

**Universidad Internacional de La Rioja  
Máster universitario en Neuropsicología y  
educación**

Relación entre los movimientos  
sacádicos, comprensión y velocidad  
lectora en alumnos de Educación  
Secundaria Obligatoria. Un progra-  
ma de intervención con nuevas tec-  
nologías.

**Trabajo fin de** Jesús Pinto Blanco  
**máster presentado por:**

**Titulación:** Máster en Neuropsicología y educación.  
Rama profesional.

**Línea de investigación:** Neuropsicología aplicada a la educación.

**Director/a:** Dra. Camino Fernández Alcaraz

Madrid, 7 de noviembre de 2014

Firmado por: Jesús Pinto Blanco

## **Resumen**

**Objetivo:** El presente estudio pretende analizar si existe relación entre los movimientos sacádicos y la comprensión y velocidad lectora en alumnos de Educación Secundaria Obligatoria. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se propone un programa de intervención neuropsicológico a través del uso de las nuevas tecnologías.

**Metodología:** La muestra de esta investigación está conformada por 30 alumnos de Educación Secundaria Obligatoria de un centro concertado de la provincia de Madrid. Las variables de estudio han sido: movimientos sacádicos, comprensión y velocidad lectora, teniendo en cuenta otras variables como edad, género y curso escolar. Para realizar la evaluación de movimientos sacádicos se administró el test Development Eye Movements (Garzía et al, 1990) y test King- Devick (King y Devick, 1976) y para evaluar velocidad y comprensión lectora, se administro el PROLEC-SE (Ramos y Cuetos, 1998).

**Resultados:** Los resultados obtenidos de la muestra evaluada indicaron que existe relación entre la comprensión lectora y los movimientos sacádicos. Estos resultados mostraron también que no existe relación significativa entre comprensión y velocidad lectora, ni entre movimientos sacádicos y velocidad lectora, en la muestra evaluada de alumnos de Educación Secundaria Obligatoria.

**Conclusiones:** La investigación llevada a cabo pone de manifiesto que la comprensión lectora se encuentra relacionada con los movimientos sacádicos. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se propone un programa de intervención neuropsicológico para entrenar los movimientos oculares, y más concretamente los movimientos sacádicos a través del uso de las nuevas tecnologías que dada la existencia de esta relación entre comprensión lectora y movimientos sacádicos encontrada en esta investigación, esperamos que también repercuta positivamente sobre las habilidades de comprensión lectora de estos alumnos. La intervención se llevará a cabo con 4 aplicaciones en una tablet.

**Palabras clave:** Movimientos sacádicos, comprensión lectora, velocidad lectora, Educación Secundaria Obligatoria, Nuevas Tecnologías.

## ***Abstract***

**Objective:** The purpose of this study is to analyze possible relationship between saccadic movements and reading speed and comprehension in Compulsory Secondary Education students. In view of results obtained, a neuropsychological intervention program is proposed by using emerging technologies.

**Methodology:** This research sample is comprised of 30 Compulsory Secondary Education students from a subsidized center in the province of Madrid (Spain). Study variables are: saccadic movements, reading comprehension and speed, taking into account age, genre and academic year. Development Eye Movements test (Garzía et al, 1990) was administrated to evaluate saccadic movements, and PROLEC-SE (Ramos y Cuetos, 1998) to evaluate reading speed and comprehension.

**Results:** Results obtained from evaluated sample show a relationship between reading comprehension and saccadic movements. However, these results do not indicate significant association between reading speed and comprehension.

**Conclusions:** Research done reveals reading comprehension is related to saccadic movements. A neuropsychological intervention program is proposed to train eye movements and, in particular, saccadic movements. This program has been developed considering results obtained, using new technologies, in particular 4 applications installed in a tablet. A positive impact in reading comprehension abilities is expected from this program, given the existing relation between reading comprehension and saccadic movements found in this research.

**Key words:** Saccadic movements, reading comprehension, reading speed, compulsory secondary education, new technologies.

## ÍNDICE

<b>Resumen</b>	<b>2</b>
<b>Abstract</b>	<b>3</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>8</b>
1.1 Justificación y problema	9
1.2 Objetivos generales y específicos	10
<b>2. Marco Teórico</b>	<b>11</b>
<b>2.1 Lectura</b>	<b>11</b>
2.1.1 Procesos lectores	11
2.1.2 Velocidad lectora	13
2.1.3 Comprensión lectora	13
2.1.4 Procesos neuropsicológicos de la lectura	15
<b>2.2 Aspectos generales de la funcionalidad visual</b>	<b>17</b>
2.2.1 Anatomía del ojo	18
2.2.2 Movimientos oculares	20
2.2.3 Relación entre movimientos sacádicos con la dislexia y la comprensión lectora.	23
<b>3. Marco Metodológico</b>	<b>23</b>
3.1 Diseño:	24
3.2 Variables medidas	24
3.3 Instrumentos aplicados	25
3.4 Población y muestra	27
<b>4. Resultados</b>	<b>29</b>
4.1 Análisis descriptivo	29

<b>4.1.1 Movimientos sacádicos</b>	<b>29</b>
<b>4.1.2 Comprensión lectora</b>	<b>30</b>
<b>4.1.3 Velocidad lectora</b>	<b>31</b>
<b>4.2 Análisis de relación entre variables</b>	<b>32</b>
<b>5. Programa de intervención neuropsicológica</b>	<b>37</b>
<b>5.1 Presentación/Justificación</b>	<b>37</b>
<b>5.2 Objetivos</b>	<b>38</b>
<b>5.3 Metodología</b>	<b>38</b>
<b>5.4 Actividades</b>	<b>40</b>
<b>5.5 Evaluación</b>	<b>43</b>
<b>5.6 Cronograma</b>	<b>45</b>
<b>6. Discusión y Conclusiones</b>	<b>52</b>
<b>6.1 Limitaciones</b>	<b>55</b>
<b>6.2 Prospectiva</b>	<b>55</b>
<b>7. Bibliografía</b>	<b>57</b>
<b>7.1 Material de consulta</b>	<b>60</b>
<b>7.2 Páginas web</b>	<b>60</b>
<b>8. Anexos</b>	<b>61</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distintas áreas cerebrales implicadas en la lectura

Figura 2. Anatomía del ojo humano.

Figura 3. Ejemplo del análisis de movimientos sacádicos realizado por el “eye tracker”.

Figura 4. Porcentajes de los resultados obtenidos en las pruebas de movimientos sacádicos: tiempo.

Figura 5. Porcentajes de los resultados obtenidos en las pruebas de movimientos sacádicos: errores.

Figura 6. Distribución de los alumnos en la prueba de comprensión lectora.

Figura 7. Distribución de los resultados obtenidos en la prueba de velocidad lectora.

Figura 8. Captura de pantalla de la gráfica de una de las actividades (“ordered tiles”) realizada por uno de los alumnos. Los días de realización y el tiempo empleado en la actividad.

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distribución de la muestra por cursos de Educación Secundaria Obligatoria.

Tabla 2. Distribución de la muestra en cuanto al género.

Tabla 3. Datos de contingencia entre dificultad en comprensión lectora y dificultad en velocidad lectora.

Tabla 3.1. Datos de contingencia entre dificultad en comprensión lectora y dificultad en velocidad lectora (continuación Tabla 3).

Tabla 4. Datos de contingencia entre dificultad en comprensión lectora y tiempo en movimientos sacádicos.

Tabla 5. Datos de contingencia entre dificultad en comprensión lectora y errores en movimientos sacádicos (test kd)

Tabla 6. Datos de contingencia entre dificultad en comprensión lectora y errores en movimientos sacádicos (test kd)

Tabla 7. Datos de contingencia entre dificultad en velocidad lectora y errores en movimientos sacádicos.

Tabla 8. Datos de contingencia entre dificultad en tiempo y errores en movimientos sacádicos.

Tabla 9. Cronograma del programa de intervención.

Tabla 9.1. Cronograma del programa de intervención (continuación tabla 9).

Tabla 9.2. Cronograma del programa de intervención (continuación tabla 9.1).

Tabla 9.3. Cronograma del programa de intervención (continuación tabla 9.2).

Tabla 9.4. Cronograma del programa de intervención (continuación tabla 9.3).

Tabla 9.5. Cronograma del programa de intervención (continuación tabla 9.4).

Tabla 9.6. Cronograma del programa de intervención (continuación tabla 9.5).

Tabla 9.7. Cronograma del programa de intervención (continuación tabla 9.6).

## **1. Introducción**

El aprendizaje de la lectura es una de las tareas más importantes de nuestro sistema educativo. Esto es debido a la gran importancia que tiene el lenguaje escrito en nuestra sociedad. A través de la lectura se adquieren múltiples conocimientos, por eso según Cassany (1999), es considerada como una habilidad lingüística junto a escuchar, hablar y escribir.

En la lectura operan conductas psicológicas, neurológicas, neuromotoras, cognitivas, perceptivas, socio-afectivas, ambientales y culturales. Por ello se concibe como un proceso dinámico y complejo (Cuetos, 2010).

Debido a esta complejidad, en la escuela podemos encontrarnos con frecuencia alumnos que presentan dificultades en lectura y escritura. En gran número de ocasiones, estos problemas vienen asociados a un problema o patología determinada. Sin embargo en otras ocasiones la etiología no está identificada (González, 1985).

Las investigaciones de Rayner (1978) permitieron relacionar la funcionalidad visual y la lectura. Establecieron que la visión y un correcto funcionamiento visual influyen de manera significativa en la percepción, reconocimiento, decodificación y comprensión de los textos. A partir de estas afirmaciones, se puede deducir que algunos de los problemas en lectura y escritura probablemente se deben al mal funcionamiento visual.

Al hilo de lo expuesto en el párrafo anterior, podemos concluir que los movimientos sacádicos influirán de manera decisiva en la lectura, y por tanto, también en el rendimiento académico del alumno. Así, un alumno que tenga problemas en los movimientos sacádicos tendrá síntomas como regresiones, mayor número de fijaciones, lectura lenta, errores de precisión, problemas de comprensión, cansancio, etc. siendo probable que estos problemas den lugar a problemas de rendimiento académico (Álvarez y González, 1996).

Lo cual pone de manifiesto la importancia de conocer e identificar el buen funcionamiento de los procesos neuropsicológicos que intervienen en la lectura, especialmente, aquellos que tienen que ver con el funcionamiento visual.



## 1.1 Justificación y problema

Una de las razones que han llevado a realizar este estudio es la importancia que tiene la funcionalidad visual en la lectura y, por tanto, en el aprendizaje (Nicasio, 1995). Existe la necesidad de formar al profesorado para identificar de manera temprana, pudiendo así abordar una correcta intervención. Si el profesorado y familia es capaz de reconocer cuándo un alumno tiene problemas de funcionalidad visual, el trabajo dentro del aula podrá ser mejor adaptado. En los últimos años, en nuestro país, el informe Programme for International Student Assessment (PISA 2009) nos ha dado datos de un alto porcentaje de fracaso escolar, superior a la media de países europeos. De ahí, que sea necesario conocer por qué un alumno tiene rendimiento escolar bajo y qué puede hacer la comunidad educativa para mejorar esos datos.

Plantear una investigación diferente a las que hay hasta la actualidad es otro de los motivos. Hasta ahora, las investigaciones al respecto se han centrado en la etapa de Educación Primaria Obligatoria. Existen pocos estudios centrado en el resto de etapas educativas. En la Educación Secundaria Obligatoria se adquieren conocimientos y aprendizajes donde la lectura y la comprensión lectora son fundamentales, además de otro tipo de estrategias como las técnicas de estudio. Ésta es la última etapa educativa que es obligatoria y los alumnos deben de salir preparados para estudios superiores y, en general, para la vida diaria.

Se debe de tener presente que en cualquiera de las etapas, los movimientos sacádicos pueden ser entrenados, gracias a las herramientas que el sistema educativo y la tecnología nos aportan.

A raíz de la importancia que tiene este tema, el problema que se plantea es examinar si la eficacia en lo movimientos sacádicos de los alumnos de Educación Secundaria Obligatoria se relaciona con su rendimiento lector, concretamente con su comprensión y velocidad lectora, así como examinar sus características en movimientos oculares y comprensión y velocidad lectora. Para ello, se hace inevitable administrar pruebas concretas de los aspectos tratados para posteriormente analizar los resultados y determinar la relación que existe entre ellos. De esta manera, justificando la relación que existe entre los movimientos sacádicos, la comprensión y velocidad lectora entre nuestros alumnos, se

hace más factible que el resto de profesionales del sector entienda la necesidad de entrenarlos.

En este trabajo se presenta un programa de intervención para aquellos alumnos que tengan dificultades en los movimientos sacádicos y estudiar si existe relación entre ellos y la comprensión y velocidad lectora. Dicho programa será desarrollado a través del uso de las nuevas tecnologías. De esta manera, se potenciará la motivación del alumno y su visión hacia el aprendizaje. Además, la innovación educativa, sea cual sea la disciplina, pasa por el uso de nuevas tecnologías. Un ejemplo de ello, son Rodríguez, Bernabéu, García y Leal (2010) que evaluaron los movimientos sacádicos mediante un videojuego llamado “Los Picapiedra sobre ruedas”. En él se explica que la evaluación de los movimientos sacádicos es más efectiva y motivadora que las herramientas de evaluación tradicionales. Las investigaciones futuras sobre este tema vendrán determinadas por estas nuevas herramientas educativas, tanto para evaluar como para intervenir. La educación debe de seguir el ritmo de la sociedad tecnológica en la que vivimos.

## **1.2 Objetivos generales y específicos**

Por lo expuesto anteriormente se plantea como objetivo general:

- Estudiar los movimientos sacádicos, comprensión y velocidad lectora en alumnos de Educación Secundaria Obligatoria y examinar si existe relación entre movimientos sacádicos y la comprensión y velocidad lectora con el fin de proponer un programa de intervención neuropsicológica en base a los resultados obtenidos.

A partir del objetivo general se establecen los siguientes objetivos específicos:

- Valorar los movimientos sacádicos en alumnos de Educación Secundaria Obligatoria.
- Estudiar la comprensión lectora en alumnos de Educación Secundaria Obligatoria.
- Estudiar la velocidad lectora en alumnos de Educación Secundaria Obligatoria.
- Examinar si existe relación entre los movimientos sacádicos y la comprensión lectora en alumnos de Educación Secundaria Obligatoria.
- Analizar si existe relación entre los movimientos sacádicos y la velocidad lectora en alumnos de Educación Secundaria Obligatoria.

- Examinar si existe relación entre la comprensión y la velocidad lectora en alumnos de Educación Secundaria Obligatoria.
- Proponer un programa de intervención a través del uso de las nuevas tecnologías en base a los resultados obtenidos para alumnos de Educación Secundaria Obligatoria.

## **2. Marco Teórico**

### **2.1 Lectura**

La lectura es uno de los procesos cognitivos más complejos que existen. Delfior (1996) define la lectura como un esfuerzo que hace el lector en busca del significado, mediante el uso de claves y estrategias. Por tanto, leer consiste en descifrar el código impreso y que tenga significado, de esta manera se producirá la comprensión.

Para fijar una lectura correcta y tener un buen rendimiento lector es necesario el buen funcionamiento de los procesos lectores. Estos, junto con las diferentes rutas de acceso al léxico, incidirán directamente en la decodificación y comprensión del texto (Cuetos, 2010).

