

## Los movimientos oculares, un camino para comprender las dificultades en el procesamiento de la lectura

**Karina-Viviana Rodríguez**   
Universidad Nacional del Sur, Argentina  
[karina.rodriguez@uns.edu.ar](mailto:karina.rodriguez@uns.edu.ar)

**Liliana Fonseca**   
Universidad Nacional de San Martín, Argentina  
[lfonseca@unsam.edu.ar](mailto:lfonseca@unsam.edu.ar)

**Francisco-Ramiro Iaconis**   
Universidad Nacional del Sur, Argentina  
[francisco.iaconis@uns.edu.ar](mailto:francisco.iaconis@uns.edu.ar)

**Jessica Del-Punta**   
IFISUR – CONICET, Argentina  
[jessica.delpunta@uns.edu.ar](mailto:jessica.delpunta@uns.edu.ar)

**Gustavo Gasaneo**   
Universidad Nacional del Sur, Argentina  
[ggasaneo@uns.edu.ar](mailto:ggasaneo@uns.edu.ar)

### Resumen

El objetivo de este estudio consiste en comparar las características de la lectura en español en niños disléxicos y lectores neurotípicos en base a sus movimientos oculares, según las distintas variables que los caracterizan: tiempo de lectura, número y duración de fijaciones, amplitud, duración y velocidad de sacadas, número de regresiones y distancia recorrida. Para esto se estudiaron los movimientos oculares durante la lectura de palabras y textos de 36 niños de 9-10 años, 11 de los cuales fueron diagnosticados con dislexia. El análisis evidenció diferencias significativas en algunas de las variables estudiadas. Los niños disléxicos realizan un mayor número de fijaciones, requieren mayor tiempo para completar la lectura, realizan sacadas más cortas y más regresiones en comparación con lectores neurotípicos. La distancia media recorrida y la duración de las fijaciones es similar en ambos grupos.

**Palabras clave:** Seguimiento ocular; dislexia; trastornos de aprendizaje; dificultad lectora; necesidades educativas.

**Cómo citar:** Rodríguez, K. V., Fonseca, L., Iaconis, F. R., Del-Punta, J., & Gasaneo, G. (2025). Los movimientos oculares, un camino para comprender las dificultades en el procesamiento de la lectura. *Ocnos*, 24(1).  
[https://doi.org/10.18239/ocnos\\_2025.24.1.488](https://doi.org/10.18239/ocnos_2025.24.1.488)



## Eye tracking studies, a way to understand difficulties in reading processing

**Karina-Viviana Rodríguez**   
Universidad Nacional del Sur, Argentina  
[karina.rodriguez@uns.edu.ar](mailto:karina.rodriguez@uns.edu.ar)

**Liliana Fonseca**   
Universidad Nacional de San Martín, Argentina  
[lfonseca@unsam.edu.ar](mailto:lfonseca@unsam.edu.ar)

**Francisco-Ramiro Iaconis**   
Universidad Nacional del Sur, Argentina  
[francisco.iaconis@uns.edu.ar](mailto:francisco.iaconis@uns.edu.ar)

**Jessica Del-Punta**   
IFISUR – CONICET, Argentina  
[jessica.delpunta@uns.edu.ar](mailto:jessica.delpunta@uns.edu.ar)

**Gustavo Gasaneo**   
Universidad Nacional del Sur, Argentina  
[ggasaneo@uns.edu.ar](mailto:ggasaneo@uns.edu.ar)

### Abstract

The aim of this study is to compare the features that characterise reading in Spanish, in dyslexic children and typical readers based on their eye movements, according to the different variables that characterise them: reading time, number and duration of fixations, amplitude, duration and speed of saccades, number of regressions and path length. The eye movements of 36 children aged 9-10 years (16 of whom were diagnosed with dyslexia) were studied while reading words and texts. The analysis showed significant differences in some of the variables studied. Dyslexic children perform a greater number of fixations, require more time to complete the reading task, perform shorter saccades and more regressions compared to typical readers. The average path length and the duration of fixations are similar in both groups.

**Keywords:** Eye tracking; dyslexia; learning disabilities; reading difficulties; educational needs.

**How to cite:** Rodríguez, K. V., Fonseca, L., Iaconis, F. R., Del-Punta, J., & Gasaneo, G. (2025). Eye tracking studies, a way to understand difficulties in reading processing. *Ocnos*, 24(1). [https://doi.org/10.18239/ocnos\\_2025.24.1.488](https://doi.org/10.18239/ocnos_2025.24.1.488)



## INTRODUCCIÓN

La dislexia, una dificultad específica del aprendizaje (DEA) de la lectura, afecta a una proporción significativa de la población, estimada entre el 5% y el 10% (Carrillo-Gallego et al., 2011, Peterson y Pennington, 2012, Catts et al., 2024). Quienes presentan esta condición experimentan dificultades persistentes en el proceso de aprendizaje de la lectura. Es imperativo detectar la dislexia en etapas tempranas, de manera que se puedan implementar estrategias educativas apropiadas desde los primeros años escolares. Es ampliamente reconocido que la habilidad de lectura constituye la competencia instrumental más crucial en el entorno escolar y se convierte en una herramienta fundamental que facilita otros procesos de aprendizaje, trascendiendo de la mera adquisición de la lectura hacia su empleo como medio para la adquisición de conocimiento.

La Asociación Internacional de Dislexia define la dislexia como una dificultad específica del aprendizaje (DEA) de probable origen neurobiológico, que se caracteriza por dificultades en el reconocimiento preciso y/o fluido de las palabras escritas y en la decodificación y la ortografía (World Health Organization, 1993; American Psychiatric Association, 2013). Estas dificultades suelen ser el resultado de un déficit en el componente fonológico del lenguaje. Son inesperadas en relación con otras habilidades cognitivas que se desarrollan de manera típica con una adecuada instrucción escolar. Como consecuencias secundarias de estas dificultades pueden presentarse problemas en la comprensión lectora y una experiencia lectora reducida que puede afectar el incremento del vocabulario y la incorporación de nuevos conocimientos.

La dislexia es considerada el trastorno de aprendizaje más frecuente (Snowling, 2001) y está caracterizada por una dificultad en la lectura y la escritura de palabras a pesar de contar con recursos intelectuales adecuados y oportunidades para aprender (Lyon et al., 2003). Las investigaciones de Liberman (1995) indicaron que la lectura, a diferencia del lenguaje oral, no se desarrolla de manera natural o universal y surgen dificultades inesperadas a pesar de que se controlan las condiciones anteriores.

Los trabajos más actuales respecto a la definición de dislexia (Protopapas, 2019, Catts et al., 2024) enfatizan el concepto de dificultades persistentes en la lectura aportando su definición más reciente: dificultad persistente e inesperada para desarrollar habilidades de lectura de palabras teniendo en cuenta la edad y la experiencia (Parrila y Protopapas, 2017).

El desarrollo de las habilidades lectoras lleva varios años desde el momento en que los niños aprenden los primeros pasos en la decodificación entre los 4 y 7 años, dependiendo de las características del ambiente y el lenguaje emergente. Es fundamental en este proceso el tipo de estimulación promovida en la escuela, que varía entre los distintos países y sistemas educativos. El aprendizaje de las reglas de correspondencia fonema grafema lleva alrededor de dos años, dependiendo de las complejidades ortográficas propias de cada lengua (Seymour et al., 2003; Ziegler y Goswami, 2006). Pero fundamentalmente la velocidad lectora continúa progresando en los distintos ciclos de la escolaridad hasta lograr la lectura de 200 a 300 palabras por minuto al leer un texto continuo. Esto hace que la lectura se vaya automatizando y no interfiera con procesos más complejos como los de la comprensión lectora (Megherbi et al., 2018).

