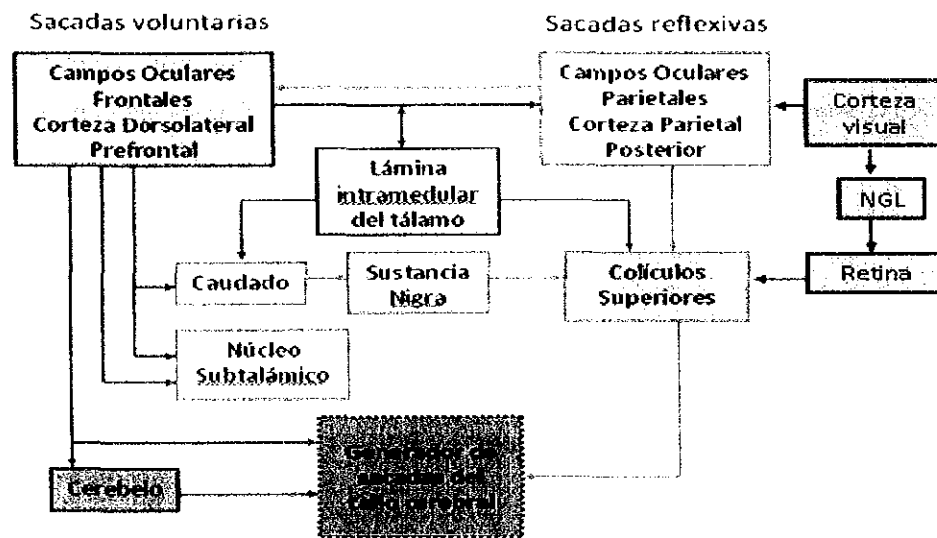


Figura 3. Circuito neural implicado en el movimiento sacádico.
(Adaptado de Leigh et al.2006 y Munoz et al. 2004)

2. EL RASTREO DEL MOVIMIENTO OCULAR SACÁDICO COMO PARADIGMA DE ESTUDIO

2.1 Técnicas de rastreo ocular

La técnica de rastreo ocular varía en diseño y especificaciones, pero en general está diseñada para registrar y medir los movimientos oculares de personas durante la presentación de estímulos visuales. La información que arroja el rastreo ocular provee una medida continua de procesos implicados en el análisis de la información visual (Lykins, Meana & Kambe, 2006).

De acuerdo a Duchowsky (2007) existen cuatro tipos de metodologías para medir los movimientos oculares: el electro-oculograma, el video o foto-oculogramas, el uso de

lentes de contacto esclerótico y los rastreadores que combinan la base del video y el reflejo corneal o pupilar.

El electro-oculograma consiste en registrar las diferencias en los potenciales eléctricos de la piel que rodea la cavidad ocular. Esta técnica fue ampliamente utilizada durante los años setenta, y aún se utiliza en algunos estudios. Consiste en medir los movimientos oculares con respecto a la posición de la cabeza, registrando potenciales eléctricos que se encuentren dentro de un rango de 15 a 200 μ V.

La técnica de uso de lentes de contacto, consiste en introducir en el ojo lentes largos que cubren la cornea y la esclerótica, e incluyen un dispositivo específico, el más común es un anillo metálico con el cual se mide el movimiento ocular dentro de un campo electromagnético. Esta técnica es muy precisa, sin embargo, es la más intrusiva, y puede resultar incómoda para los sujetos evaluados.

En la foto o video-oculografía se agrupan varias técnicas de rastreo ocular para detectar determinadas características de los ojos durante el movimiento (la forma de la pupila, la posición del límite entre el iris y la esclerótica, los reflejos en la superficie ocular provocados por una luz proveniente de una fuente cercana). Estas técnicas aportan información sobre el movimiento ocular pero no son precisas para determinar el punto de fijación o de interés.

Los rastreadores oculares que integran el uso del video y la detección del reflejo corneal, permiten determinar el punto de interés en vivo. En la superficie ocular se producen varios reflejos, denominados reflejos corneales o de Purkinje. El rastreador ocular cuenta con un dispositivo que emite luz generalmente infrarroja y detecta los reflejos producidos en la córnea por la proyección de esta luz, relacionando su ubicación con el centro de la pupila. Debido a la estructura del ojo, se pueden observar cuatro de estos reflejos de Purkinje, el rastreador ocular generalmente detecta el primer reflejo, sin embargo, existen rastreadores llamados de la quinta generación que detectan el primer y el cuarto reflejo de Purkinje. Esta técnica tiene la ventaja de no ser intrusiva y además ser muy precisa, provee información tanto del movimiento ocular como del punto de fijación, sin embargo, en algunas ocasiones es necesario fijar la cabeza de las personas evaluadas para no comprometer la precisión de la detección del movimiento y fijaciones oculares.

2.2 Tareas para evaluar el movimiento ocular sacádico

Las características de las sácadas pueden ser medidas de manera precisa, a través de tareas conductuales diseñadas para evaluar distintos aspectos del control oculomotor.

Becker (como se cita en Mahlberg, Steinacher, Mackert & Fletchner, 2001) define tres tipos de parámetros básicos de medición en la trayectoria sacádica: el tiempo de reacción, las características dinámicas (velocidad, duración, aceleración) y las características estáticas (precisión y momentos correctivos). Asimismo, el circuito premotor que controla el movimiento ocular es lo suficientemente comprendido en la actualidad como para proveer la base para el diseño y la interpretación de experimentos más complejos que reflejen funciones cerebrales superiores (Munoz et al., 2003).

Uno de los paradigmas más básicos utilizado para evaluar el movimiento ocular es el de las *tareas prosacádicas* y *antisacádicas*. Las *tareas prosacádicas* están diseñadas para evaluar la generación de sácadas reflexivas; en estas tareas se ubica a los participantes frente a una pantalla o monitor en donde aparecen distintos estímulos. En un primer momento se les indica que fijen la mirada en un punto central (punto de fijación) y posteriormente la dirijan hacia un estímulo objetivo que aparece en el extremo izquierdo o derecho sobre el eje horizontal, haciéndolo tan pronto como le sea posible. Generalmente no se comenten errores en este tipo de tareas, por lo que las medidas que se desprenden de las evaluaciones se relacionan con el tiempo de reacción sacádico, las sácadas express, los movimientos anticipatorios, así como con características métricas de la sácada (amplitud, velocidad y duración), la evaluación de este tipo de parámetros proveen evidencia de la eficiencia con la que trabaja el circuito generador de sácadas del tallo cerebral. Estas respuestas reflexivas tienen un finalidad adaptativa pues nos permiten ubicar rápidamente estímulos que aparecen en el campo visual, detectarlos, analizarlos y determinar si es necesario generar una respuesta ante dicho estímulos (Munoz, Broughton, Goldring & Armstrong 1998, Munoz et al., 2003).

Un segundo tipo de tarea sacádica, diseñadas para evaluar la capacidad de generar sácadas voluntarias son las *tareas antisacádicas*, en ellas los participantes deben evitar mirar directamente hacia el estímulo que aparece espontáneamente, y dirigir su mirada en la dirección opuesta sobre el eje horizontal del campo visual. Para poder responder a este tipo de pruebas son necesarios dos procesos: la supresión de la sácada reflexiva (aquella que se orienta directamente hacia el estímulo novedoso) y la generación de una sácada voluntaria hacia un campo visual opuesto en donde no se presenta ningún estímulo (Levasseur, Flanagan, Riopelle & Munoz, 2001). A través de la tarea antisacádica se han identificado componentes de las funciones ejecutivas como es la habilidad para controlar flexiblemente el comportamiento, es decir, para suprimir o inhibir las respuestas automáticas y en su lugar programar y ejecutar respuestas alternativas. Las medidas en las

que se han identificado diferencias más consistentes entre las tareas antisacádicas y las prosacádicas son el tiempo de reacción sacádico y el número de errores de dirección; dado lo anterior, estas medidas son las más vinculadas con el control ejecutivo (Vandierendock et al., 2008). En la literatura generalmente se ha reportado que los errores de dirección se presentan con mayor frecuencia en las ejecuciones antisacádicas y son asumidos como un fallo en la supresión de la respuesta automática, mientras que los mayores tiempos de reacción observados en estas tareas se han vinculado con el proceso de programación de la respuesta alternativa. Dado que en el caso de las tareas antisacádicas, el objetivo visual y la dirección de la mirada no son compatibles, implican una mayor demanda de éste componente del control ejecutivo atencional y motor (Munoz, 2004; Kristjánsson, 2007). Las ejecuciones antisacádicas correctas son interpretadas como reflejo de la integridad de las regiones oculomotoras de la corteza prefrontal, los ganglios basales y sus proyecciones al circuito premotor del tallo cerebral (Munoz & Everling, 2004; Milea et al., 2007), mientras que deficiencias muy acentuadas en las ejecuciones de este tipo de tareas han sido postuladas como marcadores biológicos de diversos trastornos, especialmente aquéllos en los que se ha identificado alteraciones en las proyecciones frontoestriatales.

2.3 Aplicaciones de las tareas de control sacádico

El amplio conocimiento que se tiene sobre las redes neurales que participan en el control de la mirada ha permitido que utilizar el sistema de movimientos sacádicos del ojo, específicamente el implicado en los movimientos antisacádicos, como modelo para investigar la habilidad del cerebro de suprimir las respuestas reflejas en favor de respuestas alternativas en distintas condiciones, así como para identificar déficits específicos en varios grupos de pacientes con patologías que afectan áreas de la corteza frontal o los ganglios basales (Munoz et al., 2003).

El deficiente control inhibitorio que caracteriza al Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH) ha sido relacionado con ejecuciones deficientes en las tareas antisacádicas, reportadas en pacientes con este trastorno. En un estudio realizado por Munoz et al. (2003), se observó que los niños (de 6 a 16 años) y adultos (de 18 a 59 años) con TDAH obtenían un número mayor de errores en la tarea antisacádica y una mayor variabilidad intrasujetos en el tiempo de reacción sacádico, en comparación con niños y adultos del grupo control. Los autores consideran que estos resultados sugieren una fisiopatología en las proyecciones frontoestriatales está implicada en las deficiencias

observadas en el control de la inhibición sacádica en las personas con TDAH. Esa incapacidad para inhibir las sácadas reflexivas y regular las sácadas voluntarias en las tareas antisacádicas, se postula como un marcador biológico característico en este trastorno.

En otro estudio realizado con pacientes con Síndrome de Tourette (Levasseur et al., 2001) se sugiere una alteración en el control ocular sacádico, por la posible presencia de una patología del circuito fronto-estriatal considerada como una de las explicaciones a las alteraciones motoras que caracterizan a este trastorno. En el estudio se evaluaron 10 personas con el síndrome a través de diversas tareas sacádicas, con una variante diferente, el retraso de la supresión sacádica, una modalidad de las tareas en la cual se le indica al participante que, después de haber identificado el estímulo objetivo, debe suprimir la sácada reflexiva por un periodo de tiempo, hasta que aparezca una señal predeterminada que indica el momento en el cual puede realizar la sácada. En los resultados se reportaron tiempos de reacción sacádicos más largos y menores medidas de amplitud sacádica en las ejecuciones prosacádicas de los pacientes con el síndrome de Tourette en comparación con los sujetos del grupo control, sin embargo, no encontraron diferencias en la ejecución antisacádica inmediata, sino que fue la ejecución antisacádica retrasada la que marcó una mayor diferencia con el grupo control. Este hallazgo constituye una característica de los movimientos sacádicos de las personas con síndrome de Tourette, que resulta significativamente diferente de lo que sucede con personas sanas o pacientes con otro tipo de trastorno relacionado con los circuitos frontoestriatales.

El paradigma del control sacádico también ha sido utilizado como herramienta para profundizar en la comprensión de otros trastornos neurológicos y/o psiquiátricos como el Parkinson o la Esquizofrenia. Chan, Armstrong, Giovanna, Riopelle & Munoz (2004) aplicaron entre otras, tareas prosacádicas y antisacádicas en pacientes con Parkinson, y pudieron observar que en comparación con un grupo control, los pacientes con Parkinson realizaban más sácadas express en la tarea prosacádica y un mayor número de errores de dirección en la tarea antisacádica. Los autores vinculan los resultados observados, con la disminución de proyecciones dopaminérgicas hacia el estriado, que a su vez afecta los circuitos entre la corteza prefrontal y los ganglios basales, provocando deficiencias en la habilidad para suprimir respuestas automáticas así como en varios procesos implicados en la generación de sácadas voluntarias, mediatizados por estas regiones cerebrales. En otro estudio realizado por Rivaud-Péchoux, Vidailnet, Brandel y Gaymard (2007) con distintos síndromes parkinsonianos, reportaron que en pacientes con Parkinson y Parálisis

Supranuclear Progresiva (PSP), las latencias prosacádicas y antisacádica no diferían significativamente de la de los sujetos sanos; sin embargo, la mayor cantidad de errores observada, especialmente en el grupo con PSP, fue vinculada con deficiencias en el control inhibitorio así como disfunciones en la corteza dorsolateral prefrontal, puesto que en estudios previos se han reportado patrones de ejecución similares en pacientes con lesiones en dichas regiones (Pierrot-Deseilligny et al., 2003). Los autores proponen a los errores en la tarea antisacádica como elemento clave en el diagnóstico de este síndrome.

Como las anteriormente citadas, las aplicaciones del paradigma del movimiento ocular, se han diversificado en los últimos años, gracias a la creciente información y comprensión de los mecanismos neurales vinculados al movimiento ocular, así como las innovaciones tecnológicas y el desarrollo de técnicas no intrusivas que permiten que el rastreo del movimiento ocular sea considerado como una valiosa herramienta de estudio, sin embargo es importante tomar en cuenta qué variables pueden influir en este tipo de paradigmas. Los efectos que más se han reportado en la literatura son los relacionados con el tipo de tarea, las condiciones de presentación de los estímulos, la interferencia de la atención y los cambios en la ejecución relacionados con la edad, tanto en el desarrollo como en el envejecimiento. Estos detalles son descritos a continuación.

2.3 Variables que influyen en la ejecución de las tareas sacádicas

2.3.1 Condiciones de presentación y tipo de tarea

Dentro del paradigma prosacádico y antisacádico, se han desarrollado dos tipos de condiciones experimentales determinadas por la presencia o ausencia del punto de fijación durante la aparición del estímulo objetivo o periférico (Munoz, 1998, 2003; Klein, Foerster, Hartenegg & Fischer, 2005; Klein, Raschke, Brandenbusch, 2003). La primera condición es la de intervalo, en ella se presenta el punto de fijación durante 1000 ms, después de este lapso de tiempo el punto desaparece y hasta después de 200 ms aparece el estímulo objetivo. Por lo tanto, se presenta un intervalo de 200 ms entre la desaparición del punto de fijación, y la presentación del estímulo objetivo. La segunda es la condición de traslape, en la cual, al completarse los 1000 ms de presentación inicial del punto de fijación, aparece el estímulo inmediatamente después, sin que el punto de fijación haya desaparecido. Ambos estímulos están presentes durante la realización de la sácada. Tanto

la condición de intervalo como de la condición de traslape, se pueden alternar en las tareas pro y antisacádicas.

Estudios previos han demostrado una reducción en la latencia sacádica cuando el punto de fijación se remueve antes de que aparezca el estímulo periférico objetivo. A esta reducción se le llama *efecto de intervalo* (del tiempo que existe entre la desaparición del punto central y la aparición del blanco). Se considera que este efecto refleja una tendencia a mantener el ojo en el estímulo fijado y cuando éste permanece presente al aparecer el estímulo objetivo, esta tendencia compite con la señal para generar la sácada. (Kristjánson, 2007). Algunas explicaciones parten desde el nivel de las neuronas de fijación y neuronas de sacadas ubicadas en los colículos superiores. Si un estímulo visual cae en la fovea, las neuronas de fijación de los colículos superiores se activan, si ese estímulo desaparece o se desplaza a un punto distinto de la fovea, se desactivan estas neuronas y es más fácil que se activen las neuronas sacádicas y por lo tanto, se es más propenso a realizar el movimiento ocular (Munoz et al., 2002). Se ha reportado que el efecto de la reducción del tiempo de reacción es más evidente en las tareas las prosacádicas (Crevits et al., 2005). En las antisacádicas también se relaciona con una reducción en los tiempos de reacción así como con una mayor cantidad de errores de dirección (Aman, Roberts, Bruce & Pennington, 1998), este efecto se explica por el hecho de que es más difícil inhibir las sacadas reflexivas cuando no se tiene un punto en donde fijar la mirada (Karatein, 2006). De tal manera que, la condición de intervalo se vincula con menores tiempos de reacción en los dos tipos de tarea así como una mayor cantidad de errores de dirección en la tarea antisacádica.

Otro tipo de efecto relacionado con las condiciones de presentación es el *antiefecto*, (por la comparación de la tarea antisacádica y la prosacádica). En general, las antisacadas tienden a ser menos precisas, a ser realizadas con mayores tiempos de reacción y velocidades más lentas en comparación con las ejecuciones prosacádicas, por lo que se deduce que resulta más complejo responder ante una tarea antisacádica, que su vez requiere de mayores recursos atencionales y de control oculomotor (Munoz et al., 1998, Kristjánsson, 2001). Responder a una tarea antisacádica implica procesos diferentes a la realización de una sácada reflexiva elicitada en las tareas prosacádicas. Para ejecutar una antisacada, se debe suprimir la respuesta automática en primera instancia para posteriormente realizar un movimiento voluntario, en sentido opuesto a la ubicación del estímulo. Las ejecuciones antisacádicas tienden a reportar mayores tiempos de reacción y

una mayor cantidad de errores de dirección (Klein et al., 2003; Vandierendonck et al., 2008; Munoz et. al., 1998; Munoz et al., 2003).

Otra condición que influye en la ejecución de la tarea sacádica es la ubicación del estímulo periférico en la pantalla. Dafoe, Armstrong & Munoz (2007) reportaron diferencias en las medidas sacádicas cuando los estímulos se presentan en el eje vertical (por encima o por debajo del punto de fijación) a cuando se ubican en el eje horizontal (a la derecha o a la izquierda del punto). En general las sácadas realizadas en el eje horizontal tienen menores latencias de reacción. En el eje vertical, se observó que las latencias prosacádicas eran menores cuando se realizaban hacia el hemisferio superior, misma ubicación en la que se producía una mayor cantidad de errores antisacádicos. Aunque existen diversos paradigmas para evaluar el control sacádico, generalmente los diseños incluyen estímulos presentados en el eje horizontal.

2.3.2 Interferencia de la atención

La atención juega un papel importante en la realización del movimiento sacádico. Se ha propuesto que un proceso de atención premotor, permite programar el cambio de la mirada hacia una locación diferente, esto es, se lleva a cabo un cambio en la atención, previo al cambio en el punto de fijación (Kristjánson, 2007); por lo tanto, un estímulo o tarea que interfiera con este proceso atencional premotor, afectará las características de la ejecución sacádica. Murray & Giggey (2006) reportaron incrementos en el tiempo de reacción sacádica, durante la realización de una tarea prosacádica en la cual se presentaban claves distractoras, facilitadoras o neutras que igualaban o contradecían la dirección en la cual se tenían que realizar las sácadas, y que competían con la presencia del estímulo objetivo. Sus resultados apoyan esta teoría premotora de la atención, en la cual se asume que la atención juega un papel importante en los mecanismos de percepción y de acción. Lo anterior sugiere que, como en la mayoría de las evaluaciones, se requiere controlar las condiciones en las cuales se realizan las tareas del control sacádico, de tal modo que no exista algún elemento ajeno a la tarea que compita por la atención que es requerida por el sujeto para la programación y ejecución sacádica.