#### **2.1.1 Procesos lectores**

El aprendizaje de la lectura y la escritura suele comenzar en torno a los tres años. Es en este periodo cuando los niños adquieren una serie de prerequisites para que se pueda dar este aprendizaje con normalidad. Debe haber un correcto desarrollo visual, auditivo, táctil, del lenguaje, memoria, atención espacio-temporal... (Santiuste, Martín y Ayala, 2006).

Cuetos (2008), entre otros muchos autores, afirma que los procesos que hacen posible la lectura son:

- *Procesos perceptivos*: se subdividen a su vez en procesos visuales, auditivos y táctiles. Concretamente, entran en acción los diferentes sistemas perceptivos:
  - El sistema visual, relacionado con la recepción de información, significado y comprensión. Intervienen todos los procesos que permiten que funcione este

sistema, como por ejemplo, las destrezas visuales.

- El sistema auditivo permite el reconocimiento de palabras, y por tanto, ayudará a la comprensión lectora.
- El sistema táctil integra los anteriores, favorece la representación mental, ayudando al acceso de conocimientos, por lo que la comprensión será mayor.

Gracias a estos procesos, se adquiere la diferenciación de objetos, dibujos y letras de manera progresiva, primero de arriba- abajo y después de derecha- izquierda.

- *Procesos léxicos*: consiste en conectar la imagen visual a la memoria a largo plazo, donde se encuentra un almacén de palabras. Para ello se compara la palabra leída con las ya almacenadas previamente. Existen dos rutas de acceso al léxico:

- Ruta directa o léxica: el lector relaciona la palabra con el significado, a partir del reconocimiento de la palabra como un todo.
- Ruta indirecta o fonológica: el lector relaciona la representación escrita de cada letra con su sonido (correspondencia grafema- fonema), accediendo seguidamente al significado de la palabra.

El lector competente, en el cual ha habido un asentamiento correcto de la lectura, domina las dos rutas de acceso al léxico. La ruta directa será utilizada de manera habitual, por lo que la lectura es más rápida. La ruta indirecta es más lenta y será utilizada ante palabras desconocidas (Cuetos, 2008).

- *Procesos sintácticos*: se busca comprender el mensaje a partir de la relación existente entre las palabras de un texto.

- *Procesos semánticos*: supone integrar en la memoria el conocimiento del significado de las diferentes oraciones de un texto.

Los procesos de lectura que se acaban de definir, ayudan a tener un rendimiento lector adecuado y óptimo. Por ello, se requiere de estos procesos lectores para la comprensión. Una vez establecidos, los procesos lectores en el alumno serán otras las variables que influirán, muy posiblemente, en la lectura y en la comprensión: la velocidad lectora (González, 2000).

### 2.1.2 Velocidad lectora

Para Vallés (1999), la velocidad lectora es el número de palabras que puede leer una persona en un tiempo determinado. Como norma general el tiempo se expresa en minutos. Cuando se evalúa a un alumno su nivel lector, uno de los aspectos que se valora son las palabras leídas por el lector en un minuto.

Las investigaciones sobre la velocidad lectora hacen ver que depende directamente del funcionamiento visual. González (2000) concluye que la velocidad lectora va a depender del número de fijaciones que realice el lector, confirmando lo que muchos autores ya dijeron con anterioridad.

También existe una relación entre la velocidad y la comprensión lectora. Ardila, Rosselli y Matute (2005) describen que los problemas de comprensión lectora vienen determinados por una lectura lenta, la falta de fluidez y vacilaciones en palabras polisilábicas.

Gonzalez (2000) explica que no se ha investigado lo suficiente sobre fluidez lectora ya que los estudios hasta el momento se habían centrado en la precisión del reconocimiento de palabras. Aún así, se entiende la eficacia de los programas de intervención en lectura que tiene la velocidad lectora. Es por ello, que este autor considera que se debe estudiar más a fondo la velocidad lectora y la importancia que tiene para la comprensión lectora.

### 2.1.3 Comprensión lectora

Según Vallés (2005) la comprensión lectora es un producto que resulta de la interacción texto y lector. Es el proceso por el cual la persona que lee, extrae información y significado de manera gradual y progresiva. Supone un dinamismo que permite el acceso a la información, y por tanto, la adquisición de conocimientos.

Las investigaciones de Sánchez (1998) explican los procesos u operaciones que se realizan en la comprensión lectora. Este autor explica los diferentes niveles y las dificultades que se encuentran en cada uno de ellos:

#### 1. Primer nivel:

- Microestructura: las operaciones que están implicadas son reconocer las palabras y acceder al significado. Además, reconoce qué es lo nuevo y qué es lo ya adquirido,

y se encarga de conectar las proposiciones entre sí.

- Macroestructura: se llevan a cabo operaciones para construir el significado global, teniendo siempre presente que existe una idea principal (más general) y otras menos relevantes. Interviene aquí el proceso de selección y generalización.
- Superestructura: las ideas globales se organizan en un esquema respondiendo a un problema, un argumento, una descripción y una secuencia.

## 2. Segundo nivel:

- Conocimientos previos o modelo de situación: la información que está recibiendo el lector es conectada con experiencias o conocimientos adquiridos, previamente. De esta manera, permite responder preguntas inferenciales.

## 3. Tercer nivel:

- Autorregulación o metacognición: es una parte importante del proceso. El lector se pregunta sobre el proceso lector y los resultados, es decir, si ha comprendido.

El buen lector, para comprender de forma correcta un texto necesita de una serie de estrategias (Sánchez, 1998):

- La progresión temática del texto se produce cuando se perfila un nuevo tema, si se sigue hablando de lo mismo o cuando cambia de temática.
- La estrategia estructural consiste en relacionar las ideas entre sí y asumir una organización estructural para responder al significado. Los textos responde a una estructura de problema- solución, causalidad, descripción, comparación y secuencia.
- El uso de macrorreglas son creadas para derivar el significado global de un texto. El lector competente selecciona la información importante para la comprensión del texto y omite aquella que es irrelevante. Además, sustituye una serie de elementos del texto en un concepto más general o abstracto, en lo que se conoce como generalización.
- Para marcarnos la meta u objetivo que queremos a la hora de leer un texto, aparece la capacidad de autorregulación o el uso flexible de las estrategias.

Es aquí donde se busca una estrategia u otra dependiendo del fin. Se trata de operaciones de planificación y comprobación.

La comprensión lectora es trabajada a lo largo de toda la educación obligatoria. Una de las cosas que hay que tener en cuenta, es que es un proceso progresivo de aprendizaje, el cual se produce de manera gradual (Ripoll, 2013). Esta evolución va acorde con el desarrollo neurológico y psicológico implicado en la lectura, que es muy complejo y específico.

### 2.1.4 Procesos neuropsicológicos en la lectura

Para que un lector pueda realizar las diferentes habilidades y estrategias que son necesarias para que se dé una correcta comprensión lectora, y en general, el proceso de lectura en su conjunto, anteriormente se ha llevado a cabo un proceso complejo con base neuropsicológica. En él, intervienen el sistema visual y cerebro, más concretamente en el córtex cerebral del hemisferio izquierdo principalmente (Hynd, 1987), como puede verse en la Figura 1.

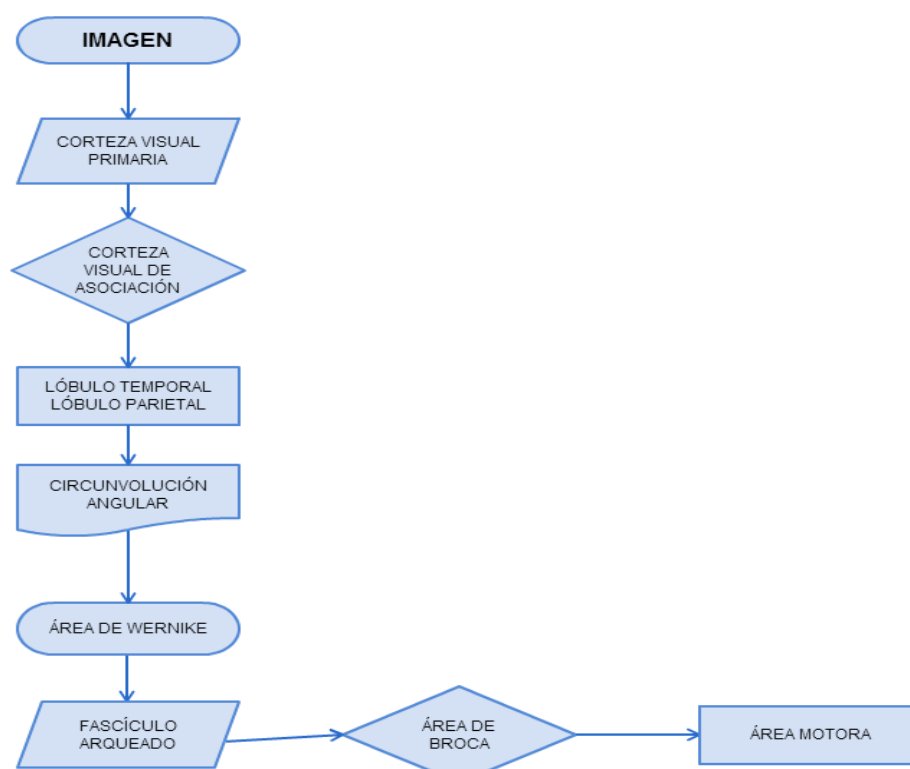


Figura 1. Distintas áreas cerebrales implicadas en la lectura

El proceso comienza con la recepción de la imagen, a través de la percepción de letras y/o palabras.

Al leer una palabra, se forma una imagen en la retina, que es proyectada en la corteza visual primaria (área 17 de Broadman) en el lóbulo occipital. En esta zona de la corteza visual, las células son muy exclusivas y especializadas, detectando cada una de ella, el color, orientación, ángulos... La información que llega a esta zona de la corteza no se procesa como un todo, sino por partes (Hubel, 1982).

Las características más básicas y elementales de cada imagen se analizan en la corteza visual de asociación (áreas 18 y 19 de Broadman) en el lóbulo occipital (Urtubia, 1996). Es aquí donde se identifican los grafemas y cómo van secuenciadas. De esta manera, se obtiene el significado.

Una vez procesada la imagen en la corteza visual de asociación, según Kolb y Wishaw (2006), la información se obtendrá por dos vías:

- En el lóbulo parietal, para determinar dónde se encuentra lo que estamos viendo, realizando un análisis somático (vía dorsal).
- En el lóbulo temporal, para procesar las letras, colores y texturas y reconocer las qué es lo que se ve y cuál es su significado y forma (vía ventral).

Una vez obtenida la información, ésta llega a la circunvolución angular (área 39 de Broadman), donde se asocian los grafemas con sus fonemas (correspondencia grafema-fonema), hasta el área de Wernicke (lóbulo temporal superior). En esta zona se reconocen y comprenden las palabras, gracias a la asociación entre imágenes audiolingüísticas y estímulos visuales.

La información obtenida es mandada al área de Broca (corteza prefrontal lateral posterior), encargada de la producción de la lectura oral. Para que llegue a esta área, la información es transmitida por el fascículo arqueado.

Para que se produzca la articulación de las palabras y la emisión en voz alta, es necesario la programación desde el área de Broca y que se lleve a cabo desde el área motora, acompañado de los ganglios basales, corteza sensitiva y cerebelo (Kolb y Wishaw, 2006).



El proceso neuropsicológico de la lectura, no es un proceso sencillo. En él, como se ha visto, intervienen diferentes áreas cerebrales, así como el imprescindible trabajo del procesamiento visual. Se puede decir que la lectura se inicia en los ojos y acaba en el aparato fonador.

Dada la extremada importancia de la visión en este proceso y que es objetivo de estudio de esta investigación, a continuación describiremos más específicamente algunos aspectos generales de la funcionalidad visual.

## **2.2 Aspectos generales de la funcionalidad visual**

El sistema visual tiene gran importancia en el día a día de los alumnos. La visión es utilizada en muchas de las labores académicas, de manera especial en la lectura y escritura. Smith (1972) subraya que el desarrollo del niño depende del grado de control que la visión ejerce sobre las actividades.

Bryant y Bradley (1998) coinciden con otros muchos autores que para que un niño empiece el aprendizaje de la lectura el sistema visual debe madurar lo suficiente.

Un niño debe adquirir las siguientes habilidades visuales para evitar problemas en el rendimiento académico: movimientos de seguimiento, visualización, agudeza visual-flexibilidad focal (cerca- lejos), percepción, visión periférica, movimientos sacádicos, mantenimiento de la atención y binocularidad (Díaz, Gómez, Jiménez, y Martínez, 2004).

Para que haya un buen funcionamiento visual, el sistema nervioso y la estructura ocular tienen que estar bien desarrolladas. De esto va a depender que la información percibida llegue en buenas condiciones al proceso cerebral anteriormente descrito (Palastanga, Field y Soames, 2007).

Para que haya un buen funcionamiento visual, el sistema nervioso tiene que estar bien desarrollada, que dependerá de la actuación de las estructuras visuales que se describen en el siguiente punto.

### 2.2.1 Anatomía del ojo

El ojo humano tiene varias partes (Palastanga, Field y Soames, 2007), cada una de ellas con una función (véase Figura 2):

- *El globo ocular*: es una estructura esférica de 2,5 centímetros de diámetro aproximadamente. En la parte anterior, presenta un abombamiento.

Se compone de tres capas de tejido:

1. *La capa más externa tiene la función de proteger el globo ocular*. Está formada por:

- La esclerótica: es la capa que recubre el globo ocular. Es fibrosa y de color blanco. Tiene como función proteger estructuras sensitivas del ojo.
- La córnea: es una membrana resistente compuesta por cinco capas. A través de ella pasa la luz al interior del ojo. Por detrás, está el humor acuoso, que separa la la córnea del cristalino.

2. *La úvea o capa media*, en la que se diferencia tres partes:

- La coroides: es la capa de vasos sanguíneos que proporcionan oxígeno y nutrientes a la retina.
- El cuerpo ciliar, en donde se encuentran los procesos ciliares.
- El cristalino tiene la función de enfocar de manera precisa, en lo que se conoce como acomodación. Su forma va a depender de los músculos ciliares, dependiendo si lo curvan (objetos cercanos) o si lo achatan (objetos distantes).
- El iris, en la parte frontal del ojo, entre la córnea y el cristalino, con un tejido pigmentado que le da el color al ojo. En el centro tiene una abertura circular: la pupila. El tamaño de ésta depende de los músculos que rodean sus bordes, que aumenta y disminuye en función de la cantidad de luz que llega al ojo.

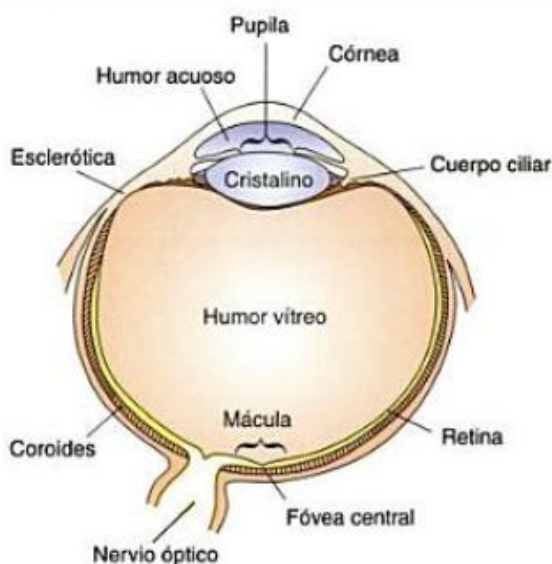
El cuerpo principal del ojo, por detrás de la lente está constituido por una sustancia gelatinosa, transparente, que permite mantener el globo ocular distendido: el humor vítreo.

