

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, Buenos  
Aires, 2017.

# Movimiento ocular en la dislexia: un estudio experimental.

Ponce De León, Rodrigo y Cuadro, Ariel.

Cita:

Ponce De León, Rodrigo y Cuadro, Ariel (2017). *Movimiento ocular en la dislexia: un estudio experimental*. 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, Buenos Aires.

Dirección estable: <https://www.aacademica.org/000-067/195>

ARK: <https://n2t.net/ark:/13683/eRer/rae>

*Acta Académica es un proyecto académico sin fines de lucro enmarcado en la iniciativa de acceso abierto. Acta Académica fue creado para facilitar a investigadores de todo el mundo el compartir su producción académica. Para crear un perfil gratuitamente o acceder a otros trabajos visite: <https://www.aacademica.org>.*

# MOVIMIENTO OCULAR EN LA DISLEXIA: UN ESTUDIO EXPERIMENTAL

Ponce De León, Rodrigo; Cuadro, Ariel  
Universidad Católica del Uruguay. Uruguay

---

## RESUMEN

La relación entre la dislexia y los movimientos oculares ha recibido mucha atención por parte de los investigadores en las últimas décadas, en particular en lengua inglesa. El desarrollo de la teoría magnocelular o de la cerebelosa para explicar la dislexia ha reforzado el interés en esa relación. En este estudio, a partir de una muestra de 8 estudiantes de sexto grado de primaria, se analizan las diferencias en el movimiento ocular entre disléxicos y normolectores en español. Se trabajó con las variables relativas a la metodología del seguimiento ocular: puntos de fijación, saltos sacádicos, retrocesos y tiempos de lectura. Los resultados indican que los disléxicos se diferencian significativamente de los lectores normales en el desempeño de dichas variables, lo que apoya la idea de que las dificultades en el control de los movimientos oculares y los problemas en la secuenciación podrían caracterizar a la dislexia. Se discuten estos resultados en el marco de la incidencia de la transparencia ortográfica.

## Palabras clave

Eye tracker, Seguimiento ocular, Lectura, Dislexia

## ABSTRACT

### EYE MOVEMENT AND DYSLEXIA: AN EXPERIMENTAL STUDY

The relationship between dyslexia and eye movements has received attention from researchers in the last decades, particularly in the English language. The development of the magnocellular or cerebellar theory to explain dyslexia has reinforced interest in that matter. In this study, from a sample of 8 students of sixth grade of basic education, we analyze the differences in ocular movement between dyslexics and normal readers in Spanish. We worked with the variables related to the eye tracking methodology: fixation points, saccades, regressions and reading time. The results indicate that dyslexics differ significantly from normal readers in the performance of these variables, supporting the idea that difficulties in controlling eye movements and problems in sequencing could be of pivotal to dyslexia. These results are discussed in the context of the incidence of orthographic transparency.

## Key words

Eye tracker, Eye movement, Reading, Dyslexia

## Introducción:

En los últimos años ha aumentado la cantidad de investigaciones que relacionan los movimientos oculares con procesos cognitivos (König, et al. 2016; Liversedge y Findlay, 2000; Rayner, 1998; Rayner, 2009). Gran parte de este avance se debe a que existen me-

jores formas de entender estos procesos cognitivos. Al punto de poder generar modelos de lectura para predecir la misma (Reichle, Rayner y Pollatsek, 2003). Asimismo la nueva tecnología cada vez permiten hacer registros más precisos del movimiento ocular en situaciones reales (Duchowski, 2007).