2.3.3 Efecto de la edad

Dependiendo de la edad en la cual es evaluada una persona a través de tareas de control sacádico, pueden obtenerse distintos resultados. A lo largo del desarrollo, se han detectado importantes cambios en el control sacádico relacionados con la edad y con la maduración de las bases neurales que subyacen esta habilidad. Reingold (2002) postula que la inhibición es un proceso básico de maduración temprana que permite suprimir las sácadas reflexivas desde edades muy tempranas, mientras que la planeación y generación de una respuesta antisacádica requiere de procesos más complejos, así mismo la madurez de los circuitos neurales que subyacen esta capacidad, es más tardía. Esto fue observado en un estudio realizado por Scerif et al. (2005) con infantes entre los 8 meses y a 38 meses de edad, evaluados a través de una adaptación de la tarea de control oculomotor propuesto por Johnson (1995) en el cual los niños después de ver un punto de fijación, deben de evitar mirar hacia una clave distractora que aparece espontáneamente, y en su lugar, dirigir la mirada en el sentido opuesto en donde inicialmente no hay nada, pero después de unos segundos aparece el estímulo objetivo seguido de una figura animada que resulta atractiva para los niños, a modo de recompensa. En los resultados se observó que el porcentaje de prosácadas disminuyó notoriamente en la segunda mitad del experimento en todas las edades. Así mismo, los niños de mayor edad fueron capaces de realizar antisácadas, y estas ejecuciones se caracterizaron por tener mayores latencias sacádicas que en los movimientos prosacádicos, tal como se ha observado en estudios anteriores con niños mayores y adultos. Sólo los niños menores de 18 meses no pudieron producir movimientos antisacádicos. Estos datos coinciden con resultados previos que apuntan a que la habilidad para suprimir sácadas reflexivas se observa más temprano en el desarrollo, sin embargo desde edades tan tempranas como los 18 meses se pueden observar ya indicios de la generación de antisácadas.

En otro estudio realizado por Munoz et al. (1998), con un rango de edad mucho más amplio (de 5 a 72 años) se evaluó el efecto de la edad tanto en el desarrollo, la edad adulta y el envejecimiento, en la ejecución de tareas anti y prosacádicas, midiendo los parámetros sacádicos básicos. Los autores reportaron que las ejecuciones más deficientes fueron realizadas por los niños de 5 a 8 años, quienes obtuvieron los tiempos de reacción sacádica más lentos, una mayor variabilidad intrasujetos en el tiempo de reacción y la mayor cantidad de errores de dirección en la tarea antisacádica. Alrededor de los 15 años se observó una reducción drástica de errores de dirección en las tareas antisacádicas, este

importante cambio se relacionó con la prolongada maduración de la corteza frontal. Posteriormente no se observaron cambios en los grupos de adultos jóvenes, sólo en el grupo de 60 a 72 años se volvieron a observar incrementos en los tiempos de reacción sacádica así como una mayor duración en la realización de la sácada.

Se puede observar que los cambios relacionados con la edad reportados en la literatura, son más evidentes a edades muy tempranas y coinciden con las etapas de desarrollo de la corteza prefrontal, durante la adultez son casi nulos los cambios observados en la ejecución sacádica, y se vuelven a hacer evidentes en los adultos mayores como parte del proceso normal de envejecimiento.

2.3.4 Efecto del sexo

En los estudios que se han revisado hasta el momento no encontramos reporte sobre diferencias sexuales, éstas han sido reportadas en otros aspectos del procesamiento visual, tales como la ubicación espacial (Alansari, Deregowski, McGeorge, 2008), sin embargo, en el tipo de tareas sacádicas analizados en el presente estudio, los estímulos visuales se localizan siempre en la misma ubicación y sus características son constantes, por lo tanto, es mínima la demanda de este tipo de procesamiento.

3. RELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES SOCIOCULTURALES QUE INFLUYEN EN LAS EVALUACIONES NEUROPSICOLÓGICAS Y EL MOVIMIENTO OCULAR.

En los estudios realizados sobre el control sacádico, tanto prosacádico como antisacádico, generalmente se controlan los aspectos anteriormente mencionados (edad, distractores de la atención, aleatorización de las condiciones de presentación). En algunos estudios controlan el nivel educativo, conformando muestras con el mismo nivel; sin embargo, hasta el momento no encontramos estudios en los que se hagan comparaciones entre grupos con distintos niveles educativos, o que controlen otros aspectos relacionados con la escolaridad (como el nivel de lectura). Aunque se han realizado estudios de la influencia de variables socioculturales sobre otros aspectos del movimiento ocular, como por ejemplo, el patrón de movimientos durante el análisis de escenas visuales o la percepción de rostros humanos; no encontramos en la literatura reporte sobre la influencia

de factores ambientales en el control sacádico, específicamente en las tareas pro y antisacádicas. Esto probablemente se deba a que las alteraciones reportadas en los estudios se han manejado como una especie de marcador biológico de algunos trastornos neurológicos o psiquiátricos, entendiendo como marcador biológico aquella característica que puede ser medida de forma objetiva y evaluada como un indicador de procesos biológicos normales, de procesos patológicos o de repuestas farmacológicas a una intervención terapéutica (Biomarkers Definition Working Group, 2001).

No obstante, diversos estudios avalan el efecto de factores socioculturales en la ejecución de otras tareas que demandan habilidades relacionadas con el control ejecutivo, y por lo tanto con regiones prefrontales de la corteza cerebral y los circuitos que forman con ganglios basales (Ardila, Rosselli, Matute & Guajardo, 2005; Gómez & Ostrosky, 2006; Ostrosky & Lozano, 2006), mismos que se implican en los mecanismo que subyacen el control sacádico, específicamente el antisacádico.

La postura de considerar el efecto de variables ambientales en la cognición, se ha fundamentado en estudios efectuados con seres humanos y con modelos animales, estos últimos han sido realizados principalmente con ratas y permiten observar los cambios que se presentan en la estructura cerebral como resultado de que el sujeto se desarrolle e interactúe en un contexto que ofrece condiciones enriquecedoras o limitantes. Estos estudios han servido como fundamento para entender que la organización morfológica y funcional del cerebro no está determinada únicamente por factores genéticos, sino que también la experiencia y los factores ambientales juegan un papel importante en la estructura y funcionamiento cerebral, aún después de haberse completado el proceso del desarrollo (Bennet, Diamond, Krech & Rosenzweig, 1964; Diamond et al., 1980; Kolb & Wishaw, 1998).

El paradigma de los ambientes enriquecidos, en los estudios con modelos animales, ha sido utilizado como una herramienta para estudiar la plasticidad del sistema nervioso. En este tipo de estudios se determinan ambientes diferentes, limitantes o empobrecidos y estimulantes o enriquecidos. Los ambientes enriquecidos son aquellos que implican condiciones novedosas y más complejas que las condiciones normales, que promueven la estimulación sensorial, cognitiva y motora (Nithianantharajah & Hannan, 2006). Los cambios neurales reportados en la literatura como consecuencia de la estimulación ambiental, generalmente incluyen diferencias observadas en el peso del cerebro, el grosor de determinadas regiones de la corteza cerebral, el tamaño de las neuronas, la densidad sináptica y el número de células gliales, entre otras. (Kolb et al., 1998; Bennett et al.,

1969). Por ejemplo, Donald Hebb (1947; como se cita en Kolb et al., 1998) uno de los primeros en estudiar las diferencias morfológicas en el cerebro de ratas expuestas a distintas condiciones ambientales, observó una corteza cerebral más delgada, y una menor cantidad de conexiones sinápticas, en los cerebros de ratas que se desarrollaron en las típicas jaulas de laboratorios, en comparación a las de los cerebros de ratas que llevó a su casa y les permitió merodear libremente en ella. Así mismo, en el nivel conductual, reportó que las ratas que estuvieron expuestas a un ambiente más estimulante tuvieron mejores ejecuciones en tareas complejas, como el aprendizaje de patrones en laberintos complejos (Hebb, 1949; como se cita en Greenough, Black & Wallace, 1987). También se han realizado experimentos con otros mamíferos como gatos y monos y en general han reportado resultados similares (Kolb et al., 1998).

En los seres humanos, estas diferencias ambientales son determinadas por factores como la cultura, la etnicidad, el nivel socioeconómico, el nivel educativo alcanzado por la persona, el aprendizaje de habilidades específicas como la lectoescritura, entre otros. Se han reportado diferencias importantes en la organización funcional y morfológica del cerebro humano en función de estos factores ambientales, a través de mediciones directas de las características neurales (Jacobs, Schall & Scheibel, 1993) o usando las evaluaciones neuropsicológicas como una herramienta para inferir el funcionamiento de estructuras neurales implicadas en la coordinación de determinadas habilidades

3.1 Cultura

La cultura se puede entender como la forma de vida específica de un grupo humano. La cultura dicta qué es y qué no es relevante en un contexto específico y provee modelos específicos de formas de pensar, actuar o sentir; estas variantes culturales se hacen evidentes durante las evaluaciones neuropsicológicas y por lo tanto deben ser tomadas en cuenta en la interpretación de sus resultados (Ardila & Matute, 2006).

En un estudio realizado por Ostrosky, Ramírez & Ardila (2004) compararon, entre otros aspectos, la ejecución en pruebas neuropsicológicas de individuos analfabetas pertenecientes a poblaciones indígenas con población no indígena analfabeta. Al analizar las diferencias entre los grupos, observaron que los participantes indígenas obtuvieron resultados más altos en pruebas visoespaciales y más bajos en pruebas de memoria verbal. Los autores relacionaron este hecho con una mayor demanda de habilidades visoespaciales que tiene lugar en el contexto de las poblaciones indígenas, relacionadas con las

actividades a las que se dedican las personas, por ejemplo la manufactura de artesanías, mientras que en las ciudades es posible que el contexto demande más de habilidades verbales. Los resultados de este estudio sugieren que el entorno cultural en el que vive la gente, demanda de forma distinta la expresión de habilidades particulares y por lo tanto influye en la organización cognitiva que le subyace.

En los estudios sobre movimiento ocular, la influencia de la cultura, se ha estudiado en aspectos del procesamiento visual, tales como el análisis de escenas visuales, en la percepción de rostros. En un estudio realizado por Chua, Boland & Nisbett (2005), se analizaron las diferencias en los patrones del movimiento ocular durante la percepción de imágenes; evaluando personas adultas pertenecientes a dos culturas diferentes: Estados Unidos y China. En el estudio se presentaron escenas que contenían animales u objetos como puntos focales, ubicados en diversos contextos (bosques, cielo, playa, etc), cuidando que, en lo posible, fueran fotografías culturalmente neutras. En el análisis de los movimientos oculares, se observó que los participantes norteamericanos se fijaron más pronto y por más tiempo en los objetos focales, en comparación con las participantes de China, quienes, en total, realizaron una mayor cantidad de fijaciones durante la presentación de cada imagen, debido a que realizaron más fijaciones en el área correspondiente al contexto antes de fijarse en el objeto. Los resultados confirmaron nociones previas, que sugieren que las personas de culturas asiáticas tienen a fijarse más en los detalles del contexto de la imagen, mientras que las personas de culturas occidentales se concentran más en los objetos focales. Los autores señalan que estas diferencias pueden estar relacionadas con la experiencia o con distintas prácticas sociales que caracterizan a cada cultura. Mientras que para los asiáticos puede resultar importante prestar atención a los detalles del contexto para funcionar efectivamente en las complejas redes sociales en las cuales se desenvuelven, con roles predeterminados; las personas de Occidente viven en sociedades que instan más a la independencia y al individualismo, lo que les permite prestar menos atención a los detalles del contexto.

En otro estudio sobre percepción de rostros, realizado por Blais, Jack, Scheepers, Fiset, & Caldara (2008) compararon los patrones de fijación al analizar rostros, entre occidentales y asiáticos. Como otras habilidades visuales, el procesamiento de caras era considerada libre del efecto de la cultura, sin embargo, los autores observaron que las personas occidentales, se enfocaban principalmente en los ojos y la boca (el patrón de los movimientos formaba una especie de triángulo). Por su parte, las personas orientales se concentraron en la zona central de la cara, no exactamente en los ojos sino entre la punta

de la nariz y los ojos. Estos resultados, por una parte, podrían contradecir un poco lo reportado previamente en la literatura, sobre el hecho de que las personas occidentales tienden a centrarse más en los objetos centrales, mientras que los orientales se fijan más en la información del contexto, sin embargo, es importante tomar en cuenta que la cara es estímulo muy diferente a las complejas escenas visuales presentados en los estudios previos, y que además evocan la interacción con una persona, por lo que demandan de percepción diferentes. Por otra parte, los hallazgos reafirman lo reportado en los estudios más recientes, sobre las diferencias culturales observadas en distintos procesos de percepción visual, antes considerados como universales. Los autores relacionaron los patrones de fijación en la percepción de caras con las prácticas sociales de cada cultura, por ejemplo, se considera que en la cultura asiática, el mirar persistentemente a los ojos puede ser desafiante o considerado como una falta de respeto, y por lo tanto, es común que las personas eviten fijar su mirada en los ojos de las otras personas. Por otra parte, la ubicación central por la cual optaron los asiáticos, permite realizar una percepción holística de los detalles de los rostros, lo que es consistente con los reportes previos sobre la tendencias más holísticas durante la percepción visual de las personas orientales, a comparación de la tendencia analítica de los occidentales. Aun cuando estos estudios se centran principalmente en la distribución de fijaciones y utilizan tareas que implican una mayor demanda cognitiva del procesamiento visual, aportan evidencia sobre diferencias en la forma de controlar y dirigir el movimiento ocular que se pueden atribuir a diferentes prácticas socioculturales.

3.2 Educación

La educación puede ser considerada como un tipo de subcultura que adiestra en algunas habilidades (Ardila et al., 2006). La escuela representa un ambiente estimulante en el cual se promueve el desarrollo del pensamiento abstracto, la optimización del procesamiento de información, así como el aprendizaje de habilidades específicas como la lectura y escritura (Castro Caldas, 2004).

Los efectos de la escolarización han sido evaluados tanto a nivel fisiológico como conductual. Jacobs et al., (1993) realizaron un estudio postmórtem con personas que no habían tenido ninguna afección neurológica durante su vida, valorando el efecto de la educación (entre otros aspectos) sobre distintas características dendríticas (longitud total dendrítica, longitud media dendrítica y conteo segmental dendrítico en el área de Wernicke). En sus resultados reportaron que la educación tenía un efecto significativo

sobre las características dendríticas del área cerebral evaluada, en general las medidas fueron mayores en las personas que habían tenido un mayor nivel educativo.

En el nivel conductual se ha reportado el efecto de la escolarización comparando personas que pertenecen a distintos niveles educativos en la ejecución de diversas tareas neuropsicológicas (Ostrosky et al., 2004). El nivel educativo puede ser determinado por el grado máximo de estudios alcanzado por la persona (primaria, secundaria, preparatoria, estudios universitarios y de posgrado), o en función de la cantidad de años de educación. Frecuentemente se forman grupos con un determinado rango de años de educación y los autores realizan su propia clasificación de niveles: bajo, intermedio, superior, etc. (Ardila et al., 2005; Herrera, Peña, Lara, Gudayol, Böhm, 2004).

Estudios previos han reportado el efecto del nivel educativo sobre tareas que demandan habilidades implicadas en el marco de las funciones ejecutivas. En relación con esto, Spinella & Milley (2004) comenta que los procesos que se llevan a cabo durante la educación formal, pueden reforzar los comportamientos dirigidos a metas y el control de los impulsos. Aun cuando estos estudios no son evaluaciones específicas sobre el control inhibitorio y la programación de respuestas alternativas, dan cuenta de que diversas habilidades implicadas en el control ejecutivo, son susceptibles al efecto del nivel educativo. Podría esperarse entonces que, el nivel educativo tenga un efecto sobre los aspectos del control ejecutivo identificados en las ejecuciones antisacádicas, como ya ha sido reportado en otros dominios de estas funciones, que además son mediadas por regiones de la corteza prefrontal y sus conexiones a ganglios basales, mismas que se implican en los mecanismos neurales que subyacen la ejecución de las tareas antisacádicas. Gómez & Ostrosky (2006), evaluaron distintos procesos vinculados con la atención, la memoria y las funciones ejecutivas, con la finalidad de comparar los efectos de la edad y de la educación en dichos dominios. Se evaluaron 521 participantes adultos de 16 a 85 años, con un nivel de educación entre los 0 y 22 años; fueron divididos en tres grupos de escolaridad (0 a 3, 4 a 9 y 10 a 19 años de educación) y evaluados con pruebas comúnmente utilizadas para evaluar estos dominios. En sus resultados reportan que la edad y la educación afectaban de forma distinta la ejecución de las tareas. Aquéllas tareas relacionadas con aspectos de memoria fueron más sensibles a los efectos de la edad, mientras que las tareas relacionadas con la atención y las funciones ejecutivas como la formación de conceptos, búsqueda visual, fluidez verbal fonológica y semántica, y fluidez gráfica, resultaron ser extremadamente sensibles al nivel educativo, dichas tareas fueron consideradas como evaluaciones de las habilidades de velocidad de respuesta,

automonitoreo, inhibición de respuestas inapropiadas, mantenimiento y seguimiento de reglas, uso de estrategias y flexibilidad cognitiva. En otro estudio realizado por Conant et al. (2003) reportaron la influencia del tipo de educación recibida sobre procesos vinculados con el control ejecutivo, el tipo de educación fue determinada por la calidad del entrenamiento lector que caracterizaba a programas educativos de países como Estados Unidos, Laos y Zaire. En una serie de estudios sobre la memoria verbal y no verbal realizados por estos autores, se plantea que los niños que provienen de países en los que se da un entrenamiento intensivo de la lectura, desarrollan distintas estrategias para ejecutar estas tareas, implementando estrategias verbales (como categorización o ensayo verbal), en tareas de memoria no verbal, un hecho que no se observa en aquellos niños cuyos sistemas educativos tienen un menor entrenamiento lector. Los autores consideraron que estas diferencias que involucran aspectos del control ejecutivo, se relacionaron más con el entrenamiento lector que caracteriza a los programas educativos de distintos países, que con las condiciones socioeconómicas.

3.3 Lectura

Un aspecto importante, implicado en la escolarización, es el aprendizaje de la lectura y escritura. Se ha reportado que la adquisición de estas habilidades también influye en la estructura funcional del cerebro, cambia la forma en que se procesa y representa la información, principalmente fonológica, pero también en relación a estímulos no verbales (Manly, Touradji, Tang & Stern, 2003). Se ha postulado que la adquisición de la lectoescritura a la edad apropiada en la infancia, cambia el patrón de participación de cada hemisferio en el procesamiento del lenguaje oral. A través de estudios que evalúan la actividad eléctrica cerebral, se ha observado que las personas que adquieren la lectoescritura durante la infancia, muestran una mayor dominancia del hemisferio izquierdo en tareas verbales, mientras que en las personas analfabetas y en aquellas que adquieren la lectoescritura en la etapa adulta, se observa una importante contribución del hemisferio derecho en el procesamiento lingüístico (Castro-Caldas, 2004; Castro-Caldas, Petersson, Reis, Elander & Ingvar 1998). Asimismo, el nivel de lectura ha sido propuesto como un indicador más preciso de la calidad de la educación recibida por una persona, más allá de la cantidad de años escolares. Algunos autores sugieren que considerar aspectos como las variantes ocupacionales o la calidad de la educación, pueden ayudar a interpretar de manera más completa los resultados observados en las evaluaciones neuropsicológicas (Gómez et al., 2006). Manly, Byrd, Touradji, Sanchez & Stern (2004)

refieren que el determinar los años de educación no siempre constituye el método más apropiado para explicar diferencias entre grupos que pertenecen a distintas condiciones sociales. Los autores argumentan que la experiencia educativa, ciertamente contribuye al nivel de lectura, sin embargo también es posible que las personas tengan la oportunidad de practicar o desarrollar esta habilidad, independientemente de su experiencia educativa y la cantidad de años de educación formal. En los estudios realizados por estos autores el nivel de lectura explicaba de manera más puntual las diferencias observadas en las puntuaciones de evaluaciones neuropsicológicas obtenidas por personas que pertenecían a distintas condiciones sociales. En un estudio realizado con adultos mayores, pudieron observar que la alfabetización era un predictor más sensible del declive en algunas habilidades de memoria, en comparación con los años de educación. A partir de estos resultados los autores concluyen que el nivel de lectura también puede vincularse con el fenómeno de la reserva cognitiva, atribuido anteriormente sólo al nivel educativo (Manly et al., 2003). Lo anterior sugiere, que el nivel de lectura puede constituir un indicador útil de la calidad de la educación recibida por una persona que además permita definir discrepancias más puntuales entre grupos de estudio con distintas condiciones sociales.