3. *La retina, la capa más interna y sensible a la luz*. Se encuentra en la parte posterior del ojo, donde la córnea y el cristalino proyectan imágenes.

Dentro de la retina está la mácula. Es la zona encargada de distinguir el detalle en el centro del campo visual.

En la retina hay dos tipos de receptores:

- Los conos, que requieren mucha luz para el funcionamiento. Se encuentran en la parte central, llamada fovea. Detecta tonos y matices de color, proporcionando agudeza visual.
- Los bastones, que se encuentran en la zona periférica de la retina. Son células sensibles al movimiento. Necesitan muy poca luz, lo que no les permite diferenciar colores (Myers, 1999).



*Figura 2. Anatomía del ojo humano (tomado de Cardinali, 2007).*

#### - Músculos del ojo:

Los músculos del ojo permiten la movilidad del globo ocular. Para realizar los movimientos oculares (descritos en el punto 2.2.2 de este trabajo) son necesarios los seis músculos que se nombran a continuación (Palastanga, Field y Soames, 2007):

#### - Músculos rectos:

- Recto superior
- Recto inferior
- Recto externo o lateral

- Recto interno o medial
- Músculos oblicuos:
- Oblicuo inferior
  - Oblicuo superior

Gracias al buen funcionamiento de las diferentes estructuras del globo y músculos oculares, la imagen es proyectada sobre la retina y llega al nervio óptico. A partir de aquí, la trayectoria visual continúa por el quiasma óptico, en el que se produce un entrecruzamiento de las fibras de los dos ojos, es decir, que se cruzan al lado opuesto.

Tiene gran importancia, por lo visto hasta ahora, que la función visual se realice de manera correcta. Esto va a depender de las dos estructuras oculares. A continuación, se explican cuáles son los movimientos que realizan los ojos y lo específicos que son cada uno.

### 2.2.2 Movimientos oculares.

Para Cardinali (2007) los movimientos oculares ayudan a que la imagen llegue nítida a la retina, permitiendo mantener la fijación en un objeto situado en el espacio. Las áreas especializadas en una función del procesamiento visual son:

- Estímulo sensorial: la información que llega al cerebro permite conocer las características y la ubicación del objeto.
- Integración nerviosa: la información sensorial recibida, al ser analizada, se enviará los centros que regulan los mecanismos motores.
- Rendimiento motor: son los encargados de cambiar la posición de los ojos y el cuerpo. Obedecen las órdenes enviadas desde los sistemas nerviosos superiores.

Según la clasificación de los movimientos oculares de Carpenter (1988), existen tres tipos:

1. *Movimientos para el mantenimiento de la mirada.* Pueden ser de dos tipos, aquellos movimientos de ojos que compensan los movimientos de cabeza (vestíbulo-oculares), y los que compensan el movimiento del objeto (optocinéticos).

2. *Movimientos de fijación:* es la habilidad para mantener la fijación estable en un punto determinado. Son movimientos de trayectoria corta que permiten seguir manteniendo la

fijación en el objeto. Se describen dentro de este tipo, los movimientos de tipo tremor, de desplazamiento lento y microsacádicos, que se diferencian de los sacádicos por su amplitud y forma (al azar).

Uno de las habilidades visuales que favorecen la fijación es la acomodación, que se puede definir como la capacidad que tiene el ojo para enfocar de manera nítida objetos situados a distancias diferentes. Se produce gracias a que el cristalino cambia sus curvaturas. Este proceso está muy relacionado con el de convergencia y contracción pupilar, en un movimiento muscular involuntario asociado a otro movimiento voluntario (sincinesia).

### *3. Movimientos para el desplazamiento de la mirada:*

- Movimientos oculares lentos (de seguimiento): posibilitan la visión continua y clara del objeto. Únicamente están implicados cuando el estímulo en cuestión es móvil. Los seguimientos tienen poca incidencia en la lectura y en las actividades escolares, teniendo un papel más notable en la conducción y en los deportes. Van a depender de la edad, grado de atención y motivación.
- Vergencias y versiones: son movimientos binoculares en los que existe cambio angular y que fusionan las imágenes obtenidas en ambos ojos. La convergencia es el movimiento de acercamiento que realizan los ojos entre sí teniendo en cuenta la distancia a la que está el objeto. Por el contrario, la divergencia es el movimiento de alejamiento, después de una actividad en visión cercana.

Tanto los sistemas de vergencias como la acomodación tienen mucha importancia en las tareas escolares, como por ejemplo, pasar de mirar a la pizarra al cuaderno.

- Movimientos oculares rápidos (movimientos sacádicos): permiten dirigir la mira al punto de interés, de forma rápida. Álvarez y González (1996) los definen como los movimientos de salto precisos de un punto a otro. Por tanto, son los utilizados durante la lectura. Cuando estos movimientos o “saltos” no son precisos ni realizados de manera correcta, el lector omite, confunde, supone y sustituye palabras, por lo que afectará a la comprensión y velocidad lectora.

Los momentos en los que el lector extrae y reconoce la información son las fijaciones. Los ojos se detienen en un punto, alternando con los movimientos sacádicos. Es de-

cir, la parada que hacen los ojos entre salto y salto. Una persona que haga más fijaciones, realizará la lectura lenta, al contrario que un lector competente que hará pocas paradas.

El número de fijaciones va a depender de la cantidad de caracteres que podemos abarcar en un movimiento ocular, en lo que se conoce como amplitud perceptiva o rango de reconocimiento. Para Golder y Gaonac'h (1998) las fijaciones abarcan entre 7 y 9 caracteres, con una duración de 100 a 250 milisegundos.

La lectura de textos complicados y poco comprensibles puede llevar a la realización de las llamadas regresiones, que son sacudidas en sentido opuesto para volver a leer lo que ya está leído. Se realizan por diferentes motivos: corregir la mala lectura, verificar lo ya leído, ojear detalles interesantes o corregir errores de tipo oculomotor. Este hecho hace que el número de fijaciones sea mayor, disminuyendo el rango de reconocimiento y la velocidad lectora.

Los movimientos sacádicos son evaluables. Para ello se utiliza, entre otros, el test Development Eye Movement (Garzía, Richman, Nicholson, y Gaines, 1990) y el test King-Devick (King y Devick, 1976), que serán explicados más detalladamente en el apartado 3.3 “instrumentos de evaluación”.

Otra manera, y más novedosa, de evaluar estos movimientos es el “eye tracker”, un dispositivo de última generación que detecta hacia donde se dirigen los movimientos oculares. Puede ser utilizado durante la lectura como hicieron Hutzler y Wimmer (2003), Prado, Dubois y Valdois (2007) y Rello (2012) que evaluaron en sus estudios los movimientos sacádicos de las personas con dislexia.

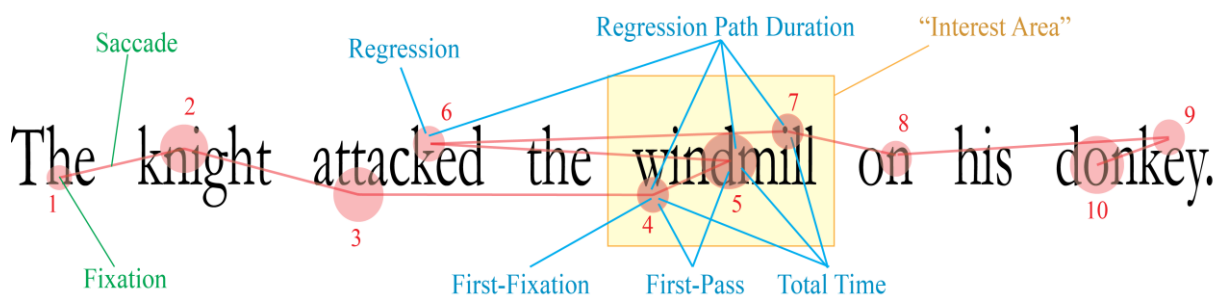


Figura 3. Ejemplo del análisis de movimientos sacádicos realizado por el “eye tracker”.  
(Tomado de Cusimano, 2012).

### **2.2.3 Relación entre movimientos sacádicos con la dislexia y la comprensión lectora.**

Rayner (1998) fue el primer investigador que relacionó la comprensión lectora con los movimientos sacádicos. Aportó datos sobre el número de fijaciones durante los diferentes tipos de lectura (oral, silenciosa, musical...) y estableció una relación con el procesamiento de la información. A la par, en sus estudios, asocia las dificultades en la lectura de personas con dislexia con los movimientos oculares.

Otros autores que estudiaron los movimientos sacádicos en las personas con dislexia fueron Prado, Dubois y Valdois (2007). Estos investigadores concluyeron que las personas con dislexia, en una tarea de búsqueda visual, realizaban un número muy próximo de fijaciones a las que podía realizar los sujetos sin dislexia. La duración de esas fijaciones era también muy similar. La gran diferencia estaba en las mediciones realizadas durante la lectura. Las personas con dislexia realizaban muchas más fijaciones y de más tiempo cada una.

Aún teniendo en cuenta de que existen distintos estudios que examinan la relación entre lectura y movimientos oculares en personas con dislexia (Prado, Dubois y Valdois, 2007), los estudios realizados en población general o niños con desarrollo considerado típico son escasos. La escasa información que existe sobre las relaciones entre movimientos sacádicos, comprensión y velocidad lectora en población general o niños considerado típico, ha sido una de las razones para llevar este estudio.

## ***3. Marco Metodológico***

Para poder explicar con exactitud y justificar la necesidad de los programas de intervención para mejorar los movimientos oculares durante la lectura (sacádicos), es necesario recoger información de la realidad de nuestros centros educativos.

En la educación, como en otras disciplinas, es importante investigar hechos con anterioridad para poder sostener el trabajo de todos los profesionales que trabajan en colegios e institutos. De esta manera, se intentan obtener datos que expliquen las causas, incidencia y relaciones con otros aspectos, igual no tenidos en cuenta.

Para ello, es imprescindible obtener datos de una fuente fiable, realizar mediciones de manera pulcra y presentar los resultados y conclusiones de la forma más objetiva posible, teniendo siempre en cuenta las características de las variables estudiadas.

### **3.1 Diseño:**

La presente investigación se corresponde con una metodología no experimental, ya que no hay grupos control, ni tratamiento, ni manipulación de las variables. El diseño es descriptivo y correlacional. Cortes e Iglesias (2004) definen los estudios descriptivos como la búsqueda de las propiedades, las características y los perfiles importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis.

Estos mismos autores, entienden que los estudios correlacionales tienen el propósito de evaluar la relación existente entre dos o más conceptos, categorías o variables.

Se ha intentado realizar un estudio donde la descripción y correlación sea lo más detallada y rigurosa posible, teniendo en cuenta la relación entre las diferentes variables, sin que haya habido manipulación de los datos.

De esta manera, se persigue conseguir la detección de los alumnos que presentan dificultades en los movimientos sacádicos y en comprensión y velocidad lectora y el examen de la relación entre los movimientos sacádicos y la comprensión y velocidad lectora para poder intervenir, siempre que sea necesario, a través de un programa de intervención neuropsicológica basado en los movimientos oculares, que en caso de encontrar que se relaciona con la comprensión y velocidad lectora de los participantes, también repercutirá positivamente sobre estos procesos y, consecuentemente, sobre su rendimiento académico.

### **3.2 Variables medidas**

Las variables objeto de estudio son:

- Movimientos sacádicos: evaluados mediante el test Development Eye Movement (Garzía, Richman, Nicholson, y Gaines, 1990) y el test King-Devick (King y Devick, 1976).
- Comprensión lectora: evaluada a partir de la subprueba del test PROLEC-SE (Ramos y Cueto, 1998).



- Velocidad lectora: evaluada a través de la subprueba del test PROLEC-SE (Ramos y Cuetos, 1998).

Todos los test mencionados en este apartado, serán explicados a continuación.

Otras variables medidas:

- Edad.
- Género.
- Curso escolar (1º, 2º, 3º y 4º de Educación Secundaria Obligatoria).

### 3.3 Instrumentos aplicados

- Test King-Devick (test KD): diseñado en 1976 por Alan King y Steven Devick. El objetivo de esta prueba es el de valorar los movimientos sacádicos. Es una prueba formada por cuatro tarjetas, una de demostración (véase Anexo 1) y las otras tres de evaluación (véase Anexos 2, 3 y 4). El paciente evaluado lee cada tarjeta mientras el examinador apunta los errores que comete y el tiempo que tarda en realizar la lectura de cada tarjeta. Terminada la prueba, se acude a la tabla de valores y se compara con los datos obtenidos, tanto en fallos como en tiempo. En estas tablas se incluyen medidas totales y parciales, todas ellas con las desviaciones típicas correspondientes lo que permite estimar si la puntuación en cuanto al tiempo requerido para resolver cada tarjeta y el número total de errores es acorde a lo esperado para su edad o inferior o superior a lo esperado para su edad (véase Anexo 5). Es por tanto, una prueba fiable que permite diagnosticar problemas en los movimientos oculares.

- Test Development Eye Movement (test DEM): es un test clínico oculomotor elaborado por Garzía, Richman, Nicholson y Gaines (1990) y que se basa en formatos verbales y visuales. Está estandarizado para evaluar y diagnosticar problemas oculomotores y de automatismos en la denominación y lectura de información visual- verbal.

De esta manera, el paciente lee los números que se encuentran en la lámina de manera vertical (véase Anexos 6 y 7). Se mide el tiempo que tarda en leerlos. A continuación, lee los números dispuestos horizontalmente (movimientos sacádicos de lectura), y se anota el tiempo que tarda (véase Anexo 8). A partir de estos dos datos, se determina la

proporción (número) o razón que existe entre la lectura vertical y horizontal. Estas dos variables pueden ser estudiadas también de manera individual. Los resultados son constatados en las tablas de valores normativos para determinar la existencia de problemas en los movimientos sacádicos (véase Anexo 9).

- PROLEC-SE (Ramos y Cuentos, 1998): también conocida como batería de evaluación de procesos lectores en alumnos del tercer ciclo de educación primaria y educación secundaria obligatoria. Elaborada por Ramos y Cuentos (1998), es una batería que evalúa los principales procesos cognitivos que intervienen en la lectura. De esta manera, permite determinar, de forma precisa, las causas que originan las dificultades lectoras. El test utilizado en este estudio es el PROLEC- SE y es utilizado en alumnos de 10 a 16 años. Tiene la función de evaluar los procesos léxicos: lectura de palabras y pseudopalabras. Evalúa también los procesos sintácticos, a través de una tarea de emparejamiento de dibujo- oración, en la que se utilizan distintas estructuras gramaticales. Además, una lectura que comprueba la habilidad del alumno con los signos de puntuación.

Las subpruebas que se han utilizado en esta investigación han sido los procesos semánticos: comprensión y velocidad lectora.