El español se identifica como una lengua transparente y esta característica tiene una importancia crucial en el aprendizaje del lenguaje escrito. Seymour et al. (2003) clasificaron los sistemas ortográficos europeos a partir de un estudio translingüístico distinguiendo la complejidad de las sílabas y la relación entre opacidad y transparencia en el proceso de decodificación. Este estudio se constituyó en un antecedente fundamental del test LEE, Lectura y escritura en español (Defior et al., 2006), del cual se utilizaron las pruebas de Lectura de palabras, Lectura pseudopalabras y Comprensión de textos.

En el estudio de Seymour y colaboradores (2003) se describe al español como una lengua transparente ya que existiría una correspondencia biunívoca entre fonemas y grafemas salvo algunas excepciones que se acentúan en el español rioplatense, por ejemplo, la representación fonológica de la c, la s o la z que se reconocen con el mismo fonema y con la presencia de numerosos homófonos. La

transparencia de la lengua facilita la adquisición del lenguaje escrito. En cambio, en las ortografías opacas, con sílabas más complejas, el aprendizaje sería más trabajoso. La dislexia en español también estaría influenciada por la transparencia de la ortografía de la lengua, siendo el aspecto distintivo fundamental la velocidad lectora ya que la precisión sería un aspecto más fácil de adquirir (Defior, 2020, Wolf et al., 2024).

Tanto el proceso de decodificación como la comprensión son dos componentes propios de la lectura y están intrínsecamente relacionados; si la decodificación es inadecuada, entonces el propósito de la lectura no es consumado (Hoover y Tunmer, 2020; Abusamra et al., 2021), ya que su objetivo final es la comprensión. Por lo tanto, la lectura constituye un proceso complejo que demanda la integración y coordinación de diversos procesos perceptuales (visuales, auditivos y fonológicos), atencionales, motores, lingüísticos y cognitivos, operando simultáneamente a una notable velocidad. Cada uno de estos procesos debe funcionar con precisión y rapidez antes de ser integrados en milisegundos para poder leer una palabra.

Desde el punto de vista visual, leer implica extraer información de un texto que se presenta como una imagen. Debido a las características del sistema visual, el texto sólo puede ser procesado por fragmentos, y esto se puede lograr mediante movimientos oculares (en adelante MO), que ubiquen cada fragmento del texto en la fovea, que es la parte de los ojos con mayor resolución. Se necesitan varias áreas motoras del cerebro para ejecutar el salto de los ojos de una palabra a la siguiente. El cerebro descompone la imagen en piezas que son analizadas pasando por el giro angular, el área de Wernicke y otras muchas áreas del cerebro, para finalmente relacionarla a una palabra o una parte de ella, dándole significado al estímulo.

## MARCO TEÓRICO

El estudio de los movimientos oculares durante la lectura tiene una larga historia. En las últimas décadas, investigadores en esta área se han enfocado en caracterizar y modelar los diferentes mecanismos involucrados en el proceso lector. Dos principios básicos gobiernan la dinámica de la lectura: dónde mirar y cuándo mover los ojos al próximo objetivo. En el intento de explicarlos se ha encontrado un conjunto de métricas que permiten describir el proceso lector en gran detalle (Rayner, 2009; Engbert et al., 2005).

Al leer, el lector realiza movimientos muy rápidos (llamados sacadas) que permiten desplazar la mirada hacia adelante en sentido del texto (movimientos sacádicos de avance) o en sentido inverso al texto (regresiones), seguidos de momentos de relativa estabilidad (fijaciones). El estudio y detección de los movimientos oculares viene desarrollándose desde finales del siglo XIX, época en la que se utilizaban métodos observacionales, con el uso de espejos (Yarbus, 1967). Tras décadas de avances tecnológicos se ha posibilitado el registro clínico de los movimientos oculares y actualmente se pueden registrar fácilmente y con mucha precisión mediante dispositivos llamados *eye trackers*. Muchos de los sistemas que actualmente se utilizan se basan en el uso de luz infrarroja que se refleja en los ojos y se capta mediante una cámara de video que graba los movimientos oculares mientras el sujeto mira una serie de estímulos, sin necesidad de contacto físico. La reflexión corneal de la luz se mide relativa a la localización del centro de la pupila generando una gran cantidad de datos de los que se puede extraer información clínicamente útil. Estos datos pueden ser analizados con alguna metodología de matemática estadística o modelado desde un punto de vista físico. En el primer caso, se definen un número de métricas como el número de fijaciones, la duración temporal y ubicación de las fijaciones, la amplitud de las sacadas, etc. (Duchowski, 2017). En el segundo caso, se estudian los aspectos físicos de los movimientos oculares considerando al sistema formado por el globo oculomotor y los músculos involucrados en el movimiento ocular (Specht et al., 2017; Bouzat et al., 2018, Del-Punta et al., 2019; Frapiccini et al., 2020).

El estudio de estos movimientos oculares ha permitido caracterizar grupos de lectores con similares características: los niños que se inician en el aprendizaje, los adolescentes o adultos sin dificultades específicas, las personas mayores y los disléxicos, entre otros.

Según Escudero et al. (2016), los movimientos sacádicos son movimientos rápidos que permiten a los ojos moverse de un punto de fijación a otro, entre los cuales se reconoce y procesa la información.

En la lectura en silencio suelen abarcar de 7 a 9 caracteres, aunque esto puede variar según el texto que se está leyendo, y su duración oscila entre 20 y 40 milisegundos. Durante los movimientos sacádicos la sensibilidad hacia la información visual se reduce, reconociendo esto como un mecanismo de supresión sacádica vinculada al proceso de inhibición. Sin embargo, se ha demostrado que el procesamiento léxico no se suprime (Irwin, 1998).

Los movimientos sacádicos se van alternando con momentos de fijación, permitiendo al lector saltar de un punto a otro de forma rápida y discontinua (Klein y Ettinger, 2019). En lectura, la mirada se centra en un determinado fragmento mientras se produce el reconocimiento visual de la palabra, y luego salta al fragmento siguiente o, en ocasiones, se desplaza hacia atrás para releer alguna información del texto, movimientos llamados regresiones. Las regresiones son pequeños movimientos sacádicos hacia la izquierda (en español), que se realizan cuando una persona tiene que volver a leer una parte del texto. Suelen producirse cuando un sacádico es demasiado rápido o abarca más información que la que el sujeto puede percibir o procesar. Aproximadamente el 10-15% de todos los movimientos sacádicos son regresiones (Holmqvist et al., 2011).

Las fijaciones se refieren a los movimientos que se realizan cuando el ojo está relativamente quieto y centrado en un objetivo particular. Su duración está asociada a la tarea que el sujeto realiza, principalmente a la demanda cognitiva que la tarea impone al sujeto. En general duran entre 150 y 300 milisegundos. En particular, durante la lectura su duración oscila alrededor de los 225 ms si se trata de lectura silenciosa o alrededor de los 275 ms en el caso de lectura en voz alta (Rayner, 1998). Las fijaciones suponen aproximadamente el 90% de tiempo de lectura y durante las mismas el lector enfoca su fovea hacia un fragmento textual, durante el cual se registra y analiza la información. En este período, los ojos únicamente presentan breves movimientos, quedando prácticamente inmóviles mientras se produce el análisis visual de la palabra y los procesos cognitivos subyacentes. Además, las fijaciones dependen del tipo de texto (habrá más fijaciones en función de la dificultad del mismo), del lector (lectores hábiles realizan menos fijaciones, más cortas y menos regresiones), del tipo de palabras (por ejemplo, en palabras de contenido hay más fijaciones que en las funcionales), etc. En general se producen mayor cantidad de fijaciones en las palabras que representan contenidos que en las funcionales. Las palabras que representan contenidos son fijadas el 85% de las veces mientras que las palabras funcionales solo se fijan un 35% de las veces porque en general son más cortas y frecuentes (Carpenter y Just, 1983).