La dislexia ha sido una de los temas estudiados desde estas perspectivas de los movimientos oculares, posiblemente por dos grandes motivos, uno porque es un tema de interés y pertinencia; este trastorno puede tener una incidencia de entre 2.2 y 5,3% (Cuadro, von Hagen y Costa, 2017), si bien hay estudios que sitúan la prevalencia hasta el 17,5% (Shaywitz, Morris, y Shaywitz, 2008). El segundo motivo es que lo vinculado al sistema visual y su relación con la dislexia tiene una larga historia de disputa y desarrollo en el campo de la neuropsicología y psicolingüística cognitiva (Thomson, 1992). Cómo ha sucedido en la mayor parte de los trabajos en lenguaje escrita, las investigaciones se han realizado particularmente en lengua inglesa (Shany y Share 2010); que presentan una alta complejidad en las relaciones que se establecen entre unidades del lenguaje oral y escrito, y se caracterizan por ser predominantemente impredecibles en la aplicación de estas correspondencias entre grafemas y fonemas (Schmalz, Marinus, Coltheart, y Castles, 2015). En contraste a esto, nuestra lengua cuenta con un sistema de escritura que llamamos transparente, al igual que otras como el italiano, griego o alemán, ya que la relación grafema-fonema es relativamente simple y consistente. Esta característica del español facilita la adquisición del código alfabético y con ello el acceso a la palabra escrita, en cuanto se facilita la utilización del mecanismo de transformación grafema-fonema para leer las palabras (Cuadro, 2015). Con esto también la posibilidad de hacer un reconocimiento directo de las palabras escritas al ir generando un léxico ortográfico en la memoria, de las palabras frecuentes o al menos que hemos leído una vez (Perfetti, 1991; Share, 1995). Mecanismos que se automatizan en los buenos lectores, permitiéndoles acceder en forma precisa y fluida a la palabra escrita; y a bajo costo cognitivo, lo que favorece la eficacia de los procesos de comprensión lectora.

En el caso de los disléxicos, la transparencia del idioma incidiría en su caracterización. En los disléxicos hispanoparlantes por ejemplo, la facilidad en la adquisición de la correspondencia grafema fonema permitiría que muchos puedan alcanzar una cierta competencia lectora en términos de precisión, pero a costa de la velocidad (Wimmer, 1993; Shany y Share, 2010). Son lentos en el reconocimiento de palabras escritas pero con mayor exactitud lectora.

La relación entre los movimientos oculares y la dislexia aun no es clara. El debate de si un pobre control de los movimientos oculares facilita la dislexia (Pavlidis, 1985), o si por el contrario, ésta misma genera movimientos oculares menos eficientes (Olson, Connors,

y Rack, 1991) continúa (Fischer y Hartnegg, 2008; Rayner, 1985; Stein y Walsh, 1997).

De todas formas el estudio sobre la etiología de la dislexia, ha señalado la teoría magnocelular y la cerebelosa como posibles causas (Danisilio, 2009). En la primera se establece que en la dislexia habría una menor activación de las células magnocelulares (componentes del sistema visual, particularmente el centro del procesamiento primario de la información visual), comprometiendo de esta manera la entrada visual y, adyacentemente la auditiva, generando dificultades en la discriminación de aspectos fonológicos de los estímulos. Por su parte la teoría cerebelosa señala que, mediante disfunciones en esta zona, se podrían explicar los compromisos en la realización de tareas automáticas que condicionan a su vez dificultades fonológicas, perturbaciones motoras, y de secuenciación. Lo que a su vez podríamos vincular con el pobre control de los movimientos oculares presentes en disléxicos tanto en actividades verbales como no verbales.

También hay suficiente evidencia como para determinar que la naturaleza de la tarea influye enormemente en los movimientos oculares. El tiempo que los ojos permanecen en un lugar es influenciado por factores lingüísticos. Estos factores incluyen: la frecuencia de la palabra fijada (Inhoff y Rayner, 1986; Rayner y Duffy, 1986), la predictibilidad de la palabra fijada (Ehrlich y Rayner, 1981; Rayner y Well, 1996), cuando fue adquirido el significado de la palabra (Juhasz y Rayner, 2003, 2006), y que tan familiar es la palabra (Williams y Morris, 2004).

Atendiendo a la conveniencia de disponer de mayor información sobre los disléxicos en español y en particular a la incidencia de la transparencia ortográfica en los movimientos oculares; en este estudio nos proponemos analizar las diferencias que hay en el movimiento ocular entre disléxicos y normolectores hispanoparlantes. Comparando y discutiendo estos resultados en el marco de las investigaciones con lengua inglesa.

### **Metodología:**

**Participantes:** Ocho estudiantes de entre 11 años 8 meses y 12 años 6 meses ( $M = 12$  años 1 mes) cursando 6to año de escuela. Todos asisten a un colegio privado de Montevideo de nivel socio económico medio-alto. Cuatro disléxicos diagnosticados y 4 normolectores.

**Instrumentos:** El movimiento de los ojos fue grabado de forma binocular usando el Gazepoint GP3 Eye Tracker, el cual tiene una frecuencia de muestreo de 60 hz y una precisión de 0.5 – 1 grado de ángulo visual. Los estímulos fueron proyectados en un monitor de pantalla plana ViewSonic VX1932wm-LED de 19". A una resolución de 1440x900 y una frecuencia de actualización de 75 Hz.

