

Lo que esconden tus ojos: la metodología *eye-tracking* aplicada al estudio del lenguaje

Esther Álvarez García
Universidad de León
esther.alvarez@unileon.es

Resumen

El presente artículo ofrece una introducción a la metodología *eye-tracking* (o registro de movimientos oculares) aplicada al estudio del procesamiento del lenguaje. Concretamente, revisaremos cómo ciertos procesos cognitivos involucrados en el procesamiento lingüístico (principalmente, la activación léxica y el procesamiento oracional) se pueden reflejar (y, por tanto, estudiar) a través de los patrones de movimientos oculares. Aunque originalmente este método se empleó en tareas de lectura, en este trabajo analizaremos también su aplicación para el estudio del procesamiento del lenguaje desde otras órbitas, como la comprensión y la producción de mensajes orales.

Palabras clave: *eye-tracking*, procesamiento lingüístico, lectura, comprensión oral, producción oral.

Abstract

The present paper shows an introduction to the eye-tracking methodology applied to the study of language processing. Specifically, we review how certain cognitive processes involved in language processing (mainly, lexical activation and sentence processing) can be reflected (and, hence, studied) through eye-movement patterns. Even though this method was originally used in reading tasks, in this paper we also analyse its application to the study of language processing in other domains, such as the comprehension and production of oral messages.

Key words: eye-tracking, language processing, reading, oral comprehension, oral production.

1. Introducción

Desde la Antigua Grecia existe la concepción de que los ojos son el espejo del alma, de que a través de una simple mirada somos capaces de revelar los más oscuros secretos de nuestro pensamiento. Lo cierto es que, en la actualidad, no existen evidencias de que esto sea así, pero de lo que sí existen pruebas –y, además, profusas– es de que los ojos son el espejo del lenguaje. El objetivo del presente trabajo será, por tanto, ilustrar la estrecha relación que mantienen los movimientos de los ojos con el lenguaje gracias al desarrollo de una técnica conocida como *eye-tracking* o, en español, “registro de movimientos oculares”. Desde hace varias décadas esta metodología ha permitido explorar algunos de los procesos cognitivos que nos permiten comprender y producir



mensajes lingüísticos a partir del análisis de los movimientos que los seres humanos realizamos con los ojos mientras leemos un texto u observamos una imagen.

Con este objetivo en mente, intentaremos responder algunas preguntas acerca de los fundamentos y aplicaciones de la metodología *eye-tracking*. En primer lugar, describiremos las premisas en las que se apoya esta metodología y su relación con el funcionamiento del sistema visual humano. Tras ello, comentaremos diferentes aspectos de carácter más técnico sobre los equipos que actualmente se emplean para realizar investigaciones con este método. Por último, revisaremos las principales contribuciones que la metodología *eye-tracking* ha realizado al estudio del lenguaje y cómo, a partir de ella, podemos relacionar ciertos movimientos oculares con ciertos procesos cognitivos.

2. ¿Qué es la metodología *eye-tracking*?

El *eye-tracking* o registro de movimientos oculares es una técnica experimental que consiste en seguir o rastrear la posición que adoptan los ojos mientras una persona realiza una tarea concreta, como leer un texto o buscar un objeto dentro de una imagen. Independientemente de la tarea, la premisa que subyace a esta metodología postula que los seres humanos dirigimos nuestra mirada hacia aquello que capta nuestra atención, de tal forma que aquello que miramos es, a su vez, lo que percibe y procesa el cerebro (Rayner 1998; Rayner y Liversedge 2011). Esta hipótesis, conocida como *ojo-mente* (Just y Carpenter 1980), se fundamenta en la propia anatomía del ojo humano. Los ojos son órganos que perciben la luz del entorno y, gracias al papel desempeñado por sus diferentes partes (pupila, córnea, cristalino, etc.), esa luz se proyecta sobre la retina creando una imagen invertida. En el centro de la retina se sitúa la fovea, un pequeño punto en torno al cual se concentra una gran cantidad de fotorreceptores. La fovea constituye, por tanto, el centro del campo visual, puesto que a través de ella percibimos una imagen precisa y detallada del estímulo que estemos observando. No obstante, la fovea tiene un tamaño reducido –se calcula que mide 1.5 milímetros de diámetro (Kolb et al. 1995)–, por lo que el campo visual que se percibe a través de ella es también limitado –se estima que la fovea abarca un campo visual de 1.2 grados (Hendrickson 2009)–. Así pues, el estímulo que se sitúe bajo la fovea se percibirá correctamente, mientras que todo aquello que quede fuera de este punto no se visualizará o se visualizará de manera menos precisa. Dada esta característica de la anatomía ocular, los seres humanos necesitamos mover los ojos con el objetivo de colocar la fovea sobre los diferentes estímulos que nos rodean si queremos percibirlos adecuadamente. A través de la fovea se proyectará una imagen nítida y precisa de esos estímulos y esta se transmitirá posteriormente al sistema nervioso para que el cerebro procese la información visual que han percibido nuestros ojos. Partiendo de esta hipótesis, el estudio de los patrones de movimientos oculares puede ayudarnos a descifrar algunos de los procesos cognitivos que subyacen a la interpretación y comprensión de la información visual.

Dentro de los movimientos oculares, podemos diferenciar dos patrones fundamentales. Por un lado, el punto sobre el que se coloca la fovea se conoce como *fijación*; por otro, el propio movimiento o salto que realizan los ojos para situar la fovea sobre un nuevo estímulo recibe el nombre de *sacada* o *movimiento sacádico*. Las fijaciones y las sacadas son las principales medidas de movimientos oculares¹ y se diferencian, entre

otros aspectos, por su función (Rayner 1998; Rayner y Pollatsek 2007; Rayner 2009; Raney et al. 2014): a través de una fijación extraemos información del estímulo que estamos observando; durante las sacadas, sin embargo, no es posible percibir información, ya que el movimiento que realiza el ojo ocurre a una gran velocidad –este fenómeno se conoce como *supresión sacádica* (Matin 1974; Wolverton y Zola 1983)–. Pese a ello, las sacadas cumplen una función fundamental: sitúan la fovea en una nueva región para así continuar percibiendo y procesando la información visual.