Las características de los MO de los niños difieren de las de los adultos. Los MO parecen alcanzar el nivel del adulto a la edad de 10-12 años (Blythe y Joseph, 2011). Los niños en edad preescolar presentan frecuentemente pequeños movimientos sacádicos y derivas durante la fijación. Las latencias o duraciones suelen ser más largas y menos precisos, por ejemplo, al escanear una escena (Kowler y Martins, 1982).

La cantidad de fijaciones realizadas durante la lectura, su duración y el porcentaje de regresiones difiere según se trate de un niño que está aprendiendo a leer, de un lector hábil adulto, de una persona mayor de 65 años, de personas sordas o personas con dislexia. Los niños pequeños que están aprendiendo a leer tienen que hacer un esfuerzo importante para poder reconocer las palabras que ven, por eso la amplitud perceptiva (la cantidad de caracteres entre salto y salto) es menor. Además, los niños hacen más regresiones porque no están seguros de lo que van procesando debido a que sus conocimientos lingüísticos y léxicos están en desarrollo (Leinenger y Rayner, 2017).

También diferentes estudios han concluido que los MO de los lectores hábiles están bajo el control cognitivo directo (Rayner, 1978; 1998). Cuando un lector realiza una fijación, el estudio de su duración y del tipo de palabras que saltea o hacia cuáles regresa, aporta información útil para analizar los procesos subyacentes a la lectura a medida que se van produciendo, de manera *online*. Este proceso se desarrolla en forma paralela al de comprensión lectora.

Hyönä y Olson (1995) informaron en sus investigaciones de que no sólo la longitud de las palabras es importante en el análisis del proceso lector, sino que el conocimiento previo de la palabra también colabora en el reconocimiento y decodificación precisa y fluida. Ellos observaron un comportamiento típico en niños con dislexia. Estos sujetos en general realizaban mayor cantidad de fijaciones, fijaciones de mayor duración

y mayor cantidad de regresiones en palabras de baja frecuencia comparadas con palabras conocidas o de alta frecuencia sugiriendo que los MO reflejan las dificultades de su procesamiento lingüístico.

Por su parte, Pirozzolo y Rayner (1979, 1988) encontraron que, si los niños con dislexia recibían un texto apropiado a su nivel lector, el patrón de MO era similar al de los lectores neurotípicos de la misma edad.

Rello y Ballesteros (2015) y Ponce de León y Cuadro (2017) coinciden en señalar que existen diferencias entre los MO de los niños con dislexia y los lectores neurotípicos, advirtiendo que los MO no son la causa de la falta de habilidad en la lectura, sino que son el reflejo de los procesos subyacentes. Coincidieron en que los disléxicos, al igual que los niños que están aprendiendo a leer, realizan movimientos sacádicos más cortos, mayor cantidad de fijaciones, fijaciones de mayor duración y difieren en la cantidad de regresiones.

## OBJETIVOS

En este trabajo, exploramos la contribución del uso del seguimiento ocular al estudio de la dislexia en niños y niñas. El objetivo es identificar las variables derivadas del registro de los movimientos oculares que podrían transformarse en una herramienta, junto con las ya existentes, para realizar un diagnóstico de dislexia. Los movimientos oculares son cantidades fisiológicas que podrían ayudar a diferenciar a un mal lector de un lector con dislexia y, de esta manera, guiar tempranamente a ese niño o niña en la generación de estrategias compensatorias a esa dificultad.

## MÉTODOS

### *Participantes*

La muestra evaluada se clasificó en dos grupos. Un grupo lo conforman 25 niños y niñas de 9-10 años que asisten al 4° grado de Educación Primaria de una escuela de nivel socioeconómico medio (NSM) del Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA, Argentina) que constituyen el grupo de lectores típicos. Por otro lado, se evaluaron 11 niños con dislexia diagnosticados por psicopedagogos y residentes en la misma zona de la ciudad. Los padres de los participantes firmaron un consentimiento informado y los niños un asentimiento, contando con las autorizaciones de las escuelas a las que concurrían. Todos los participantes hablaban español como idioma materno.

### *Procedimiento*

El procedimiento de evaluación consistió en que los niños/as leyeron en voz alta una lista de palabras y un texto de la prueba LEE, adecuado para su edad. Los 25 niños/as de 4° grado fueron evaluados en el ámbito escolar y los niños/as con dislexia en el ámbito clínico donde fueron diagnosticados y semanalmente realizaban su tratamiento. No se tuvieron en cuenta condiciones de exclusión en ninguno de los dos grupos.

El texto fue presentado en formato digital en la plataforma web PSIMESH ([www.psimesh.com](http://www.psimesh.com)), desarrollada y administrada por el Centro Integral de Neurociencias Aplicadas, CINA, de Bahía Blanca. Esta plataforma permite presentar el estímulo al participante de la investigación, grabar el audio y el registro de los movimientos oculares, durante la lectura del texto.

A los niños/as que participaron se les presentó el texto, en la pantalla del ordenador, en letras color negro con fondo blanco. La evaluación fue individual y por turno. Previo al inicio de la lectura, cada niño/a procedió a completar la calibración del *eye-tracker*. Este procedimiento consiste en mirar fijamente, hasta que desaparecen, una serie de puntos que aparecen consecutivamente. Una vez finalizada la calibración, el niño/a leyó en voz alta el texto. Durante el proceso, el sensor ilumina al sujeto con luz infrarroja y filma la

imagen de este que se analiza en tiempo real proveyendo al sistema con la información de la posición de la mirada en la pantalla en función del tiempo.

Los datos registrados son series temporales que indican las coordenadas horizontal y vertical de la mirada sobre la pantalla en cada instante de tiempo, con una frecuencia propia del dispositivo, que en este caso fue de 90 Hz. Estos datos son grabados y parcialmente procesados mediante la plataforma digital.

## Materiales

Todos los niños leyeron en voz alta la lista de palabras de la prueba *Lectura de palabras* y el texto *Los delfines* de Comprensión de textos del test LEE (Defior et al., 2006), presentados en un monitor de 17 pulgadas. En la figura 1a se muestra la lista compuesta por 42 palabras que fueron seleccionadas teniendo en cuenta criterios de frecuencia, longitud y tipo de complejidad ortográfica (26 palabras complejas, 8 palabras simples y 8 palabras con grupo consonántico). La figura 1b muestra el texto *Los delfines* de la prueba Comprensión de Textos. Este es un texto expositivo de complejidad media que consta de 86 palabras. La lectura se realizó en voz alta.

### Figura 1

(a) *Lectura de palabras* Test LEE (Defior et al., 2006). (b) Texto *Los delfines*

(a)

chiste	péndulo	dedal	pelaje
duquesa	nuez	prensa	fiel
hundido	aduana	guiño	mantel
cisne	tableta	hiena	asfalto
gitano	anguila	hamaca	jungla
pompa	honda	gentil	pupitre
empeño	flan	rima	fachada
balsa	astronauta	cruel	repisa
payaso	animó	dependiente	faro
entretenimiento	mástil	pavo	fijó
mandamiento	derrota		

(b)

Los delfines habitan en los mares y los océanos; también en algunos ríos. Prefieren nadar cerca de la superficie del agua y se desplazan velozmente, dando enormes saltos. Son animales mamíferos, pueden medir hasta dos metros, poseen una gran inteligencia y tienen un oído muy desarrollado. Viven en grupos. Cuando alguno de ellos se encuentra en peligro, los demás se acercan para ayudarlo. Algunos marineros cuentan que vieron cómo los delfines ayudaron a personas que estaban en situaciones peligrosas en el agua. Son muy solidarios.