El registro y experimento consta de 17 frases, 1 de instrucción (40 segundos de exposición), 2 de introducción (6 segundos de exposición), 2 de práctica (6 segundos) y 12 experimentales (6 segundos) separadas por cruces grises (2 segundos). Los estímulos fueron frases en una sola línea, presentadas una a una en negro sobre un fondo gris; letra en Arial 26 todo en mayúscula alineado a la izquierda y centrado de forma vertical, las cruces grises indicaron áreas donde apoyar la vista durante el experimento. Las frases fueron seleccionadas del subtest de comprensión de textos del PROLEC-R (Cuetos, Rodríguez y Ruano, 2007).

**Procedimiento:** Luego de haber tenido los consentimientos informados del colegio y de los padres se realizó el estudio en un salón del mismo colegio. El participante fue sentado frente al monitor y se le explicó de qué consta el registro que sería llevado a cabo a continuación. El monitor fue ubicado a 60cm de distancia del participante. A esta distancia el monitor representa 41,11° de ángulo visual y cada carácter (0.75cm) equivale a 0.68° de ángulo visual.

### **Resultados:**

Para el análisis se compararon los resultados de los registros que consideramos libres de los errores en la calibración. Con el objetivo de que fuese lo más fiel y preciso posible es que se seleccionaron 8 participantes, 4 disléxicos y 4 normolectores. Luego se generó áreas de interés (AdI) dentro del programa y se extrajo información sobre cada estímulo. Las áreas de interés corresponden a cada palabra presentada en los estímulos. A su vez, se dilato el AdI hacia arriba y por debajo de la palabra misma para poder acomodar errores de calibración y ruido del registro (Chawarska, Macari y Shic, 2012). La información obtenida con las AdI corresponde a: cuantos participantes realizaron una fijación en cada palabra, tiempo de fijación total, cantidad de fijaciones y cantidad de regresiones.

Para los resultados y considerando que se trataban de varios grupos de estímulos se considero el resultado total de los 12 bloques experimentales y los 2 de práctica que suman un total de 88 palabras. En el grupo de normolectores los tiempos de fijación total fueron de 33,152 s ( $DS = 5,22$ ) mientras que en el grupo de disléxicos alcanzan los 48,992 s ( $DS = 11,66$ ), siendo la diferencia entre los dos significativa (prueba  $t = 0,048$ ).

Los resultados para las fijaciones totales en los lectores normales fueron de 149,25 fijaciones ( $DS = 0,87$ ), para los disléxicos de 195,25 f ( $DS = 0,88$ ), resultando en una diferencia significativa (prueba  $t = 0,020$ ).

Por último las regresiones que realizaron los participantes del grupo de normolectores fueron 33,5 ( $DS = 0,43$ ), mientras que el grupo de disléxicos de 58 ( $DS = 0,34$ ) con esta diferencia podríamos decir que existe una tendencia pero no llega a ser significativas (prueba  $t = 0,072$ ).

Considerando que la muestra es pequeña ( $N = 8$ ) se realizó la prueba de Shapiro-Wilks para evaluar la normalidad de la distribución y resultan ser normales. En la Tabla 1 se muestra estos análisis estadísticos.

Tabla 1. Análisis estadístico entre grupos

	Disléxicos			Normolectores			Diferencia	Prueba t
	Media	DS	ShapiroWilks	Media	DS	ShapiroWilks		
Tiempo de fijación	33,152	5,22	0,43	48,992	11,66	0,82	15,84	0,048
Fijaciones	149,25	13,12	0,87	195,25	26,15	0,88	46	0,020
Regresiones	33,5	12,82	0,43	58	18,46	0,34	24,5	0,072

Con estos resultados se logró sacar datos globales de ambos grupos que facilitan visualmente la diferencia entre los mismos. Esto muestra la Tabla 2.

Tabla 2. Comparación ente grupos

Grupo	Fijaciones cada 100 palabras	Fijaciones por palabra	Fijación promedio (Ms)	Palabras por minuto	Frecuencia de regresión
Normolectores	169,6	1,7	376	94	22
Disléxicos	221,8	2,2	556	49	30

En esta tabla se puede apreciar cómo se comportan en promedio ambos grupos del estudio. Los datos globales que encontramos aquí corresponden al promedio de fijaciones realizadas cada 100 palabras leídas, promedio del cual se desprende la cantidad de fijaciones por palabra. Siguiendo se puede apreciar el tiempo promedio en milisegundos de cada fijación y un promedio de palabras por minuto extraído de los datos previos. Por último vemos el porcentaje de las fijaciones que se realizaron en regresión.