Aparte de su función, las fijaciones y las sacadas también difieren en sus unidades de medida: las fijaciones se miden en milisegundos, mientras que las sacadas se miden en grados –o, en el caso de la lectura, en número de caracteres–. La duración de una fijación, así como el tamaño de una sacada, depende del tipo de tarea que estemos ejecutando. Por ejemplo, durante la lectura de un texto, la duración de las fijaciones y el tamaño de las sacadas suelen ser menores respecto de una tarea en la que el participante deba visualizar una imagen o buscar un objeto dentro de ella. La Tabla 1 recoge la duración y la longitud medias de las fijaciones y las sacadas, respectivamente, en diferentes tareas desempeñadas por un hablante competente de inglés. No obstante, y como veremos en los próximos apartados, estos valores pueden modificarse significativamente en función del coste de procesamiento asociado a un estímulo: cuanto más costoso resulte procesar un estímulo, más largas serán las fijaciones y más cortas las sacadas.

Tarea	Duración media de la fijación (milisegundo)	Longitud media de la sacada (grado)
Lectura en silencio	225-250	2 (7-9 caracteres)
Lectura en voz alta	275-325	1.5 (6-7 caracteres)
Percepción de imágenes	260-330	4-5
Búsqueda visual	180-275	3

Tabla 1. Promedio de la duración de las fijaciones y de la longitud de las sacadas en diferentes tareas. Datos tomados de Rayner (2009); traducción mía

Un último aspecto que debemos tener en cuenta acerca del funcionamiento de los ojos es la composición del campo visual o perceptivo. Como señalamos previamente, el punto donde se sitúa la fovea durante una fijación constituye el centro del campo perceptivo, pero dentro de este podemos diferenciar tres regiones (Rayner 1998; Rayner y Pollatsek 2007; Rayner 2009). En primer lugar, el punto donde se coloca la fovea constituye la *región foveal* y es en ella donde se obtiene la visión más nítida, precisa y detallada de un estímulo. En el caso concreto de la escritura, la fovea se suele situar en torno a la primera mitad de una palabra, pues esta parece ser la localización óptima para poder reconocerla durante una única fijación. Esa posición óptima se conoce como *preferred viewing location* (Rayner 1979) y, de hecho, cuando la fovea no se sitúa en este punto durante la primera fijación, suele aumentar su duración (Inhoff et al. 2003; White et al. 2005a), así como la probabilidad de que la palabra reciba una nueva fijación (O'Regan y Lévy-Schoen 1987; McConkie et al. 1989).

En torno a la región foveal y en una posición más externa se sitúa la *región parafoveal*, en la que la percepción es menos nítida, pero aún es posible extraer cierta información visual. Concretamente, el procesamiento de los estímulos que se sitúan en la región parafoveal se conoce como *procesamiento parafoveal* y adquiere una relevancia

especial durante la lectura, por lo que se desarrollará con mayor detalle en los próximos subapartados.

La última región del campo perceptivo se conoce como *región periférica* y abarca todos aquellos estímulos que se sitúan más allá de la región parafoveal. En esta posición no es posible percibir información visual; por ejemplo, en el caso de la lectura no se pueden reconocer las palabras situadas en la región periférica. Así pues, la precisión visual mantiene una relación inversa con la posición de la fovea: a medida que un estímulo se aleja de la fovea, desciende la precisión visual con la que se percibe.

Un rasgo interesante de la región foveal –y, en general, del campo perceptivo– es que muestra una clara asimetría entre la cantidad de información que los ojos pueden percibir hacia la izquierda y hacia la derecha de una fijación. Como se puede observar en la Figura 1, en aquellas lenguas en las que se lee de izquierda a derecha, se calcula que la región foveal abarca 3-4 caracteres hacia la izquierda de una fijación (McConkie y Rayner 1976; Rayner et al. 1980; Underwood y McConkie 1985) y 7-8 caracteres hacia su derecha (Rayner y Bertera 1979; Rayner et al. 1982; Underwood y McConkie 1985). Esta asimetría se registra, igualmente, en la región parafoveal, que abarca, de nuevo, 3-4 caracteres hacia la izquierda de la fijación y unos 14-15 caracteres hacia su derecha (McConkie y Rayner 1975; Rayner y Bertera 1979; Rayner et al. 1982).

Los estudiantes colocaron una pancarta en la facultad.

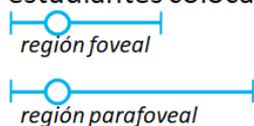


Figura 1. Asimetría perceptiva en las regiones foveal y parafoveal. El punto azul representa una fijación y las líneas azules, la extensión de las regiones foveal y parafoveal hacia el lado izquierdo y el derecho de esa fijación

Asimismo, llama la atención el hecho de que la asimetría del campo perceptivo se invierta en determinadas lenguas. Por ejemplo, Pollatsek et al. (1981) mostraron que en hebreo, una lengua en la que se lee de derecha a izquierda, el número de caracteres que se percibe hacia la izquierda de una fijación es mayor que hacia su derecha. Esta asimetría se registra también en la lectura vertical. Osaka y Oda (1991) advirtieron que, cuando un lector lee de arriba abajo en japonés, se percibe un mayor número de caracteres por debajo de una fijación que por encima de ella.

No obstante, esta desigualdad dentro del campo perceptivo puede verse reducida por diversos motivos. Por ejemplo, en aquellas lenguas con un sistema de escritura logográfico, como el japonés o el chino, la asimetría entre los dos lados de una fijación se reduce, de tal forma que, cuando se lee de izquierda a derecha, la región foveal abarca tan solo un carácter hacia la izquierda y 3-6 caracteres hacia la derecha (Ikeda y Saida 1978; Osaka 1987; Inhoff y Liu 1998). De manera similar, esta asimetría varía en función de la experiencia lectora: en los lectores competentes la región parafoveal puede alcanzar 14-15 caracteres hacia la derecha de una fijación; sin embargo, esta se ve reducida a un máximo de 10-12 caracteres en los lectores noveles (Rayner 1986). Por último, la diferencia entre los lados izquierdo y derecho del campo perceptivo también puede mitigarse como consecuencia de la complejidad del estímulo lingüístico o visual (Rayner 1986; Inhoff et al. 1989). Por ejemplo, cuando leemos una palabra desconocida

o poco frecuente en nuestra lengua, se reduce el número de caracteres percibidos hacia el lado derecho de una fijación.

3. ¿Cómo se registran los movimientos oculares?