Considerar el nivel de lectura en el marco de los movimientos oculares, puede tener una gran relevancia. La lectura en sí misma constituye una tarea en la cual toma lugar el procesamiento visual y la coordinación de los movimientos sacádicos sobre un contexto altamente estructurado (Radach, 2004), distintos niveles de lectura pueden reflejar no sólo la calidad de la experiencia educativa, sino también una mayor o menor exposición a una tarea que demanda la práctica del control sacádico.

En el estudio realizado por Dafoe et al. (2007) para evaluar el efecto de la ubicación del estímulo periférico, en el que observaron menores latencias sacádicas en los movimientos realizados en el eje horizontal, en comparación con las sácadas realizadas en el eje vertical, los autores consideraron que la ventaja observada en las sácadas horizontales pueden reflejar la importancia del meridiano horizontal en la vida cotidiana, por ejemplo, por la exposición a los patrones de lectura de lenguas como el inglés.

En algunos estudios con tareas sacádicas se ha reportado que el tiempo de reacción de las sácadas realizadas hacia la derecha eran significativamente menor que el de las realizadas hacia la izquierda. (Munoz et al., 2003) así como una mayor cantidad de errores en las tareas antisacádicas cuando el estímulo objetivo se presenta en el hemisferio visual derecho (Dafoe et al., 2007). A pesar de que los autores vinculan sus hallazgos con aspectos del desarrollo diferencial de los hemisferios cerebrales y las conexiones

interhemisféricas fronto-temporales y fronto occipitales. Cabe la posibilidad de que esta tendencia refleje una predisposición a realizar movimientos oculares dirigidos hacia la derecha por la exposición constante a la lectura (en nuestro sistema se escribe y se lee de izquierda a derecha) de tal modo que es posible que haya una tendencia a realizar más movimientos en este sentido y por lo tanto, los movimientos se inician más pronto, es más difícil inhibirlos y se cometen más errores.

La aplicación de la técnica de rastreo ocular en el terreno de la mercadotecnia, arroja datos interesantes para nuestro tema de estudio. En los estudios de mercado realizados para observar en qué parte del monitor, los usuarios de Internet fijan por más tiempo su mirada, se ha reportado en países como Estados Unidos (Ruel, Outing Johnson, Edwards, & Kues, 2004) y España (Alt 64 & Asociación para la Investigación de Medios de Comunicación, 2005) que las personas generalmente comienzan su rastreo ocular en la parte superior izquierda de la pantalla, continuando hacia las áreas derechas e inferiores del campo visual. Esta tendencia de comenzar el rastreo ocular en la parte superior izquierda, podría estar relacionada con el patrón de escaneo que se realiza durante la lectura en lenguas como el inglés o español, de izquierda a derecha, y de arriba hacia abajo. Sería interesante analizar los patrones de escaneo en personas con sistemas de lectoescrituras distintos al inglés o español, no obstante, este tipo de estudios sugieren que la habilidad lectora también puede influir o generar tendencias en la ejecución y el control del movimiento sacádico.

Asimismo, se ha reportado la influencia de la lectoescritura sobre otros aspectos más generales vinculados con el procesamiento visual. En un estudio realizado para la obtención de normas de la versión extendida de la Figura de Rey en población adulta (Fastenau, Denburg, & Hufford, 1999) se observó un efecto del nivel educativo en algunas medidas de copia, recuerdo inmediato y recuerdo diferido, aunque esta prueba suele ser considerada como libre de efectos culturales por el hecho de que prescinde de habilidades verbales. Los autores vinculan esta influencia del nivel educativo con la habilidad lectora, retomando la idea de que ésta puede influir en la organización y el alcance de la memoria visual de un individuo, de acuerdo a lo reportado en estudios previos (Conant et al., 2003).

CAPÍTULO 2

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA
2. OBJETIVOS
3. HIPÓTESIS
4. METODOLOGÍA

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El control del movimiento ocular sacádico es considerado como un paradigma que permite evaluar distintos aspectos del funcionamiento cerebral. Particularmente, los movimientos antisacádicos han sido utilizados para evaluar elementos del control ejecutivo, como la habilidad para inhibir respuestas automáticas, y la ejecución efectiva de respuestas alternativas. Se considera que la eficiencia en estas dos habilidades se ve reflejada principalmente en la cantidad de errores de dirección y en el tiempo de reacción sacádico, respectivamente. Deficiencias acentuadas en dichas medidas han sido postuladas como marcadores biológicos de algunos trastornos neurológicos relacionados con alteraciones en el funcionamiento de la corteza prefrontal o de los ganglios basales. Sin embargo, estudios de diversos tipos, entre los que destacan los realizados utilizando pruebas neuropsicológicas, han reportado que diversos elementos de las funciones ejecutivas son susceptibles al efecto de variables socioculturales tales como el nivel educativo; por lo que podría esperarse que los procesos implicados en la ejecución antisacádica también sean susceptibles del efecto de este tipo de variables y no puramente biológicos como se ha asumido hasta el momento.

El nivel educativo a su vez, implica el aprendizaje de la lectoescritura. De hecho, la lectura es identificada como una tarea que demanda del control ocular sacádico sobre un contexto estructurado. Variaciones en el dominio de la lectura pudieran reflejar una mayor o menor exposición a una tarea que requiere de control sacádico.

De lo anterior se deriva nuestro interés por responder a la siguiente pregunta ¿es el control del movimiento ocular sacádico, libre del efecto de variables socioculturales, particularmente de nivel educativo? determinado éste tanto por el número de grados escolares cursados como por el nivel de lectura.

2. OBJETIVOS

2.1 General:

Determinar si existe un efecto del nivel educativo sobre el control del movimiento ocular sacádico (establecido por el número de grados cursados y nivel de lectura).

2.2 Específicos:

- De existir dicho efecto, determinar en qué medidas se presentan las diferencias entre grupos con distinto nivel educativo.
- Evaluar si estas diferencias son explicadas por el número de grados escolares o por el nivel de lectura o por una interacción entre ambos factores.

3. HIPÓTESIS

3.1 General:

Habrán diferencias en el control del movimiento sacádico determinadas por el nivel educativo.

3.2 Específicas:

- Las diferencias en el control del movimiento ocular sacádico podrán observarse específicamente en las medidas del tiempo de reacción y el porcentaje de errores de dirección de las ejecuciones antisacádicas ya que estas medidas han sido vinculadas con aspectos del control ejecutivo. En las medidas que se desprenden de las ejecuciones prosacádicas, no esperamos observar diferencias entre personas con distintos niveles educativos.
- Las personas con un mayor nivel educativo, particularmente de lectura, realizarán ejecuciones antisacádicas más precisas y más rápidas, es decir, con una menor cantidad de errores en la dirección de la sácada y menores tiempos de reacción sacádico.

4. MÉTODO

4.1 PARTICIPANTES

La población meta eran personas adultas del área metropolitana de Guadalajara, comprendidos en un rango de edad entre los 25 y 45 años, de población económicamente activa, sin antecedentes neurológicos ni psiquiátricos, con visión normal o corregida.

Se contemplaron tres niveles educativos determinados por los años de escolaridad. Para formar los grupos se determinaron rangos de 2 años para cada nivel y una separación de cuatro años entre rango y rango. Así, se formaron tres niveles: 1) Primaria: de 4 a 6 años de escolaridad, 2) Preparatoria: entre 10-12 años y 3) Licenciatura terminada o posgrado: 16-18 de años de escolaridad.

Se buscó que los participantes estuvieran distribuidos uniformemente en los tres grupos de escolaridad, por edad y por sexo. Para incluir a los sujetos en el estudio se consideraron los siguientes criterios.

Criterios de Inclusión

- Tener entre 25 y 45 años de edad.
- Cumplir con los rangos predeterminados de escolaridad (4-6 años, 10-12 o 16-18 años de escolaridad).
- Lateralidad manual diestra.
- Población económicamente activa (que perciban algún sueldo por las actividades en las cuales laboran, las amas de casa también serán incluidas).
- Haber realizado sus estudios en escuelas públicas.

Criterios de No Inclusión

- Tener antecedentes neurológicos o psiquiátricos.
- Tener alteraciones visuales no corregidas.

Criterios de Exclusión

- Obtener ejecuciones correspondientes a los niveles de anormalidad en el NEUROPSI.
- No completar la evaluación.
- No ser detectado por el equipo de rastreo ocular o haber obtenido menos del 70% de validez de los datos en la fase de exportación de datos (estos niveles de validez los arroja el equipo).

Buscando cumplir con los criterios anteriormente mencionados, se ubicaron 55 candidatos para participar en el estudio. Se excluyeron 9 participantes dado que en 6 de ellos, los datos no cumplieron con los criterios de validez ya que obtuvieron menos del 70% de datos válidos en el rastreador ocular, un participante obtuvo puntuaciones por debajo de la norma en la prueba Neuropsi y, en 2 más se tuvo que suspender la evaluación debido a que el equipo no logró establecer una señal confiable para detectar su mirada. Finalmente, la muestra quedó conformada por 46 personas (25 hombres y 21 mujeres). En la Tabla 1 se presenta la distribución de los participantes en los tres grupos.

Tabla 1.
Distribución de los participantes por nivel de escolaridad y sexo.

	Nivel de escolaridad			Total
	G1 Primaria	G2 Preparatoria	G3 Licenciatura o posgrado	
Masculino	8	10	7	25
Femenino	5	6	10	21
Total	13	16	17	47

A través de la prueba de Chi-cuadrada se determinó la ausencia de diferencias en la distribución de hombres y mujeres entre los grupos ($\chi^2=1.88$, $p=0.389$). La edad media de la muestra fue de 33.74 (± 5.98) años, las edades por grupo de escolaridad se reportan en la Tabla 2.

Tabla 2.
Medias y (desviación estándar) de las edades por grupo de escolaridad.

	Nivel de escolaridad			F	P
	Primaria	Preparatoria	Licenciatura o posgrado		
N	13	16	17		
Edad en años	35.92 (5.70)	33.56 (7.06)	32.24 (4.82)	1.43	.249

A través de una versión modificada del cuestionario de lateralidad de Edimburgo se determinó la dominancia lateral de los participantes (expresada en porcentaje). Asimismo, la aplicación de la tarea de velocidad de respuesta manual, nos permitió caracterizar la velocidad de las respuestas motoras en otra modalidad. No se reportaron

diferencias significativas en la velocidad de respuesta motora manual ni en la dominancia lateral diestra entre los grupos de estudio (Ver Tabla 3).

Tabla 3.
Medias y (desviación estándar) de las edades de la dominancia lateral diestra

	Nivel de escolaridad			F	p
	Primaria	Preparatoria	Licenciatura o posgrado		
Dominancia lateral diestra (%)	91.55 (9.77)	84.69 (12.48)	91.18 (8.37)	.598	.555
Velocidad de respuesta	392.69 (66.34)	420.05 (67.96)	412.97 (64.20)	2.15	.128

El análisis del desempeño lector por nivel de escolaridad se presenta en la Tabla 4. Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de escolaridad en las tres medidas: velocidad lectora, comprensión lectora y modificaciones al texto. Los análisis a posteriori reportaron que en la velocidad lectora, los tres grupos fueron diferentes entre sí, el grupo de primaria fue más lento que los otros dos grupos y el grupo de preparatoria a su vez fue más lento que el de licenciatura. En la comprensión lectora, el grupo de primaria se diferenció del grupo de preparatoria y de licenciatura, y en el porcentaje de modificaciones realizadas al texto, las diferencias se establecieron únicamente entre el grupo de primaria y el de licenciatura.

Tabla 4.
Medias y (desviación estándar) de las medidas de lectura por nivel educativo.

	Nivel de escolaridad			F	p	
	G1 Primaria	G2 Preparatoria	G3 Licenciatura o posgrado			
Velocidad (Palabras x minuto)	97.94 (27.22)	121.22 (20.77)	145.44 (23.92)	14.60	.0001	G1<G2,G3 G2<G3
Comprensión (máximo 10)	4.08 (1.25)	6.07 (1.58)	7.12 (1.37)	17.70	.0001	G1<G2,G3
Modificaciones al texto (%)	4.32 (2.73)	3.75 (2.90)	1.96 (1.72)	3.84	.029	G1<G3

4.2 MATERIALES

4.2.1 Para la conformación de la muestra:

4.2.1.1 Cuestionario de datos generales (incluye una valoración del nivel socioeconómico).

En un primer momento se aplicó un cuestionario breve que nos permitía conocer rápidamente si las personas cumplían con nuestros criterios de inclusión. Aquéllos que cumplían con todos los requisitos y se encontraban dentro de los rangos de escolaridad fueron citados en el Instituto de Neurociencias, para aplicar el resto de las evaluaciones (Anexo 1).

4.2.1.2 Prueba de lateralidad de Edimburgo (modificada).

Se aplicó una prueba de lateralidad basada en la prueba de Edimburgo (Oldfield, 1971) para controlar que todos los participantes tuvieran una lateralidad predominantemente diestra. Es un cuestionario de 22 preguntas, 20 sobre la preferencia motora manual, y un par de preguntas sobre la preferencia visual y el control del movimiento de pie. Este cuestionario fue adaptado a las características de la población mexicana y piloteado en el laboratorio de Neuropsicología y Neurolingüística antes de su aplicación (Anexo 2). Todos los sujetos incluidos reportaron una dominancia lateral diestra superior al 65%.

4.2.1.3 Prueba de agudeza visual.

Para el rastreo del movimiento ocular era preciso que los participantes tuvieran visión normal. Se incluyeron las personas que en el cuestionario de datos generales refirieron tener una visión normal, o visión corregida, y que al usar sus lentes aprobaran la fase de calibración en el equipo de rastreo ocular. Para corroborar que la agudeza visual estuviera dentro de los rangos de normalidad se realizó una prueba de visión lejana. En ella se ubicaba al participante a 3 metros de una plantilla que tiene impresas letras negras sobre un fondo blanco, se cubría uno de sus ojos y se le pedía que leyera las letras empezando desde la parte superior. Se anotaba la última línea que la persona podía leer y se procedía con el otro ojo. Esta prueba era aplicada en el Instituto antes del rastreo ocular y se incluyeron los sujetos que reportaron una agudeza visual dentro del rango de normalidad (agudeza visual de 20/20).

4.2.1.4 Exploración clínica del movimiento ocular.

Se llevaron a cabo tareas que conforman una exploración rápida y básica del movimiento ocular: evaluación del movimiento ocular conjugado en objetivos visuales dinámicos y estáticos (seguir con la mirada un objeto en movimiento o dirigirla a hacia

estímulos específicos), evaluación del movimiento convergente y divergente (sostener la mirada en un objetivo visual que se ubica frente a la persona a la altura de los ojos y se aleja y acerca varias veces) y la evocación del nistagmo optoquinético. Si se detectaba alguna anomalía en el movimiento conjugado, convergente o divergente, no se incluía al participante en el estudio (Ver Anexo 3).

4.2.1.5 NEUROPSI: Una batería neuropsicológica breve.

Es una batería neuropsicológica desarrollada y estandarizada en México con población adulta (Ostrosky, Ardila & Rosselli, 1997, 1999), es de aplicación rápida (entre 25 y 30 minutos) y evalúa los dominios de orientación, atención y concentración, memoria verbal, lenguaje, funciones ejecutivas y habilidades visoespaciales. Se ha reportado que la batería NEUROPSI es sensible a alteraciones cognitivas asociadas a algunos grupos clínicos (Ostrosky et al., 1997), además, es el único instrumento disponible estandarizado en población mexicana con niveles de escolaridad semejantes a los de nuestra muestra lo que cual nos permitió evaluar el funcionamiento cognitivo sin el sesgo de la escolaridad. Esta prueba fue utilizada para controlar que las funciones cognoscitivas de los participantes no tuvieran alteraciones severas, fueron excluidos aquellos sujetos que obtuvieron calificaciones por debajo de los 85 puntos del grupo de primaria y los que puntuaron por debajo de 86 de los grupos de preparatoria y licenciatura.

4.2.2 Para el estudio:

4.2.2.1 Prueba de velocidad de reacción.

Con la finalidad de controlar si los resultados se deben a un procesamiento más lento (y no a un distinto control sacádico) se aplicó una tarea de reacción con respuesta manual motora, en la cual se le indica a la persona que presione la tecla espaciadora del teclado tan rápido como vea aparecer un círculo en el centro de la pantalla. Se presentan 60 ensayos. El tiempo de presentación inter-estímulo es variable. Esta tarea se realizó en la misma pantalla en donde se presentaron las tareas sacádicas. La medida evaluada es el tiempo de reacción promedio.

4.2.2.2 Prueba de lectura

Para evaluar el desempeño lector, los participantes leyeron en voz alta el cuento "Sucedidos" de Eduardo Galeano (1994). La lectura fue grabada para su posterior análisis.

De esta tarea se desprendieron distintas medidas de velocidad, de precisión y de comprensión lectora.

-*Velocidad de lectura*: se determinó el número de palabras leídas en un minuto.

-*Comprensión del texto*: al finalizar la lectura, se aplicaba un cuestionario de 8 preguntas que se califica en una escala del 0 a 10.

-*Medidas de precisión*: se determinó la cantidad de omisiones, sustituciones y adiciones cometidas en el texto, fueron sumadas y se agruparon en la medida nombrada como modificaciones al texto, que fue convertida en porcentaje de acuerdo al total de palabras.

Esta tarea fue piloteada en el segundo semestre de la maestría con estudiantes de preparatoria para determinar su utilidad en población mexicana (Ver Anexo 4).

4.2.2.3 Tareas sacádicas

Se utilizó el paradigma experimental propuesto por Klein et al. (2003, 2005). En este modelo se presentan tareas prosacádicas y antisacádicas en dos condiciones de fijación distintas (de intervalo y de traslape).

a) *Tarea prosacádica.*

Se presenta en la pantalla un punto de fijación (PF) ubicado en el centro de la pantalla (un triángulo de 0.2° por lado). Posteriormente aparece el estímulo periférico (EP), un cuadrado de $0.2^\circ \times 0.2^\circ$, que se ubica a una distancia de 4° del punto de fijación y aparece aleatoriamente a la izquierda o derecha de PF en el mismo eje horizontal de éste. Al participante se le da la instrucción de fijar la mirada en el punto central de fijación y en cuanto aparezca el estímulo objetivo dirigir su mirada a él.

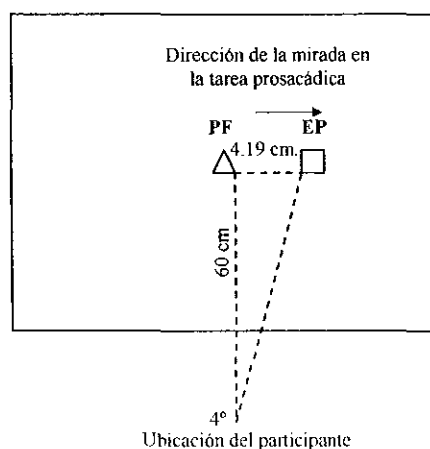


Figura 5. Esquematización de las características y ubicación de los estímulos: PF: punto de fijación, EP: Estímulo periférico.

Un ensayo comienza cuando aparece el punto de fijación, que permanece durante 1000 ms como único estímulo en la pantalla, después de este tiempo pueden suceder dos eventos: 1) En la condición de traslape el punto de fijación permanece presente durante la aparición del estímulo periférico. 2) En la condición de intervalo, el punto de fijación desaparece y después de un intervalo de 200 ms aparece el estímulo periférico y permanece en la pantalla por 1000 ms, al terminar este lapso desaparecen todos los estímulos de la pantalla y queda totalmente en negro por 1000 ms, indicando que el ensayo terminó. Un nuevo ensayo inicia cuando vuelve a aparecer el punto de fijación, el (triángulo central). La ubicación del estímulo periférico (4° a la izquierda o derecha) es aleatoria.