- Comprensión lectora: se evalúa a través de la lectura de dos textos expositivos: “los esquimales” y los “papúes australianos”. Seguidamente el alumno debe de contestar a 10 preguntas para cada texto, la mitad inferenciales y la otra mitad literales. La puntuación se corrige bajo las normas establecidas en la hoja de correcciones. El número total de puntos obtenidos entre las dos subpruebas será la puntuación directa, que corresponderá con un centil en las tablas de valores normativos.
- Velocidad Lectora: el alumno debe de leer el texto de puntuación, “¡Maldito apéndice!”, mientras el tiempo es controlado por el examinador. El tiempo destinado a leer un texto de estas características, nos dará información también sobre la ruta de acceso al léxico (ruta léxica o ruta fonológica).

Una vez administradas las pruebas, se valoran los datos obtenidos. Las tablas de valores normativos están organizadas por curso (edad), desde 3º ciclo de Educación Primaria hasta 4º curso de la Educación Secundaria Obligatoria. La valoración que hace este test para las dos subpruebas es:

- Si la persona evaluada presenta dificultad.
- Si su puntuación presente dudas de si presenta o no dificultad.
- Si no presenta dificultad, pero presenta un nivel bajo.
- Si no presenta dificultad y tiene un nivel medio.
- Si no presenta dificultad y tiene un nivel alto.

Las tablas de los valores normativos dan una visión real, fiable y rigurosa de las dificultades que presentan los alumnos en sus procesos lectores en relación a sus iguales respecto al curso escolar.

En el presente estudio, se administró las pruebas a los alumnos por separado; la prueba de velocidad y comprensión lectora por un lado y las pruebas de movimientos sacádicos por otro, de manera individual y en una sala tranquila sin ruidos ni posibles distractores.

Los alumnos fueron evaluados durante dos semanas de manera individual, en un lugar tranquilo y sin ruidos, en el horario escolar (de 9:00 a 13:30 y de 14:45 a 16:30).

### **3.4 Población y muestra**

La muestra escogida es de un grupo de alumnos de un colegio concertado situado en un barrio de la provincia de Madrid. Aunque es un colegio que está en un entorno de clase media- baja, a él acuden alumnos de todas partes de la ciudad por lo que el nivel socio- cultural- económico es muy variado.

El colegio está formado por educación primaria, educación secundaria y bachillerato, este último privado. La seña de identidad de este centro es el proyecto de atención a la diversidad, que engloba, no sólo a los alumnos con dificultades educativas, sino también los que llegan de manera ordinaria.

La muestra consta de 30 alumnos, repartidos a lo largo de toda la educación secundaria obligatoria. A continuación, se presenta la distribución de los alumnos por cursos:

- 5 alumnos de 1º de Educación Secundaria Obligatoria, (16,7 %) de los cuales 4

son chicos y 1 chica.

- 10 alumnos de 2º de Educación Secundaria Obligatoria, (33,3 %) de los cuales 8 son chicos y 2 son chicas.
- 3 alumnos de 3º de Educación Secundaria Obligatoria, (10,0 %) de los cuales 2 son chicos y 1 son chicas.
- 12 alumnos de 4º de Educación Secundaria Obligatoria, (40,0 %) de los cuales 12 son chicos y 0 son chicas.

En la Tabla 1 y 2 se detalla la distribución de los participantes en cuanto al género y el curso.

*Tabla 1. Distribución de la muestra por cursos de Educación Secundaria Obligatoria.*

Curso	Nº personas	Porcentaje
1º	5	16,7%
2º	10	33,3%
3º	3	10,0%
4º	12	40,0%
Total	30	100,0%

*Tabla 2. Distribución de la muestra en cuanto al género.*

Género	Frecuencia	Porcentaje
Chicas	4	13,3%
Chicos	26	86,7%
Total	30	100,0%

Atendiendo a los datos presentados anteriormente, el rango de edad de la muestra es entre 12 y 16 años. La edad media es de 13,63 años.

## **4. Resultados**

En este apartado se presentan dos tipos de análisis: un análisis descriptivo y un análisis de relaciones entre las variables.

### **4.1 Análisis descriptivo de las variables**

#### **4.1.1 Movimientos sacádicos**

Los resultados obtenidos en la evaluación de los movimientos sacádicos: test DEM (Garzía, Richman, Nicholson, y Gaines, 1990) y test KD (King y Devick, 1976).

De todos los alumnos evaluados, un 76,7 % tarda más tiempo en realizar la prueba de movimientos sacádicos que los valores normativos otorgados por el test. Tan solo un 23,3 % de la muestra no presenta dificultad, es decir, que realiza la prueba dentro de los valores para su grupo de edad. En cuanto los errores obtenidos en test KD (King y Devick, 1976), el 76,6 % de los alumnos de la muestra han cometido más errores de lo esperado para su grupo de edad, según los valores normativos. Frente a esto, el 20 % ha realizado la prueba dentro de los límites establecidos. En las Figuras 4 y 5, se muestra la distribución en porcentajes de los resultados obtenidos en los movimientos sacádicos, tanto para el tiempo como para los errores.

El rango de tiempo para el test KD (King y Devick, 1976) ha sido de 43,9 a 80,8 segundos. La puntuación media ha sido de 63,6 segundos, con una desviación típica de 8,32 segundos. Para los errores en este test, el rango ha sido de 0 a 7, con una puntuación media de 1,93 errores.

Del test DEM (Garzía, Richman, Nicholson, y Gaines, 1990) se puede destacar que los alumnos emplearon más tiempo en realizar el test A+B (horizontal) del que fuera necesario para su grupo de edad. Sin embargo, y a excepción de un alumno, todos realizaron el test C (horizontal) dentro de los límites de tiempo que marcan los valores normativos.

### Movimientos sacádicos (tiempo)

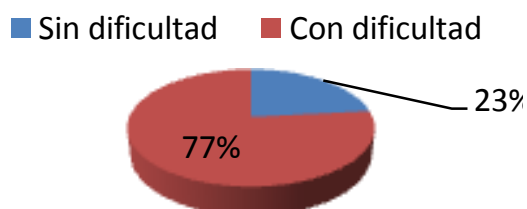


Figura 4. Porcentajes de los resultados obtenidos en las pruebas de movimientos sacádicos: tiempo.

### Movimientos sacádicos (errores)

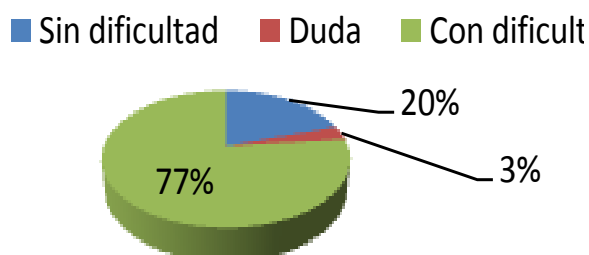


Figura 5. Porcentajes de los resultados obtenidos en las pruebas de movimientos sacádicos: errores.

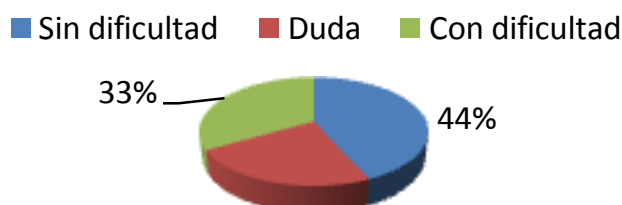
Hay que tener en cuenta la diversidad de edades de la muestra que hacen que todos estos datos estén sometidos a una interpretación relativa.

#### 4.1.2 Comprensión lectora

Los resultados obtenidos en comprensión lectora: PROLEC-SE (Ramos y Cuetos, 1998).

Del 100% de los alumnos evaluados, un 43,3% no presentan dificultad. Por el contrario, un 33,3% de esta muestra presentan dificultades según lo esperado para su curso académico. El 23,3% restante, son alumnos que presentan duda sobre si presentan o no dificultades (Figura 6).

## Comprensión lectora



*Figura 6. Distribución de los alumnos en la prueba de comprensión lectora.*

El rango de preguntas acertadas ha sido de 1 a 14, siendo la media en 3,70. El rango de preguntas literales acertadas ha sido de 0 a 8, y el de preguntas inferenciales de 0 a 9. La puntuación media en estas dos variables ha sido de 3,70 y 3,50 preguntas acertadas respectivamente.

### 4.1.3 Velocidad lectora

Los resultados obtenidos en velocidad lectora: PROLEC-SE (Ramos y Cuetos, 1998).

Estos resultados se han centrado en valores normativos para cada edad. De la muestra escogida, 24 alumnos (80%) no presentan dificultad en esta variable. Únicamente 6 de los 30 alumnos evaluados (20%) han presentado duda sobre si tienen o no dificultades. En la Figura 7, se muestran los porcentajes de los resultados obtenidos en la prueba de velocidad lectora.

Otros datos a destacar son el rango de palabras por minuto leídas, que es de 55 a 171. Este amplio rango y la variedad de cursos y edades hacen que la puntuación media sea elevada (117,30). Se puede afirmar que la muestra elegida para este estudio no presenta, en términos generales, dificultades significativas en velocidad lectora.

## Velocidad lectora

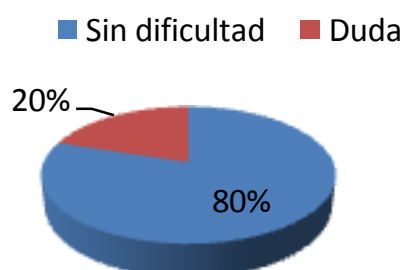


Figura 7. Distribución de los resultados obtenidos en la prueba de velocidad lectora.

### 4.2 Análisis de relaciones entre las variables.

Con los datos obtenidos en este estudio, se ha aplicado la prueba de Chi- cuadrado de Pearson. El objetivo es estudiar si existe relación entre las siguientes variables:

- Relación entre dificultades en comprensión lectora y velocidad lectora: los resultados en la prueba Chi-cuadrado pusieron de manifiesto que no existe relación entre estas dos variables  $\chi^2(15) = 2,18$ ;  $p = 0,34$ . La mayor parte de los participantes tanto que no muestran dificultades en comprensión lectora como los que muestran dificultades o existen dudas sobre si presentan o no dificultades de comprensión lectora, no presentan dificultades en velocidad lectora, como puede observarse en la Tabla 3. Es posible que esta ausencia de relación entre las dificultades de comprensión lectora y las de velocidad lectora pueda ser debida, al menos en parte, a la ausencia de participantes que muestren dificultades en velocidad lectora.

Tabla 3. Datos de contingencia entre dificultad en comprensión lectora y dificultad en velocidad lectora.

	Velocidad lectora		
	No presenta dificultad	Presenta dudas	Total
Comprensión lectora			
No presenta dificultad	92,3%	7,7%	100,0%



**Tabla 3.1. Datos de contingencia entre dificultad en comprensión lectora y dificultad en velocidad lectora (continuación Tabla 3).**

Presenta dudas	71,4%	28,6%	100,0%
Presenta dificultad	70,0%	30,0%	100,0%
Total	80,0%	20,0%	100,0%

- Relación entre dificultades en comprensión lectora y tiempo empleado en las pruebas de movimientos sacádicos: los resultados en la prueba Chi- cuadrado pusieron de manifiesto que existe relación entre las dos variables:  $\chi^2(15)=7,15$ ;  $p \leq 0,05$ . Cabe destacar que todos los participantes que muestran dificultades de comprensión lectora y la mayor parte de los que presentan dudas sobre si presentan o no dificultades de comprensión lectora (85,7%) muestran también dificultades respecto al tiempo que tardan en realizar la tarea de movimientos oculares (véase Tabla 4).

**Tabla 4. Datos de contingencia entre dificultad en comprensión lectora y tiempo en movimientos sacádicos.**

	Movimientos sacádicos (tiempo).		
	No presenta dificultad	Presenta dificultad	Total
<b>Comprensión lectora</b>			
No presenta dificultad	46,2%	53,8%	100,0%
Presenta dudas	14,3%	85,7%	100,0%
Presenta dificultad	,0%	100,0%	100,0%
Total	23,3%	76,7%	100,0%

- Relación entre las dificultades en comprensión lectora y los errores cometidos en la prueba de movimientos sacádicos del test KD (King y Devick, 1976): en este caso, los resultados de la prueba Chi- cuadrado indican que no existe relacion significativa, pero el valor de p se encuentra cercano al punto de significación  $\chi^2(15)=8,74$ ;  $p = 0,06$ . La cercanía con el punto de significación puede ser debido a

que los alumnos con dificultades en comprensión lectora y la mayor parte sobre los que existe duda sobre si presentan o no dificultades en comprensión lectora, presentan dificultades respecto al número de errores cometido para su edad en la tarea de movimientos sacádicos. La ausencia de significación es debida probablemente a que el porcentaje de alumnos que no presenta dificultades en comprensión lectora que presenta dificultades en cuanto a errores en la prueba de movimientos sacádicos es también relativamente elevado (61,5%). Este dato es acorde con el hecho de haber obtenido un porcentaje muy elevado de personas con dificultades en errores de movimientos sacádicos en la muestra total (véase Tabla 5).

*Tabla 5. Datos de contingencia entre dificultad en comprensión lectora y errores en movimientos sacádicos (test KD).*

	Movimientos sacádicos (errores).			Total
	No presenta dificultad	Presenta dudas	Presenta dificultad	
Comprensión lectora				
No presenta dificultad	38,5%	,0%	61,5%	100,0%
Presenta dudas	14,3%	14,3%	71,4%	100,0%
Presenta dificultad	,0%	,0%	100,0%	100,0%
Total	20,0%	3,3%	76,7%	100,0%

- Relación entre las dificultades en velocidad lectora y tiempo empleado en las pruebas de movimientos sacádicos: los resultados obtenidos en la prueba Chi-cuadrado indican que no existe relación significativa entre estas dos variables  $\chi^2(15)=0,19$ ;  $p=0,67$ . En este caso, al igual que ocurría entre comprensión y velocidad lectora, no existe relación entre estas dos variables. Esto puede ser debido a que la mayor parte de los alumnos que no presentan dificultad en velocidad lectora como de aquellos sobre los que hay dudas de si presentan o no dificultad en la prueba de velocidad lectora, presentan dificultades en los movimientos sacádicos (véase Tabla 6).

*Tabla 6. Datos de contingencia entre dificultad en comprensión lectora y errores en movimientos sacádicos (test KD).*

<b>Velocidad lectora</b>	<b>Movimientos sacádicos (tiempo).</b>		
	No presenta dificultad	Presenta dificultad	Total
No presenta dificultad	25,0%	75,0%	100,0%
Presenta dudas	16,7%	83,3%	100,0%
Total	23,3%	76,7%	100,0%

- Relación entre las dificultades en velocidad lectora y los errores cometidos en la prueba de movimientos sacádicos del test KD (King y Devick, 1976): al igual que ocurre en el caso anterior, los resultados de la prueba Chi- cuadrado indican que no existe relación significativa entre estas variables  $\chi^2(15) = 2,28$ ;  $p=0,32$ . El 100% de los alumnos que presentan dudas si presentan o no dificultad en velocidad lectora presentan dificultades en errores en la tarea de movimientos sacádicos. Igualmente, la mayor parte de los que no presentan dificultades en velocidad lectora, presentan dificultades en errores en la tarea de movimientos sacádicos (véase Tabla 7).