El interés por analizar los movimientos oculares no es nuevo, sino que comenzó ya en el siglo XIX con los estudios de autores como Javal (1879), Lamare (1892) o Erdmann y Dodge (1898). Estos autores precisaron de un gran ingenio para desarrollar técnicas que permitiesen medir los movimientos de los ojos de una forma más rigurosa que a partir de la mera observación. Por ejemplo, Lamare ideó una técnica en la que un pequeño tubo se conectaba, por un lado, al párpado superior de los ojos y, por otro, a un tambor; de esta forma, podía escuchar las sacadas durante la lectura de un texto. De manera similar, Javal colocó pequeños espejos en los extremos de los ojos para registrar sus movimientos a través del reflejo. Pese a la indudable agudeza de estos autores y de las técnicas que concibieron, no será hasta los años 70 del siglo pasado cuando la metodología de movimientos oculares comience a alcanzar una mayor relevancia gracias al desarrollo de aparatos que permiten un registro más sencillo y eficaz (Rayner 1998; Wade y Tatler 2005).

Concretamente, el aparato que se emplea para rastrear los movimientos de los ojos se conoce con el nombre de *eye-tracker* –de momento no existe una adaptación de este término al español– y, aunque existen diferentes tipos, los más utilizados actualmente son los *video-based eye-trackers* (Wade y Tatler 2005; Raney et al. 2014; Carter y Luke 2020). Estos aparatos están compuestos por una cámara, que se encarga de grabar los movimientos de los ojos, y un iluminador de infrarrojos, que proyecta un rayo de luz infrarroja sobre los ojos del participante. Ese rayo de luz infrarroja se refleja, específicamente, sobre la pupila, creando una especie de punto luminoso, cuya posición será lo que registre la cámara del *eye-tracker*. Asimismo, el rayo de luz infrarroja crea un segundo reflejo sobre la córnea del ojo, que permanece estático y solo se desplaza en caso de mover la cabeza. De esta forma, el *eye-tracker* puede diferenciar los movimientos de los ojos que son consecuencia de mover la cabeza de aquellos que se producen con el objetivo de colocar la fovea en una nueva posición y que serán los que, verdaderamente, tengan interés científico.

Una característica fundamental de los *video-based eye-trackers* es su tasa de muestreo (Raney et al. 2014; Carter y Luke 2020). Este concepto hace referencia al número de veces por segundo que el aparato registra la posición del ojo y se mide en hercios (Hz). Así pues, si un *eye-tracker* tiene una tasa de muestreo de 1000 Hz, la posición del ojo se calculará mil veces por segundo –o, en otras palabras, una vez por milisegundo–. La importancia de esta característica reside en que la tasa de muestreo determina la precisión con la que se registran los movimientos oculares: cuanto mayor sea la tasa de muestreo, más preciso y fiable será el registro que se realice de esos movimientos. En la actualidad el *eye-tracker* con una mejor tasa de muestreo alcanza los 2000 Hz en visión monocular y los 1000 Hz en visión binocular. Dado que se asume que los dos ojos se mueven al mismo tiempo y en la misma dirección, los estudios de *eye-tracking* suelen rastrear los movimientos de un solo ojo –generalmente, del ojo dominante– para así evitar la pérdida de precisión (Hooge et al. 2018)².

Un segundo aspecto que permite diferenciar unos *eye-trackers* de otros es su disposición. Algunos aparatos son estáticos, de tal forma que no se pueden mover del laboratorio en el que están instalados. Este tipo de *eye-tracker* conlleva, generalmente, el uso de una mentonera sobre la que los participantes deben apoyar la cabeza mientras realizan el experimento para así evitar cualquier movimiento que pueda perjudicar o contaminar el registro. Por su parte, otros *eye-trackers* son portátiles, de tal manera que se pueden usar tanto dentro como fuera del laboratorio y, además, no requieren el uso de mentonera, lo que confiere una mayor libertad a los participantes –y, por tanto, una mayor naturalidad en la tarea–. El inconveniente de los *eye-trackers* portátiles se halla en su tasa de muestreo, pues se ve reducida considerablemente en comparación con la de los estáticos (Raney et al. 2014; Carter y Luke 2020).

Teniendo en cuenta todos estos aspectos, la pregunta que el lector podría plantearse es cómo escoger el *eye-tracker* idóneo para un estudio. Lo cierto es que la respuesta a este interrogante resulta bastante sencilla: aquel del que (por suerte) disponga el laboratorio o grupo de investigación en el que se trabaje. No obstante, en el caso de barajar diversas opciones, seleccionar uno u otro aparato dependerá de la tarea que se realice, de las características de la población con la que se trabaje o del tipo de información que se quiera obtener. Por ejemplo, en los estudios con bebés o niños resulta complejo, si no imposible, el uso de una mentonera, por lo que con este tipo de participantes se suele emplear los *eye-trackers* portátiles. De manera similar, si solo interesa obtener información espacial (es decir, saber dónde se mira), se puede emplear un *eye-tracker* con una menor tasa de muestreo (sea portátil o estático); en cambio, si se quiere obtener información temporal precisa (esto es, durante cuánto tiempo se mira), será necesario emplear un aparato con la mejor tasa de muestreo posible (generalmente, un *eye-tracker* estático).

4. ¿Qué nos enseñan los movimientos oculares acerca del lenguaje?

Desde hace varias décadas se ha empleado el registro de movimientos oculares en diferentes disciplinas como la sociología, el *marketing* o la medicina. No obstante, en el presente trabajo nos centraremos únicamente en analizar las principales aportaciones de esta metodología al campo de la psicolingüística o, en otras palabras, al estudio del procesamiento del lenguaje. A este respecto, la aplicación más lógica que parece tener la metodología *eye-tracking* consistiría en analizar los movimientos oculares durante una tarea de lectura, es decir, estudiar el lenguaje desde la órbita de la comprensión escrita. Como veremos, esta aplicación ha sido (y es) muy fructífera en el campo de la psicolingüística; sin embargo, no es la única, pues en los últimos años se ha desarrollado un nuevo paradigma conocido como paradigma del mundo visual (o *visual-world paradigm*). Este nuevo paradigma ha permitido aplicar la metodología del registro de movimientos oculares en tareas de comprensión y producción orales, lo que ha posibilitado estudiar el procesamiento del lenguaje desde estas otras perspectivas. A continuación, revisaremos las principales características y aportaciones de los estudios de *eye-tracking* desde la órbita de la lectura, en primer lugar, y de la comprensión y producción orales, en segundo lugar.