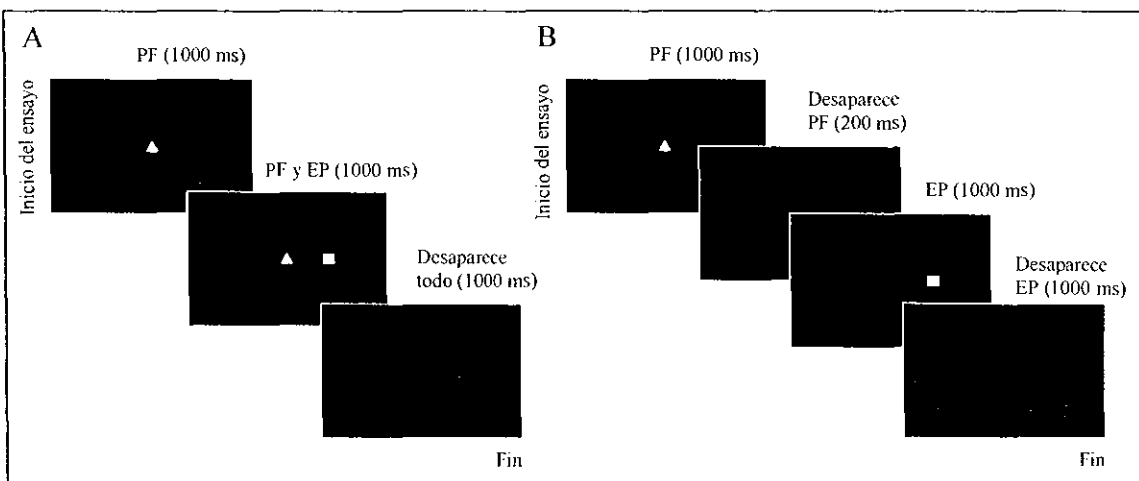


Figura 6. Representación de la secuencia de eventos en cada ensayo en cada una de las condiciones de evaluación. **A.** Condición de traslape, **B.** Condición de intervalo.

Los lineamientos para la presentación de los estímulos son los mismos que se utilizan en la tarea prosacádica, la diferencia en la tarea antisacádica radica en la instrucción. Se pide a los sujetos que después de observar el punto de fijación, no vean directamente el estímulo que va a aparecer en la pantalla, sino que dirijan la mirada al lado opuesto en el eje horizontal. Nuevamente, se intercala aleatoriamente la ubicación del estímulo periférico.

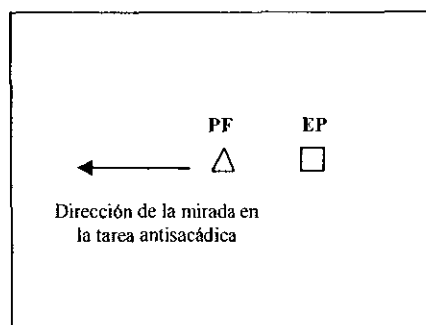


Figura 7. Esquematización de la ejecución antisacádica. PF: punto de fijación, EP: Estímulo periférico.

Ciento veinte ensayos conforman un bloque, 60 ensayos por cada ubicación del estímulo periférico (derecha o izquierda), distribuidos aleatoriamente dentro del bloque. Cada bloque es completamente de ensayos prosacádicos o antisacádicos. En total son 4 bloques, 2 prosacádicos (uno con la condición de traslape y uno con la de intervalo) y 2 antisacádicos (de traslape e intervalo). Las instrucciones eran asignadas antes de comenzar cada uno de los bloques (Ver Anexo 5). Posteriormente, se aplicaban cinco ensayos de prueba para verificar que la persona haya entendido las instrucciones, y se procedía a aplicar el bloque sin interrupciones.

Con la finalidad de controlar un posible efecto de la secuencia de presentación de los bloques se determinaron dos secuencias para contrabalancear la muestra de tal manera que la mitad de los participantes comiencen con un bloque prosacádico, y la otra mitad con un bloque antisacádico. Dentro de estas dos secuencias, se realizó una segunda distribución para contrabalancear las condiciones de intervalo y traslape. Esto da como resultado 4 secuencias diferentes que nos permitirán contrabalancear el orden de presentación de los bloques sacádicos en los grupos de estudio (Ver Tabla 5).

Tabla 5.
Secuencias de presentación de los bloques.

Orden de presentación	Tipo de secuencia			
	Sec1	Sec2	Sec3	Sec4
1er bloque	Pro-tras	Pro-int	Anti-int	Anti-tras
2do bloque	Anti-tras	Anti-int	Pro-int	Pro-tras
3er bloque	Pro-int	Pro-tras	Anti-tras	Anti-int
4to bloque	Anti-int	Anti-tras	Pro-tras	Pro-int

* Pro: Tarea Prosacádica, Anti: Tarea Antisacádica, tras: Condición de traslape, int: condición de intervalo

Cada bloque sacádico tenía una duración entre 5 y 6 minutos. Entre bloque y bloque se daba un receso de 5 minutos, durante este tiempo podía tomar agua, salir un momento del cuarto de evaluación, todo con la finalidad de mantener el nivel de alerta del participante. La evaluación sacádica completa aplicada sin interrupciones, tendría una duración de 50 minutos aproximadamente. Pero la aplicación se dividió en dos partes. En la primera parte se aplicaron los dos primeros bloques con su correspondiente receso. Al finalizar el segundo bloque se aplicaron las otras tareas que forman parte de la evaluación, con la finalidad de dar un receso más largo y descansar al participante de su ubicación

frente a la computadora. Posteriormente se continuaba con los dos últimos bloques, así como el bloque adicional.

Medidas sacádicas:

Las tareas sacádicas arrojan diversas medidas. En la literatura generalmente se han reportado los hallazgos en las medidas relativas al tiempo de reacción sacádico y el error de dirección, sin embargo también se han analizado aspectos como la proporción de sácadas express. Las medidas que se desprenden de las tareas antisacádicas son las más vinculadas con el control ejecutivo por lo tanto el tiempo de reacción y los errores de dirección de las tareas antisacádicas son las medidas en las cuales esperamos observar diferencias; sin embargo consideraremos algunas medidas adicionales que podrían aportar información útil.

Para definir las variables a estudiar, es conveniente retomar las definiciones de sácada y fijación descritas en los antecedentes vinculándolas con el registro que lleva a cabo el equipo de rastreo ocular. Las fijaciones son los puntos del campo visual en el cual la mirada permanece relativamente fija. El desplazamiento que se da entre dos fijaciones consecutivas (que indican que el ojo se movió de un punto a otro), es lo que se considera como sácada o movimiento sacádico. Aun cuando en el presente estudio nos centraremos en las características de las sácadas, es importante determinar algunos aspectos de las fijaciones dado que constituyen el punto de partida y de finalización del movimiento. Las fijaciones analizadas tienen una duración entre 150 y 600 ms (Irwin, 1992) y deben ubicarse dentro un ángulo visual de 3° en el eje horizontal con respecto a la ubicación del punto de fijación y del estímulo objetivo. El margen de tolerancia de 3° representa los 2° del campo visual que alcanza a abarcar la fovea mas 1° del margen de error del rastreador ocular. El desplazamiento de las sácadas deberá realizarse dentro del mismo margen de 3°, si se realiza fuera de éste margen, se considerará como un error de dirección. Las sácadas se pueden clasificar de acuerdo al tiempo de reacción en normales o anticipatorias. El tiempo de reacción para el presente estudio, fue definido como el tiempo comprendido entre la aparición del estímulo periférico y la realización del primer movimiento sacádico. Las ejecuciones sacádicas fueron clasificadas como normales cuando tenían un tiempo de reacción entre los 80 y 700 ms, si el tiempo de reacción era menor a los 80 ms, la respuesta era considerada como anticipatoria, ya que el tiempo mínimo de procesamiento del sistema visual (lo que se conoce como retraso en el procesamiento del sistema visual) es de aproximadamente 100 ms (Leigh et al., 2006) por lo tanto, se infiere que las

respuestas realizadas con tiempos de reacción menores no se deben a la percepción visual del estímulo, sino a procesos distintos como la deducción o predicción de la ubicación del próximo estímulo. En general se manejan rangos de 80 a 100 ms de tolerancia (Klein et al., 2003, Munoz et al., 2003, Wegner & Fahle, 1999).

Medidas de la tarea prosacádica

En la tarea prosacádica, se consideró como una ejecución correcta, cuando la primer sácada realizada al aparecer el estímulo periférico, tuvo la misma dirección que la ubicación de éste, y un tiempo mayor a los 80 ms. Si la sácada fue realizada en una dirección opuesta o distinta (fuera del margen de tolerancia) a la ubicación del estímulo periférico, fue considerada como un error de dirección, siempre y cuando su latencia fuera mayor a los 80 ms (si era menor se consideraba como anticipatoria). Las medidas que se desprendían de la tarea prosacádica son:

1. *Tiempo de Reacción Sacádico (Pro-TRS) de los ensayos correctos.* O latencia sacádica, es el tiempo comprendido entre la aparición del estímulo periférico y el inicio del primer movimiento sacádico cuando éste tiene la misma dirección que la ubicación del estímulo.
2. *Porcentaje de errores de dirección: proporción de respuestas en las cuales el primer movimiento se realizó en una dirección opuesta (ejecuciones antisacádicas) al lugar de ubicación del estímulo, o en una dirección distinta.*
3. *Porcentaje de sácaras anticipatorias:* Porcentaje de sácaras realizadas con latencias menores a los 80 ms.

*Medidas de la tarea antisacádica:

Se consideró que una ejecución antisacádica era correcta, cuando la primer sácada realizada al aparecer el estímulo periférico, tenía la dirección contraria a la ubicación del estímulo periférico dentro de un rango de 3° con un tiempo de reacción mayor a los 80 ms. Las medidas que se analizaron en esta tarea fueron:

1. *Tiempo de Reacción Sacádico (Anti-TRS) de los ensayos correctos.*
2. *Porcentaje de errores de dirección (movimientos prosacádicos).*
3. *Porcentaje de sácaras anticipatorias.*

4.3 EQUIPO

El movimiento ocular fue rastreado con la técnica no intrusiva de detección del reflejo corneal, a través de un equipo de la Tecnología *Tobii AB*, modelo *Tobii ET-1750*. Los estímulos se presentaron en un monitor de pantalla plana de 17 pulgadas, con una resolución de 1024 x 768 píxeles. La pantalla tiene integrada un dispositivo de emisión de luz infrarroja (*LED; Light Emitting Diodes*) y una cámara de video que constituyen el mecanismo de detección del movimiento ocular y las fijaciones, este dispositivo opera binocularmente a 50 Hz con una precisión de aproximadamente 0.5° (margen de error del ángulo visual). El equipo también cuenta con teclado y ratón, conectados a un ordenador, para detectar las respuestas manuales del participante. Esta unidad se encuentra conectada a un segundo ordenador en el cual el evaluador controla la presentación de las tareas y monitorea la ejecución del participante así como que la señal del rastreado ocular permaneciera estable.

Durante las sesiones de rastreo, las personas se sentaban en una silla ubicada frente a la pantalla en donde se presentan los estímulos, de tal modo que la persona queda a una distancia de 60 cm. de dicha pantalla. Los experimentos se llevan a cabo en silencio en condiciones normales de iluminación.

El equipo cuenta con su propio software especializado (*Clear View 2.7.0* y *Tobii Studio*) para la calibración del equipo, la presentación de los estímulos, así como para el análisis de las distintas características de la mirada (secuencia de los puntos de fijación, tiempo de cada fijación, entre otros). No obstante, fue necesario desarrollar dos programas complementarios para generar los estímulos y analizar los datos relacionados al movimiento sacádico. El diseño y construcción del programa estuvo a cargo del Mtro. Valentín Osuna.

4.4 PROCEDIMIENTO

Las evaluaciones se llevaron a cabo en dos etapas: 1. Ubicación y selección de participantes y 2. Evaluaciones en el Instituto de Neurociencias. Los participantes fueron ubicados en distintos puntos de la ciudad, en donde se aplicó la primera parte del cuestionario socioeconómico con la finalidad de determinar si la persona cumplía con los criterios de inclusión. Aquellos seleccionados eran citados en el Instituto de Neurociencias para una evaluación posterior. En este segundo momento, se aplicaba la prueba de

agudeza visual lejana, la exploración visomotora, y la calibración con el equipo de rastreo ocular, si se detectaban deficiencias en cualquiera de estas pruebas, se suspendía la evaluación. Si cumplía con los criterios de validez, se continuaba con el resto de la aplicación, las tareas sacádicas, la tarea de velocidad de respuesta, la tarea de lectura, el Neuropsi, todo en un tiempo aproximado dos horas y media (Ver figura 8).

Los participantes recibieron una retribución económica por su participación, con la finalidad de cubrir los gastos de traslado al Instituto.

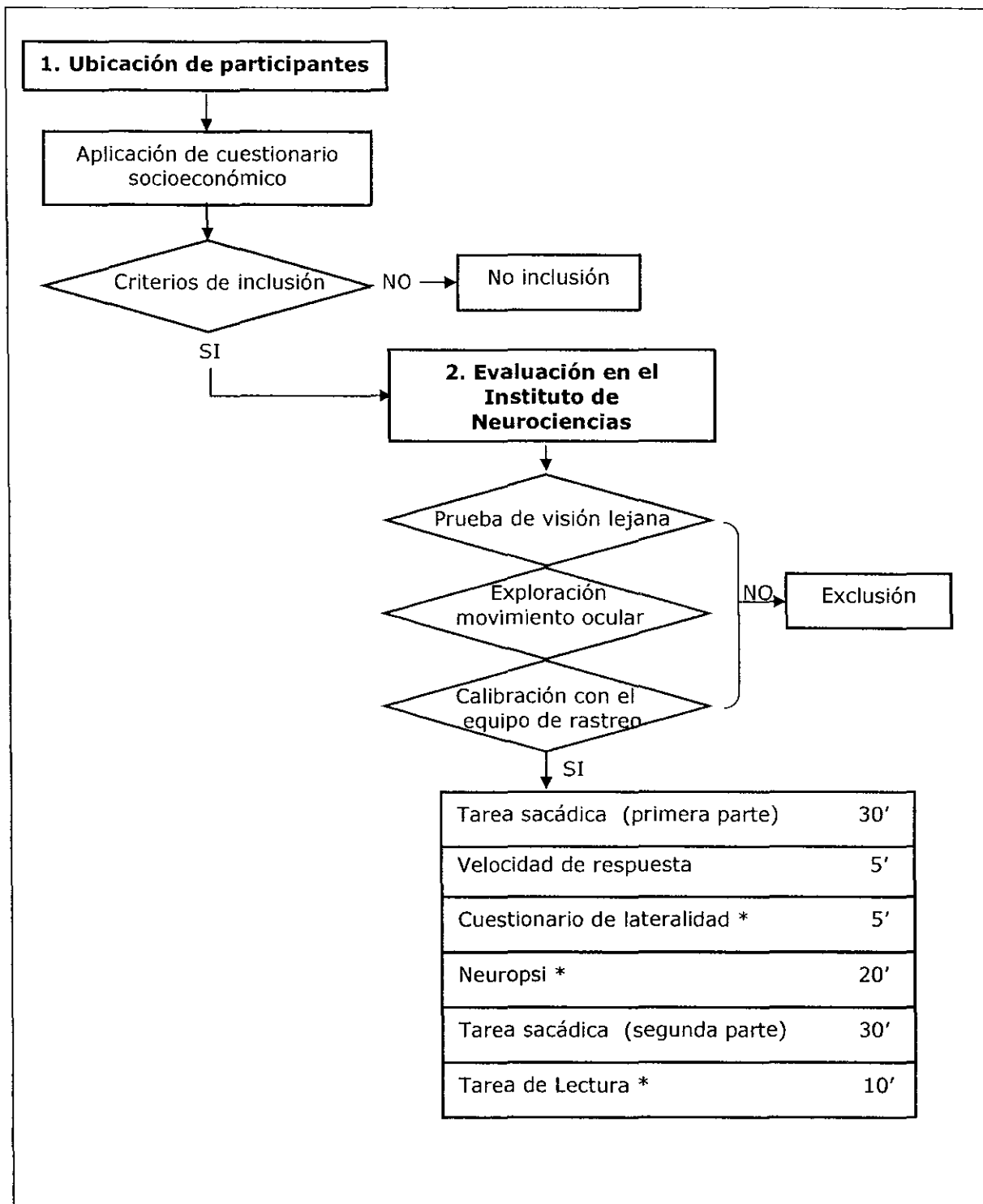


Figura 8.

Procedimiento

* el orden de presentación de estas tareas fue contrabalanceado.

4.5 VARIABLES

Dependientes:

Tarea Antisacádica en condición de intervalo	Tarea Antisacádica En condición de traslape
1. Porcentaje de sácdas anticipatorias	4. Porcentaje de sácdas anticipatorias
2. Porcentaje de errores de dirección	5. Porcentaje de errores de dirección
3. Tiempo de reacción de ensayos correctos	6. Tiempo de reacción de ensayos correctos

Tarea Prosacádica en condición de intervalo	Tarea Prosacádica En condición de traslape
7. Porcentaje de sácdas anticipatorias	10. Porcentaje de sácdas anticipatorias
8. Porcentaje de errores de dirección	11. Porcentaje de errores de dirección
9. Tiempo de reacción de ensayos correctos	12. Tiempo de reacción de ensayos correctos

Independientes:

1. Nivel educativo determinado por los años escolares cursados. Esta medida tiene tres niveles: Primaria, Preparatoria y Licenciatura terminada o posgrado.
2. Medidas de desempeño lector: velocidad, comprensión y precisión lectora.

4.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Para el análisis entre los grupos de escolaridad, se utilizaron pruebas para un diseño de grupos independientes de corte transversal. Se llevaron a cabo análisis con la prueba de Levene para evaluar la homogeneidad de varianzas. Debido a que los datos no cumplían con el criterio de homogeneidad de varianzas en todas las medidas, a que había un número desigual de participantes en los grupos y que dicho número no era muy grande, se decidió utilizar la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para comparar las variables dependientes entre los tres grupos de estudio. Para establecer entre qué grupos se ubicaban las diferencias se realizaron comparaciones a posteriori por pares, a través de la prueba U de MannWhitney.

Para analizar el efecto de las medidas de lectura, se realizó un análisis de correlación con la muestra completa (sin ser dividida por los grupos de escolaridad) a través del coeficiente de Spearman. Con la finalidad de medir la asociación entre las

medidas sacádicas y las medidas de desempeño de lector. En aquellas medidas en donde se observaron correlaciones significativas, se corrieron análisis de regresión lineal. Finalmente se formaron dos grupos de acuerdo a la velocidad lectora, la comparación entre los grupos se hizo con la prueba U de MannWhitney.

TESISUCUBA

CAPÍTULO 3

RESULTADOS

RESULTADOS

1. Tareas sacádicas y nivel de escolaridad

La ejecución de los participantes en las tareas sacádicas fue evaluada a través de los errores cometidos y el tiempo de ejecución sacádico. Los errores sacádicos fueron clasificados en dos tipos: errores de dirección y errores de anticipación, y fueron convertidos a porcentajes después de eliminar los ensayos inválidos (aquellos en los que se perdía la señal del rastreador o en los que el participante no ubicaba su mirada en el punto de fijación antes de iniciar el movimiento sacádico). El tiempo de ejecución, expresado en milisegundos (ms) sólo fue considerado cuando correspondía a una respuesta correcta. Cabe mencionar que el número de sujetos de los grupos varió de comparación a comparación, ya que para algunos participantes se tuvo que eliminar uno o dos bloques cuyos datos tenían menos del 70% de validez, aquéllos sujetos que perdían más de dos bloques sacádicos fueron excluidos del estudio, tal como se mencionó anteriormente.

Errores de dirección y errores anticipatorios.

Con respecto al porcentaje de errores anticipatorios y los errores de dirección, los datos muestran las tendencias típicamente reportadas en la literatura: los sujetos cometen más errores de dirección en las tareas antisacádicas que en las prosacádicas y en la condición de intervalo se reportan más errores que en la condición de traslape.

En la Tabla 6 se presentan las medianas y rangos de los errores anticipatorios realizados en los bloques sacádicos, por cada uno de los grupos de escolaridad. Los resultados de los tres grupos mostraron una amplia dispersión, asimismo, la mediana del grupo con menor escolaridad tendió a ser mayor, y se reportaron diferencias significativas en los errores del bloque prosacádico en la condición de traslape. Al realizar las comparaciones por pares, se precisó que estas diferencias correspondían a la comparación entre el grupo de primaria y el de licenciatura ($U=56, p=.043$).