*Tabla 7. Datos de contingencia entre dificultad en velocidad lectora y errores en movimientos sacádicos.*

<b>Velocidad lectora</b>	<b>Movimientos sacádicos (errores).</b>			
	No presenta dificultad	Presenta dudas	Presenta dificultad	Total
No presenta dificultad	25,0%	4,2%	70,8%	100,0%
Presenta dudas	,0%	,0%	100,0%	100,0%
Total	20,0%	3,3%	76,7%	100,0%

- Relación entre las dificultades en tiempo empleado y los errores cometidos en las pruebas de movimientos sacádicos: los resultados obtenidos de la prueba Chi-cuadrado dan a conocer, que para la muestra elegida para este estudio, no existe relación significativa entre estas dos variables, en contra de lo que cabía esperar  $\chi^2(15)=3,14$ ;  $p=0,21$ . En la Tabla 8 se pueden ver los resultados obtenidos.

*Tabla 8. Datos de contingencia entre dificultad en tiempo y errores en movimientos sacádicos.*

Movimientos sacádicos (tiempo)	Movimientos sacádicos (errores).			Total
	No presenta dificultad	Presenta dudas	Presenta dificultad	
No presenta dificultad	42,9%	,0%	57,1%	100,0%
presentan dificultad	13,0%	4,3%	82,6%	100,0%
Total	20,0%	3,3%	76,7%	100,0%

Tomando en consideración todos los resultados obtenidos podemos concluir que estos resultados justifican la implantación de un programa de intervención. Teniendo en cuenta que más de un 85% de los alumnos evaluados tienen dificultades en comprensión lectora y movimientos sacádicos. En este trabajo se hace una propuesta de un programa de intervención neuropsicológica basado en el trabajo de los movimientos oculares para aquellos alumnos que tienen dificultades en los movimientos sacádicos y en comprensión lectora. Dado que sus habilidades de comprensión lectora se relacionan con sus movimientos sacádicos es esperable que mejore sus habilidades de comprensión lectora, en los que hemos encontrado que también existe un considerable porcentaje de alumnos con dificultades en comprensión lectora.

## **5. Programa de intervención neuropsicológica**

### **5.1 Presentación/Justificación**

Por todo lo contado en este trabajo en el marco teórico y los resultados obtenidos, es necesario realizar un programa de intervención para mejorar los movimientos oculares, y más concretamente, los movimientos sacádicos.

La influencia de los movimientos sacádicos durante la lectura es un hecho evidente según Álvarez y González (1996), Golder y Gaonac'h (1998) y Prado, Dubois y Valdois (2007) entre otros. Los resultados obtenidos en el estudio, justifican la implantación de un programa de intervención en aquellos alumnos que, después de haber sido evaluados, han presentado alguna dificultad en sus movimientos oculares (77% de la muestra).

En la actualidad, vivimos en una sociedad tecnológica, en la que el desempeño y uso de la tecnología es fundamental. En la educación, como en el resto de áreas, también existen las nuevas tecnologías para la mejora del rendimiento académico de los alumnos.

El uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) está enfocado para que la vida y, en este caso, el aprendizaje sea más efectivo y rápido. Además, la motivación que aporta el uso de estas nuevas tecnologías, hace que el alumno se sienta mucho más implicado a la hora de realizar una tarea. En algunos casos, los programas tradicionales, podrían ser desmotivantes y aburridos, con lo que el alumno podría abandonar el programa de intervención.

A continuación se presenta un programa de intervención para que los alumnos mejoren los movimientos oculares y en particular los movimientos sacádicos a través del uso de las nuevas tecnologías. Los datos de esta investigación indican la necesidad de realizar un programa así, donde además de los movimientos oculares, se cubrirán otros aspectos que inciden directamente en la lectura, como es la memoria de trabajo visual, memoria a corto plazo visual, la atención sostenida, selectiva, simultánea, la discriminación visual, etc. Para ello, se utilizarán tablets, un dispositivo ya conocido por todos y que está teniendo gran aceptación dentro del sistema educativo actual.

## 5.2 Objetivos

- Entrenar los movimientos sacádicos a través del uso de las tablets.
- Mejorar la memoria a corto plazo visual.
- Mejorar la memoria de trabajo visual.
- Alargar los tiempos de atención sostenida.
- Seleccionar correctamente los estímulos que son de interés para la actividad.
- Prestar atención a dos o más estímulos simultáneamente.
- Discriminar diferentes estímulos visuales.
- Mejorar la percepción de los objetos y figuras geométricas.
- Ampliar el rango de reconocimiento que influye en la lectura.
- Disminuir el número de fijaciones durante la lectura.
- Disminuir el tiempo de cada fijación a la hora de leer.

## 5.3 Metodología

Se va a utilizar para este programa de intervención, un Ipad. Las aplicaciones elegidas son las siguientes: “EyeExerciser3” (Craftsman Apps, 2011), “VisiónTap” (Kevin Sullivan, 2014), “Ayumu” (Ziba Munich, 2014) y “CountBattle” (Ramin Afshar, 2012) (todas estas aplicaciones se explican detalladamente en el apartado de “actividades”). Hay que tener en cuenta que este programa de intervención va dirigido a los alumnos de Educación Secundaria Obligatoria. Es por ello que se han evitado aquellas aplicaciones que se han considerado demasiado infantiles, seleccionando aquellas de mayor utilidad y que aportan un extra de motivación en esta población.

Todas estas actividades serán secuenciadas y se llevarán a cabo de manera progresiva. Estas aplicaciones tienen la posibilidad de variar la exigencia (modificar la velocidad de los estímulos y el nivel de dificultad).

El tiempo necesario para llevar a cabo este programa de intervención y sea efectivo es de entre 5 y 20 minutos cada sesión, 3 – 4 sesiones a la semana y durante 5 semanas.

El agrupamiento será de manera individual. Esto permitirá al alumno a estar centrado en la tarea, evitando de esta manera distracciones. En un momento determinado y de forma puntual, puede haber una sesión por parejas. La opción de trabajar con dos dispositivos es una buena opción, ya que la motivación crece. Algunas de las actividades

propuestas (aplicación “Count Battle” (Ramin Afshar, 2012)) permiten la opción del trabajo por parejas.

La secuencia de trabajo para llevar a cabo este programa de intervención será el siguiente:

- Presentación de las aplicaciones y las normas de uso a los alumnos.  
Explicación de los objetivos que se pretenden conseguir.
- Realización de las actividades en las diferentes sesiones.
- Evaluación de los alumnos.
- Grado de consecución de los objetivos propuestos. Evaluación del programa de intervención.

Durante las sesiones, los alumnos siempre estarán acompañados de una persona que será la encargada de llevar a cabo el programa de intervención. Sus funciones serán:

- Explicar normas de uso del dispositivo.
- Explicar instrucciones de uso para la realización del programa de intervención.
- Explicar cada una de las actividades que se vayan a realizar.
- Cuidar que las actividades se están llevando a cabo de una manera correcta.
- Controlar el tiempo de realización de las actividades.
- Mantener motivados a los alumnos.
- Llevar un registro de la realización de las actividades de cada alumno.
- Mantener el cuidado del dispositivo Ipad.
- Realizar la evaluación de los diferentes alumnos y del programa de intervención.
- Proponer propuestas de mejora para aplicaciones futuras.

Para que el rendimiento visual sea óptimo gracias a este programa de intervención, se proponen una serie de instrucciones de uso que son aplicables a todas las actividades:

- La distancia con el Ipad será de 40 centímetros de los ojos.
- Los ojos deben de estar abiertos en todo momento.
- Se debe prestar atención.
- La cabeza debe de estar quieta en el centro de la pantalla.
- Se debe de mover los ojos, nunca la cabeza.

- Mantener una postura correcta cuando se realicen las actividades: pies apoyados en el suelo, silla fija (no con ruedas) y espalda recta o ligeramente hacia delante.

## 5.4 Actividades

Se van a utilizar las siguientes aplicaciones (véase Anexo 10):

- “EyeExerciser3” (Craftsman Apps, 2011):
  - “Basics Programs” (programas básicos): el programa básico prepara a tus ojos para los ejercicios. Es el nivel inicial. Tiene 6 ejercicios y 9 repeticiones cada uno. Los ejercicios consisten en seguir un círculo amarillo.
  - “Advanced Programs” (programa avanzado): este programa hace que tus ojos utilicen los músculos de manera más fina que el programa anterior. Tiene 3 programas con 9 repeticiones cada uno. Son ejercicios más difíciles pero que mejoran los movimientos oculares. Este programa también consiste en seguir el círculo amarillo.
  - “Saccade Movements” (movimientos sacádicos): esta actividad requiere movimientos rápidos de los ojos. La dificultad va en aumento según se realizan la actividad: la velocidad de frecuencia al emitir la señal o la rapidez de los cambios van en aumento. Es decir, los estímulos aparecen y cambian más rápido. Dos tipos de ejercicios en este programa:
    - Seguir el círculo amarillo por la pantalla.
    - Seguir las letras del alfabeto por la pantalla.
  - “Near- Far Programs” (programa cerca y lejos): es un programa que ayuda a mejorar la acomodación por simulación (el objeto no se aleja, sino que es una ilusión óptica que hace que el ojo realice el movimiento de acomodación). El objeto que sale en la pantalla cambia de distancia lo que hace que el ojo tenga que acomodarse (cercanía- lejanía). Dos tipos de ejercicio en este programa:
    - Seguir el círculo Amarillo por la pantalla.



- Seguir las letras del alfabeto por la pantalla.
- “Spiral Movements” (movimientos en espiral): en este programa los ojos deben de seguir un círculo amarillo que da vueltas. Hay tres variables en este programa:
  - El círculo da vueltas en el sentido a las agujas del reloj.
  - El círculo da vueltas en sentido contrario a las agujas del reloj.
  - El círculo da vueltas en forma de “ocho tumbado”.
- “VisionTap” (Kevin Sullivan, 2014):
  - “General Procedures” (procedimientos generales):
    - “Memory Tap” (golpes de memoria): es una tarea de memoria visual (corto plazo) y/o de trabajo visual, ambas implicadas en el proceso lector. El estímulo aparecen una serie de golpes (puntos) de color verde en la pantalla. Cuando desaparecen, el alumno debe de tocar aquella parte de la pantalla donde el recuerde que han aparecido los golpes y en el orden que han aparecido. Varía el número de golpes, la duración y el tamaño del estímulo. Hay tres tipos de dificultad: fácil, normal y difícil.
    - “Saccade Strings” (movimientos sacádicos): además de los movimientos sacádicos, esta tarea también entrena la memoria de trabajo visual, ya que se tiene que retener información y manipularla. Aparecen repartidos por toda la pantalla una serie de números que desaparecen rápidamente. A continuación el alumno deberá marcar los números en el orden que han aparecido. Este ejercicio tiene diferentes variables: texto (números o letras), tiempo de duración del ejercicio, número de caracteres y duración del estímulo.
    - “Speed Tap” (golpes veloces): en la pantalla aparece un punto morado que el alumno debe de tocar con su dedo en el menor tiempo posible. Una vez que lo ha tocado, el punto aparecerá en otra parte de la pantalla. Se puede modificar el tiempo de duración del ejercicio y la dificultad es progresiva (fácil, normal y difícil).

- “Tach Tracing” (tacómetro de seguimiento): una figura de color morado aparece en la pantalla un tiempo predeterminado. Cuando desaparece dicha figura, el alumno debe de realizar la misma figura en el mismo sitio en el que apareció el modelo. Se puede realizar con el dedo o con un lápiz para tablet. Una vez terminado, se produce una autocorrección. Se puede predeterminar las formas geométricas, la duración del estímulo (modelo o figura geométrica) y el número de imágenes para realizar la actividad.
- “Tap Avalanche” (avalancha de golpes): en la pantalla aparecen un número predeterminado de puntos morados que se van moviendo y que desaparecen con el tiempo. El alumno debe tocar todos los puntos morados que van saliendo. Se puede modificar el tamaño de los puntos y la dificultad (fácil, normal y difícil).
- “Tile- Based Procedures” (procedimientos basados en fichas):
  - “Directional Tiles” (fichas direccionales): el alumno tiene que visualizar el sentido de las flechas y marcarlo con el dedo encima de cada uno. El formato es de 4x4 y debe de seguir un orden y hacerlo en el menor tiempo posible. Se puede modificar el número de flechas y el número de páginas.
  - “Matching Tiles” (fichas iguales): en la pantalla aparecen una serie de letras o números colocados en un formato 4x4. El alumno tiene que arrastrar con el dedo la cada ficha y llevarla con su pareja. Se puede modificar el tamaño (ejemplo: 3x3, 4x4, 5x5, etc) y la dificultad: fácil, normal y difícil.
  - “Ordered Tiles” (fichas ordenadas): en un formato de tabla aparecen números o letras desordenados. El alumno tiene que ponerlos en orden tocando las fichas. Se puede modificar el nivel de dificultad (fácil, normal y difícil) y el tamaño (ejemplo: 3x3, 4x4, 5x5, etc).
  - “Scanning Tiles” (fichas de cancelación): ante un modelo dado (parte derecha), el alumno tiene que tocar todos los que sean iguales al modelo, cancelando así cada uno de ellos. Se puede modificar o prede-

terminar el número de elementos a cancelar (4x4, 6x6, 8x8, etc). Este ejercicio entrenaría, además de la discriminación visual, la memoria a corto plazo visual.

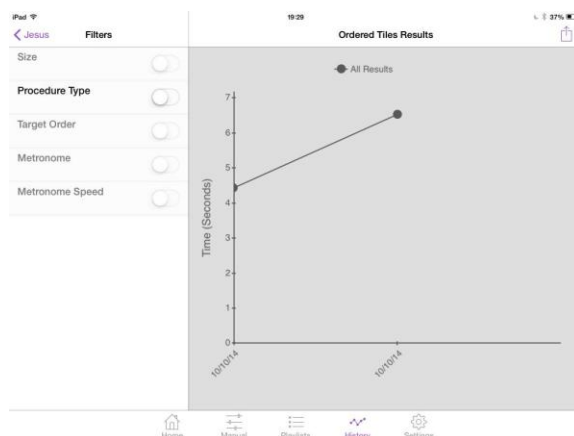
- “Ayumu” (Ziba Munich, 2014): es un programa que trabaja la memoria a corto plazo y de trabajo visual. También ayuda a conseguir que el alumno focalice la mirada, mantenga la atención sostenida y discrimine de manera rápida. Es un juego en el que el alumno debe fijarse en una serie de números colocados por toda la pantalla y que tendrá una duración determinada. Luego los números desaparecerán y el alumno deberá tocar los círculos en el orden en el que estaban los números. La duración de los estímulos y la cantidad de números expuestos, dependerá del nivel que en el que se encuentren.
- “Count Battle” (Ramin Afshar, 2012) (batalla de recuento): a este juego se puede jugar de manera individual o en parejas. Tiene dos formas de jugar:
  - “Classic mode” (modo clásico): aparecen los números del 1 al 20 repartidos por la pantalla. En el menor tiempo posible (si es por parejas, antes que el rival) debe tocar los números en orden creciente. Los números van cambiando de lugar en la pantalla. Se puede elegir el nivel de dificultad: fácil, normal y difícil.
  - “Count up mode” (modo recuento): los números van saliendo desde abajo, por lo que suben y bajan. Primero salen de uno en uno, pero después de dos en dos, tres en tres, etc. El alumno tiene que tocar los números en orden antes de que vuelvan a llegar abajo. El objetivo es de tocar en orden la mayor cantidad de números. Se puede elegir el nivel de dificultad: fácil, normal y difícil.