4.1. Movimientos oculares durante la lectura

La aplicación de la metodología *eye-tracking* en tareas de lectura se remonta a los albores de la propia técnica, pues autores como Javal (1879) o Lamare (1892) ya basaban sus estudios sobre los movimientos oculares en la lectura de frases o textos. No obstante, no fue hasta la década de los años 70 del siglo XX cuando este tipo de estudios adquirió una mayor relevancia gracias al desarrollo de equipos que permiten un registro más fácil y sofisticado de los movimientos oculares. Un segundo aspecto que facilitó la difusión de esta metodología en la investigación psicolingüística fue el hecho de que, frente a buena parte de los métodos conductuales, el registro de movimientos oculares permite estudiar el procesamiento del lenguaje de manera *online*, esto es, en el mismo momento en el que este ocurre. Por último, la forma de visualizar los estímulos en los experimentos de *eye-tracking* también supuso una gran ventaja respecto de paradigmas conductuales, ya que, con esta metodología, las frases o textos no aparecen fragmentados sino en su totalidad, lo que evita que se interrumpa el ritmo normal de lectura. Además, esta presentación de los estímulos permite que los lectores puedan volver hacia atrás y releer una palabra, un sintagma o toda una frase, un comportamiento habitual durante la lectura.

4.1.1. Medidas y unidades de análisis

En los estudios de movimientos oculares durante la lectura se manejan como unidades de análisis las fijaciones, por un lado, y las sacadas, por otro. En la Tabla 1 se recoge el promedio de la duración de las fijaciones y de la longitud de las sacadas en tareas de lectura tanto silenciosa como en voz alta. Como mencionamos anteriormente, estos valores medios pueden verse modificados en función del coste cognitivo que conlleva procesar un estímulo y que dependerá tanto de una serie de variables lingüísticas, que analizaremos a lo largo de este apartado, como de factores tipográficos. Por ejemplo, el uso de fuentes complejas o de un tamaño de letra pequeño suele provocar un aumento de las fijaciones y una reducción de la longitud de las sacadas (Rayner y Pollatsek 1989; Rayner et al. 2006).

Respecto a estas dos unidades de análisis, es importante considerar varios aspectos. Por una parte, durante la lectura, no todas las sacadas se realizan hacia regiones nuevas de una frase o de un texto, sino que es habitual volver hacia atrás y releer ciertas palabras. Esas sacadas que se dirigen hacia regiones de la frase o del texto que ya se habían leído reciben el nombre de *regresiones* y se calcula que en un lector competente el 10-15 % de las sacadas son regresiones (Rayner 1998; Rayner y Pollatsek 2007; Rayner 2009). Relacionado con este concepto, se encuentra un segundo: *refijación*. Así pues, cada vez que un lector realiza una regresión y posa su mirada sobre una palabra que había sido fijada previamente, hablaremos de *refijación*. Se considera que existen diferentes motivos por los que se puede producir una regresión y, en consecuencia, una refijación (Altmann et al. 1992; Rayner 1998; Rayner 2009). Por un lado, las regresiones –sobre todo si son cortas– pueden ser consecuencia de un error oculomotor: el sistema motor no planifica correctamente el movimiento de los ojos, de tal forma que estos se posan sobre una palabra diferente a la deseada, desencadenando una inmediata regresión para situar la fovea en la posición adecuada (Vitu et al. 1998). La segunda causa de una regresión es la complejidad lingüística de la frase o del texto: así, un lector suele regresar a regiones previas del texto o de la frase cuando no es capaz de integrar una

palabra dentro de la estructura oracional (Johnson et al. 2011) o cuando se percata de que la primera interpretación que había realizado de una estructura ambigua no es correcta (Frazier y Rayner 1982; Ferreira y Clifton 1986; Spivey y Tanenhaus 1998).



Figura 2. Movimientos oculares durante la lectura de una oración. Los puntos azules representan las fijaciones con su correspondiente distribución marcada a través de la numeración. La línea roja muestra una regresión y el punto rojo, una refijación

En cuanto a las fijaciones, es importante destacar que no todas son iguales y tampoco reflejan el mismo tipo de procesamiento lingüístico. Es por ello por lo que en los experimentos de lectura se suele diferenciar una serie de medidas de movimientos oculares, clasificadas en tempranas o tardías en función de si muestran un primer contacto de los ojos con el texto o, por el contrario, algún tipo de relectura³ (Rayner 1998; Clifton et al. 2007; Rayner y Liversedge 2011).

Medida	Definición	Tipo
Primera fijación (<i>first fixation</i>)	Duración de la primera fijación que recibe una palabra o región.	Temprana
Fijación única (<i>single fixation</i>)	Duración de la fijación cuando se produce una sola en una palabra o región.	Temprana
Primer barrido (<i>gaze duration</i> o <i>first-pass reading time</i> ⁴)	Suma de todas las fijaciones en una palabra o región desde que se entra en ella por vez primera hasta que se sale, ya sea por la derecha o la izquierda, también por vez primera.	Temprana
Probabilidad de primera fijación	Probabilidad de recibir una fijación durante el primer barrido o de rastrear inicialmente una palabra antes de una refijación.	Temprana
Cuasi primer barrido (<i>quasi first-pass</i> o <i>right-bounded reading time</i>)	Suma de todas las fijaciones en una palabra o región desde que se entra en ella por vez primera hasta que se sale por la derecha por vez primera. Por tanto, si después de una primera fijación se realiza una regresión hacia una región anterior y, tras ello, se produce una refijación en la palabra en cuestión, la duración de esta refijación se integrará en esta medida.	Temprana/tardía ⁵
Tiempo de lectura con regresiones (<i>go-past</i> o <i>regression path duration</i>)	Suma de todas las fijaciones en una palabra o región, así como de las refijaciones en palabras previas, desde que se entra en ella por vez primera hasta que se sale por la derecha por vez primera. A diferencia de la medida anterior, ahora se suman no solo las refijaciones en la palabra o región de interés, sino también en las anteriores a esta.	Temprana/tardía
Probabilidad de regresión	Probabilidad de realizar una regresión a una región anterior desde una determinada palabra.	Temprana/tardía
Segundo barrido (<i>second-pass reading time</i>)	Suma de la duración de todas las refijaciones en una palabra o región tras el primer barrido. En este caso, el lector ya ha salido de la región de interés por la derecha, pero regresa a ella para realizar una refijación.	Tardía
Tiempo total	Suma de la duración de todas las fijaciones en una palabra o región, incluyendo tanto el primer como el segundo barrido.	Tardía

Tabla 2. Medidas de movimientos oculares en tareas de lectura

Las medidas de movimientos oculares recogidas en la Tabla 2 han posibilitado el estudio, entre otros, de dos procesos diferentes involucrados en la comprensión de la lengua escrita: la activación léxica de las palabras y su integración en la estructura

sintáctico-semántica de una oración. En los siguientes subapartados, examinaremos qué medidas reflejan cada uno de estos dos procesos, así como las variables lingüísticas que las condicionan.