Tabla 6.

Medianas y (rangos) del porcentaje de errores anticipatorios en las tareas sacádicas, por grupo de escolaridad.

		Grupo por nivel de escolaridad				χ^2	<i>p</i>
		Primaria	Preparatoria	Licenciatura o Posgrado	Total		
Antisacádica/ Intervalo	n	12	15	15	42	.549	.760
	Mdn	17.94	12.19	11.20	12.11		
	rango	(2.83- 88.98)	(0.90- 80.90)	(0-89.56)	(0-89.56)		
Antisacádica/ Traslape	n	13	13	17	43	2.047	.359
	Mdn	19.13	7.96	3.40	7.5		
	rango	(0.90 - 53.84)	(0.83-80.18)	(0-98.33)	(0-98.33)		
Prosacádica/ Intervalo	n	12	15	17	44	5.040	.080
	Mdn	29.41	7.07	5.60	11.14		
	rango	(3.50-85.84)	(0-58.71)	(0-75)	(0-85.84)		
Prosacádica/ Traslape	n	13	15	16	44	6.16	.046
	Mdn	12.60	6.25	3.79	7.5		
	rango	(0-76.52)	(0-41.57)	(0-24.78)	(0-76.52)		

Al analizar los errores de dirección, también se observó una dispersión dentro de los grupos (más moderada que la dispersión observada en los errores anticipatorios). Se reportaron diferencias significativas entre los grupos de escolaridad en los bloques antisacádicos en sus dos condiciones (Ver tabla 7). Estas diferencias provenían de la comparación entre el grupo de preparatoria y el de licenciatura tanto en la condición de intervalo ($U= 45, p=.004$), como en la condición de traslape ($U= 46.50, p=.006$).

Tabla 7.

Medianas y (rangos) del porcentaje de errores de dirección en las tareas sacádicas por grupo de escolaridad.

		Grupo por nivel de escolaridad				χ^2	<i>p</i>
		Primaria	Preparatoria	Licenciatura o Posgrado	Total		
Antisacádica/ Intervalo	n	12	15	15	42	7.72	.021
	Mdn	11.85	20.83	9.82	12.60		
	Rango	(1.83-37.03)	(4.44-44.68)	(0-34.54)	(0-44.68)		
Antisacádica/ Traslape	n	13	13	17	43	6.17	.046
	Mdn	7.56	10	3.73	6.19		
	Rango	(0-92.52)	(2.02-32.98)	(0-17.11)	(0-92.52)		
Prosacádica/ Intervalo	n	12	15	17	44	2.64	.266
	Mdn	0	0	0	0		
	Rango	(0-1.17)	(0-3.53)	(0-5.12)	(0-5.12)		
Prosacádica/ Traslape	n	13	15	16	44	4.04	.132
	Mdn	0	0	0	0		
	Rango	(0-2.22)	(0-4.46)	(0-5.04)	(0-5.04)		

Tiempo de reacción sacádico.

El tiempo comprendido entre la aparición del estímulo periférico y la ejecución del primer movimiento sacádico constituyó nuestra medida de velocidad sacádica. Sólo se consideró el tiempo de los ensayos ejecutados correctamente.

Al igual que las tendencias observadas en los errores de dirección, los tiempos de reacción coinciden con lo que se ha descrito en la literatura: las ejecuciones antisacádicas tienden a reportar mayores tiempos de reacción en comparación con las prosacádicas.

No se reportaron diferencias significativas entre los grupos de escolaridad en el esta medida (ver Tabla 8).

Tabla 8.

Medianas y (rangos) del tiempo de reacción (ms) de los ensayos correctos en las tareas sacádicas por grupo de escolaridad.

		Grupo por nivel de escolaridad				χ^2	p
		Primaria	Preparatoria	Licenciatura o Posgrado	Total		
Antisacádica/ Intervalo	n	10	9	10	29	2.569	.277
	Mdn rango	307.32 (234.42 - 537.45)	337.21 (234.405 - 431.35)	281.41 (232.14 - 427.50)	301.70 (232.14 - 537.45)		
Antisacádica/ Traslape	n	12	9	11	32	.535	.765
	Mdn rango	306.09 (249.88 - 445.22)	321.53 (273.65 - 497.62)	319.14 (248.31 - 543.31)	317.60 (248.31 - 543.31)		
Prosacádica/ Intervalo	n	11	10	11	32	3.96	.138
	Mdn rango	201.68 (159.23 - 267.40)	237.63 (148.29 - 364.95)	185.09 (155.96 - 232.14)	201.44 (148.29 - 364.95)		
Prosacádica/ Traslape	n	12	9	10	31	.479	.787
	Mdn Rango	231.13 (148.10 - 283.50)	236.80 (181.15 - 350.80)	217.91 (187.59 - 250.47)	227.99 (148.10-350.80)		

Segmentación de los bloques sacádicos. Análisis intragrupal.

Con la finalidad de valorar si la ejecución de los participantes fue constante a lo largo de un bloque, se realizaron análisis dentro de cada uno de los cuatro bloques sacádico. Estas comparaciones nos permitirían determinar un posible efecto de práctica que resultara en ejecuciones más precisas conforme los participantes avanzaran en los ensayos, o por el contrario, un efecto del cansancio que afectara la ejecución sacádica en los últimos ensayos. En cada grupo de estudio, se analizaron los resultados obtenidos cada 30 ensayos. Considerando que los bloques estaban formados por 120 ensayos, se

formaron cuatro puntos de corte, así se analizar los resultados obtenidos a los 30, 60, 90 y 120 ensayos.

En las Figuras 9 y 10, se representa mediante las cajas de Tukey, la ejecución de cada grupo de escolaridad a lo largo de los bloques sacádicos. No se reportaron diferencias significativas intragrupalas en ninguna de las medidas, de acuerdo a la prueba no paramétrica para grupos relacionados de Friedman.

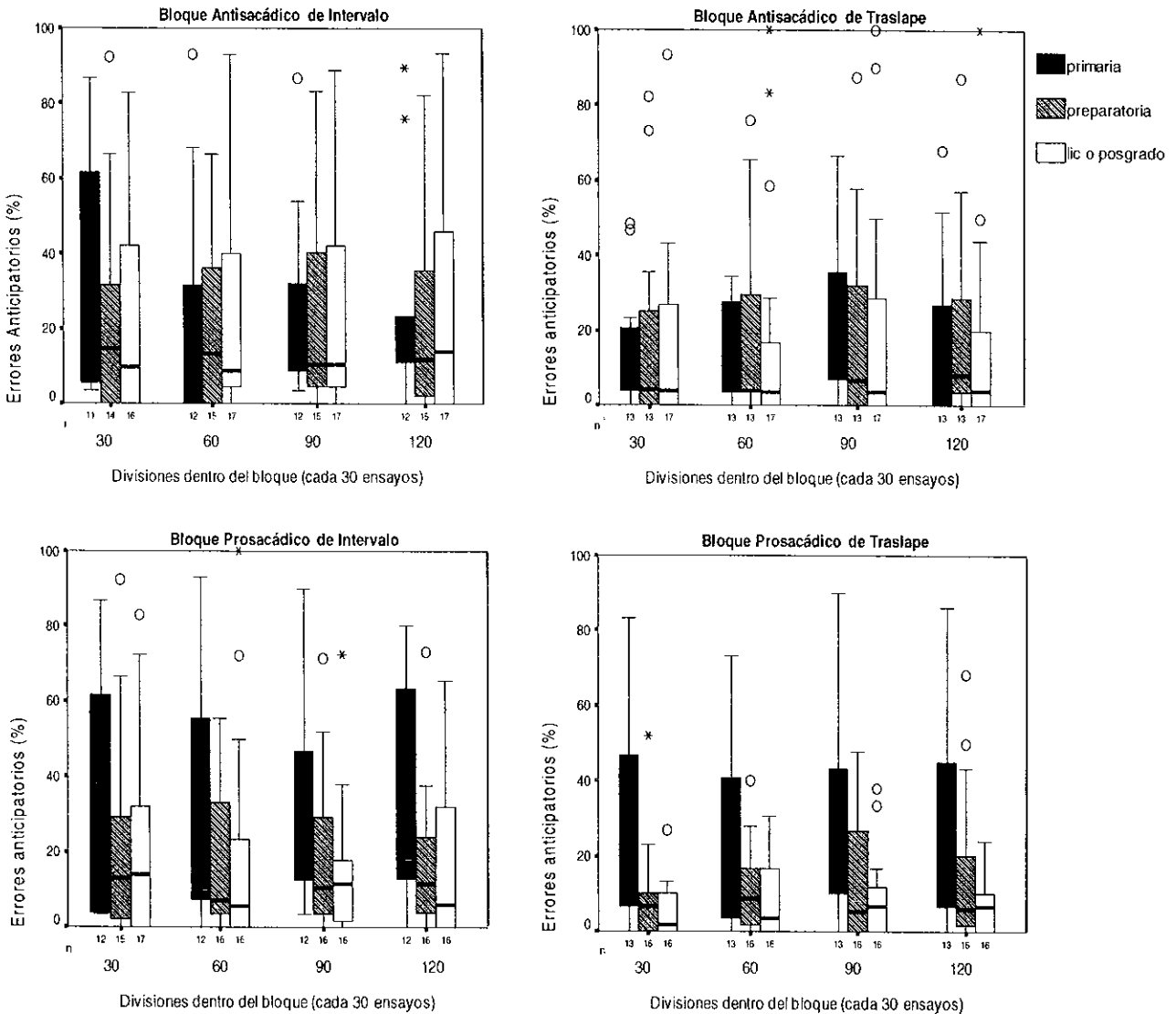


Figura 9. Comparación intrabloque del porcentaje de errores de anticipatorios en los bloques sacádicos por grupos de escolaridad.

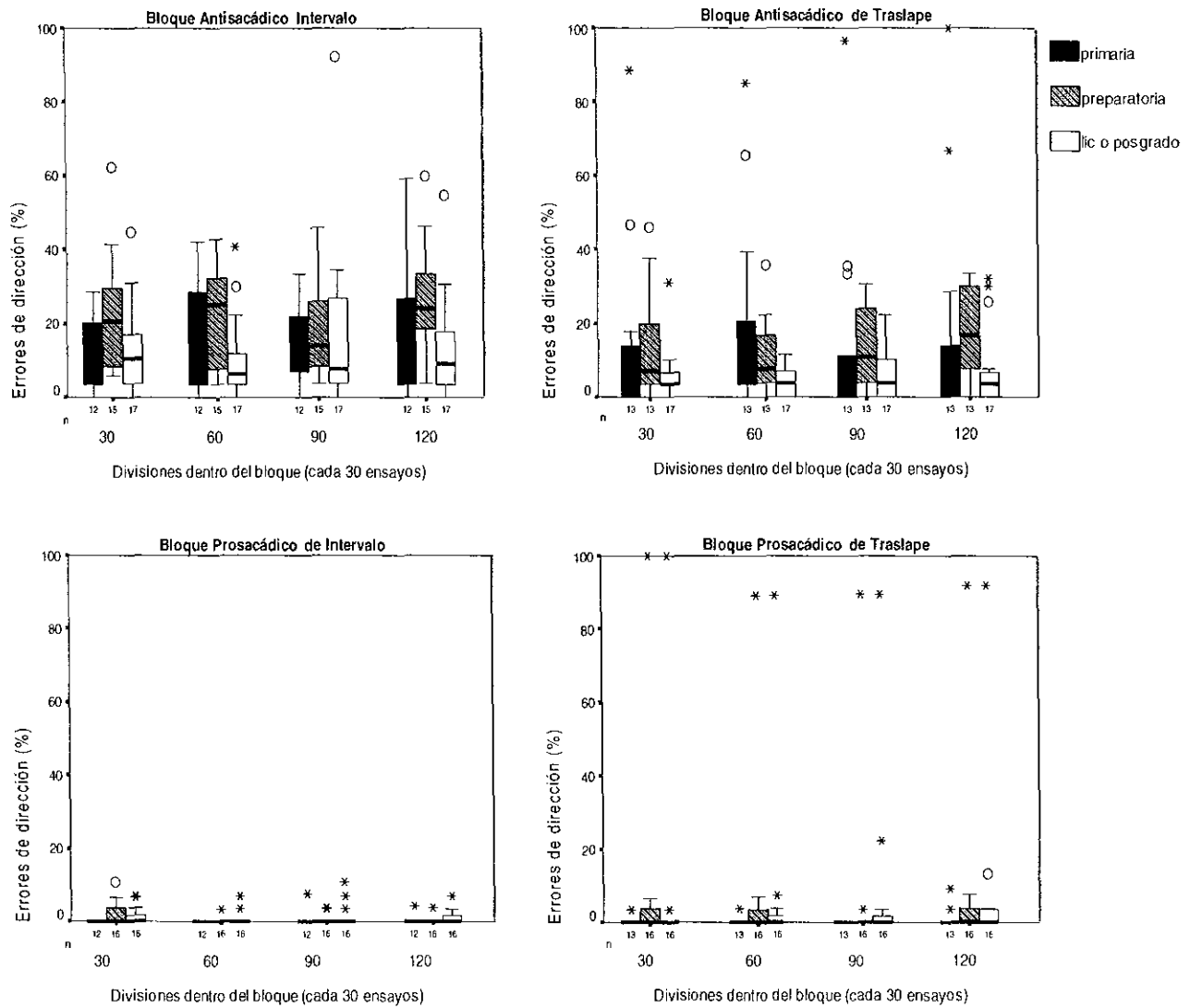


Figura 10.
 Comparación intrabloque del porcentaje de errores de dirección en los bloques sacádicos por grupos de escolaridad.

3. Tareas sacádicas y desempeño lector

Para el analizar el efecto del desempeño lector en las ejecuciones sacádicas se llevaron a cabo análisis de correlación con el coeficiente de Spearman entre las medidas de lectura (velocidad, comprensión y modificaciones al texto) y las medidas sacádicas (errores anticipatorios, de dirección y tiempo de ejecución). Estas correlaciones se realizaron con la muestra completa, sin dividirla por grupos de escolaridad.

Las asociaciones establecidas entre las medidas de lectura y los errores sacádicos anticipatorios se presentan en la Tabla 12. Se reportaron asociaciones significativas entre las tres medidas de lectura y los errores anticipatorios en casi todos los bloques. Las asociaciones más fuertes se establecieron con la velocidad de lectura, la cual se correlacionó negativamente con los errores anticipatorios tanto en bloques antisacádicos como en los prosacádicos. Asimismo, se observaron asociaciones moderadas entre la comprensión lectora y los errores anticipatorios prosacádicos. Finalmente, los errores o modificaciones realizados al texto se correlacionaron de manera moderada con los errores en todos los bloques.

Tabla 9.
Correlaciones entre los errores de anticipatorios (%)
en las tareas sacádicas y las medidas de lectura.

	Anti Int	Anti Tras	Pro Int	Pro Tras
Velocidad lectora	-0.339*	-0.419**	-0.490**	-0.536**
Comprensión lectora	-0.104	-0.191	-0.331*	-0.336*
Modificaciones al texto	0.311*	0.434**	0.360*	0.348*

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

Al realizar las correlaciones con los errores de dirección, sólo se observó una asociación moderada entre la velocidad lectora y el bloque antisacádico en la condición de traslape (Ver Tabla 10).

Tabla 10.

Correlaciones entre los errores de dirección (%)
en las tareas sacádicas y las medidas de lectura.

	Anti Int	Anti Tras	Pro Int	Pro Tras
Velocidad lectora	-0.241	-0.308*	-0.003	-0.025
Comprensión lectora	-0.088	-0.125	0.208	0.186
Modificaciones al texto	0.038	0.182	-0.218	-0.140

* $p < 0.05$

El tiempo de reacción sacádico no mostró ninguna asociación significativa con las medidas de lectura (Ver Tabla 11).

Tabla 11.

Correlaciones entre el tiempo de reacción de los ensayos correctos
en las tareas sacádicas y las medidas de lectura.

	Anti Int	Anti Tras	Pro Int	Pro Tras
Velocidad lectora	.058	-.145	-.112	-.208
Comprensión lectora	.192	.060	.001	-.03
Modificaciones al texto	-.083	.114	-.014	.03

Debido a que las asociaciones más altas se obtuvieron entre la medida de velocidad de lectura y los errores anticipatorios, se realizaron análisis de regresión lineal, con la finalidad de conocer la proporción de la varianza en los errores anticipatorios que es explicada por la velocidad de lectura. El modelo de predicción resultó significativo en los cuatro bloques; se observó que la proporción de varianza explicada por la velocidad lectora fue mayor en los bloques prosacádicos que en los antisacádicos (ver Fig. 11).

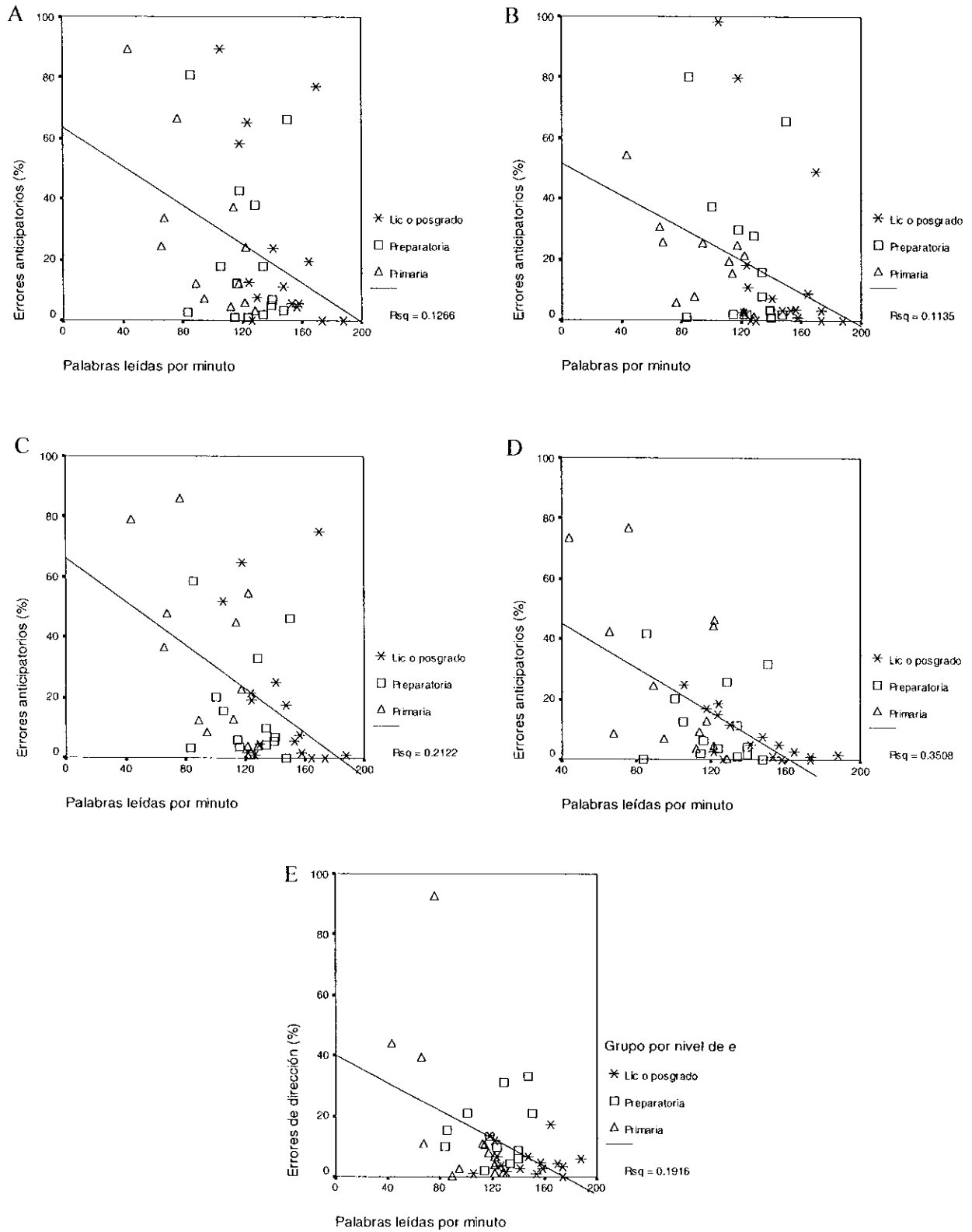


Figura 11.