## RESULTADOS

### *Exploración visual de los patrones visuales*

Previo al análisis de los datos obtenidos con los grupos de niños disléxicos y típicos, se presentan algunos aspectos observacionales respecto de los patrones visuales de niños realizando tareas de lectura tanto de palabras como de texto. Para esto se seleccionaron los registros de los MO de dos sujetos particulares (S1 y S2), considerados representativos de cada grupo estudiado. S1 pertenece al grupo de lectores típicos y S2 al grupo de niños con dislexia.

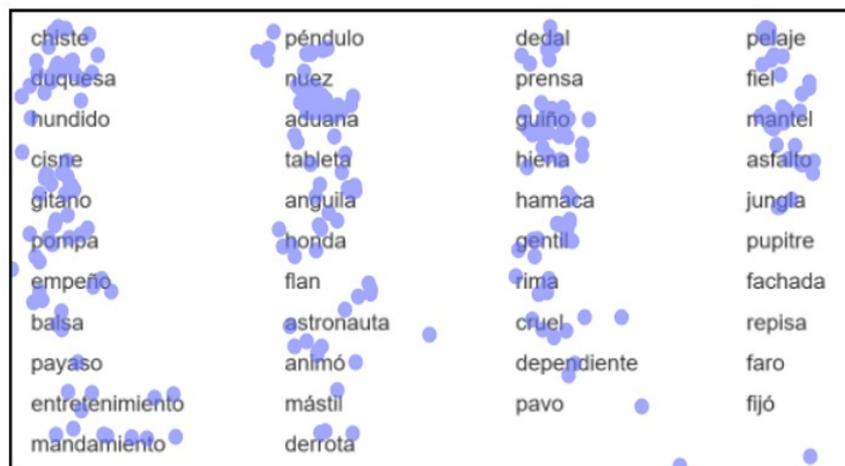
**Figura 2**

*Impresión de pantalla con las fijaciones frente a la lectura de la lista de palabras del test LEE (Defior et al., 2006)*

*a) Registro de S1*



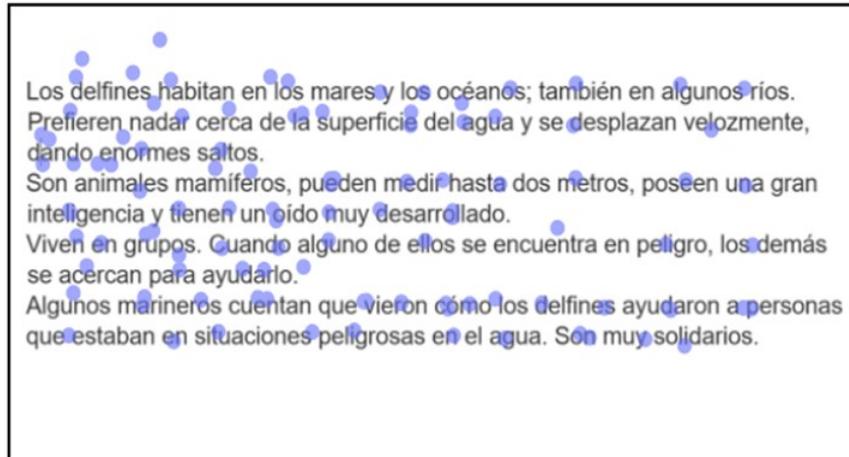
*b) Registro de S2*



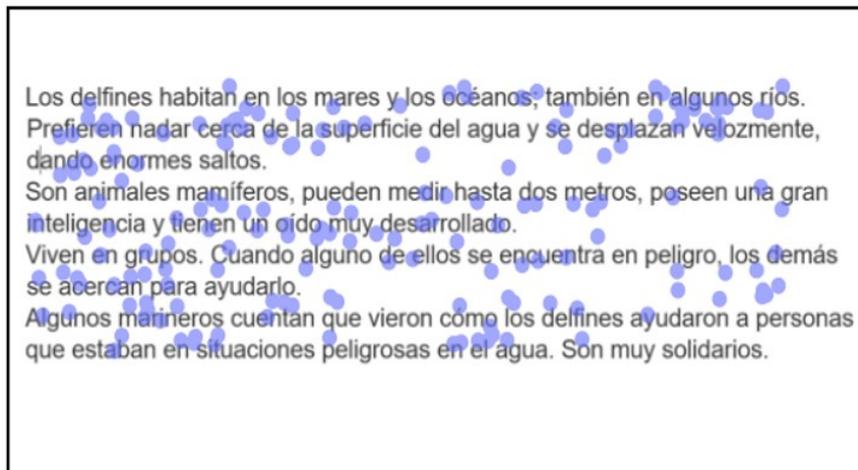
### Figura 3

Impresión de pantalla con las fijaciones frente a la lectura del texto Los delfines, del test LEE (Defior et al., 2006)

#### a) Registro de S1



#### b) Registro de S2

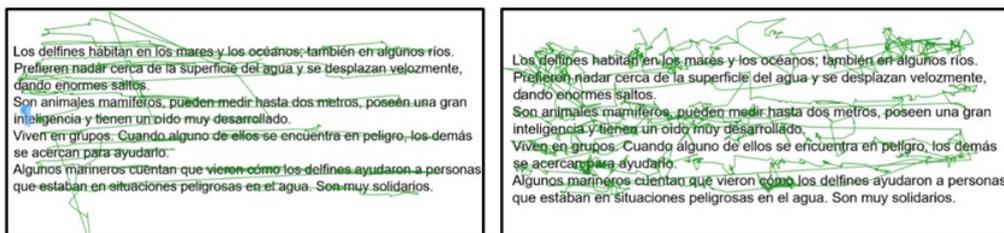


**Figura 4**

*Registro del seguimiento de la mirada de los dos lectores durante la lectura del texto asignado*

a) Registro de S1

b) Registro de S2



Para S1 se observa, en la lectura de la lista de palabras, una lectura eficiente en la que el niño realiza una fijación en el centro de la palabra o ligeramente a la izquierda en la llamada ubicación preferencial (Rayner, 1978). Esta conducta se mantiene en casi la totalidad de la lista de palabras, ampliando de manera flexible la cantidad de caracteres que puede reconocer en una fijación. Solo se observa más de una fijación en las palabras “dependiente” o “fachada”, que son palabras más largas o menos conocidas. En la lectura del texto también se observa que hay palabras que se fijan más de una vez, mientras que hay otras palabras que son saltadas (Blythe et al., 2011), principalmente si son cortas o frecuentes, y son procesadas a nivel parafoveal.

Para S2 se observa la realización de una mayor cantidad de fijaciones ya que requiere más tiempo para procesar la palabra. Fragmenta cada palabra en subunidades pequeñas que debe recomponer de manera secuencial. Se observa menor eficiencia del procesamiento léxico y subléxico en cada fijación. En la lectura del texto se observan mayores dificultades en la decodificación. Sus movimientos en muchos casos son aleatorios e ineficientes y no siempre están dirigidos conceptualmente. Esto podría indicar que se enfoca más en la decodificación que en el significado.

### **Análisis estadístico de los datos**

A continuación, se presentan los resultados obtenidos por cada muestra poblacional representativa del grupo de lectores típicos y lectores diagnosticados con dislexia. En la [tabla 1](#) se muestran las medianas obtenidas para distintas variables analizadas en la lectura del texto *Los delfines*. Se eligen y analizan estos parámetros debido a que no se tiene evidencia que las cantidades estudiadas tengan una distribución gaussiana que justifique el uso de valores medios.