4.1.2. Activación léxica

Uno de los primeros pasos para poder comprender el significado de una frase o texto escrito es reconocer las palabras que en él aparecen. A través de los patrones de movimientos oculares, podemos estudiar cómo se activan las palabras en el lexicón mental y, sobre todo, qué variables lingüísticas condicionan su reconocimiento. Para ello, se parte, fundamentalmente, de las medidas tempranas de movimientos oculares.

Una de las principales variables que afecta al reconocimiento léxico de las palabras escritas es su longitud, que mantiene una relación proporcional con la duración de las medidas tempranas de movimientos oculares: así, cuanto más larga es una palabra, mayor es la duración de las fijaciones (Just y Carpenter 1980; Calvo y Meseguer 2002). De hecho, las palabras largas no suelen abarcarse en su totalidad durante una única fijación, por lo que, a medida que se incrementa su longitud, aumenta la posibilidad de que reciba una segunda fijación. Dada la influencia de esta variable en la duración de las fijaciones, se recomienda que aquellas palabras o regiones que se vayan a contrastar entre condiciones experimentales presenten la misma longitud⁶.

En segundo lugar, cuando se controla la longitud de las palabras, la frecuencia léxica se convierte en un factor determinante en su activación. Concretamente, esta variable mantiene una relación inversa con la duración de las medidas tempranas: cuanto más frecuente es una palabra, más fácil es su activación léxica y, en consecuencia, menor es la duración de las fijaciones (Just y Carpenter 1980; Rayner y Duffy 1986; Inhoff y Rayner 1986; White et al. 2018). No obstante, el efecto que produce la frecuencia léxica sobre los movimientos oculares se atenúa a medida que se repite una misma palabra. Así pues, la primera vez que se lee una palabra de baja frecuencia léxica se registra un aumento significativo de la duración de las fijaciones; sin embargo, si esa misma palabra aparece en más ocasiones a lo largo de la frase o del texto, la duración de sus fijaciones se reducirá e, incluso, puede llegar a no presentar diferencias respecto de una palabra de alta frecuencia léxica (Rayner et al. 1995).

Relacionada con la variable anterior se halla la predictibilidad, ya que aquellas palabras frecuentes en un determinado contexto se vuelven predecibles. Es por ello por lo que las palabras predecibles dentro de un contexto discursivo son más fáciles de activar y, en consecuencia, reciben fijaciones más cortas que aquellas que sean inesperadas (Ehrlich y Rayner 1981; Inhoff 1984; Balota et al. 1985).

La edad de adquisición es también una variable influyente en el reconocimiento léxico, pues aquellas palabras que el lector haya adquirido a una edad temprana reciben fijaciones más cortas que aquellas aprendidas más tardíamente (Juhasz 2005). De hecho, esta variable parece tener una mayor influencia en las medidas tempranas de movimientos oculares que la propia frecuencia léxica (Juhasz y Rayner 2003, 2006).

Por otra parte, la ambigüedad es una variable que también media en la duración de las fijaciones que recibe una palabra. En el caso de las palabras semánticamente ambiguas – es decir, aquellas que tienen dos o más significados –, sus valores pueden tener la misma frecuencia de aparición (*palabras equilibradas*) o diferente, es decir, uno de los

significados es más frecuente que el otro (*palabras sesgadas*). Duffy et al. (1988) mostraron que las palabras sesgadas reciben fijaciones más largas cuando el contexto previo favorece el significado menos frecuente, lo que sugiere que el significado más frecuente también se activa y compite con aquel por ser seleccionado. Por ejemplo, en español la palabra *banco* tiene diversos significados, algunos de ellos más frecuentes ('entidad financiera' o 'asiento') y otros menos habituales ('tierra situada junto a un río'). Si esta palabra apareciese en una frase como (1), las fijaciones sobre *bancos* serían más largas de lo habitual, pues, pese a que el contexto previo favorece el significado menos frecuente, aquellos valores más habituales también se activarían dificultando su reconocimiento léxico.

- (1) El ayuntamiento se encargó de limpiar el agua del río, pero los bancos seguían estando bastante sucios

Por su parte, las palabras equilibradas reciben fijaciones más largas cuando el contexto previo es neutro, indicativo ello de que, de nuevo, los significados compiten entre sí por recibir activación. Por ejemplo, en una oración como (2) la palabra *bancos* volvería a ser fijada durante un mayor tiempo, ya que el contexto previo a esta palabra no favorece ningún significado, de tal forma que los dos valores más frecuentes ('entidad financiera' y 'asiento') se activarían y rivalizarían entre sí por ser finalmente seleccionados.

- (2) Carlos se dirigió al banco y se sentó a leer a la sombra de un árbol

No obstante, no todas las palabras son ambiguas semánticamente, sino que la ambigüedad puede hallarse en otros niveles lingüísticos. Por ejemplo, Folk y Morris (2003) analizaron palabras cuya ambigüedad residía en su categoría gramatical, ya que podían funcionar como sustantivo –por ejemplo, *la copa de vino*– o como verbo –*mi primo vino*–, siendo una de estas dos interpretaciones más frecuente que la otra. En este caso, el hecho de que el contexto previo favoreciese la categoría menos frecuente no conllevaba un aumento de la duración de las fijaciones en medidas tempranas, lo que indica que esa interpretación menos frecuente era la única que se activaba pese a no ser la predilecta.