## 5.5 Evaluación

- De los alumnos: para evaluar a los alumnos se hará de la siguiente manera:
  - Evaluación inicial: constituida por este estudio.
  - Evaluación continua: durante las diferentes sesiones se registrará la realización de las tareas, en un registro (véase Anexo 11) donde se anotarán las

actividades realizadas de cada día, la fecha y se observará el rendimiento del alumno (exceso de errores, falta de concentración, atención, etc).

Las aplicaciones “EyeExercise” (Craftsman Apps, 2011) y “VisionTap” (Kevin Sullivan, 2014) disponen de un sistema propio de evaluación en el que se registran todas las actividades realizadas por los alumnos y su rendimiento en cada una de ellas (véase Figura 8).



*Figura 8. Captura de pantalla de la gráfica de una de las actividades (“ordered tiles”) realizada por uno de los alumnos. Los días de realización y el tiempo empleado en la actividad.*

- Evaluación al final del programa: se hará una recopilación de los siguientes datos de cada alumno:
  - Tablas de registro de la realización de las actividades (véase Anexo 11).
  - Tablas o gráficas generadas por las diferentes aplicaciones: aplicación “EyeExercise” (Craftsman Apps, 2011) y “VisionTap” (Kevin Sullivan, 2014).
  - Observación del rendimiento académico del alumno. Datos no estandarizados suministrados por los profesores.
  - Prueba de velocidad lectora PROLEC- SE (Ramos y Cuertos, 1998) u otra que mida palabras por minuto.
  - Pruebas de movimientos sacádicos:

- Test DEM (Garzía, Richman, Nicholson, y Gaines, 1990)
  - Test KD ( King y Devick, 1976)
- Del programa de intervención: una vez conocidos los resultados de cada alumno beneficiado con este programa de intervención, se hará una autoevaluación del proceso, así como de su utilidad y funcionalidad. Se valorará si las actividades propuestas son motivadoras, útiles y viables, determinando la posibilidad de ampliar la oferta de actividades, así como cambiar la duración del programa (alargar o acortar) si fuera necesario. Se hará una valoración del efecto que tiene este programa sobre los movimientos sacádicos y comprensión y velocidad lectora, y si se ha producido un efecto en el rendimiento, comparando los cambios experimentados por esta muestra con los cambios experimentados con el grupo de alumnos que no ha recibido este programa de intervención.

## 5.6 Cronograma

*Tabla 9. Cronograma del programa de intervención.*

SESIÓN 1:	ACTIVIDADES	NIVEL
TIEMPO: 10 MINUTOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicación a los alumnos del programa de intervención.</li> <li>• Presentación de las aplicaciones que se van a utilizar.</li> </ul>	
SESIÓN 2:	ACTIVIDADES	NIVEL
TIEMPO: 5-10 MINUTOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Basics Programs” (“EyeExerciser3”) 1, 2, 3.</li> <li>• “Memory Tap” (“VisionTap”).</li> <li>• “Ayumu”.</li> </ul>	<p>Básico</p> <p>Fácil</p> <p>Nivel 1</p>

Tabla 9.1. Cronograma del programa de intervención (continuación Tabla 9).

SESIÓN 3:	ACTIVIDADES	NIVEL
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Advanced Programs” (“EyeExerciser3”) 1,2,3.</li> <li>• “Saccade Strings”: números.</li> <li>• “Count Battle: classic mode”.</li> </ul>	Medio-Avanzado Básico Fácil
SESIÓN 4:	ACTIVIDADES	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Saccade Movements” (“EyeExerciser3”): con bola.</li> <li>• “Speed Tap (Vision Tap)”.</li> <li>• “Ayumu”.</li> </ul>	Básico Fácil Nivel 2
SESIÓN 5:	ACTIVIDADES	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Near- Far Programs” (“EyeExerciser3”): con bola.</li> <li>• “Tach Tracing (VisionTap)”.</li> <li>• “Count Battle: Classic mode”.</li> </ul>	Básico Básico Fácil
SESIÓN 6:	ACTIVIDADES	NIVEL
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Spiral Movements (EyeExerciser3”): en el mismo sentido a las agujas del reloj, en sentido opuesto a las agujas del reloj y el “ocho”.</li> <li>• “Tap Avalanche (VisionTap)”.</li> </ul>	Básico Fácil

Tabla 9.2. Cronograma del programa de intervención (continuación Tabla 9.1).

SESIÓN 7:	ACTIVIDADES	NIVEL
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Basic and Advanced Programs (EyeExerciser3)”: 1, 2, 3.</li> <li>• “Directional Tiles (VisionTap)”.</li> <li>• “Ayumu”.</li> </ul>	Básico- Avanzado  4x4  Nivel 3.
SESIÓN 8:	ACTIVIDADES	NIVEL
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Saccade Movements (EyeExerciser3)”: con texto.</li> <li>• “Matching Tiles (VisionTap)”.</li> <li>• “Count Battle: Count Up Mode”.</li> </ul>	Básico  4x4/ Fácil  Fácil
SESIÓN 9:	ACTIVIDADES	NIVEL
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Near- Far Movements (EyeExerciser3)”: con texto.</li> <li>• “Ordered Tiles (Vision Tap)”.</li> <li>• “Ayumu”.</li> </ul>	Básico  4x4/ Fácil  Nivel 4
SESIÓN 10:	ACTIVIDADES	NIVEL
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Spiral Movements (EyeExerciser3)”: en el mismo sentido a las agujas del reloj, en sentido opuesto a las agujas del reloj y el “ocho”.</li> <li>• “Scanning Tiles (VisionTap)”.</li> <li>• “Count Battle: Classic Mode”.</li> </ul>	Básico  6x6  Normal

Tabla 9.3. Cronograma del programa de intervención (continuación Tabla 9.2).

<b>SESIÓN 11:</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>NIVEL</b>
TIEMPO: 10- 15 MINUTOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Advanced Programs and Saccade Movements (EyeExerciser3)”.</li> </ul>	Avanzado
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Memory Tap (VisionTap)”.</li> <li>• “Ayumu”.</li> </ul>	Normal Nivel 5
<b>SESIÓN 12:</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>NIVEL</b>
TIEMPO: 10- 15 MINUTOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Near- Far Programs and Spiral Movements (EyeExerciser3)”:</li> </ul>	Avanzado
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Saccadics Strings (VisionTap)”:</li> </ul>	Normal
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Count Battle: Count UpMode”.</li> </ul>	Normal
<b>SESIÓN 13:</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>NIVEL</b>
TIEMPO: 12- 17 MINUTOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Advanced Programs, Near- Far Programs and Spiral Movements (EyeExerciser)”:</li> </ul>	Avanzado
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Speed Tap (VisionTap)”:</li> </ul>	Normal
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Ayumu”.</li> </ul>	Nivel 6



Tabla 9.4. Cronograma del programa de intervención (continuación Tabla 9.3).

<b>SESIÓN 14:</b>  TIEMPO: 12- 17 MINUTOS	ACTIVIDADES	NIVEL
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Tach Traicing (Vision Tap)”: ampliar el número de imágenes y reducir la duración del estímulo.</li> <li>• “Tap Avalanche (VisionTap)”: poner estímulos más pequeños.</li> <li>• “Count Battle: Classic Mode”.</li> </ul>	Normal   Normal   Difícil
<b>SESIÓN 15:</b>  TIEMPO: 12- 17 MINUTOS	ACTIVIDADES	NIVEL
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Tap Avalanche (VisionTap)”: disminuir el tamaño de los puntos.</li> <li>• “Directional Tiles (VisionTap)”: aumentar el número de flechas y de páginas.</li> <li>• “Ayumu”.</li> </ul>	Normal   6x6, 7x7   Nivel 6
<b>SESIÓN 16:</b>  TIEMPO: 10- 15 MINUTOS	ACTIVIDADES	NIVEL
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Matching Tiles (VisionTap)”.</li> <li>• “Ordered Tiles (VisionTap)”.</li> <li>• “Scanning Tiles (VisionTap)”.</li> <li>• Count Battle: Count Up Mode.</li> </ul>	6x6, 7x7/ Normal   6x6, 7x7/ Normal  8x8, 9x9  Difícil

Tabla 9.5. Cronograma del programa de intervención (continuación Tabla 9.4).

SESIÓN 17:	ACTIVIDADES	NIVEL
<b>TIEMPO: 15- 20 MINUTOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Memory Tap (VisionTap)”: aumentar el número de golpes y la duración del ejercicio. Disminuir el tamaño de los estímulos.</li> </ul>	Difícil
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Saccadic Strings (VisionTap)”: con texto. Aumentar la duración del ejercicio, el número de caracteres y disminuir la duración del estímulo.</li> </ul>	Difícil
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Speed Tap (VisionTap)”: aumentar la duración del ejercicio.</li> </ul>	Difícil
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Tach Traicing (VisionTap)”: aumentar el número de imágenes y la complejidad de las formas geométricas. Disminuir la duración del estímulo.</li> </ul>	Difícil
SESIÓN 18:	ACTIVIDADES	NIVEL
<b>TIEMPO: 15- 20 MINUTOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Tap Avalanche (VisionTap)”: disminuir el tamaño de los puntos.</li> </ul>	Difícil
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Matching Tiles (VisionTap)”.</li> </ul>	8x8, 9x9/ difícil
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Ordered Tiles (VisionTap)”.</li> </ul>	8x8, 9x9/ difícil
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Scanning Tiles (VisionTap)”.</li> </ul>	9x9, 10x10/ difícil

Tabla 9.6. Cronograma del programa de intervención (continuación Tabla 9.5).

<b>SESIÓN 19:</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>NIVEL</b>
TIEMPO: 10- 15 MINUTOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sesión en parejas (un compañero que también se le esté aplicando el programa de intervención). Se harán los siguientes ejercicios:</li> <li>- “Matching Tiles (VisionTap)”: se hará por parejas cronometrando lo que tarda cada uno.</li> <li>- “Ordered Tiles (VisionTap)”: ídem anterior.</li> <li>- “Count Battle: classic mode/ count up mode (2 players)”.</li> </ul>	<p>Variable</p> <p>Variable</p> <p>Variable</p>
<b>SESIÓN 20:</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>NIVEL</b>
TIEMPO: 10 MINUTOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Administrar prueba de movimientos sacádicos: test DEM (Garzía, Richman, Nicholson, y Gaines, 1990) y el test KD (King y Devick, 1976).</li> </ul>	
<b>SESIÓN 21:</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>NIVEL</b>
TIEMPO: 10 MINUTOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Administrar prueba de velocidad lectora PROLEC- SE (Ramos y Cueto, 1998).</li> </ul>	

Tabla 9.7. Cronograma del programa de intervención (continuación Tabla 9.6).

SESIÓN 22:	ACTIVIDADES	NIVEL
TIEMPO: 10- 15 MINUTOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recogida de datos de las diferentes actividades.</li> <li>• Observaciones de los diferentes profesionales que trabajan en el aula con el alumno (profesores).</li> </ul>	

Todas las actividades de cada sesión se deben de repetir, al menos, dos veces de manera consecutiva en cada sesión. Aquellas actividades que se realizan sin cumplir las instrucciones, se repetirán. No se repetirán las actividades de las sesiones número 1, 20, 21 y 22.

## 6. Discusión y Conclusiones

En este estudio se han recogido datos sobre movimientos sacádicos, comprensión y velocidad lectora, todos ellos en un grupo de 30 alumnos de Educación Secundaria Obligatoria.

Con los datos obtenidos, a través de pruebas estandarizadas y valores normativos, se ha hecho un análisis descriptivo y otro de relación entre variables.

Consideramos que los resultados son significativos y de gran interés, ya que sirven para identificar posibles deficiencias que han puesto de manifiesto la existencia de problemas en movimientos sacádicos y de comprensión lectora en un elevado porcentaje de alumnos y de la existencia de una relación entre las dificultades de comprensión y movimientos oculares, además de poner de manifiesto que los instrumentos empleados permiten detectar estos problemas entre alumnos de Educación Secundaria Obligatoria.

De los objetivos propuestos y en vista de los resultados que esperábamos obtener teniendo en cuenta las investigaciones anteriores de otros autores que están planteadas en el marco teórico, destacamos:

- En relación al objetivo “valorar los movimientos sacádicos en alumnos de Educación Secundaria Obligatoria”, cabe destacar que el porcentaje de alumnos de nuestra muestra que presenta dificultades es relativamente elevado, a pesar de ser alumnos de Educación Secundaria Obligatoria, en los que dichas habilidades no tendrían que tener dificultades.
- Respecto al objetivo “estudiar la comprensión lectora en alumnos de Educación Secundaria Obligatoria”, los resultados obtenidos coinciden con otros datos anteriormente publicados (PISA, 2009). El porcentaje de alumnos que presenta dificultad, junto con el porcentaje de alumnos que presentan dudas sobre si tienen o no dificultades en comprensión lectora, es elevado. Poniendo de manifiesto la importancia de identificar a tiempo las dificultades en comprensión lectora, así como los procesos neuropsicológicos que intervienen en ella (atención, memoria, movimientos sacádicos, etc).
- En el objetivo “estudiar la velocidad lectora en alumnos de Educación Secundaria Obligatoria”, los resultados para la muestra elegida, hacen entender que los alumnos de Educación Secundaria Obligatoria no presentan dificultades en velocidad lectora. Aunque algunos de ellos si presentan dudas de si tienen dificultad o no. Además, en contra de lo esperado, y contradiciendo los resultados obtenidos en otras investigaciones anteriores (González, 2000) en las que los alumnos de Educación Secundaria Obligatoria si presentaban dificultades en velocidad lectora, los alumnos de esta muestra no presentaban dificultades en este aspecto.
- Para el objetivo “examinar si existe relación entre los movimientos sacádicos y la comprensión lectora en alumnos de Educación Secundaria Obligatoria”, se puede determinar que los datos coinciden con investigaciones anteriores expuestas en el marco teórico (Rayner, 1998). Dada la implicación que los movimientos sacádicos han mostrado tener sobre la lectura y la implicación de la lectura en el rendimiento académico es posible que las dificultades en movimientos sacádicos pudieran ser

una de las posibles causas de los problemas en rendimiento académico (informe PISA, 2009) observados en España en alumnos de Educación Secundaria Obligatoria.

- En el objetivo “analizar si existe relación entre los movimientos sacádicos y la velocidad lectora en alumnos de Educación Secundaria Obligatoria”, se establece ausencia de relación para esta muestra, en contra de lo que se esperaba. Los resultados obtenidos sobre la relación entre estas dos variables no coinciden con los resultados de otras investigaciones similares (González, 2000). En el caso de este estudio, los resultados obtenidos contradicen las investigaciones anteriores. Esto puede ser debido a que en la muestra elegida, los alumnos no presentan dificultades en velocidad lectora y que en caso de haber alumnos con dificultades igual si hubiera sido posible encontrar una relación entre comprensión y velocidad lectora. Además, las investigaciones al respecto son en alumnos de Educación Primaria. La diferencia de edad puede ser un factor determinante a la hora de relacionar comprensión y velocidad lectora y que esta diferencia con estos previos sea reflejo de que esta relación entre comprensión y velocidad lectora encontrada en alumnos de Educación Primaria no se dé en alumnos de Educación Secundaria.
- En el objetivo “examinar si existe relación entre la comprensión y la velocidad lectora en alumnos de Educación Secundaria Obligatoria”, y al igual que el objetivo anterior y en contra de lo esperado, no existe relación entre las variables. Los motivos por los que no coinciden los resultados obtenidos en esta investigación con los resultados de investigaciones anteriores (González, 2000), pueden ser los mismos que han sido planteados en relación al objetivo anterior.
- En cuanto al objetivo “proponer un programa de intervención a través del uso de las nuevas tecnologías en base a los resultados obtenidos para alumnos de Educación Secundaria Obligatoria” ha sido explicado en el apartado 5 de este trabajo. La relación que existe entre los movimientos sacádicos y la comprensión lectora pone de manifiesto la importancia tanto de estudiar de manera más profunda las características de nuestros alumnos en movimientos sacádicos y en comprensión lectora para que dichas dificultades no pasen desapercibidas como de implantar programas de intervención en movimientos oculares y, más concretamente,

movimientos sacádicos, siendo esperable que también repercuta positivamente sobre la comprensión lectora. Teniendo en cuenta que no se ha encontrado dificultad alguna en velocidad lectora, no es necesaria una intervención en este aspecto. Dado que no parece relacionarse con los movimientos sacádicos tampoco es esperable que un programa de intervención basado en movimientos sacádicos mejore el rendimiento en velocidad lectora.