Gráficas de dispersión. Eje X: Velocidad lectora determinada por el número de palabras leídas por minuto, Eje Y: Errores anticipatorios realizados en: A) bloque antisacádico en condición de intervalo y B) bloque antisacádico en condición de traslape, C) bloque prosacádico en condición de intervalo D) bloque prosacádico en

Posteriormente, se hizo una división de la muestra de acuerdo a la velocidad lectora que por una parte, estableció las correlaciones más altas con las medidas sacádicas, y que por otra, ha sido considerada como la medida que marca diferencias entre buenos y malos lectores en la lengua española. Así, se hizo una división del grupo en tres niveles, lectores lentos, lectores promedio y lectores veloces, de acuerdo a su ubicación en la distribución muestral. Para realizar las comparaciones se consideraron los dos grupos que se encontraban en los extremos de dicha distribución (lectores lentos y veloces). En la tabla 12 se muestra cómo quedaron conformados los grupos.

Tabla 12.
Distribución de los participantes por sexo en los grupos de velocidad lectora.

	Velocidad lectora		Total
	Lectores Lentos	Lectores veloces	
Masculino	10	9	19
Femenino	5	5	10
Total	15	14	29

El grupo de lectores lentos reportó una edad significativamente mayor y una menor cantidad de años de escolaridad (Ver Tabla 13).

Tabla 13.
Medias y (desviación estándar) de la edad y los años de escolaridad en los grupos por velocidad lectora.

	Grupo por velocidad lectora			F	p
	Lectores lentos	Lectores veloces	Total		
Edad en años	37.13 (6.87)	31.57 (5.04)	34.45 (6.59)	6.09	.020
Años de escolaridad	8 (2.75)	15.43 (2.49)	11.59 (4.55)	59.46	.0001

Al analizar las medidas sacádicas, se reportaron diferencias significativas entre los grupos en los errores anticipatorios cometidos en el bloque antisacádico en la condición de traslape así como en los bloques prosacádicos en sus dos condiciones (Ver tabla 14).

Tabla 14.
Medianas y (rangos) del porcentaje de errores anticipatorios en las tareas sacádicas velocidad lectora

		Grupo por velocidad lectora		<i>U</i>	<i>p</i>
		Lectores Lentos	Lectores veloces		
Antisacádica/ Intervalo	N	14	13	58	.116
	Mdn	20.94	5.60		
	Rango	(1.02-89.57)	(0 - 76.99)		
Antisacádica/ Traslape	N	13	14	42	.017
	Mdn	25.27	3.33		
	rango	(0.83-98.33)	(0-65.45)		
Prosacádica/ Intervalo	N	15	14	48	.012
	Mdn	20.17	5.55		
	rango	(3.42-85.84)	(0-75)		
Prosacádica/ Traslape	N	15	13	32.50	.002
	Mdn	12.50	1.68		
	Rango	(0- 76.52)	(0-31.62)		

No se reportaron diferencias significativas entre grupos al comparar los errores de dirección, ni en el tiempo de reacción de los ensayos correctos (Ver Tablas 15 y 16).

Tabla 15.
Medianas y (rangos) del porcentaje de errores de dirección en las tareas sacádicas por velocidad lectora

		Grupo por velocidad lectora		<i>U</i>	<i>p</i>
		Lectores Lentos	Lectores veloces		
Antisacádica/ Intervalo	N	14	13	71	.350
	Mdn	11.81	10.34		
	Rango	(1.83-30.63)	(0-44.68)		
Antisacádica/ Traslape	N	13	14	66.50	.239
	Mdn	10.43	5.18		
	rango	(0-92.52)	(0-32.99)		
Prosacádica/ Intervalo	N	15	14	95	.683
	Mdn	0	0		
	rango	(0-3.54)	(0-4.20)		
Prosacádica/ Traslape	N	15	13	83	.525
	Mdn	0	0		
	Rango	(0-4.46)	(0-1.67)		

Tabla 16.

Medianas y (rangos) del tiempo de reacción en los ensayos correctos de las tareas sacádicas, por velocidad lectora.

		Grupo por velocidad lectora		<i>U</i>	<i>p</i>
		Lectores Lentos	Lectores veloces		
Antisacádica/ Intervalo	n	9	9	38	.863
	Mdn rango	312.94 (234.42-537.45)	299.27 (232.14-427.50)		
Antisacádica/ Traslape	n	11	10	43	.426
	Mdn rango	319.14 (249.92-487.18)	291.52 (248.31-454.60)		
Prosacádica/ Intervalo	n	11	10	44	.468
	Mdn rango	236.32 (155.96-267.40)	198.65 (148.30-252.17)		
Prosacádica/ Traslape	n	11	9	34	.261
	Mdn Rango	236.80 (148.11-350.81)	204.14 (181.16-250.47)		

4. Otros factores:

Con la finalidad de evaluar si en los resultados obtenidos, la variabilidad podía ser explicada por la presencia de factores extraños a los objetivos del presente estudio. Se realizaron análisis para conocer si había efecto de sexo así como por el orden de presentación de los bloques sacádicos. Los resultados de estos análisis se describen a continuación:

4.1 Sexo

Se observó una tendencia a reportar mayores porcentajes de errores entre las mujeres, en comparación con los hombres. Las comparaciones entre grupos no reportaron diferencias significativas en los errores sacádicos (Ver Tablas 17 y 18), únicamente se observó una diferencia significativa en el tiempo de reacción del bloque antisacádico en la condición de traslape, en el cual las mujeres fueron significativamente más lentas que los hombres (Ver Tabla 19).

Tabla 17.

Medianas y (rangos) de los errores anticipatorios en las tareas sacádicas por sexo.

		Sexo		U	p
		Masculino	Femenino		
Antisacádica/ Intervalo	n	25	17	137.50	.055
	Mdn	7.07	23.86		
	rango	(0 - 88.98)	(0-89.57)		
Antisacádica/ Traslape	n	23	20	203	.511
	Med	7.05	11.19		
	rango	(0 - 65.45)	(0-98.33)		
Prosacádica/ Intervalo	n	23	20	186	.203
	Mdn	6.60	20.80		
	rango	(0 - 78.95)	(0-85.84)		
Prosacádica/ Traslape	n	23	21	174.50	.078
	Mdn	4.16	12.60		
	rango	(0-73.33)	(0-76.52)		

Tabla 18.

Medianas y (rangos) de los errores de dirección en las tareas sacádicas por sexo.

		Sexo		U	p
		Masculino	Femenino		
Antisacádica/ Intervalo	n	25	17	141	.067
	Mdn	10.67	16.36		
	rango	(0 - 30.63)	(3.41 - 44.68)		
Antisacádica/ Traslape	n	23	20	210.50	.635
	Mdn	5.83	6.43		
	rango	(0-43.59)	(0.83-92.52)		
Prosacádica/ Intervalo	n	24	20	218	.539
	Mdn	0	0		
	rango	(0-4.20)	(0-5.13)		
Prosacádica/ Traslape	n	24	21	222.50	.616
	Mdn	0	0		
	rango	(0-5.04)	(0.4.21)		

Tabla 19.

Medianas y (rangos) del tiempo de reacción de los ensayos correctos en las tareas sacádicas por sexo.

		Sexo		U	p
		Masculino	Femenino		
Antisacádica/ Intervalo	n	16	13	77	.236
	Mdn	299.17	316.46		
	rango	(232.14 - 375.19)	(234.42 - 537.45)		
Antisacádica/ Traslape	n	17	15	61	.012
	Mdn	295.88	338.28		
	rango	(248.31 - 454.60)	(249.92 - 543.31)		
Prosacádica/ Intervalo	n	17	15	121	.823
	Mdn	201.20	201.68		
	rango	(148.30 - 364.96)	(155.96 - 264.09)		
Prosacádica/ Traslape	n	15	16	81	.129
	Mdn	218.39	234.65		
	rango	(148.11 - 283.50)	(150.21-350.81)		

4.2 Secuencia de presentación de los bloques.

Finalmente, se analizó el efecto de la secuencia de presentación de los bloques sacádicos (Ver Tabla 1), para determinar si el hecho de haber comenzado con un bloque prosacádico o uno antisacádico influía en los resultados obtenidos. La comparación de las frecuencias de participantes en cada una de las 4 secuencias predeterminadas no resultó estadísticamente significativa ($\chi^2=1.826$, $p=.609$). No se reportaron diferencias significativas entre grupos en los errores antisacádicos ni en los errores de dirección (Ver Tablas 20 y 21).

Tabla 20.

Medianas y (rangos) de los errores anticipatorios por secuencia de presentación de los bloques sacádicos

		Grupo por tipo de secuencia				χ^2	P
		Secuencia1	Secuencia2	Secuencia3	Secuencia4		
Antisacádica/ intervalo	N	7	11	15	9	.064	.996
	Mdn	12.19	12.03	17.82	7.07		
	Rango	(1-42.71)	(0-89.57)	(0-80.91)	(2.68-88.98)		
Antisacádica/ traslape	N	8	11	15	9	.412	.938
	Mdn	3.52	10.83	7.96	9.09		
	Rango	(2.02-30.43)	(0-98.33)	(0-80.19)	(0.83-53.85)		
Prosacádica/ intervalo	N	8	12	15	9	2.50	.474
	Mdn	6.83	18.28	12.71	2.54		
	Rango	(0-36.28)	(0-64.91)	(0.84-85.84)	(0-73.33)		
Prosacádica/ traslape	N	10	12	14	9	2.52	.471
	Mdn	6.25	14.70	4.58	2.53		
	Rango	(0.85-44.17)	(0-31.62)	(0-76.52)	(0-73.33)		

Tabla 21.

Medianas y (rangos) de los errores de dirección por secuencia de presentación de los bloques sacádicos

		Grupo por tipo de secuencia				χ^2	<i>p</i>
		Secuencia1	Secuencia2	Secuencia3	Secuencia4		
Antisacádica/ Intervalo	n	7	11	15	9	2.24	.524
	Mdn	12.94	12.61	9.47	14.28		
	Rango	(1.83-29.46)	(0.83-39.81)	(0-41.67)	(2.83-44.68)		
Antisacádica/ Traslape	n	8	11	15	9	1.85	.604
	Mdn	3.97	6.66	5.83	10		
	Rango	(0-39.13)	(0-20.91)	(0.83-92.52)	(0.90-43.59)		
Prosacádica/ Intervalo	n	8	12	15	9	6.55	.087
	Mdn	0	0.88	0	0		
	Rango	(0-5.13)	(0-2.56)	(0-4.20)	(0-2.68)		
Prosacádica/ Traslape	n	9	12	14	9	2.73	.436
	Mdn	0	.84	0	0		
	Rango	(0-4.46)	(0-5.04)	(0-4.27)	(0-2.22)		

El tiempo de reacción mostró un efecto de la secuencia en el bloque prosacádico en la condición de traslape. Las comparaciones por pares precisaron diferencias entre las secuencias 1 y 3 ($U=11$, $p=.027$) (Ver Tabla 22).

Tabla 22.

Medianas y (rangos) del tiempo de reacción por secuencia de presentación de los bloques sacádicos

		Grupo por nivel de escolaridad				χ^2	<i>p</i>
		Secuencia1	Secuencia2	Secuencia3	Secuencia4		
Antisacádica/ Intervalo	n	5	7	12	5	3.10	.375
	Mdn	329.59	286.00	314.51	276.83		
	Rango	(256.24-427.50)	(239.22-375.19)	(232.14-537.45)	(234.41-352.35)		
Antisacádica/ Traslape	n	7	7	12	6	1.17	.759
	Mdn	333.27	319.14	296.11	307.64		
	Rango	(266.03-380.42)	(248.31-543.31)	(273.66-497.62)	(249.89-445.22)		
Prosacádica/ Intervalo	n	6	8	12	6	7.57	.056
	Mdn	194.64	180.61	234.23	186.45		
	Rango	(159.24-364.96)	(155.96-252.17)	(185.09-264.09)	(148.30-239.24)		
Prosacádica/ Traslape	n	6	8	11	6	8.71	.033
	Mdn	217.21	226.69	256.25	200.57		
	Rango	(148.11-250.47)	(187.60-239.01)	(197.64-350.81)	(150.21-283.50)		

CAPÍTULO 4

1. DISCUSIÓN
2. CONCLUSIONES

DISCUSIÓN

El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto que tienen factores como el nivel educativo (establecido por el número de grados cursados y nivel de lectura) sobre el control del movimiento ocular sacádico, utilizando tareas sacádicas que hacen llamado a de habilidades tales como la supresión de respuestas.

La inhibición de las respuestas automáticas a favor de la realización de una respuesta voluntaria o planeada es una habilidad necesaria para la consecución de objetivos y para la adaptación de las personas a su medio. La evaluación de la inhibición a través del movimiento ocular ha cobrado mucha fuerza en el campo de la neuropsicología. A través de las tareas antisacádicas se pone a prueba la habilidad para suprimir la respuesta automática de dirigir la mirada a estímulos visuales que aparecen repentinamente (prosácada) y generar una respuesta alternativa en la dirección opuesta a la aparición del estímulo (antisácada) (Everling, Dorri, Klein, & Munoz, 1999). Además, en las tareas antisacádicas existe una mayor demanda del control inhibitorio cuando el punto de fijación de donde inicia el movimiento desaparece (condición de intervalo) en comparación cuando este se mantiene (condición traslape) (Csibra, Tucker & Johnson, 2001; Munoz et al., 2002, Reingold et al., 2002). Entre las medidas que se desprenden de las tareas de control sacádico se encuentran: el número o porcentaje de errores de dirección (dirigir la mirada al estímulo en la tarea antisacádica o en la dirección contraria en la tarea prosacádica), de los errores anticipatorios (iniciar la respuesta antes de que aparezca el estímulo objetivo) y el tiempo de reacción (el tiempo comprendido entre la aparición del estímulo objetivo y la realización del primer movimiento sacádico). Los errores de dirección son entendidos como un fallo en la supresión de respuestas automáticas (Bialystok, Crain & Ryan, 2006), en tanto que los errores anticipatorios reflejan un fallo en el control que se tiene sobre el inicio oportuno de las respuestas, y finalmente, el tiempo de reacción se vincula con el inicio de la respuesta, y en específico en las tareas antisacádicas se vincula con la programación del movimiento alternativo. Un gran número de errores y tiempos de reacción muy largos, se consideran como el reflejo de una alteración en las bases neurales del control inhibitorio oculomotor, particularmente, corteza dorsolateral prefrontal, campos oculares frontales y suplementarios (P. Pierrot-Desilligny et al., 2003).

En el presente estudio nos preguntamos si las diferencias observadas en el control ocular sacádico pudieran ser explicadas por factores de tipo sociocultural, tales como el

nivel de escolaridad y el nivel lector. Para conocer el efecto del nivel de escolaridad, se comparó la ejecución sacádica en adultos sanos con distintos niveles de escolaridad: primaria, preparatoria y licenciatura o posgrado. En cada tarea se evaluó el porcentaje de errores anticipatorios, el porcentaje de errores de dirección y el tiempo de reacción (ms) en los ensayos correctos. Además de analizar las diferencias entre los grupos de escolaridad, se evaluó la relación entre el desempeño lector de los participantes y las ejecuciones sacádicas, esperando encontrar diferencias particularmente en las medidas que se desprendieran de los bloques antisacádicos.

Los resultados generales obtenidos muestran las tendencias típicamente reportadas en la literatura: la mayor cantidad de errores se realizan en las tareas antisacádicas y en la condición de intervalo, asimismo, los tiempos de reacción son mayores en las tareas antiacádicas, particularmente en las de intervalo (Everling et al., 1998; Crevits et al., 2005). El efecto de los factores escolaridad y lectura, se discuten a continuación.

NIVEL DE ESCOLARIDAD Y EJECUCIÓN SACÁDICA

Al comparar la ejecución en las tareas sacádicas entre los tres grupos conformados por el nivel de escolaridad, se observaron diferencias entre grupos en la medida de los errores de dirección cometidos en las tareas antisacádicas. En las dos tareas prosacádicas los errores de dirección fueron prácticamente nulos y no se observaron diferencias entre los tres grupos de escolaridad.

Los errores de dirección antisacádicos han sido reportados en diversos estudios como indicadores de un déficit en el control inhibitorio; grandes cantidades de estos errores suelen ser vinculados con alteraciones en las bases neurales que participan en el control inhibitorio de las respuestas óculomotoras, particularmente de las regiones dorsolaterales de la corteza prefrontal y los campos oculares frontales y suplementarios (Lee, Abegg & Rodríguez, 2010; Munoz et al., 2003; Levasseur et al., 2001; Chan et al., 2004). Nuestros resultados muestran un efecto de grupo en los errores de dirección antisacádico, sugiriendo que el factor escolaridad puede marcar diferencias en la supresión de respuestas automáticas. No obstante, es importante tomar con cautela estos resultados ya que, por una parte, los análisis a posteriori reportaron que en las dos condiciones (traslape e intervalo) de las tareas antisacádicas, las diferencias se establecieron sólo entre el grupo de licenciatura y el grupo de preparatoria. Es decir no se observó la tendencia esperada de que el grupo de primaria realizara más errores que el grupo de preparatoria y a su vez éste realizara más que el grupo de licenciatura, aunque el grupo de primaria mostró

la dispersión más amplia, posiblemente esto anuló que se establecieran diferencias con este grupo. Asimismo, los datos mostraron una amplia dispersión en los tres grupos. Al revisar los estudios realizados con población clínica, los resultados obtenidos en los grupos controles de sujetos adultos, muestran resultados muy variables; Klein et al. (2003) reportan un porcentaje medio de errores de dirección cercano al 10 %; por su parte, Rivaud et al. (2007) reportaron una media aproximada del 20%. En otro estudio realizado por Levasseur et al. (2001), se reportaron medias muy bajas en su grupo control, pero con desviaciones de hasta un 17%. Lo anterior indica que la variabilidad es un factor frecuente en este tipo de medidas, los sujetos controles sanos reportan cantidades distintas entre un estudio y otro; y también muestran dispersiones amplias en esta medida.

En la medida de los errores anticipatorios, las diferencias significativas se observaron en el bloque prosacádico en condición de traslape, el grupo de primaria reportó una mayor cantidad de errores de este tipo, en comparación con el grupo de licenciatura. En esta medida también se observaron dispersiones amplias. En los tres grupos hubo sujetos que anticiparon muchas de sus respuestas, aún cuando todos recibieron la instrucción de no iniciar el movimiento ocular hasta que apareciera el estímulo objetivo (dándoles a entender que la tarea no consistía en adivinar o anticipar de qué lado iba a aparecer el estímulo). En los estudios realizados con el paradigma prosacádico y antisacádico, no siempre es reportado el análisis de los errores anticipatorios, no obstante, en el presente estudio pudimos observar desde la fase de pilotaje, que este tipo de error era realizado con frecuencia, por lo que decidimos incluirlo en nuestros análisis, considerando también que pueden estar vinculados a aspectos de control inhibitorio, tanto en tareas prosacádicas como en antisacádicas. Las sácadas anticipatorias han sido más estudiadas en otras versiones de los paradigmas sacádicos, en las cuales se les pide a las personas retener el inicio de la respuesta hasta que algún cambio o clave en el contexto indique que se puede realizar la tarea, las respuestas anticipatorias se consideran como una incapacidad para retener el inicio de la respuesta hasta el momento que fue indicado en la instrucción previamente dada (Levasseur et al., 2001). Como ya se dijo, la única diferencia significativa se observó en el bloque prosacádico en condición de traslape. Esta tarea ha sido reconocida por ser la más sencilla de las cuatro comparaciones, ya que va de acuerdo a la tendencia automática de ver al estímulo, de hecho es la tarea que genera menos errores en los tres grupos asimismo, cuando la duración del punto de fijación en la pantalla traslapa con la aparición del estímulo objetivo, generalmente se reportan menos errores que la condición de intervalo. Los datos sugieren que el control inhibitorio que se

relaciona con el inicio oportuno de la respuesta, reflejado en la cantidad de anticipaciones realizadas, fue un aspecto que estuvo presente en los tres grupos, y sólo en la tarea más sencilla el grupo de licenciatura mostró una mejor ejecución en comparación al de primaria.