Asimismo, en lenguas con una ortografía opaca –es decir, aquellas en las que no hay una relación biunívoca entre los grafemas y los fonemas– la ambigüedad puede situarse en el nivel fonológico, por lo que la forma escrita de una palabra puede corresponderse con diferentes pronunciaciones. Por ejemplo, la palabra inglesa *wind* se puede articular como /wɪnd/ ('viento') o como /waɪnd/ ('enrollar'). Carpenter y Daneman (1981) analizaron este tipo de ambigüedad y registraron un aumento de la duración de las fijaciones en palabras ambiguas fonológicamente versus palabras no ambiguas. Ello indica que, durante la lectura de palabras ambiguas como *wind*, los dos códigos fonológicos se activan y compiten por ser finalmente seleccionados.

Por último, la estructura morfológica de una palabra también parece condicionar los patrones de movimientos oculares durante su reconocimiento. Por un lado, ciertos estudios han contrastado palabras compuestas cuyo primer o segundo lexema presentaba una mayor o menor frecuencia y han observado un aumento de las primeras fijaciones cuando el primer lexema del compuesto era menos frecuente, así como un aumento del primer barrido cuando el segundo lexema era menos frecuente (Hyönä y Pollatsek 1998;

Pollatsek et al. 2000; Juhasz et al. 2003). De manera similar, Juhasz (2007) analizó si el nivel de transparencia semántica del compuesto –es decir, si el significado global del compuesto refleja el de los morfemas que lo conforman o si, por el contrario, adquiere un valor completamente distinto– condiciona la duración de las medidas tempranas de movimientos oculares. En este caso, no se registraron diferencias entre los dos tipos de compuestos (transparentes versus opacos), pero sí se obtuvo un aumento de las fijaciones en palabras compuestas versus simples. Estos resultados –tanto los relativos a la frecuencia de los morfemas como a su transparencia semántica– parecen indicar que las palabras compuestas se dividen en sus partes individuales durante el proceso de activación léxica, pues, en caso contrario, no se registrarían diferencias en la duración de sus fijaciones respecto de palabras simples con la misma longitud y frecuencia léxica.

4.1.3. Integración sintáctico-semántica

Pese a la importancia que tiene la correcta activación léxica de las palabras, lo cierto es que los seres humanos no solemos comunicarnos a través de palabras aisladas, sino que estas suelen aparecer en unidades superiores, como oraciones o textos. A este respecto, se asume que el procesamiento lingüístico es *incremental* (Tanenhaus et al. 1995): a medida que leemos cada nueva palabra, intentamos establecer una relación entre esta y las palabras anteriores para construir una estructura sintáctico-semántica que nos permita comprender el mensaje. La metodología *eye-tracking* también se ha utilizado para analizar este proceso, es decir, para examinar cómo se integran las palabras dentro de la estructura oracional. Para ello, las medidas de movimientos oculares que se suelen analizar son diferentes a las señaladas antes para la activación léxica, excepto una: el primer barrido. Aunque esta medida se relaciona con el reconocimiento léxico, el hecho de que una misma palabra reciba más de una fijación antes de salir de ella puede reflejar, igualmente, el coste de integrarla dentro de la estructura oracional (Rayner et al. 1989). Además del primer barrido, este proceso se puede examinar a partir de las medidas intermedias y tardías.

Los primeros estudios de movimientos oculares que se interesaron por analizar este fenómeno buscaban obtener evidencias empíricas que apoyasen los postulados de las teorías de corte modular sobre el procesamiento del lenguaje. Dentro de estas teorías, aquella que ha tenido una mayor repercusión en el campo de la psicolingüística es el modelo de vía muerta o *garden-path* (Frazier y Rayner 1982; Frazier 1987). Este modelo defiende un procesamiento encapsulado de la información lingüística y, en el caso concreto de las oraciones, aboga por un procesamiento en dos estadios independientes: en el primer estadio se construiría la estructura sintáctica de la oración, teniendo para ello en cuenta la categoría gramatical de las palabras y un conjunto de principios o reglas de naturaleza también sintáctica que se aplicarían de manera ciega –es decir, sin considerar otro tipo de información lingüística–; tras ello, se iniciaría el segundo estadio, en el que se activaría la información semántico-pragmática correspondiente. Para poner a prueba esta hipótesis, los estudios empíricos empleaban oraciones sintácticamente ambiguas a partir de las cuales se intentaba determinar si el cerebro –o, como se suele denominar en estos estudios, el procesador o *parser*– era capaz de detectar su ambigüedad de manera temprana. Así pues, si el cerebro solo tuviese en cuenta la información sintáctica durante el primer estadio, la ambigüedad estructural pasaría desapercibida y la interpretación que se activaría de esa oración sería

incorrecta, lo que se conoce como “caer en una vía muerta”; si, por el contrario, de manera temprana se activara otro tipo de información lingüística (diferente de la sintáctica), el cerebro podría detectar la ambigüedad de la oración durante el primer estadio y, por tanto, darle una correcta interpretación.

Uno de los primeros estudios de este tipo fue llevado a cabo por Frazier y Rayner (1982), quienes analizaron los movimientos oculares durante la lectura de oraciones ambiguas como (3):

- (3) The second wife will claim the inheritance belongs to her
‘La segunda esposa reivindicará (que) la herencia le pertenece’

En la oración (3) la región ambigua –y, por tanto, de interés– es el sintagma *the inheritance*, ya que, *a priori*, podría funcionar como complemento directo del verbo principal o como sujeto de una oración subordinada, siendo esta última la interpretación correcta. Frazier y Rayner (1982) obtuvieron dos patrones de movimientos oculares complementarios. Por un lado, no registraron ninguna diferencia en los tiempos de lectura de la región de interés, lo que indicaría que el cerebro no detecta la ambigüedad de la oración a la altura de esta región y que, por tanto, selecciona la estructura más simple: aquella en la que la región ambigua funciona como complemento directo. Por su parte, en la región desambiguadora –en el ejemplo (3), *belongs*–, se produjo un incremento de la duración de las fijaciones de primer y segundo barrido, así como un aumento de las regresiones hacia regiones anteriores. Este segundo patrón confirmaría que, en un primer momento, los participantes seleccionan la interpretación incorrecta de la oración y que solamente cuando alcanzan la región desambiguadora, detectan el error, lo que conlleva un aumento de los tiempos de lectura, así como de las regresiones, que se correspondería con el proceso de reanálisis de la estructura oracional. En consecuencia, Frazier y Rayner interpretaron sus resultados a favor del modelo de vía muerta (Rayner et al. 1983; Ferreira y Clifton 1986; Ferreira y Henderson 1990).