## **Limitaciones**

En la realización de esta investigación, tanto en la evaluación como en el análisis de los resultados, se han encontrado una serie de limitaciones:

- Una de las limitaciones ha sido el tamaño de la muestra estudiada. Al ser una muestra tan pequeña no permite generalizar los resultados obtenidos a la población general.
- Otra limitación encontrada es que ninguno de los alumnos de esta muestra presenta dificultades en velocidad lectora según los valores normativos. Únicamente, algunos alumnos presentan dudas sobre si tienen o no dificultades en esta variable. Este hecho ha podido condicionar los resultados de este estudio a la hora de relacionar la velocidad lectora con los movimientos sacádicos y la comprensión lectora, ya que los resultados podrían haber sido diferentes de haber tenido una muestra con alumnos con dificultades en velocidad lectora.
- La disposición de pruebas actuales que permiten la evaluación de estas variables de una manera más eficaz, rápida y fiable, debido al elevado coste económico, como es el caso del “eye tracker”, un dispositivo de última generación que evalúa los movimientos oculares con una precisión muy alta.

Al conocer las limitaciones que ha tenido este estudio, permite plantear las líneas de investigación futuras en esta rama de la neuropsicología educativa.

## **Prospectiva**

La prospectiva de futuro de esta investigación es la siguiente:

- Ampliar el tamaño de la muestra para tener mayor variabilidad de alumnos y cubran de una manera más fiable la población general.
- Utilizar diferentes grupos de alumnos con diferentes patologías (dislexia, trastorno por déficit de atención e hiperactividad, retraso de lenguaje, etc) para saber cómo son sus características en movimientos sacádicos, comprensión y velocidad lectora, y si existe relación o no entre estos aspectos.
- Realizar las mediciones con nuevas tecnologías que aseguren mayor fiabilidad y precisión, como por ejemplo, evaluar movimientos sacádicos con el dispositivo de última generación que detecta los movimientos de los ojos (“eye tracker”).
- Desarrollar nuevas tecnologías (software y hardware) para mejorar los programas de intervención neuropsicológicos, siendo éstos accesibles a todos los alumnos con dificultades.



## 7. Bibliografía

- Álvarez, L. y González, P. (1996). Dificultades en la adquisición del proceso lector. *Psicotema*, 8, (3), 573-586.
- Ardila, A., Roselli, M. y Matute, E. (2005). *Neuropsicología de los trastornos del aprendizaje*. México: Manual Moderno.
- Bryant, P. y Bradley, L. (1998): *Problemas infantiles de lectura*. Madrid: Alianza.
- Cardinali, D. (2007). *Neurociencia aplicada: sus fundamentos*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Carpenter, R. (1998). *Movements of the eyes*. London: Editorial Pion.
- Cortes, M., e Iglesias, M. (2004). *Generalidades sobre Metodología de la Investigación*. Universidad autónoma del Carmen (México): Colección Material Didáctico.
- Cuetos, F. (2008). *Psicología de la lectura*. Wolters Klumer educación.
- Cusimano, C. (2012). Eye- tracking while Reading. Recuperado de:  
<https://wiki.brown.edu/confluence/display/kertzlab/Eye-Tracking+While+Reading>
- Delfior, S. (1996). *Las dificultades de aprendizaje: un enfoque cognitivo : lectura, escritura, matemáticas*. Málaga : Editorial Aljibe
- Díaz, S., Gómez, A., Jiménez, C. y Martínez, P. (2004). Bases optométricas para una lectura eficaz. *Centro Optometría Internacional*.
- Donnersberger, A. y Lesak, A. (2002). *Libro de laboratorio de anatomía y fisiología*. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Garzía, R., Richman, J., Nicholson, S.B. y Gaines, C.S. (1990). A new visual- verbal saccade test: the development eye movement test (DEM). *J Am Optom Assoc*, 61(2), 124-135.

Golder, C. y Gaonac'h, D. (1998). *Lire et comprendre, psychologie de la lecture*. París: Hachette éducation.

Gonzalez, M. (2000). *Dificultades en el aprendizaje de la lectura*. Ediciones Morata.

Gonzalez, M. D. (1985). *Dificultades en el aprendizaje de la lectura: nuevas aportaciones a su diagnóstico y tratamiento*. Madrid: Servicio de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia.

Hubel, D. H. (1982). Exploration of the primary visual cortex, 1955- 1978. *Nature*, (299), 515- 524.

Hynd, G. (1987). Regional cerebral blood flow in developmental dyslexia. Activation during reading in a surface and deep dyslexia. *Jornal of Learning Disabilities*, 20, 294-300

Kolb, B. y Wishaw, I. (2006). *Neuropsicología humana*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.

Ministerio de Educación y Ciencia (2010). *PISA 2009. Programa para la Evaluación Internacional de los Alumnos. Informe Español*. Madrid: Secretaría General Técnica.

Myers, D. (1999). *Psicología*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.

New York state optometric association. King- Devick Test Card. Bernell.

Nicasio, J. (1995). *Manual de dificultades de aprendizaje. Lenguaje, lectoescritura y matemáticas*. Madrid: Editorial Narcea.

Palastanga, N., Field, D. y Soames, R. (2007). *Anatomía y movimiento humano. Estructura y funcionamiento*. Barcelona: Editorial Paidotribo.

Prado, C., Dubois, M. & Valdois, S. (2007). The eye movements of dyslexic children during reading and visual search: Impact of the visual attention span. *Vision Research* 47, 2521-2530.

Ramos y Cuentos (1998). PROLEC-SE. *Evaluación de los Procesos Lectores en Alumnos de 3er. Ciclo de Primaria y Secundaria*. Tea Ediciones.

- Rayner, K. (1978a). Eye movement latencies for parafoveally presented words. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 11, 13- 16.
- Rayner, K (1997). Understanding Eye Movements in Reading. *Scientific Studies of Reading*, 1, (4), 317- 339.
- Rayner, K. (1998). Eye movements in information Processing: 20 years of research. *Psychological bulletin*, 124, (3), 372- 422.
- Rello, L. y Baeza- Yates, R. (2013). Good fonts for Dyslexia. *Proceeding of the 15th International ACM SIGACCESS Conference on computers and Accessibility*. 1-8.
- Ripoll, J. (2013). *Intervención en problemas de comprensión lectora*. Universidad de Navarra
- Rodriguez, M., Bernabeu, A., García, S., y Leal, L. (2010). Evaluación de los movimientos oculares sacádicos mediante un videojuego de entrenamiento de la motilidad ocular: “Los Picapiedras sobre ruedas”. *Gaceta Optica*.
- Sánchez Miguel, E. (1998). *Comprensión y redacción de textos*. Barcelona: Editorial Edebe.
- Santiuste Bermejo, V., Martín Lobo, P y Ayala Flores, C. (2006). *Bases neuropsicológicas del fracaso escolar*. Editorial Fugaz Ediciones.
- Smith, K. U. (1972). Social tracking in the development of educational skills. *American Journal of Optometry and Physiological Optics*, 49, 50-60.
- Urtubia, C. (1996). *Neuropsicología de la visión*. Barcelona: Edicions UPC.
- Vallés Arándiga, A. (2005). Comprensión lectora y procesos psicológicos. *Liberabit. Revista de Psicología*, 11, 49-61
- Vallés, A. (1999). *Velocidad Lectora-1*, València: Promolibro.

## 7.1 Material de consulta:

Moore, K. y Dalley, A. (2006). *Anatomía con orientación clínica*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.

Rodríguez, S. y Smith- Ágreda, J. (2003). *Anatomía de los órganos del lenguaje, visión y audición*. Madrid: Editorial Panamericana.

Soriano, C., Guillamazo, G., Redolar, D., Torras, M. y Vale, A. (2007). *Fundamentos de neurociencia*. Editorial UOC.

## 7.2 Páginas web

[www.kingdevicktest.com](http://www.kingdevicktest.com)

[www.molenberg.com.ar/EIOjo/anatomia%20del%20ojo%202.html](http://www.molenberg.com.ar/EIOjo/anatomia%20del%20ojo%202.html)

[www.portalesmedicos.com](http://www.portalesmedicos.com)

<https://itunes.apple.com/es/app/count-battle/id524402432?mt=8>

<https://itunes.apple.com/us/app/eye-exerciser/id453960878?mt=8>

<https://itunes.apple.com/es/app/vision-tap-vision-therapy/id507779011?mt=8>

<https://itunes.apple.com/es/app/ayumu/id766475965?mt=8>

## **8. ANEXOS**

### Índice del anexo:

Anexo 1. CARTA DEMOSTRACIÓN TEST K-D.

Anexo 2. CARTA I TEST K-D.

Anexo 3. CARTA II TEST K-D.

Anexo 4. CARTA III TEST K-D.

Anexo 5. HOJA DE REGISTRO TEST K-D.

Anexo 6. TEST A, TEST DEM.

Anexo 7. TEST B, TEST DEM.

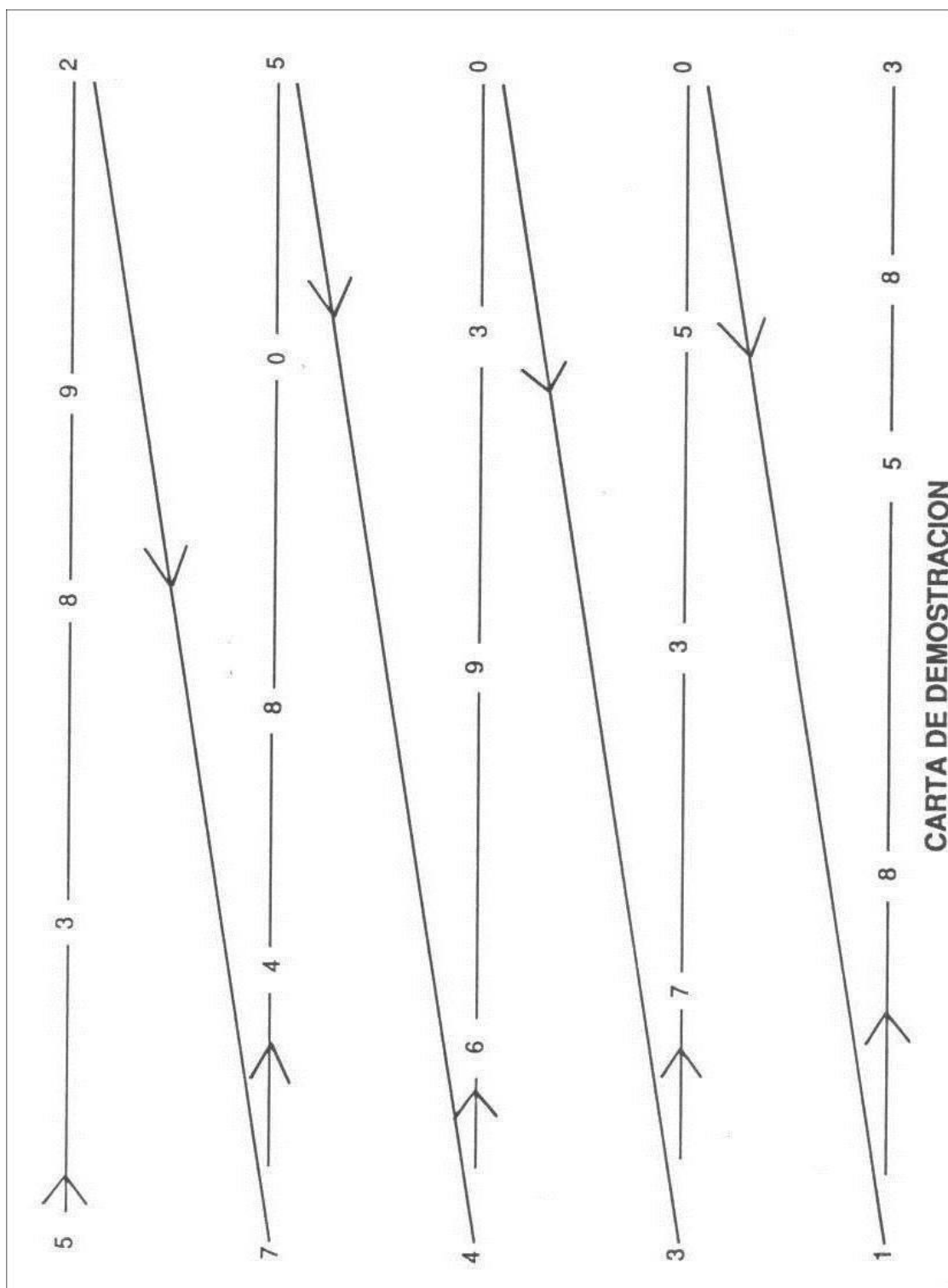
Anexo 8. TEST C, TEST DEM.

Anexo 9. HOJA DE REGISTRO TEST DEM.

Anexo 10. CAPTURAS DE PANTALLA DE LAS DIFERENTES APLICACIONES DEL PROGRAMA DE INTERVENCIÓN.

Anexo 11. REGISTRO DE REALIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL PROGRAMA DE INTERVENCIÓN.

## Anexo 1. Carta demostración test K-D.



## Anexo 2. Carta I test K-D

5 — 2 — 0 — 7 — 8  
9 — 7 — 3 — 4 — 6  
5 — 4 — 3 — 1 — 7  
2 — 6 — 9 — 5 — 3  
1 — 4 — 5 — 3 — 8  
5 — 8 — 6 — 6 — 2  
3 — 8 — 4 — 6 — 1  
7 — 5 — 3 — 7 — 2

CARTA I

### Anexo 3. Carta II test K-D

4	7	4	9	6
7	2	6		0
3	1		6	4
6		9	7	8
5	4	1	2	7
4		7	5	6
9	3	5	4	2
7		0	3	8

**CARTA II**



#### Anexo 4. Carta III test K-D

6	3	0	7	1
7	5	2	4	0
5	4	3	1	7
2	6	9	4	3
1	4	5	3	1
5	8	4	3	2
1	5	3	6	0
9	3	6	2	7

**CARTA III**

Anexo 5. Hoja de registro test K-D.