Los resultados muestran que las comparaciones por grupo de escolaridad generan una gran dispersión en las tareas sacádicas, particularmente en las antisacádicas que implican el control inhibitorio, por lo que se podría concluir que el efecto de la escolaridad está presente pero no es tan determinante, y que sólo una parte de la variabilidad observada en los errores antisacádicos, particularmente los de dirección, podría ser atribuida a la escolaridad.

El tiempo de reacción de los ensayos correctos, no reportó diferencias significativas por grupo de escolaridad. Una posible explicación es que, mientras que los errores de dirección en las tareas antisacádicas se vinculan con los fallos en la supresión de la respuesta automática, el tiempo de reacción podría estar más asociado a la programación y ejecución de la respuesta correcta. Con respecto a esto, Munoz et al. (2004) refiere que, en condiciones normales, las ejecuciones antisacádicas fallidas, generalmente se deben a la incapacidad para suprimir la respuesta automática y no a una incapacidad para generar voluntariamente la antisacáda. Nuestros resultados parecen indicar que el nivel de escolaridad no es un factor que afecte la rapidez con que se programan y ejecutan las respuestas alternativas. No obstante, otros factores distintos a la escolaridad denotaron un efecto sobre la velocidad sacádica; por una parte, los hombres mostraron menores tiempos de reacción en comparación con las mujeres en el bloque antisacádico en la condición de traslape; por otra parte, los participantes que ejecutaron las tareas con la secuencia tipo 1 (aquéllos que iniciaron con un bloque prosacádico en condición de traslape) fueron más rápidos en la realización del este mismo tipo de bloque, que los que realizaron una secuencia tipo 3 (inicio con un bloque antisacádico en condición de intervalo), es decir, el tiempo de reacción fue más corto cuando se inició con el bloque más sencillo, que cuando se inició con el bloque más difícil. Los resultados sugieren que el tiempo de reacción parece ser más sensible a efectos de sexo y orden de secuencia que a efectos de escolaridad. En general los estudios muestran efectos nulos del sexo (Mahlberg et al., 2001) y ha sido poco estudiado el efecto del orden de secuencia. En todo caso, los estudios que atienden a este aspecto, buscan contrabalancear el orden con la finalidad de anular efectos de secuencia.

EFFECTO DEL NIVEL DE LECTURA

Con la finalidad de determinar si el nivel educativo reflejado en el desempeño lector tiene un efecto sobre el control del movimiento ocular, se evaluaron tres aspectos de la lectura: la velocidad, la comprensión y las modificaciones hechas al texto. Con estas tres medidas se establecieron distintas asociaciones con las medidas sacádicas. En cuanto al porcentaje de errores anticipatorios; una mayor velocidad lectora se asoció con un porcentaje menor de errores anticipatorios en todos los bloques sacádicos; mayores puntuaciones en la comprensión, se relacionaron con un porcentaje menor de errores en los bloques prosacádicos; y un menor número de modificaciones al texto se asoció con una menor cantidad de errores en todos los bloques.

Con respecto a los errores de dirección, sólo se estableció una asociación significativa entre la velocidad lectora y el porcentaje de errores en el bloque antisacádico en condición de traslape. Posteriormente, al dividir la muestra en lectores lentos y veloces, se observaron diferencias entre los grupos en los errores anticipatorios de los dos bloques prosacádicos y en el antisacádico de traslape, pero no se observaron diferencias en los errores de dirección, ni en el tiempo de reacción.

Así, el desempeño lector se asoció con la presencia de errores anticipatorios prosacádicos y antisacádicos: además, las asociaciones más fuertes se ubicaron en los errores de los bloques prosacádicos. Estos resultados sugieren que el desempeño lector no se asoció con la supresión de las respuestas automáticas, sino con el control sobre el inicio oportuno de la respuesta, tanto de la respuesta automática (prosacádica) como la ejecución de la respuesta alternativa (antisacádica). Estudios realizados sobre el control óculomotor que tiene lugar durante la lectura, han hipotetizado que antes de realizar un movimiento sacádico para cambiar la ubicación foveal de una palabra a otra, hay un cambio de atención premotor; la información obtenida durante este cambio atento, permite programar la ejecución del consecuente movimiento sacádico (Rayner, Shen, Bai & Yan, 2010). Este mismo cambio pre-atentivo también ha sido identificado en las ejecuciones prosacádicas y antisacádicas en estudios en los cuales se presentaban estímulos distractores o facilitadores que compiten con la presencia del estímulo meta y que, aunque no se realizaran movimientos hacia estos estímulos, por las personas, afectaban la ejecución sacádica (Murray et al., 2006). Dado que en nuestro estudio se observó que los participantes con mayor desempeño lector, también cometían menos errores anticipatorios, se podría pensar que los lectores eficientes, se ven beneficiados por la práctica del cambio

atentivo premotor en la lectura; esta práctica facilitaría el no programar o iniciar el movimiento ocular hasta que haya aparecido un estímulo ante el cual responder. Los lectores poco eficientes por su parte, al parecer no realizan esta disociación entre el cambio atento y el inicio del movimiento ocular, sino que se pudiera pensar que realizan estos dos procesos simultáneamente, y por consecuente, tienden más a realizar anticipaciones. Este cambio atento premotor no se vincularía tanto con la precisión de la respuesta puesto que no observamos diferencias en los errores de dirección, ni con la rapidez con que el movimiento fue realizado, dado que el tiempo de reacción sacádico no mostró asociaciones significativas con ninguna medida de lectura.,

INTERACCIÓN DE LOS FACTORES ESCOLARIDAD/LECTURA

Los resultados hasta aquí reportados sugieren un efecto diferenciado de nuestros dos factores de estudio. Por un lado, el nivel de escolaridad marcó diferencias en los errores de dirección de los bloques antisacádicos, mientras que el nivel de lectura se correlacionó con los errores anticipatorios tanto prosacádicos como antisacádicos. No obstante, es importante tener en cuenta que entre grupos de escolaridad se observaron diferencias en el desempeño lector, siendo las personas con mayor escolaridad las que reportaron mejores puntuaciones en el desempeño lector; asimismo, en las gráficas de dispersión, los participantes del grupo de licenciatura tendieron a agruparse en las puntuaciones más altas de velocidad lectora y de menores errores sacádicos, finalmente, en los grupos formados por la velocidad lectora, los lectores veloces resultaron tener una escolaridad más alta que los lectores lentos. Lo anterior hace difícil separar el efecto de los dos factores sobre el control del movimiento ocular sacádico, lo cual estaría apuntando a un efecto conjunto de los dos factores y que dicho efecto beneficiaría se puede observar de manera más evidente en el grupo de licenciatura.

LIMITACIONES

Una limitación importante en el presente estudio, es el número reducido de participantes en cada grupo. La ubicación y selección de los participantes, resultó muy complicada, especialmente, para las personas con baja escolaridad que reunieran los criterios de inclusión. Otro aspecto que decrementó la muestra de estudio, fue la pérdida de datos en el equipo de rastreo ocular, ya que algunas personas no son candidatos a ser rastreados, por la forma de sus ojos o alguna característica que interfiera con la señal. Así,

aún cuando teníamos participantes que cumplían con todos los criterios, teníamos que suspender las evaluaciones porque se perdía la señal constantemente.

CONCLUSIONES

Los componentes del control inhibitorio evaluados en las tareas sacádicas, mostraron un comportamiento distinto con relación a los dos factores del nivel educativo considerados para el presente estudio.

La supresión de la respuesta automática, evaluada a través de los errores de dirección cometidos en las tareas antisacádicas, demostró ser diferente entre grupos de adultos con distinto nivel de escolaridad. No obstante, las dispersiones observadas llevan a pensar que el factor de la escolaridad explica sólo una parte de la variabilidad en estas tareas. Los resultados obtenidos no permiten asumir que la supresión de las respuestas automáticas sea afectada contundentemente por la escolaridad.

El inicio oportuno de la respuesta sacádica, reflejado en los errores anticipatorios, mostró asociaciones significativas con las tres medidas de lectura, tanto en los bloques prosacádicos como en los antisacádicos. Es el control sobre el inicio de la respuesta el aspecto que puede relacionar de manera más consistente con factores educativos, específicamente el desempeño lector, y dicho efecto se puede observar tanto en las ejecuciones prosacádicas como antisacádicas.

La medida del tiempo de reacción denotó ser una variable libre del efecto del nivel educativo ya que no se reportaron diferencias por grupo de escolaridad ni se establecieron asociaciones con el desempeño lector. Lo anterior sugiere que el nivel educativo no tiene un efecto sobre la programación de la respuesta alternativa.

En cuanto a la utilización de estas medidas como marcadores biológicos, los resultados sugieren que el tiempo de reacción es la medida cuya variabilidad no se relaciona con factores socioculturales, por lo menos con los aquí estudiados. En las medidas de los errores es difícil establecer una asociación clara debido a la variabilidad, y a que sólo una parte de dicha variabilidad es atribuible a la escolaridad o el desempeño lector, la otra proporción de podrían estar interviniendo factores biológicos, pero de modo conjunto con los factores sociales.

REFERENCIAS

- Alt64 & Asociación para la Investigación de Medios de Comunicación (2004). Análisis del comportamiento visual de los internautas y la efectividad de la publicidad online. *Estudio Eyetrack Medios España*.
- Alansari, B.M., Deregowski, J.B., McGeorge, P.(2008). Sex differences in spatial visualization of Kuwaiti school children. *Social Behavior and personality*. 36(6), 811-824.
- Aman, C.J., Roberts, R.J., Pennington, B.F. (1998) A Neuropsychological examination of the underlying deficit in attention deficit hyperactivity disorder: frontal versus right parietal lobe theories. *Developmental Psychology*, 34(5) 956-969.
- Ardila, A. (2005). Cultural values underlying psychometric cognitive testing. *Neuropsychology Review*, 15(4), 185-195.
- Ardila, A & Matute E. (2006). Valores culturales subyacentes en la evaluación psicométrica cognoscitiva. En E. Matute (coord.), *Lectura y Diversidad cultural (pp.13-45)*. México: Universidad de Guadalajara.
- Ardila, A., Rosselli, M., Matute, E., & Guajardo, S. (2005). The influence of the parents' educational level on the development of executive functions. *Developmental Neuropsychology*, 28(1), 539-560.
- Bahill, A.T., Adler, D., Stark, L.(1975). Most naturally saccades have magnitudes of 15 degrees or less. *Reports*, (14)6, 468-469.
- Bennet, E. L., Diamond, M. C., Krech, D., & Rosenzweig, M. R. (1964). Chemical and anatomical plasticity of brain. *Science*, 146(3644), 610-619.
- Bialystok, E., Craik, F., Ryan, J. (2006). Executive control in a modified antisaccade task: efectos of aging and bilingualism. *Journal of Experimental Psychology*. 32(6), 1341-1354.
- Biomarkers definition working group (2001). Biomarkers and surrogate endpoints: preferred definitions and conceptual framework. *Clinical Pharmacology & Therapeutics*. 69: 89-95.
- Blais, C., Jack, R.E., Scheepers, C., Fiset, D., & Caldara, R. (2008). Culture shapes how we look at faces. *Plos one*, 3(8), 1-8.
- Carpenter, R. H. S. (2000). The neural control of looking. *Current Biology*, 10(8), R291-R293.
- Castro-Caldas, A. (2004). Targeting regions of interest for the study of the illiterate brain. *International Journal of Psychology*, 39(1), 5-17.
- Castro-Caldas, A., Peterson, K.M., Reis, A., Stone-Elander S., & Ingvar, M. (1998). The illiterate brain. Learning to read and write during childhood influences the

- fuctional organization of the adult brain. *Brain*, 121, 1053-1063.
- Chan, F., Armstrong, I. T., Giovanna, P., Riopelle, R. J., & Munoz, D. P. (2005). Deficits in saccadic eye-movement control in parkinson's disease. *Neuropsychologia*, 43, 784-796.
- Chua, H.F., Boland, J.E., & Nisbett, R.E. (2005). Cultural variation in eye movements during scene perception. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(35), 12629-12633.
- Conant, L.L., Fastenau P.S., Giodani, B., Bovin, M.J., Chounramany, Ch., Xaisida, S., et al. (2003). Environmental influences on primary memory development: a cross-cultural study of memory span in Lao and American. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, (25)8, 1102-1116.
- Crevits, L., & Vandierendonck, A. (2005). Gap effect in reflexive and intentional prosaccades. *Neuropsychobiology*, 51, 39-44.
- Csibra, G., Tucker, L.A., Johnson, M.H. (2001). Differential Frontal Cortez activation before anticipatory and reactive saccades in infants. *Infancy*, 2(2), 159-174.
- Dafoe.J.M., Armstrong, I.T., Munoz, D.P. (2007). The influence of stimulus direction and eccentricity on pro-and anti-saccades in humans. *Experimental brain research* 179, 563-570.
- Diamond, M., Connor, J. R., Orenberg, E. K., Bissell, M., Yost, M., & Krueger, A. (1980). Environmental influences on serotonin and cyclic nucleotides in rat cerebral cortex. *Science*, 210(4470), 652-654.
- Duchowsky, A. (2007). *Eye Tracking Methodology. Theory and Practice*. Second edition. London: Springer.
- Everling, S., Dorri, M.C., Klein, R.M., Munoz, D.P. (1999). Role of primate superior colliculos in preparation and execution of anti-saccades and pro-saccades. *The Journal of Neuroscience*, 19 (7): 2740-2754.
- Everling, S., Dorris, M., & Munoz, D. P. (1998). Reflex suppression in the antisacade task is dependent on prestimulus neural processes. *Journal of Physiology*, 80, 1584-1589.
- Fastenau, P.S., Denburg, N.L., & Hufford, B.J. (1999). Adult norms for the Rey-Osterrieth Figure Test and for Supplemental Recognition and matching trials from the extended complex figure test. *The Clinical Neuropsychologist*. 13,(1), 30-47.
- Galeano, E. (1994). Sucedidos/2 (pp.54-55). *El libro de los abrazos*. México: Siglo Veintiuno Editores.
- Gaymard, B., Lynch, J., Ploner, C.J., Condy, C. & Rivaud-Péchoux. (2003). The parieto-collicular pathway: anatomical location and contribution to saccade generation. *European Journal of Neuroscience*, 17, 1518-1526.

- Gómez-Pérez, E., & Ostrosky-Solís, F. (2007). Attention and memory evaluation across the life span: Heterogeneous effects of age and education. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 28, 477-494.
- Goldberg, M.E. (2000). The control of gaze. En E.R. Kandel, J.H. Schwartz, & T.M. Jessell (Eds.). *Principles of Neural Science*. (pp. 783-800). New York: McGraw-Hill.
- Greenough, W.T., Black, J.E., Wallace, C.S. (1987) Experience and brain development. *Child Development*. 58 (3);539-559.
- Herrera-Guzmán, I., Peña-Casanova, J., Lara J.P., Gudayol-Ferré E., Böhm, P. (2004). Influence of Age, Sex, and Education on the Visual Object and Space Perception Battery (VOSP) In a Healthy Normal Elderly Population. *The Clinical Neuropsychologist*. 18: 385-394.
- Jacobs, B., Schall, M., & Scheibel, A. B. (1993). A quantitative dendritic analysis of Wernicke's area in humans. II. Gender, hemispheric, and environmental factors. *Journal Comparative Neurology*, 327, 97-111.
- Karatekin, C. (2006). Improving antisaccade performance in adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD). *Experimental Brain Research* (2006) 174: 324-341.
- Klein, C., Foerster, F., Hartnegg, K., Fischer, B. (2005). Lifespan development of pro- and antisaccades: Multiple regression models for point estimates. *Developmental Brain Research* 160, 113-123.
- Klein, C., Raschke, A., & Brandenbusch, A. (2003). Development of pro- and Antisaccades in children attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD) and healthy controls. *Psychophysiology*. 40, 17-28.
- Kolb, B., & Whishaw, I. Q. (1998). Brain plasticity and behavior. *Annual Reviews of Psychology*, 49, 43-64.
- Kristjánsson, Á. (2007). Saccade landing point selection and the competition account of pro-antisaccade generation: The involvement of visual attention - a review. *Scandinavian Journal of Psychology*, 48, 97-113.
- Kristjánsson, A., Chen, Y., & Nakayama, K. (2001). Less attention is more in the preparation of antisaccades, but not prosaccades. *Nature Neuroscience*, 4(10), 1037-1042.
- Lee, H., Abegg, M., Rodríguez, A., Koehn, J., Barton, J.J. (2010). Why do humans make antisaccade errors? *Experimental Brain Research*. 201, 65-73.
- LeVasseur, A. L., Flanagan, J. R., Riopelle, R. J., & Munoz, D. P. (2001). Control of volitional and reflexive saccades in tourette's syndrome. *Brain*, 124, 2045-2058.
- Leigh, J., & Zee, D.S. (2006). *The neurology of eye movements*. Estados Unidos: Oxford University Press.

- Lykins, A. D., Meana, M., & Kambe, G. (2006). Detection of differential viewing patterns to erotic and non-erotic stimuli using eye-tracking methodology. *Archives of Sexual Behavior*, *35*, 569-575.
- Mahlberg, R., Steinacher, B., Mackert, A., & Fletchner, K. M. (2001). Basic parameters of saccadic eye movements-differences between unmedicated schizophrenia and affective disorder patients. *European Archives of Psychiatry Clinical Neuroscience*, *251*, 205-210.
- Manly, J. J., Byrd, D., Touradji, P., Sanchez, D., & Stern, Y. (2004). Literacy and cognitive change among ethnically diverse elders. *International Journal of Psychology*, *39*(1), 47-60.
- Manly, J. J., Touradji, P., Tang, M. X., & Stern, Y. (2003). Literacy and memory decline among ethnically diverse elders. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *25*(5), 680-690.
- Milea, D., Lobel, E., Lehericy, S., Leboucher, P., Pochon, J. B., Pierrot-Deseilligny, C., & Berthoz, L. (2007). Prefrontal cortex is involved in internal decision of forthcoming saccades. *Neuroreport*, *18*(12), 1121-1124.
- Munoz, D. P. (2002). Commentary: Saccadic eye movements: Overview of neural circuitry. In J. Hyönä, Munoz, D.P., Heide, W., & Radach, R. (Ed.), *Progress in brain research* (Vol. 140, pp. 89-96): Elsevier Science.
- Munoz, D. P., Armstrong, I. T., Hampton, K. A., & Moore, K. D. (2003). Altered control of visual fixation and saccadic eye movements in attention-deficit hyperactivity disorder. *Journal of Neurophysiology*, *90*, 503-514.
- Munoz, D. P., Broughton, J. R., Goldring, J. E., & Armstrong, I. T. (1998). Age-related performance of humans subjects on saccadic eye movement tasks. *Experimental Brain Research*, *121*, 391-400.
- Munoz, D.P. & Fecteau, J.H. (2002) Vying for dominance: dynamic interactions control visual fixation and saccadic initiation in the superior colliculus. *Progress in Brain Research*, *140*, 89-96.
- Munoz, D. P., & Everling, S. (2004). Look away: The anti-saccade task and the voluntary control of eye movement. *Nature Reviews Neuroscience*, *5*, 218-226.
- Murray, N. P., & Giggey, K. (2006). Saccadic latency and attentional control: Evidence for the pre-motor theory of attention. *North American Journal of Psychology*, *8*(2), 383-396.
- Nithianantharajah, J., & Hannan, A. J. (2006). Enriched environments, experience-dependent plasticity and disorders of the nervous system. *Nature Reviews / Neuroscience*, *7*, 697-709.