#### Discusión:

Considerando el objetivo del estudio, se vio diferencias claras y significativas entre los dos grupos lo cual sigue el patrón establecido en otras lenguas (Trauzettel-Klosinski, et al. 2010).

La velocidad de la lectura para el grupo de disléxicos fue de 49 palabras por minuto, mientras que en el grupo normolectores llegó a 94, casi el doble de velocidad. Los disléxicos son más lentos en el reconocimiento de la palabra escrita comparado con lectores normales (Wimmer, 1993; Share y Share, 2010; Cuadro y Marín, 2007). Lentitud que se manifiesta tanto en el número y tiempo de las fijaciones oculares, como en la frecuencia. de las regresiones.

El número de fijaciones por palabra presentan una diferencia significativa, los disléxicos precisan 1/3 más de fijaciones para poder decodificar la palabra escrita a la que se enfrenta. Mientras que el tiempo que invierten en cada fijación es un 50% mayor que el grupo de normolectores (Trauzettel-Klosinski, et al. 2010).

Por último la frecuencia de regresión también es mayor para el grupo de disléxicos, esto lo entendemos en la medida que la dislexia presenta dificultades en la programación sacádica, generando mayores errores en el “aterrizaje” de la misma, con lo que se debe realizar un movimiento hacia atrás para poder re leer y decodificar correctamente el texto que se omitió. Esta diferencia no llega a ser significativa, posiblemente debido a que para los hispanoparlantes es más fácil utilizar las reglas de conversión grafema fonema, incurriendo en menores errores de decodificación (Trauzettel-Klosinski, et al. 2010).

La transparencia ortográfica parece incidir particularmente en la velocidad de la identificación de las palabras. El déficit fonológico que caracterizaría a los disléxicos en una lengua transparente podría verse favorecido en el uso de la decodificación de las palabras a través de las reglas de transformación grafema fonema, en cuanto a precisión y velocidad. (Wimmer, 1993, Wolf y Bowers, 1999; Cuadro, 2015)

En suma los resultados de este estudio resultan consistentes con los datos de otras investigaciones y nos describen en particular el movimiento ocular del proceso lector en hispanoparlantes. Si una alteración o déficit específico en los movimientos oculares pudiera estar influyendo en los problemas de lectura de los disléxicos aún queda por resolver, más allá de las discusiones que se han dado en numerosas investigaciones; y más aún quizás tan sólo sean resultado de otros problemas como las dificultades fonológicas.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Aznárez, L. (2015). Lenguaje escrito y procesos cognitivos. En A. Vásquez Echeverría (Ed.) Manual de Introducción a la Psicología Cognitiva. Montevideo: Udelar.
- Chawarska, K., Macari, S., y Shic, F. (2012). Context modulates attention to social scenes in toddlers with autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 53:8 903–913
- Cuadro, A., von Hagen, A., & Costa, D. (2017). Diferencias procedimentales en el cálculo de la prevalencia del retraso lector en escolares hispanoparlantes. *Estudio en Psicología* 35, 1, 15-17
- Cuadro, A. (2012). La lectura y sus dificultades. Montevideo: Grupo Magro.
- Cuadro, A., Marín, J. (2007). Subtipos de lectores retrasados en español. *Ciencias Psicológicas*, I (2), 133-148.
- Cuetos, F., Rodríguez, B., & Ruano E. (2007). PROLEC R. Evaluación de los procesos lectores. Madrid: TEA.
- Coltheart, M. (1978). Lexical acces in simple reading tasks. *Strategies of Information Processing*, 151-216
- Dansilio, S. (2009). Cerebro y dislexia: una revisión. *Ciencias Psicológicas*. III (2): 225-240
- Duchowski, A. (2007). Eye tracking methodology. Theory and practice (2nd ed.). London: Springer-Verlag.