Los valores obtenidos de las variables definidas (tiempo de lectura total, número y duración de las fijaciones, duración y amplitud de las sacadas) permiten ver diferencias y coincidencias de las dos muestras poblacionales estudiadas. Se observa una diferencia en la mediana del número de fijaciones y el tiempo total de lectura, la cual se sustenta con los resultados de un test U de Mann Whitney ( $p < 0.05$  para ambas variables) y con un análisis de potencia que arrojó valores de potencia de 0.93 para la variable tiempo y de 0.92 para el número de fijaciones (Noether, 1987). Concluimos entonces que estas variables resultan ser indicadores sensibles y valiosos en la categorización de los grupos. Se puede observar que la mediana de la duración de las fijaciones no varía entre los niños típicos y los diagnosticados con dislexia. Sin embargo, vimos que existe una diferencia estadísticamente significativa en el número de fijaciones, lo que implica la diferencia encontrada en el tiempo de lectura de este.

**Tabla 1**

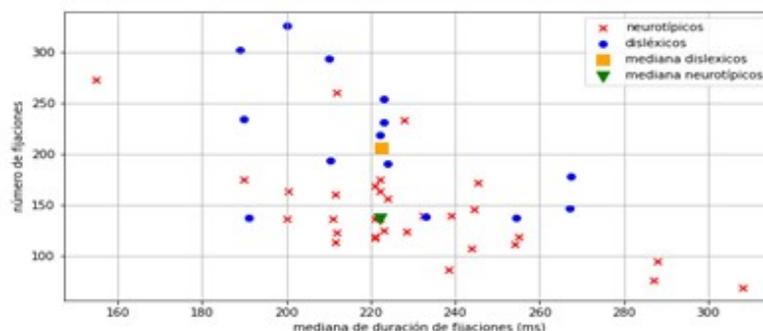
*Descripción estadística de distintas variables que caracterizan las fijaciones y los sacádicos de las dos muestras poblacionales estudiadas durante la lectura del texto Los delfines*

Fijaciones y Sacadas		Neurotípicos	Disléxicos
Características		Mediana	Mediana
Tiempo de lectura (seg)		51.9	90.8
Fijaciones	Número	137	207
	Duración (ms)	222	223
Sacadas	Duración (ms)	55	52
	Amplitud (um)	1.06	0.54

En la [figura 5](#), se puede observar la representación del número de fijaciones en función de la duración mediana de fijación de cada participante y los valores de ambos grupos varían entre los mismos rangos de tiempo.

**Figura 5**

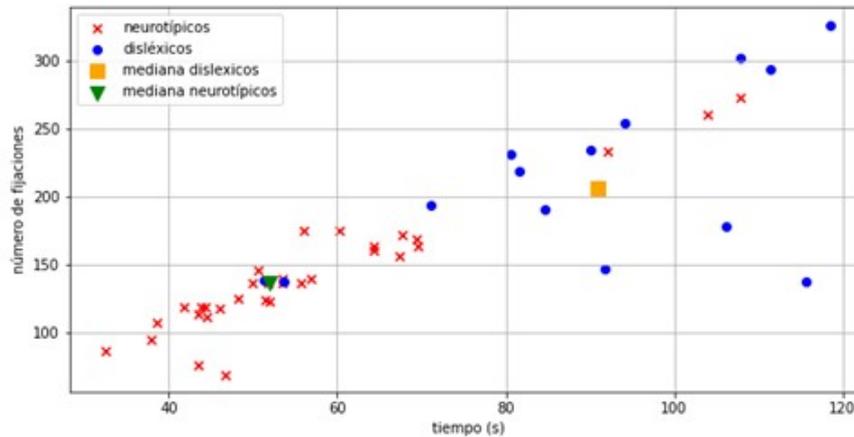
*Representación del número de fijaciones y la mediana de su duración para cada uno de los niños del grupo de típicos y del grupo de niños disléxicos, junto con el valor de la mediana para cada grupo*



Dada la similitud en la duración de fijaciones, podemos concluir que la diferencia en el tiempo que demanda la tarea de lectura está directamente relacionada con el número de fijaciones. Encontramos que estas variables tienen una fuerte correlación lineal positiva (coeficiente de correlación de Spearman  $r=0.91$ ). Esto puede verse en la [figura 6](#), donde se graficaron, para cada individuo, el tiempo que demandó la lectura (eje horizontal) y el número de fijaciones que realizó (eje vertical). Se observa una clara agrupación de los niños típicos, cuyo número de fijaciones es menor a 200 y su tiempo de lectura es menor a 70 s en la gran mayoría de los casos. Por otro lado, el tiempo de lectura de los niños disléxicos es mayor a 70 s y realizan más de 200 fijaciones en líneas generales.

**Figura 6**

Representación del número de fijaciones y el tiempo de lectura del texto completo para cada uno de los niños del grupo de típicos y del grupo de niños disléxicos, junto con el valor de la mediana para cada grupo



En la [figura 6](#) también se puede observar que hay 3 niños que no están diagnosticados con dislexia, pero que sus valores de las variables número de fijaciones y tiempo de lectura se encuentran en el rango del grupo de niños con dislexia.

El análisis de las características de los movimientos sacádicos nos indica que no parece haber una diferencia importante en la duración mismos entre los grupos, pero sí resulta que la mediana de su amplitud es del orden de la mitad en los niños disléxicos respecto de los lectores neurotípicos ( $p < 0.05$  en el test U de Man-Whitney). Estos movimientos sacádicos pueden ser de avance o de retroceso. En la [tabla 2](#) se caracteriza a cada uno de ellos.

**Tabla 2**

Valores estadísticos de variables que caracterizan los movimientos sacádicos de avance y de retroceso sobre el texto Los delfines, por grupo estudiado

Avances y retrocesos		Neurotípicos	Disléxicos
Característica		Mediana	Mediana
AVANCES	Duración (ms)	55	54
	Amplitud (um)	1.10	0.56
	Velocidad media	0.017	0.010
	Velocidad máxima	0.027	0.015
RETROCESOS	Duración (ms)	54	49
	Amplitud (um)	0.99	0.55
	Velocidad media	0.017	0.010
	Velocidad máxima	0.028	0.017
Proporción total %		31 (4)	30 (4)

Los resultados de la [tabla 2](#) muestran que las diferencias, entre ambos grupos para la amplitud, la velocidad media y la velocidad máxima que caracterizan los movimientos sacádicos, son equivalentes

independientemente si el movimiento ocular es de avance o de retroceso. Es decir, la mediana en los niños disléxicos informa sobre movimientos sacádicos más cortos y más lentos en comparación con los movimientos del grupo de niños típicos. Otro resultado importante que se puede observar es que en ambos grupos el porcentaje de regresiones en el total de movimientos sacádicos es equivalente, resultando esto en un mayor número de las mismas en el grupo de disléxicos.

## DISCUSIÓN

El objetivo general de este estudio fue investigar las características de la lectura de niños de cuarto grado de escolaridad primaria que ya han superado el proceso de aprendizaje del lenguaje escrito y han logrado cierto nivel de automatización, comparándolos con el tipo de lectura que desarrollan los niños disléxicos en estas edades a través del estudio de sus MO.