- Oldfield, R.C. (1971). The assessment and analyses of handedness: The Edinburg Inventory. *Neuropsychologia*, 9, 99-113.
- Olk, B., Chang, E., Kingstone, A., & Ro, T. (2006). Modulation of antisaccades by transcranial magnetic stimulation of the human frontal eye field. *Cerebral cortex*, 16, 76-82.
- Ostrosky-Solís, F., Ardila, A., & Rosselli, M. (1997). *NEUROPSI: Una batería neuropsicológica breve* [NEUROPSI: Brief Neuropsychological battery]. México: Laboratorios Bayer.
- Ostrosky-Solís, F., Ardila, A., & Rosselli, M. (1999). NEUROPSI: A brief neuropsychological test battery in Spanish with norms by age and educational level. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 5, 413-433.
- Ostrosky-Solís, F., M. E. Gómez, E. Matute, M. Roselli, A. Ardila y D. Pineda (2003) *NEUROPSI: Atención y memoria 6 a 85 años, Manual*. México: American Book Store.
- Ostrosky-Solís, F., & Lozano, A. (2006). Digit span: Effect of education and culture. *International Journal of Psychology*, 41(5), 333-341.
- Ostrosky-Solís, F., Ramírez, M., & Ardila, A. (2004). Effects of culture and education on neuropsychological testing: A preliminary study with indigenous and nonindigenous population. *Applied Neuropsychology*, 11(4), 186-193.
- Ostrosky-Solís, F., Ramírez, M., Lozano, A., Picasso, H., & Vélez, A. (2004). Culture or education? Neuropsychological test performance of a maya indigenous population. *International Journal of Psychology*, 39(1), 36-46.
- Pierrot-Deseilligny, C., Müri, R.M., Ploner, C.J., Gaymard, B., Demeret, S. & Rivaud-Pechoux, S. (2003) Decisional role of the dorsolateral prefrontal cortex in ocular motor behavior. *Brain*. 126, 1460-1473.
- Pollastek, A., Rayner, K., & Reichel, D. (2010). Models of eye movements in reading. En: K. Rayner, D. Shen, X. Bai, & G. Yan (Eds.) *Cognitive and cultural influences on eye movements* (pp. 35-106).China: Tianjin People Publishing House.
- Rivaud-Péchox, S., Vidailhet, M., Brandel, J.P., & Gaymard, B. (2007). Mixing pro-and antisaccades in patients with parkinsonian syndromes. *Brain*, 130, 256-264.
- Radach, R., & Kennedy, A. (2004). Theoretical perspectives on eye movements in reading: Past controversies, current issues, and an agenda for future research. *European Journal of Cognitive Psychology*, 16(1/2), 3-26.
- Reingold, E. M., & Stampe, D. M. (2002). Saccadic inhibition in voluntary and reflexive saccades. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 14(3), 371-388.
- Ruel, L., Outing S., Johnson, C., Edwards, G., & Kues, L. (2004). Viewing Patterns for Homepages. *Eye Track III*. Recuperado el 30 de noviembre del 2008 en

<http://www.poynterextra.org/eyetrack2004/viewing.htm>

Scerif, G., Karmiloff-Smith, A., Campos, R., Elsabbagh, M., Driver, J., & Cornish, K. (2005). To look or not to look? Typical and atypical development of oculomotor control. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *17*(4), 591-604.

Spinella, M., Miley, W. M. (2004). Orbitofrontal function and educational attainment. *College Student Journal*, *38*(3), 333-338.

Stuphorn, V. & Schall, J.D. (2006) Executive control of countermanding saccades by the supplementary eye field. *Nature Neuroscience*. *9*(7), 925-931.

Vandierendonck, A., Deschuyteneer, M., Depoorter, A. & Drieghe, D. (2008). Input monitoring and response selection as components of executive control in pro-saccades and anti-saccades. *Psychological Research*, *72*, 1-11.

Wegner, A.J., Fahle, M. (1999). Alcohol and visually guided saccades: gap effect and predictability of target location. *Psychopharmacology*, *146*, 24-32.

ANEXOS

ANEXO 1

REGISTRO DE DATOS GENERALES

Nombre:	Fecha de aplicación / /
Edad:	Fecha de nacimiento / /
Lateralidad zurda diestra	Sexo Fem Masc

Escolaridad	Primaria ()	4	5	6	Públ. Priv.	Edad:
	Preparatoria ()	10	11	12	Públ. Priv.	Edad:
	Universidad ()	16	17	18	Públ. Priv.	Edad:
	Licenciatura: Especialidad:	Posgrado:				

¿Por qué motivo dejó de estudiar?							
Problemas de aprendizaje	No	Sí	→	¿Cuál?	Lectura	Escritura	Cálculo
Grados escolares repetidos							
(No. de veces)							

Enfermedades crónicas	No	Sí				
¿Cuál?	Diabetes	Alergias	Cardiovascular	Respiratoria	Otra:	
Tratamiento:						
Medicamentos:						
Estudios clínicos recientes:	No	Sí	Radiografía	Tomografía	Otro:	
Há presentado alguna vez:						
- Crisis convulsivas	No	Sí				Atención:
-Traumatismos craneoencefálicos	No	Sí	→	Pérdida de conoc. ()	Atención:	
				Vómito ()	Atención:	
				Dolor de cabeza ()	Atención:	

¿Su visión es normal?	No	Sí							
(En caso de que no)	Miopía	C	NC	Hipermetropía	C	NC	Astigmatismo	C	NC
Otra:	Lentes de armazón lentes de contacto								

¿Consume alcohol?	No	Sí	¿Con qué frecuencia?
¿Ha probado algún tipo de droga?	No	Sí	¿Cuál?
			¿La consume actualmente?
			¿Com qué frecuencia?

Domicilio	
Colonia	C.P.
Municipio	Estado
Tel de casa	Celular
correo electrónico	

CUESTIONARIO DE LATERALIDAD DE EDIMBURGO
(modificado)

	Tarea	Respuesta		
		D	I	A
Primera parte - ¿Qué mano usa usted? (espontáneamente)				
1.	Para lanzar			
2.	Para escribir			
3.	Para dibujar			
4.	Para jugar tenis o ping-pong			
5.	Para utilizar las tijeras			
6.	Para rasurarse (hombres) Para pintarse los labios (mujeres)			
7.	Para peinarse con el cepillo o peine			
8.	Para cepillarse los dientes			
9.	Para usar un cuchillo en tareas distintas a comer (cortar un hilo, afilar un lápiz)			
10.	Para comer con una cuchara			
11.	Para martillar			
12.	Para utilizar un desarmador			
Segunda parte				
13.	¿Con qué mano utiliza el cuchillo para comer, al mismo tiempo que el tenedor?			
14.	Si usted tiene dos maletas, ¿en qué mano llevaría la más pesada?			
15.	¿Qué mano pone en lo alto del mango de una escoba?			
16.	¿Con qué mano enrollas una tortilla para hacer un taco?			
17.	¿Con qué mano desenrosca el tapón de un frasco?			
18.	¿Con qué mano toma un cerillo para encenderlo?			
19.	¿Con qué mano distribuye las cartas?			
20.	¿Con qué mano ensarta el hilo a través del ojo de una aguja?			
Tercera parte				
21.	¿Con qué pie pateas el balón?			
22.	¿Con qué ojo apunta?			
TOTALES				

Suma de los totales () x 100 = % de dominancia lateral diestra

ANEXO 3

REGISTRO DE EXPLORACIÓN DEL MOVIMIENTO OCULAR

DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Núm. de Registro: _____

Nombre: _____

Fecha de nac.: ____/____/____ Edad: ____ Sexo: Masc. () Fem. ()

Escolaridad: _____

Ocupación: _____

Lateralidad: _____

Fecha de evaluación: ____/____/____ Evaluador: _____

1. AGUDEZA VISUAL

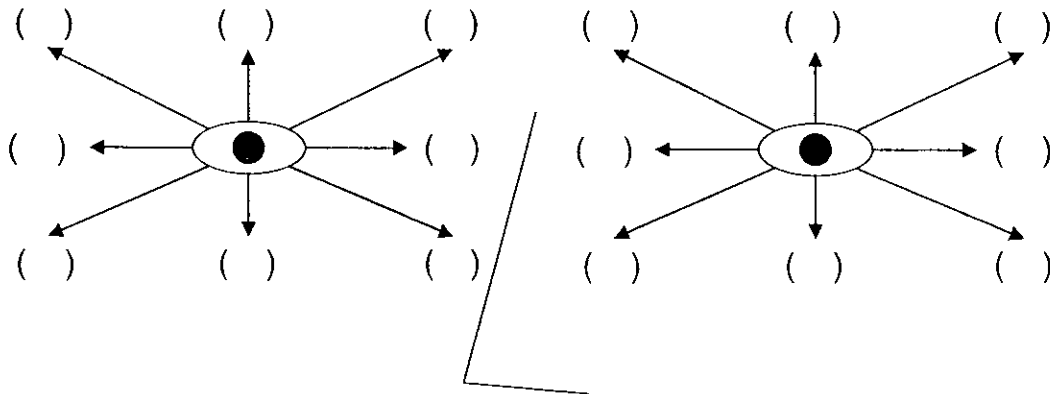
	Normal	Corregida
Ojo Derecho:	____/____	____/____
Ojo Izquierdo:	____/____	____/____

Usa: Anteojos () Lentes de contacto ()
 Problema de: Miopía () Hipermetropía ()
 Astigmatismo ()

2. MÚSCULOS OCULARES

√ = normal X = anormal

• Seguimiento visual:



- Sácadas reflexivas: Normal () Atípico ()
- Sácadas Voluntarias: Normal () Atípico ()
 - Velocidad : Normal () Lentitud ()
 - Amplitud: Hipométrico () Hipermétrico ()

3. Convergencia Normal () Atípico ()

4. Divergencia Normal () Atípico ()

5. Nistagmo Optoquinético

Horizontal: Normal () Atípico ()

Vertical: Normal () Atípico ()

PRUEBA DE LECTURA
(hoja para el evaluador)

Nombre:	Fecha de aplicación: / /
Edad: Sexo: Masc Fem	Fecha de nacimiento: / /
Escolaridad:	
1. ¿Para qué sembró Don Verídico casas y gentes en torno a la cantina?	
2. ¿A dónde iba una vez al mes el viejito?	
3. ¿De dónde venían los ladrones que entraron a la casa ?	
4. El baúl, ¿estaba en la cocina?	
5. ¿Por qué el viejito tenía las cartas en el baúl?	
6. ¿Por qué se llevaron el baúl los ladrones?	
7. ¿Quemaron las cartas los ladrones?	
8. ¿Por qué llevaba siempre el cartero la carta en la mano?	

Tiempo Errores Comprensión

Sucedidos

Antaño don Verídico sembró casas y gentes en torno a la cantina El Resorte, para que la cantina no se quedara sola. Este suceso sucedió, dicen que dicen, en el pueblo por él nacido.

Y dicen que dicen que había allí un tesoro, escondido en la casa de un viejito calandraca.

Una vez por mes, el viejito, que estaba en las últimas, se levantaba de la cama y se iba a cobrar la jubilación.

Aprovechando la ausencia, unos ladrones, venidos de Montevideo, le invadieron la casa.

Los ladrones buscaron y rebuscaron el tesoro en cada recoveco. Lo único que encontraron fue un baúl de madera, tapado de cobijas, en un rincón del sótano. El tremendo candado que lo defendía resistió, invicto, el ataque de las ganzúas.

Así que se llevaron el baúl. Y cuando por fin consiguieron abrirlo, ya lejos de allí, descubrieron que el baúl estaba lleno de cartas. Eran las cartas de amor que el viejito había recibido todo a lo largo de su larga vida.

Los ladrones iban a quemar las cartas. Se discutió. Finalmente, decidieron devolverlas. Y de a una. Una por semana.

Desde entonces, al mediodía de cada lunes, el viejito se sentaba en lo alto de la loma. Allá esperaba que apareciera el cartero en el camino. No bien veía asomar el caballo, gordo de alforjas, por entre los árboles, el viejito se echaba a correr. El cartero, que ya sabía, le traía su carta en la mano.

Y hasta san Pedro escuchaba los latidos de ese corazón loco de alegría de recibir palabras de mujer.

Eduardo Galeano (263 palabras)

Sucedidos

Antaño Don Verídico sembró casas y gentes en torno a la cantina "El Resorte", para que la cantina no se quedara sola. Este sucedido sucedió, dicen que dicen, en el pueblo por él nacido.

Y dicen que dicen que había allí un tesoro, escondido en la casa de un viejito calandraca.

Una vez por mes, el viejito, que estaba en las últimas, se levantaba de la cama y se iba a cobrar la jubilación.

Aprovechando la ausencia, unos ladrones, venidos de Montevideo, le invadieron la casa.

Los ladrones buscaron y rebuscaron el tesoro en cada recoveco. Lo único que encontraron fue un baúl de madera, tapado de cobijas, en un rincón del sótano. El tremendo candado que lo defendía resistió, invicto, el ataque de las ganzúas.

Así que se llevaron el baúl. Y cuando por fin consiguieron abrirlo, ya lejos de allí, descubrieron que el baúl estaba lleno de cartas. Eran las cartas de amor que el viejito había recibido todo a lo largo de su larga vida.

Los ladrones iban a quemar las cartas. Se discutió. Finalmente, decidieron devolverlas. Y de a una. Una por semana.

Desde entonces, al mediodía de cada lunes, el viejito se sentaba en lo alto de la loma. Allá esperaba que apareciera el cartero en el camino. No bien veía asomar el caballo, gordo de alforjas, por entre los árboles, el viejito se echaba a correr. El cartero, que ya sabía, le traía su carta en la mano.

Y hasta san Pedro escuchaba los latidos de ese corazón loco de alegría de recibir palabras de mujer.

Eduardo Galeano

(hoja para el participante)

Instrucciones para secuencias que inician con un bloque prosacádico.**Prosacádico:**

A continuación le presentaré unas figuras geométricas en la pantalla.

Primero, aparecerá un pequeño triángulo en el centro de la pantalla, éste marca el inicio de un ensayo, usted debe verlo para que siempre ubique su mirada en el centro de la pantalla al inicio de cada ensayo.

Posteriormente aparecerá un cuadrado, es el estímulo objetivo y puede aparecer a la izquierda o a la derecha del triángulo. La tarea consiste en que usted dirija su mirada hacia el cuadrado tan pronto como éste aparezca, y mantenga allí su mirada hasta que desaparezcan las figuras. Un nuevo ensayo comienza cuando aparece el triángulo central para que vuelva a ubicar la mirada en el centro de la pantalla y continuar así con la tarea.

Procure no moverse en su asiento durante la tarea, ni mover su cabeza para voltear a ver el cuadrado; sólo tiene que mover sus ojos. Puede parpadear normalmente.

No tiene que adivinar ni anticipar de qué lado va a aparecer el cuadrado, la tarea no consiste en eso. Nosotros sólo vamos a registrar el movimiento de sus ojos.

¿Tiene alguna duda? A continuación le presentaré una secuencia de ensayos para aclarar cualquier duda.

Antisacádico:

En esta otra tarea, le voy a pedir que haga lo contrario, es decir, que en lugar de dirigir la mirada hacia el cuadrado cuando éste aparezca, dirija la mirada al lado opuesto a donde apareció. Si el cuadrado aparece del lado izquierdo del triángulo, usted dirija su mirada hacia la derecha, si aparece a la derecha, mire hacia la izquierda, aproximadamente a la misma distancia que se encuentra el cuadrado del triángulo.

Le recuerdo que no debe moverse en su asiento durante la tarea, ni mover su cabeza, sólo mueva sus ojos. Puede parpadear normalmente y no se preocupe por adivinar de qué lado aparecerá el cuadrado, la tarea no consiste en eso. Como ya le dije, sólo vamos a registrar el movimiento de sus ojos.

Nuevamente le presentaré una secuencia de práctica para aclarar cualquier duda.

Instrucciones para secuencias que inician con un bloque antisacádico**Antisacádico:**

A continuación le presentaré unas figuras geométricas en la pantalla. Primero, aparecerá un pequeño triángulo en el centro de la pantalla, éste marca el inicio de un

ensayo, usted debe verlo para que siempre ubique su mirada en el centro de la pantalla al inicio de cada ensayo.

Posteriormente aparecerá un cuadrado, es el estímulo objetivo y puede aparecer a la izquierda o a la derecha del triángulo. La tarea consiste en que, en lugar de dirigir la mirada hacia el cuadrado cuando éste aparezca, mire al lado opuesto a donde apareció. Es decir, si el cuadrado aparece del lado izquierdo del triángulo, usted dirija su mirada hacia la derecha, si aparece a la derecha, mire hacia la izquierda, aproximadamente a la misma distancia que se encuentra el cuadrado del triángulo, y mantenga allí su mirada hasta que desaparezcan las figuras. Un nuevo ensayo comienza cuando aparece el triángulo central para que vuelva a ubicar la mirada en el centro de la pantalla y continuar así con la tarea.

Procure no moverse en su asiento durante la tarea, ni mover su cabeza para voltear a ver el cuadrado; sólo tiene que mover sus ojos. Puede parpadear normalmente.

No tiene que adivinar ni anticipar de qué lado va a aparecer el cuadrado, la tarea no consiste en eso. Nosotros sólo vamos a registrar el movimiento de sus ojos.

¿Tiene alguna duda? A continuación le presentaré una secuencia de ensayos para aclarar cualquier duda.

Prosacádico:

En esta otra tarea, le voy a pedir que haga lo contrario, es decir, que ahora sí dirija su mirada hacia el cuadrado tan pronto como éste aparezca.

Le recuerdo que no debe moverse en su asiento durante la tarea, ni mover su cabeza, sólo mueva sus ojos. Puede parpadear normalmente y no se preocupe por adivinar de qué lado aparecerá el cuadrado, la tarea no consiste en eso. Como ya le dije, sólo vamos a registrar el movimiento de sus ojos.

Nuevamente le presentaré una secuencia de práctica para aclarar cualquier duda.



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS
BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

INSTITUTO DE NEUROCIENCIAS

COMITÉ DE ÉTICA

DICTAMEN DEL COMITÉ DE ÉTICA AL PROYECTO DE
INVESTIGACIÓN

Influencia del nivel educativo en el control del movimiento ocular sacádico.

CON NÚMERO DE REGISTRO ET052010-82

RESPONSABLE _____ Dra. Esmeralda Matute Villaseñor. _____

NOMBRE DEL ALUMNO _____ Yaira Chamorro Díaz _____

APROBADO SIN MODIFICACIONES

RECHAZADO

SUGERENCIAS:

Recibí
7-12-2011

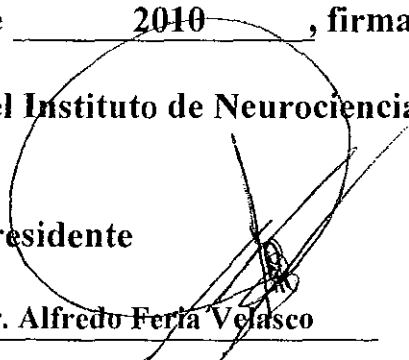
RECHAZADO DEBIDO A: _____

En caso de haber sido evaluado con sugerencias, se requiere someter a re-evaluación el proyecto de investigación, en primera instancia, al comité tutelar y posteriormente al Comité de Ética en un lapso máximo de 2 semanas a partir de esta fecha.


Se emite el presente DICTAMEN el día 7 de diciembre

de 2010, firmando los integrantes del Comité de Ética del Instituto de Neurociencias.


Presidente

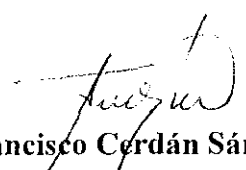

Dr. Alfredo Feria Velasco

Secretaria

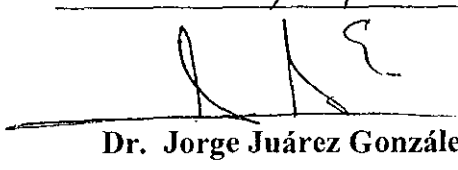

Dra. Marisela Hernández González

Vocales:


Dr. Jacinto Bañuelos Pineda


Dr. Luis Francisco Cerdán Sánchez


Dr. Andrés A. González Garrido


Dr. Jorge Juárez González

Ccp. Comité Tutelar correspondiente.

SECRETARIA