Con posterioridad estos estudios empezaron a incluir nuevas variables con el objetivo de analizar si estas condicionaban el procesamiento de la estructura oracional y si ello se veía, a su vez, reflejado en ciertos patrones de movimientos oculares. A este respecto, las variables que influyen en el proceso de integración oracional no están definidas de manera tan clara como para el caso de la activación léxica, ya que los resultados obtenidos hasta la fecha no siempre concuerdan. Esta falta de sistematicidad parece deberse, entre otros motivos, a la disparidad del material empleado –se han utilizado diferentes estructuras–, a la diferencia de longitud de la región de interés –en algunos casos abarca una sola palabra mientras que, en otros, varias– o al tipo de información lingüística manipulada (Clifton et al. 2007). Es, concretamente, este último aspecto –la información lingüística– el que tendremos en cuenta a continuación para clasificar las posibles variables que influyen en los movimientos oculares durante la lectura y el procesamiento de oraciones y que agruparemos en tres tipos: la frecuencia, los rasgos semánticos y el contexto discursivo.

Una de las primeras variables analizadas ha sido la frecuencia. Por un lado, ciertos autores han examinado si la mayor o menor frecuencia léxica de una palabra puede condicionar, aparte de su activación, cómo se establece una relación sintáctica entre esta y otras palabras de la oración. Por ejemplo, Rayner et al. (1989) contrastaron oraciones

en las que un mismo sustantivo podía estar precedido por un adjetivo de mayor –*electric* en (4a)– o menor frecuencia léxica –*acoustic* en (4b)–.

- (4) a. Jerry’s electric guitar needs new strings
‘La guitarra eléctrica de Jerry necesita cuerdas nuevas’
b. Jerry’s acoustic guitar needs new strings
‘La guitarra acústica de Jerry necesita cuerdas nuevas’

Los resultados mostraron que los adjetivos de menor frecuencia recibían primeras fijaciones más largas que aquellos de mayor frecuencia, lo que reflejaría un mayor coste en su reconocimiento. Más interesante, sin embargo, es el hecho de que el sustantivo que aparecía tras dichos adjetivos –*guitar* en el ejemplo (4)– también recibía fijaciones más largas tras *acoustic* versus *electric* durante el primer barrido. Dado que el sustantivo es el mismo en ambas condiciones, esta diferencia no podía ser consecuencia de su activación léxica, sino que este efecto reflejaría un mayor coste a la hora de establecer una relación sintáctica entre el adjetivo de menor frecuencia y el sustantivo. Esta misma conclusión dedujeron Johnson et al. (2011), aunque en su estudio el mayor coste a la hora de integrar palabras de menor versus mayor frecuencia se tradujo en un aumento de las fijaciones en la medida de cuasi primer barrido. Así pues, la frecuencia léxica de una palabra parece condicionar su integración en la estructura oracional (White et al. 2018) y la existencia de cierta dificultad durante este proceso se puede reflejar a través de dos patrones de movimientos oculares: fijar durante un mayor tiempo la palabra contigua (Rayner et al. 1989) o regresar a regiones anteriores y refijar durante un mayor tiempo la palabra problemática (Johnson et al. 2011).

No obstante, en los estudios sobre procesamiento oracional no solo se puede manipular la frecuencia léxica de las palabras, sino también la frecuencia con la que estas se combinan con algunas estructuras sintácticas –es decir, la frecuencia combinatoria–. Por ejemplo, Ferreira y Henderson (1990) replicaron el estudio de Frazier y Rayner (1982), pero controlaron la frecuencia combinatoria de los verbos: algunos se combinaban más frecuentemente con un sustantivo en la función de complemento directo –por ejemplo, el verbo *saw* en (5a)– mientras que otros aparecían con mayor frecuencia combinados con una oración subordinada –*realized* en (5b)–.

- (5) a. John saw the road was closed
‘John vio (que) la carretera estaba cerrada’
b. John realized the road was closed
‘John advirtió (que) la carretera estaba cerrada’

Los resultados mostraron que los verbos que se combinan más frecuentemente con sustantivos (5a) recibían fijaciones más largas que aquellos que suelen aparecer con una oración subordinada (5b), pero esta diferencia solo se registraba en la medida tardía de tiempo total. Estudios posteriores han señalado, sin embargo, que la frecuencia combinatoria puede condicionar el procesamiento sintáctico no solo de manera tardía, sino también en medidas tempranas como el primer barrido (Trueswell et al. 1993; Garnsey et al. 1997; Wilson y Garnsey 2009).

Más allá de la frecuencia, numerosos estudios dentro del campo de la psicolingüística se han interesado en analizar mediante la metodología *eye-tracking* si los rasgos semánticos de los constituyentes de una oración condicionan la interpretación que se hace de esta. Estos estudios surgieron, en un principio, para poner a prueba las hipótesis de las teorías modulares comentadas previamente: se manipulaban los rasgos semánticos de algún constituyente para examinar si ello ayudaba a los lectores a no caer en una vía muerta o, en caso de caer, si aliviaba el coste cognitivo asociado con su reanálisis. Por ejemplo, Ferreira y Clifton (1986) examinaron oraciones como las del ejemplo (6), cuya ambigüedad reside en que el primer verbo *–examined–* puede ser analizado como el verbo de la oración principal o como el participio de pasado de una oración de relativo reducida⁷, siendo esta última la interpretación correcta. Asimismo, estos autores manipularon el rasgo semántico de la animacidad del antecedente, pudiendo ser animado (6a) o inanimado (6b).