**PRUEBAS DE LECTURA**

**VALORACION DE SEGUIMIENTOS OCULARES**

**I**

5.2.0.7.8

9.7.3.4.6

5.4.3.1.7

2.6.9.5.3

1.4.5.3.8

5.8.6.6.2

3.8.4.6.1

7.5.3.7.2

**II**

4.7.4.9.6

7.2.6.4.0

3.1.6.7.4

6.9.7.9.8

5.4.1.2.7

4.7.2.5.6

9.3.5.4.2

7.0.3.4.8

**III**

6.3.0.7.1

7.5.2.4.0

5.4.3.1.7

2.6.9.4.3

1.4.5.3.1

5.8.4.3.2

1.5.3.6.0

9.3.6.2.7

**EDAD** →

6

6

7

7

8

8

9

9

10

10

11

11

12

12

13

13

14

14

**TIEMPO (según edad)**

	I	II	III	TOTAL
Tiempo	30.98	37.05	51.00	119.03
Margen de error	10.10	12.96	19.39	40.92
Tiempo	26.71	31.12	43.06	100.89
Margen de error	5.97	8.75	15.36	29.16
Tiempo	22.98	24.89	31.26	79.13
Margen de error	6.37	7.75	11.59	27.35
Tiempo	21.02	22.89	29.53	73.44
Margen de error	7.20	7.50	10.82	26.03
Tiempo	19.72	20.79	27.76	68.27
Margen de error	6.08	7.37	10.21	26.22
Tiempo	17.58	18.95	20.39	56.92
Margen de error	4.60	4.51	7.45	13.85
Tiempo	16.94	17.68	19.42	54.04
Margen de error	3.60	4.43	5.31	13.51
Tiempo	16.29	16.96	18.98	52.23
Margen de error	2.52	2.72	3.26	7.50
Tiempo	14.86	16.87	18.73	50.46
Margen de error	2.40	2.33	2.49	5.84

**ERRORES (según edad)**

	I	II	III	TOTAL
	1.32	3.81	10.84	16.97
	1.12	2.10	8.75	11.97
	.34	.53	2.48	3.35
	.28	.45	2.02	2.75
	.28	.43	1.12	1.83
	.25	.33	.62	1.20
	.18	.21	.44	.83
	.12	.12	.36	.59
	.07	.07	.33	.47

**TIEMPO (según edad)**

	I	II	III	Total

**ERRORES (según edad)**

	I	II	III	Total

Anexo 6. Test A, test DEM.

TEST A	
3	4
7	5
5	2
9	1
8	7
2	5
5	3
7	7
4	4
6	8
1	7
4	4
7	6
6	5
3	2
7	9
9	2
3	3
9	6
2	4

Anexo 7. Test B, test DEM.

TEST B	
6	7
3	9
2	3
9	9
1	2
7	1
4	4
6	7
5	6
2	3
5	2
3	5
7	7
4	4
8	6
4	3
5	7
2	5
1	9
7	8

Anexo 8. Test C, test DEM.

TEST C									
3		7	5			9			
2	5			7		4			
1			4		7		6		
7		9		3		9			
4	5				2			1	
5			3		7		4		
7	4		6	5					
9		2			3		6		
6	3	2		9					
7				4		6	5		
5		3	7			4			
4			5		2			1	
7	9	3			9				
1			4			7		6	
2		5		7			4		
3	7		5			9			

## Anexo 9. Hoja de registro test DEM.

### Developmental Eye Movement Test (DEM)

Patient's Name: \_\_\_\_\_ school grade placement \_\_\_\_\_

Intern: \_\_\_\_\_

Test Date: \_\_\_\_\_

O.D.: \_\_\_\_\_

DOB: \_\_\_\_\_

C.A.: \_\_\_\_\_

TEST A: 3 7 5 9 8 2 5 7 4 6 1 4 7 6 3 7 9 3 9 2

Time/Errors: \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

4 5 2 1 7 5 3 7 4 8 7 4 6 5 2 9 2 3 6 4

TEST B: 6 3 2 9 1 7 4 6 5 2 5 3 7 4 8 4 5 2 1 7

Time/Errors: \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

7 9 3 9 2 1 4 7 6 3 2 5 7 4 6 3 7 5 9 8

Test A + B: **Total Vertical Time** / Errors: \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

TEST C: 37598 63291 Symbols: /=substitution error o=omission error  
25746 74652 a=addition error <or>=transposition error  
14763 53748  
79392 45217 **Horizontal Time** (non-adjusted) / Errors \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
45217 79392  
53748 14763  
74652 25746 Formula: Adj.Time=raw Time x  $\frac{80}{(80-o+a)}$   
92364 37598

(SS & %ile from DEM Manual)  
(AE from last page of Test booklet)

Raw  
Score

Std.  
Score

Percentile  
Rank

Age  
Equivalency

**Vertical Time**

**Adj. Horizontal Time**

**Ratio** :  $\frac{H}{V}$

**Total Errors** (H+V:s+o+a+t)

Circle: Type I Type II Type III Type IV

Comments: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

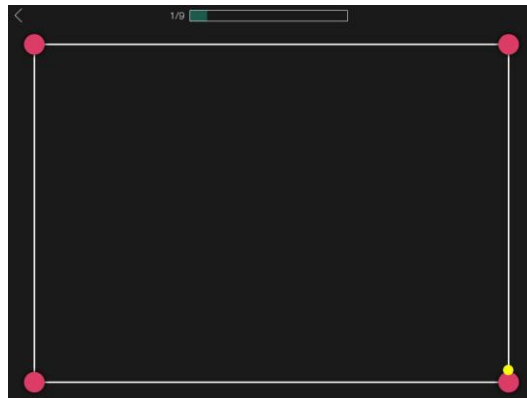
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

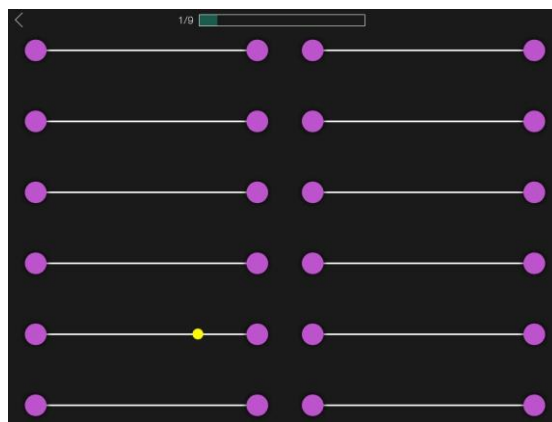
VTS 33.422 09/04 HL

## Anexo 10. Capturas de pantalla de las diferentes aplicaciones del programa de intervención.

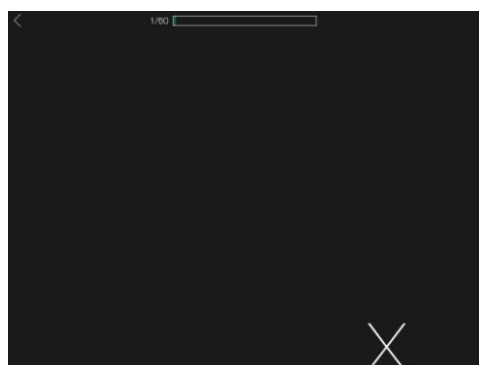
### Captura de pantalla de uno de los ejercicios de “Basics Programs”



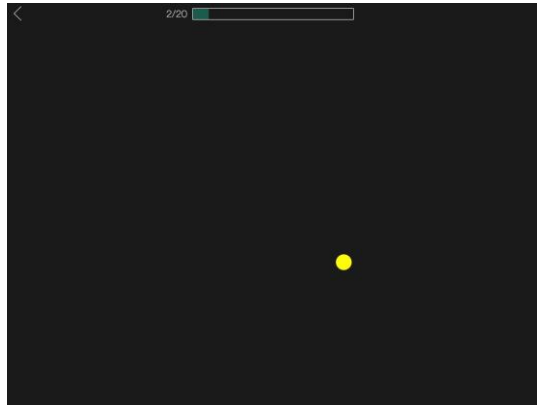
### Captura de pantalla de uno de los ejercicios de “Advanced Programs”



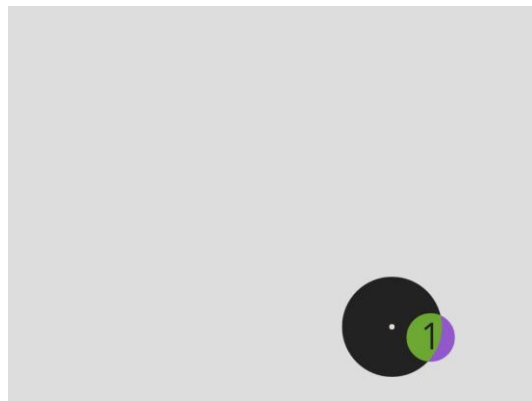
### Captura de pantalla de uno de los ejercicios de “Saccade Movements”



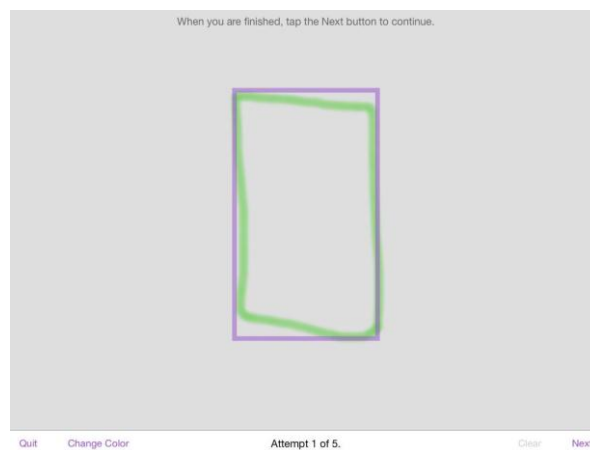
### Captura de pantalla de uno de los ejercicios de “Near- Far Programs”



### Captura de pantalla del ejercicio de “Memory Tap”

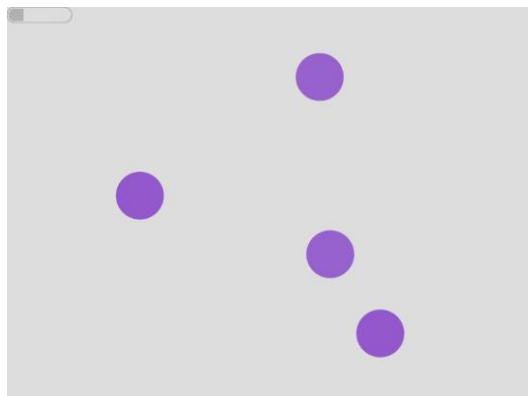


### Captura de pantalla del ejercicio de “Tach Traicing”

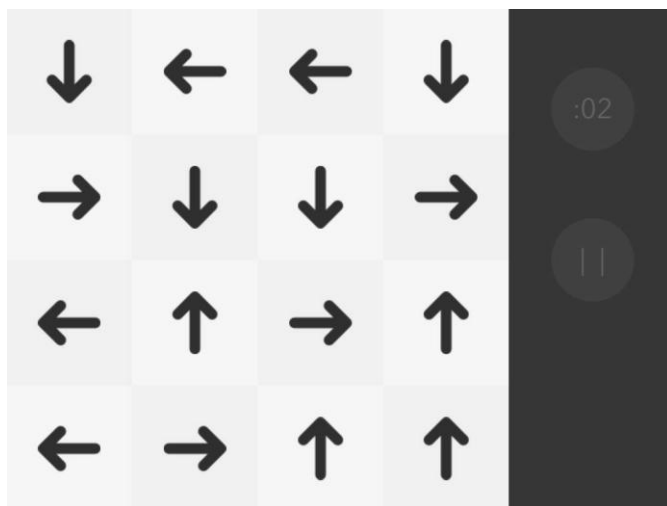




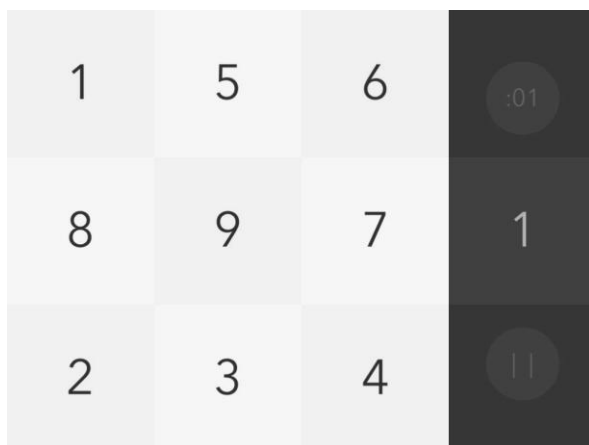
### Captura de pantalla del ejercicio de “Tap Avalanche”



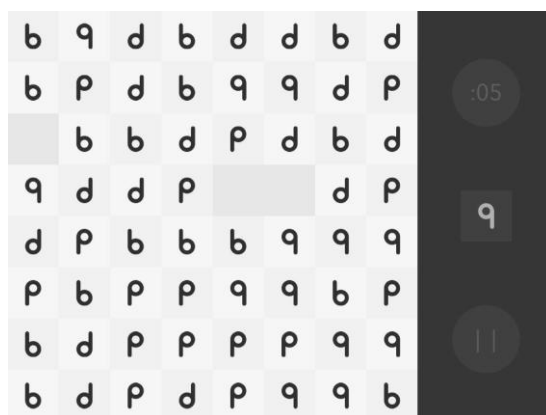
### Captura de pantalla del ejercicio de “Directional Tiles”.



### Captura de pantalla del ejercicio de “Ordered Tiles”



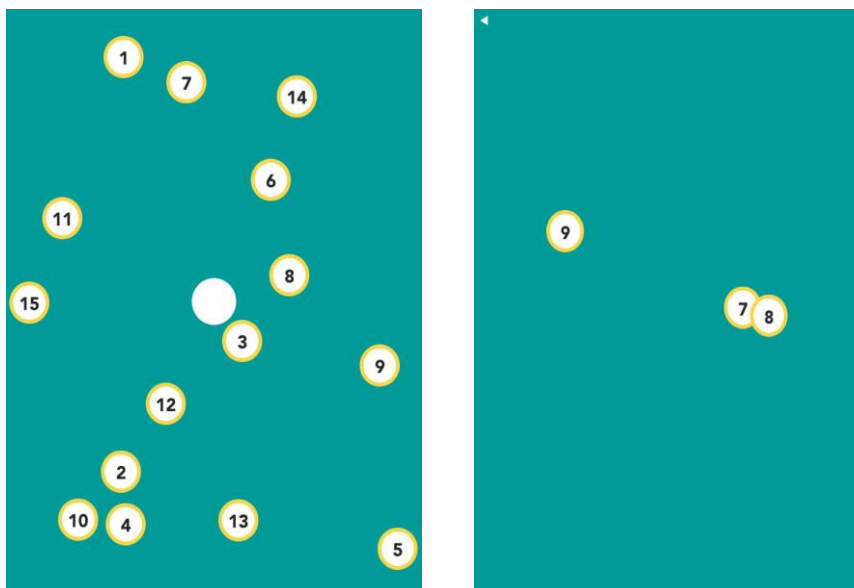
### Captura de pantalla del ejercicio de “Scanning Tiles”



### Captura de pantalla del juego “Ayumu”



## Captura de pantalla del juego “Count Battle”: “Classic mode” y “Count Up Mode”



Anexo 11. Registro de realización de las actividades del programa de intervención:

<i>ALUMNO:</i>		<i>REALIZADO</i>
<i>FECHA:</i>	<i>TIEMPO:</i>	
<i>SESIÓN Nº:</i>	<i>Actividad 1:</i>	
	<i>Actividad 2:</i>	
	<i>Actividad 3:</i>	
	<i>Actividad 4:</i>	
<i>OBSERVACIONES:</i>		