Los resultados de este estudio arrojan datos de acuerdo con los previstos en cuanto a velocidad y precisión. Los niños con dislexia leen de manera más lenta y con mayor cantidad de errores, silabeos y vacilaciones en relación con sus controles. Respecto al estudio de los MO, los resultados coinciden con investigaciones previas que indican que los lectores con dificultades realizan mayor número de fijaciones, movimientos sacádicos más cortos y más lentos, mayor cantidad de regresiones, y utilizan mayor cantidad de tiempo para releer el texto que los lectores neurotípicos (Ashby et al., 2005; Premeti et al., 2022). También se pudieron observar mayores dificultades en los niños disléxicos en el procesamiento de palabras teniendo en cuenta el efecto de longitud, frecuencia y complejidad ortográfica (Ashby et al., 2005; Haenggi y Perfetti, 1994), indicando que son menos eficientes en el procesamiento léxico que se produce en cada fijación (Schilling et al., 1998). Esta caracterización se condice con la descripción observacional presentada de los MO de los niños S1 y S2 tomados como representativos de cada grupo.

En este estudio se pudieron observar las diferencias en el reconocimiento de palabras en ambos grupos, paso indispensable para alcanzar la comprensión del texto leído. Se observó cómo los lectores hábiles escaneaban el texto con flexibilidad, ajustando los movimientos sacádicos y adecuándolos a la longitud y complejidad de las palabras leídas, por eso al leer palabras largas realizan movimientos sacádicos más largos procesando mayor número de caracteres, mostrando su ventaja para el reconocimiento de palabras. Los MO del niño S1 durante la lectura ilustran esta caracterización. En el caso de los disléxicos, sus MO se caracterizaron por un análisis de unidades más pequeñas dentro de cada palabra. Esos 8 o 10 caracteres lo fragmentan entre tres o cuatro segmentos, dependiendo de la complejidad de la palabra, indicando la utilización prevalente del procesamiento subléxico o fonológico, como se ha observado en otros estudios (De-Luca et al., 2002). La descripción presentada de los MO del niño S2 reflejan estas conclusiones.

Al analizar los resultados del grupo de niños lectores típico se pudieron observar 3 niños (figura 6) que no habían sido identificados por sus docentes por sus dificultades significativas de lectura o con diagnóstico de dislexia. Los valores obtenidos por ellos en las variables número de fijaciones y tiempo de lectura eran similares y estaban dentro del rango del grupo de niños con dislexia. Esta información podría ser de utilidad en los ámbitos educativos, permitiendo identificar tempranamente a aquellos niños que podrían requerir una evaluación más exhaustiva de su desempeño lector. De la misma manera, esta información podría ser de interés para los psicopedagogos, pues permitiría plantear la posibilidad de evaluaciones más precisas e intervención oportuna en niños no diagnosticados previamente.

Cuando comparamos la lectura de los dos niños estudiados, observamos que S1 procesa no solo la información que ubica en la fovea, sino que va procesando otra información que va apareciendo mientras se encuentra aún en la región parafoveal, pudiendo cambiar su atención hacia la próxima palabra objetivo mientras sigue procesando la información anterior teniendo en cuenta aspectos ortográficos, fonológicos y semánticos (Rayner, 1998; 2009; Schotter et al., 2015; Leininger y Rayner, 2017) y las regresiones se dirigen a palabras de contenido en su mayoría.

Los lectores menos hábiles poseen un *span* perceptivo visual menor que los más hábiles, por lo que necesitan hacer varias fijaciones en una palabra (Rayner et al., 2010). Pero, además, estos lectores

menos hábiles no se involucran lo suficiente en el preprocesamiento parafoveal (Veldre y Andrews, 2014), imprescindible para procesar la información de manera eficiente y rápida. Las regresiones más largas, más de 10 caracteres hacia atrás o hacia la otra línea, suceden en general cuando no se comprende lo que se lee. Los lectores con dificultades deben volver hacia atrás numerosas veces (Murray y Kenedy, 1988).

Las frecuentes regresiones también se podrían explicar diciendo que el disléxico, debido a sus dificultades de decodificación, necesita releer más veces el texto para lograr el reconocimiento de las palabras accediendo al significado.

De-Luca y colaboradores (2002), que compararon los MO en disléxicos y típicos en lectura de palabras y pseudopalabras, concluyeron que los disléxicos leen las palabras de la misma manera que los lectores típicos leen pseudopalabras, adoptando un procesamiento subléxico de correspondencia grafema fonema que prescinde del valor léxico de la palabra. El resultado de este procesamiento es una lectura lenta, secuencial, con prevalencia de la decodificación grafema fonema y el procesamiento de unidades pequeñas de la palabra, en ausencia de un procesamiento global más eficiente que aportaría velocidad. Esto coincide con las propuestas de los investigadores del modelo de doble ruta que indicarían una debilidad tanto en el procesamiento fonológico como léxico en los disléxicos (Castles y Colheart 1993; Cuetos-Vega, 2010). Los lectores hábiles tendrían representaciones léxicas específicas de numerosas palabras que les permitirían identificarlas de manera rápida y automática, y de esta manera sostener una lectura más rápida con una comprensión eficiente.

Una enseñanza exitosa de la lectura debe ayudar a los niños a mejorar su sistema de reconocimiento de palabras y colaborar en el procesamiento del lenguaje más que focalizarse en los mecanismos de sus MO, que deben tender a parecerse al movimiento que realizan los adultos al leer como consecuencia de un mejor procesamiento lingüístico. Los MO se hacen más regulares como consecuencia de un mejor procesamiento lingüístico (Leinenger y Rayner, 2017).

Estos resultados serían coincidentes con estudios anteriores (Fonseca et al., 2009) que evidencian una relación significativa y positiva entre el desempeño en las tareas de reconocimiento de palabras y los resultados en comprensión lectora especialmente en la población general como ha sido señalado en numerosas investigaciones (Perfetti, 2007). Aquellos niños que utilizan eficientemente el procesamiento léxico para el reconocimiento de palabras logran, en general, una comprensión de textos adecuada. Así, en los primeros años de educación primaria pareciera existir una dependencia entre ambos componentes, pudiéndose pensar que las tareas de reconocimiento de palabras serían predictivas del rendimiento en comprensión de textos en niños de 1° a 4° curso. La decodificación tendría un rol preponderante en los primeros años, permitiéndole al niño aumentar su léxico ortográfico y con ello la eficiencia en el reconocimiento de palabras (Savage, 2006).

## CONCLUSIONES

Desde los años 50 del siglo pasado hasta la actualidad, y desde la denominación de “ceguera de palabras” hasta su nombre definitivo, la dislexia ha sido el motivo de innumerables trabajos de investigación y sus consiguientes publicaciones, como claramente ha detallado Helland (2022). Sin embargo, aún hoy hay niños que transitan su escolaridad sin un diagnóstico y una intervención adecuada.

Nuestro grupo de trabajo no sólo tiene como motivación el estudio de la dislexia desde un punto de vista académico, sino también en la búsqueda de herramientas que puedan sumar información concreta a las herramientas ya existentes para su diagnóstico. Desde ese punto de partida, y siendo el número de publicaciones en el idioma español bajo en relación con otros idiomas, hemos realizado este estudio de la dislexia mediante el registro de los movimientos oculares. En este primer trabajo, los datos obtenidos de las mediciones se procesaron mediante estadística descriptiva de diversas variables resultantes del registro de los movimientos oculares en esta muestra. Si bien nuestro estudio presenta algunas limitaciones, como la ausencia de pruebas previas que evalúen el estado visual o el vocabulario de los participantes, hemos podido comprobar que algunas características observadas durante el proceso lector son diferentes en los niños con dislexia en comparación con los niños neurotípicos. Estas diferencias coinciden con los

resultados obtenidos por otros autores en estudios anteriores. Se puede observar que los lectores típicos realizan menor número de fijaciones y sacadas de mayor amplitud (tanto de avance como de retroceso) que los niños diagnosticados con dislexia, sin embargo, no hay diferencia en la duración de los movimientos entre los dos grupos. Otra característica que diferencia ambos grupos es el número de regresiones, siendo el grupo con dislexia con mayor número.