- Ehrlich, S. y Rayner, K. (1981) Contextual effects on word perception and eye movements during reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 20, 641-655.
- Fischer, B. y Hartnegg, K. (2008) Saccade Control in Dyslexia: Development, Deficits, Training and Transfer to Reading. *Optom Vis Dev* 39(4):181-190
- Inhoff, A. y Rayner, K. (1986) Parafoveal Word processing during eye fixations in reading: Effects of word frequency. *Perception & Psychophysics*, 40, 431-439.
- Juhasz, B. y Rayner, K. (2003) Investigating the effects of a set of intercorrelated variables on eye fixation durations in Reading. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 29, 1312-1318.
- Juhasz, B. y Rayner, K. (2006) The role of age-of-acquisition and word frequency in reading: Evidence from eye fixation durations. *Visual Cognition*, 13, 846-863
- König, P., Wilming, N., Kietzmann, T.C., Ossandon, J.P., Onat, S., Ehinger, B.V., Gameiro, R.R., & Kaspar, K. (2016). Eye movements as a window to cognitive processes. *Journal of Eye Movement Research*, 9(5):3, 1-16.
- Liversedge, S. P., & Findlay, J. M. (2000). Saccadic eye movements and cognition. *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 6-14.
- Olson, R., Conners F., Rack J. (1991) Eye movements in dyslexic and normal readers. Stein JF (ed), *Vision and Visual Dysfunction*, Vol 13, *Vision and Vision Dyslexia*. London: Macmillan, 243-250.
- Pavlidis, G. (1985) Eye movement differences between dyslexics, normal, and retarded readers while sequentially fixating digits. *Am J Optom Physiol Opt* 62: 820-832. (movimiento ocular como clave en la dislexia)
- Perfetti, C. A. (1991). Representations and awareness in the acquisition of reading competence. En L. Rieben & C. A. Perfetti (eds.) *Learning to read: Basic research and its implications*. Hillsdale: LEA
- Rayner K. (1985) Do faulty eye movements cause dyslexia? *Develop Neuropsychol* 1: 3-15.
- Rayner, K. (1998). Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychological Bulletin*, 124, 372-422.
- Rayner, K. (2009). Eye movements in reading: Models and data. *Journal of Eye Movement Research*, 2, 1-10.
- Rayner, K. y Duffy, S. (1986) Lexical complexity and fixation times in Reading: effects of Word frequency, verb complexity, and lexical ambiguity. *Memory & Cognition*, 14, 191-201.
- Rayner, K. y Well, A. (1996) Effects of contextual constraint on eye movements in reading. A further examination. *Psychonomic Bulletin & Review*, 3, 504-509.
- Reichle, E.D., Rayner, K., Pollatsek, A. (2003) The E-Z-Reader model of eye-movement control in reading: comparison to other models. *Behav Brain Sci*, 26: 445-526.
- Schmalz, X., Marinus, E., Coltheart, M., y Castles, A. (2015) Getting to the bottom of orthographic depth. *Psychonomic Bulletin & Review*, Vol 22(6) pp. 1614-1629.
- Shany, M., Share, D. (2010) Subtypes of reading disability in a shallow orthography: a double dissociation between accuracy-disabled and rate-disabled readers of Hebrew. *Annals of Dyslexia*
- Share, D.L. (1995) Phonological recoding and self-teaching: sine quanon of 25 reading acquisition. *Cognition*, 55: 151-218.
- Shaywitz, S., Morris, R., y Shaywitz, B. (2008) The Education of Dyslexic Children from Childhood to Young Adulthood. *Annual Review of Psychology* 59(1):451-75
- Stein, J., Walsh, V. (1997) To see but not to read; the magnocellular theory of dyslexia. *Trends in Neurosci* 20: 147-151.
- Thomson, M. (1992) *Dislexia: su naturaleza, su evaluación y tratamiento*. Madrid: Alianza editorial.
- Trauzettel-Klosinski, S., Koitzsch, M., Dürrwächter, U., Sokolov, A., Reinhard, J. y Klosinski, G. (2010) Eye movements in Germanspeaking children with and without dyslexia when reading aloud. *Acta Ophthalmol.* 88: 681-691
- Vieiro, P. y Gómez, I. (2004). *Psicología de la lectura. Procesos, teorías y aplicaciones instruccionales*. Madrid: Pearson Educación, S.A.
- Williams, R. y Morris, R. (2004) Eye movements, word familiarity, and vocabulary acquisition. *European Journal of Cognitive Psychology*, 16, 312-339
- Wimmer, H. (1993) Characteristics of Developmental Dyslexia in a Regular Writing System. *Applied Psycholinguistics* 14(01):1 - 33
- Wolf, M., & Bowers, P. G. (1999). The double-deficit hypothesis for the developmental dyslexias. *Journal of Educational Psychology*, 91, 415-438.