En conclusión, en este trabajo hemos podido identificar las características de los movimientos oculares que posibilitan la diferenciación del proceso de decodificación de un texto en español, entre un grupo de niños diagnosticados con dislexia con un grupo de neurotípicos. Mas aún, ha quedado en evidencia que la información obtenida con la herramienta de *eye-tracking* no sólo resulta de utilidad en el avance del estudio de la dislexia en sí misma, sino que mediante el *software* y el *eye-tracker* adecuado es de uso accesible y de valor en el ámbito escolar y clínico.

En esta misma línea de objetivos, algunos de los autores de este trabajo han realizado estudios con herramientas de la física estadística y *machine learning* que permiten identificar separadamente los dos grupos. Es decir, calculan con los datos del total de los sujetos las cantidades: complejidad y entropía, y la misma metodología separa, según las características de los movimientos oculares, en los grupos disléxicos neurotípicos.

## AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro agradecimiento a miembros del grupo LEAN por su asistencia en el registro de los datos experimentales y diagnósticos, así como a los profesionales del Centro Integral de Neurociencias Aplicadas de Bahía Blanca por sus aportes.

## FINANCIACIÓN

Esta investigación se desarrolló como parte de los proyectos UNS PGI 24/F078, CONICET PIP KE3 11220200102879CO y por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica PICT-2020 – SERIE A - 02450

## CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

**Karina-Viviana Rodríguez:** Administración del proyecto; Análisis formal; Conceptualización; Escritura - borrador original; Escritura - revisión y edición; Investigación; Metodología; Recursos; Software; Supervisión; Validación; Visualización.

**Liliana Fonseca:** Administración del proyecto; Conceptualización; Escritura - borrador original; Escritura - revisión y edición; Investigación; Validación.

**Francisco-Ramiro Iaconis:** Análisis formal; Curación de datos; Software; Visualización.

**Jessica Del-Punta:** Análisis formal; Curación de datos; Escritura - revisión y edición; Software; Visualización.

**Gustavo Gasaneo:** Conceptualización; Investigación; Metodología; Recursos; Software; Visualización.

## REFERENCIAS

Abusamra, V., Chimenti, A., & Tiscornia S. (2021). *La ciencia de la lectura: Los desafíos de leer y comprender textos*. Tilde Editora.

American Psychiatric Association (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-5*. American Psychiatric Association.

- Ashby, J., Rayner, K., & Clifton Jr, C. (2005). Eye movements of highly skilled and average readers: Differential effects of frequency and predictability. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 58(6), 1065-1086. <https://doi.org/10.1080/02724980443000476>
- Blythe, H. I., & Joseph, H. S. S. L. (2011). Children's eye movements during reading. In S. P. Liversedge, I. D. Gilchrist, & S. Everling (Eds.), *Oxford library of psychology. The Oxford handbook of eye movements* (pp. 643–662). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199539789.013.0036>
- Blythe, H. I., Häikiö, T., Bertam, R., Liversedge, S. P. & Hyönä, J. (2011). Reading disappearing text: Why do children refixate words? *Vision Research*, 51(1), 84-92. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2010.10.003>
- Bouzat, S., Freije, M. L., Frapiccini, A. L., & Gasaneo, G. (2018). Inertial movements of the iris as the origin of postsaccadic oscillations. *Physical Review Letters*, 120, 178101. <https://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevLett.120.178101>
- Carpenter, P. A., & Just, M. A. (1983). What your eyes do while your mind is reading. In *Eye movements in reading* (pp. 275-307). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-583680-7.50022-9>
- Carrillo-Gallego, M. S., Alegría-Iscoa J., Miranda-López, P., & Sánchez-Pérez, N. (2011). Evaluación de la dislexia en la escuela primaria: prevalencia en español. *Escritos de Psicología*, 4(2), 35-44. <https://doi.org/10.24310/espsiescpsi.v4i2.13317>
- Castles, A., & Coltheart, M. (1993). Varieties of developmental dyslexia. *Cognition*, 47(2), 149-180 [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(93\)90003-E](https://doi.org/10.1016/0010-0277(93)90003-E)
- Catts, H. W., Terry, N. P., Lonigan, C. J. Compton, D. L; Wagner, R. K., Steacy, L. M., Farquharson, K., & Petscher, Y. (2024). Revisiting the definition of dyslexia. *Annals of Dyslexia*, 74, 282-302. <https://doi.org/10.1007/s11881-023-00295-3>
- Cuetos-Vega, F. (2010). *Psicología de la lectura*. Wolters Kluwer España.
- Defior, S. (2020). Cuando aprender a leer se hace difícil: ¿causas? A. Díez-Mediavilla, & R. Gutiérrez-Fresneda (Coords.), *Lectura y dificultades lectoras en el siglo XXI* (pp. 14-35). Octaedro. <http://hdl.handle.net/10045/112331>
- Defior, S., Fonseca, L., Gottheil, B., Adrey, A., Jiménez-Fernández, G., Pujals, M., Rosa, G., & Serrano-Chica, F. D. (2006). *LEE. Test de lectura y escritura en español*. Paidós.
- De-Luca, M., Borrelli, M., Judica, A., Spinelli, D., & Zoccolotti, P. (2002). Reading words and pseudowords: An eye movement study of developmental dyslexia. *Brain and language*, 80(3), 617-626. <https://doi.org/10.1006/brln.2001.2637>
- Del-Punta, J. A., Rodríguez, K. V., Gasaneo, G., & Bouzat, S. (2019). Models for saccadic motion and postsaccadic oscillations. *Physical Review*, 99(3), 032422. <https://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevE.99.032422>
- Duchowski, A. T. (2017). *Eye Tracking Methodology* (3rd ed). Springer.
- Engbert, R., Nuthmann, A., Richter, E. M., & Kliegl, R. (2005). SWIFT: A dynamical model of saccade generation during reading. *Psychological review*, 112(4), 777-813. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.112.4.777>
- Escudero, I., Martínez, P., & León, J. A. (2016). Os movimentos oculares como ferramenta metodológica para o estudo das dificuldades de leitura em crianças com TDAH. *Letrônica*, 9(2), 213-225. <https://doi.org/10.15448/1984-4301.2016.2.23788>
- Fonseca, L. E., Gottheil, B., Aldrey, A., Pujals, M., Lagomarsino, I., Barreyro, J. P., & Molina, S. (2009). El reconocimiento de palabras como prerrequisito de la comprensión lectora. *II Congreso Internacional*

*de Investigación*, 2 al 14 de noviembre de 2019, La Plata, Argentina. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/17312>

- Frapiccini, A. L., Del-Punta, J. A., Rodriguez, K. V., Dimieri, L., & Gasaneo, G. (2020). A simple model to analyze the activation force in eyeball movements, *The European Physical Journal B*, 93, 34. <https://doi.org/10.1140/epjb/e2020-100490-8>
- Haenggi, D., & Perfetti, C. A. (1994). Processing components of college-level reading comprehension. *Discourse Processes*, 17(1), 83-104. <https://doi.org/10.1080/01638539409544860>
- Helland T. (2022). Trends in dyslexia research during the period 1950 to 2020. Theories, definitions, and publications. *Brain Science*, 12. <https://doi.org/10.3390/brainsci12101323>
- Holmqvist, K., Nyström, M., Andersson, R., Dewhurst, R., Jarodzka, H., & Van-de-Weijer, J. (2011). *Eye tracking: A comprehensive guide to methods and measures*. OUP Oxford.
- Hoover, W. A., & Tunmer, W.E. (2020). *The cognitive foundations of reading and its acquisition. A framework with applications connecting teaching and learning*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-44195-1>
- Hyönä, J., & Olson, R. K. (1995). Eye fixation patterns among dyslexic and normal readers: Effects of word length and word frequency. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 21(6), 1430-1440. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.21.6.1430>
- Irwin, D. E. (1998). Lexical processing during saccadic eye movements. *Cognitive Psychology*, 36(1), 1-27. <https://doi.org/10.1006/cogp.1998.0682>
- Klein, C., & Ettinger U. (Eds.) (2019). *Eye movement research. An introduction to its scientific foundations and applications*. Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-20085-5>
- Kowler, E., & Martins, A. J. (1982). Eye movements of preschool children. *Science*, 215 (4535), 997-999. <https://doi.org/10.1126/science.7156979>
- Leinenger, M., & Rayner, K. (2017). What we know about skilled, beginning, and older readers from monitoring their eye movements. In J. A. León, & I. Escudero, *Reading comprehension in educational settings*. Springer. <https://doi.org/10.1075/swll.16.01lei>
- Liberman, A. M. (1995). The relation of speech to reading and writing. In B. de Gelder, & J. Morais (Eds.), *Speech and reading* (pp. 17-31). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315111810-2>
- Lyon, G. R., Shaywitz, S. E. & Shaywitz, B. A. (2003). A definition of dyslexia. *Annals of Dyslexia*, 53, 1-14. <https://doi.org/10.1007/s11881-003-0001-9>
- Megherbi, H., Elbro, C., Oakhill, J., Segui, J., & New, B. (2018). The emergence of automaticity in reading: Effects of orthographic depth and word decoding ability on an adjusted Stroop measure. *Journal of experimental child psychology*, 166, 652-663. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2017.09.016>
- Murray, W. S., & Kennedy, A. (1988). Spatial coding in the processing of anaphor by good and poor readers: Evidence from eye movement analyses. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 40(4), 693-718. <https://doi.org/10.1080/14640748808402294>
- Noether, G. E. (1987). Sample size determination for some common nonparametric tests. *Journal of the American Statistical Association*, 82(398), 645-647. <https://doi.org/10.1080/01621459.1987.10478478>
- Parrila, R., & Protopapas, A. (2017). Dyslexia and word reading problems. In K. Cain, D. Compton, & R. Parrila (Eds.), *Theories of Reading Development* (pp. 333-358). John Benjamins Publishing Company. <https://doi.org/10.1075/swll.15.19par>

- Perfetti, C. (2007). Reading ability: Lexical quality to comprehension. *Scientific studies of reading*, 11(4), 357-383. <https://doi.org/10.1080/10888430701530730>
- Peterson, R. L., & Pennington, B. F. (2012). Developmental dyslexia. *Lancet*, 379(9830), 1997-2007. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)60198-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60198-6)
- Pirozzolo, F. J., & Rayner, K. (1979). Cerebral organization and reading disability. *Neuropsychologia*, 17(5), 485-491. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(79\)90055-1](https://doi.org/10.1016/0028-3932(79)90055-1)
- Pirozzolo, F. J., & Rayner, K. (1988). Dyslexia: The role of eye movements in developmental reading disabilities. In C. W. Johnston, & F. J. Pirozzolo, *Neuropsychology of eye movements* (pp. 65-80). Psychology Press.
- Ponce-De-León, R., & Cuadro, A. (2017). Movimiento ocular en la dislexia: un estudio experimental. In *IX Congreso Internacional de Investigación y Práctica Profesional en Psicología. XXIV Jornadas de Investigación. XIII Encuentro de Investigadores en Psicología del MERCOSUR*. Facultad de Psicología- Universidad de Buenos Aires. <https://www.academica.org/000-067/195>
- Premeti, A., Bucci, M. P., & Isel, F. (2022). Evidence from ERP and eye movements as markers of language dysfunction in dyslexia. *Brain Sciences*, 12(1), 73. <https://doi.org/10.3390/brainsci12010073>
- Protopapas, A. (2019). Evolving concepts of dyslexia and their implications for research and remediation. *Frontiers in Psychology*, 10, 2873. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02873>
- Rayner, K. (1978). Eye movements in reading and information processing. *Psychological bulletin*, 85(3), 618-660. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.85.3.618>
- Rayner, K. (1998). Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychological bulletin*, 124(3), 372-422. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.124.3.372>
- Rayner, K. (2009). The 35<sup>th</sup> Sir Frederick Bartlett Lecture: Eye movements and attention in reading, scene perception, and visual search. *Quarterly journal of experimental psychology*, 62(8), 1457-1506. <https://doi.org/10.1080/17470210902816461>
- Rayner K. (2009) Eye movements and attention in reading, scene perception, and visual search. *The Quarterly journal of experimental psychology*, 62(8) 1457-1506.
- Rayner, K., Slattery, T. J., & Bélanger, N. N. (2010) Eye movements, the perceptual span, and reading speed. *Psychonomic Bulletin Review*, 17, 834-839. <https://doi.org/10.3758/PBR.17.6.834>
- Rello, L., & Ballesteros, M. (2015). Detecting readers with dyslexia using machine learning with eye tracking measures. In *Proceedings of the 12<sup>th</sup> International Web for All Conference* (art. 16, pp. 1-8). <https://doi.org/10.1145/2745555.2746644>
- Savage, R. (2006). Reading comprehension is not always the product of nonsense word decoding and linguistic comprehension: Evidence from teenagers who are extremely poor readers. *Scientific Studies of Reading*, 10(2), 143-164. [https://doi.org/10.1207/s1532799xssr1002\\_2](https://doi.org/10.1207/s1532799xssr1002_2)
- Seymour, P. H., Aro, M., Erskine, J. M., & COST Action A8 Network. (2003). Foundation literacy acquisition in European orthographies. *British Journal of psychology*, 94(2), 143-174. <https://doi.org/10.1348/000712603321661859>
- Schilling, H. E. H., Rayner, K., & Chumbley, J. I. (1998) Comparing naming, lexical decision, and eye fixation times: Word frequency effects and individual differences. *Memory & Cognition*, 26, 1270-1281. <https://doi.org/10.3758/BF03201199>

- Schotter, E. R., Lee, M., Reiderman, M., & Rayner, K. (2015). The effect of contextual constraint on parafoveal processing in reading. *Journal of Memory and Language*, 83, 118-139. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2015.04.005>
- Snowling, M. J. (2001). From language to reading and dyslexia. *Dyslexia*, 7(1), 37-46. <https://doi.org/10.1002/dys.185>
- Specht, J. I., Dimieri, L., Urdapilleta, & E., Gasaneo G. (2017). Minimal dynamical description of eye movement. *The European Physics Journal B*, 90, 25. <https://doi.org/10.1140/epjb/e2016-70472-0>
- Veldre, A., & Andrews, S. (2014). Lexical quality and eye movements: Individual differences in the perceptual span of skilled adult readers. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 67(4), 703-727. <https://doi.org/10.1080/17470218.2013.826258>
- Wolf, M., Gotlieb, R. J. M., Kim, S. A., Pedroza, V., Rhinehart, L. V., Tempini, M. L. G., & Sears, S. (2024). Towards a dynamic, comprehensive conceptualization of dyslexia. *Annals of Dyslexia*, 74, 300-324. <https://doi.org/10.1007/s11881-023-00297-1>
- World Health Organization (1993). *International statistical classification of diseases, injuries and causes of death (ICD-10)*. 10<sup>th</sup> edition. World Health Organization.
- Yarbus A. L. (1967). *Eye Movements and Vision*. Springer New York. <https://doi.org/10.1007/978-1-4899-5379-7>
- Ziegler, J. C., & Goswami, U. (2006). Becoming literate in different languages: similar problems, different solutions. *Developmental science*, 9(5), 429-436. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2006.00509.x>