- (6) a. The defendant examined by the lawyer turned out to be unreliable
'El acusado examinó/examinado por el abogado resultó ser poco fiable'
- b. The evidence examined by the lawyer turned out to be unreliable
'La evidencia examinó/examinada por el abogado resultó ser poco fiable'

Los resultados mostraron un aumento de las fijaciones durante el primer y segundo barrido en oraciones ambiguas como las de (6) versus oraciones no ambiguas. Más interesante es el hecho de que no se registraron diferencias en función del rasgo de la animacidad en ninguna de las medidas de movimientos oculares, lo que indicaría que esta información semántica no influye en el procesamiento oracional. No obstante, y como adelantamos previamente, los resultados en este tipo de estudios no siempre son sistemáticos: por ejemplo, Trueswell et al. (1994) replicaron el estudio de Ferreira y Clifton (1986) al considerar que los materiales empleados por estos estaban sesgados. En su trabajo Trueswell et al. sí obtuvieron diferencias significativas como consecuencia del rasgo semántico del antecedente: la medida de primer barrido presentaba fijaciones más largas en oraciones ambiguas en comparación con las no ambiguas cuando el antecedente era animado (6a); en cambio, con antecedentes inanimados (6b) no se registraban diferencias en la duración de las fijaciones entre las oraciones ambiguas y no ambiguas. Estos últimos resultados indicarían, por tanto, que la información semántica puede condicionar el procesamiento sintáctico de una oración y facilitar (o no) el reconocimiento de su estructura.

Aunque la mayoría de los trabajos que han analizado la influencia de los rasgos semánticos parte de oraciones sintácticamente ambiguas (Binder et al. 2001; Clifton et al. 2003; Hoeks et al. 2006), algunos de ellos también han considerado oraciones no ambiguas y, de hecho, es con este tipo de estructuras con las que se han obtenido resultados más sistemáticos. Muchos de estos estudios parten de la famosa asimetría registrada entre dos tipos de oraciones de relativo: así, se suele considerar que aquellas estructuras en las que el antecedente funciona como sujeto de la oración relativa (7a) son más fáciles de procesar que aquellas en las que dicho constituyente funciona como objeto (7b) (Holmes y O'Reagan 1981; Staub 2010).

- (7) a. The director that watched the movie received a prize
'El director que vio la película recibió un premio'

- b. The director that the movie pleased received a prize
'El director (al) que la película gustó recibió un premio'
- (8) a. The movie that pleased the director received a prize
'La película que gustó al director recibió un premio'
- b. The movie that the director watched received a prize
'La película que el director vio recibió un premio'

Lo interesante de estas oraciones de relativo es el hecho de que permiten manipular el rasgo semántico de la animación del antecedente sin modificar la estructura sintáctica y sin que esta sea ambigua, por lo que, de esta forma, se puede analizar la posible influencia de la información semántica en el procesamiento sintáctico de una manera más natural en comparación con los estudios previos que intentaban validar las teorías de corte modular. En este sentido, se ha demostrado que la asimetría entre las oraciones de relativo se puede neutralizar cuando el antecedente hace referencia a un ente inanimado (8). Así pues, una oración de relativo recibe fijaciones más largas en medidas intermedias y tardías cuando el antecedente animado funciona como objeto frente a la posición de sujeto; sin embargo, cuando el antecedente es inanimado, no se registran diferencias en la duración de las fijaciones debido a la función de sujeto u objeto del antecedente (Traxler et al. 2002; Mak et al. 2002, 2006; Traxler et al. 2005; Betancort et al. 2009). Estos resultados apoyarían los obtenidos en trabajos previos con estructuras ambiguas e indicarían que, al menos en las medidas intermedias y tardías de movimientos oculares, es posible registrar cierta influencia de la información semántica sobre el procesamiento de una estructura oracional.

Por último, la influencia de los rasgos semánticos también se ha analizado a partir de estructuras en las que se manipula el nivel de plausibilidad semántico-pragmática de alguno de sus constituyentes. Por ejemplo, Rayner et al. (2004) contrastaron oraciones en las que la palabra de interés –*carrots* en el ejemplo (9)– podía ser plausible semánticamente dentro de una oración (9a), poco probable pero plausible (9b) o completamente implausible (9c).

- (9) a. John used a knife to chop the large carrots for dinner
'Juan usó un chuchillo para cortar las zanahorias grandes de la cena'
- b. John used an axe to chop the large carrots for dinner
'Juan usó un hacha para cortar las zanahorias grandes de la cena'
- c. John used a pump to inflate the large carrots for dinner
'Juan usó una bomba para inflar las zanahorias grandes de la cena'

Los resultados mostraron que la condición anómala (9c) producía un aumento inmediato de las fijaciones durante el primer barrido mientras que, en la condición poco probable pero plausible (9b), el efecto se retrasaba hasta la medida intermedia de tiempo de lectura con regresiones. Estos resultados indican que los movimientos oculares son sensibles al nivel de plausibilidad semántico-pragmática de los constituyentes de una oración, de tal forma que cuanto menor sea este nivel, más fácil y rápidamente se detectará el error (Warren et al. 2008; Rayner y Liversedge 2011).

El tercer y último tipo de información lingüística que revisaremos en relación al procesamiento oracional es el contexto discursivo. Diversos estudios de movimientos

oculares han manipulado la información contextual con el objetivo de determinar si esta también influye en el proceso de crear e integrar las palabras en una estructura oracional. Concretamente, esta cuestión se ha examinado a partir de dos fenómenos lingüísticos: la resolución de ambigüedades sintácticas y el establecimiento de relaciones anafóricas.

Por un lado, diversos trabajos han examinado si el hecho de presentar cierta información contextual previa a una oración ambigua puede ayudar a evitar la ambigüedad y si ello se reflejaría en los patrones de movimientos oculares. Por ejemplo, Spivey y Tanenhaus (1998) contrastaron oraciones como (10c), cuya ambigüedad reside en el primer verbo –*selected*–, ya que puede ser interpretado como el verbo de la oración principal o como el participio de pasado de una oración de relativo reducida. Antes de esta oración ambigua, se presentaba un contexto que podía ser nulo, como el de (10a), o relevante, como el de (10b):

- (10) a. An actress and the producer's niece were auditioning for a play. The director selected the actress but not the niece
'Una actriz y la sobrina del productor participaban en el casting para una obra. El director seleccionó a la actriz, pero no a la sobrina'
- b. Two actresses were auditioning for a play. The director selected one of the actresses but not the other
'Dos actrices participaban en el casting para una obra. El director seleccionó a una de ellas, pero no a la otra'
- c. The actress selected by the director believed that her performance was perfect
'La actriz seleccionó/seleccionada por el director creía que su actuación había sido perfecta'

La diferencia entre un contexto y otro reside en que el primero de ellos (10a) carece de información discursiva que facilite la correcta interpretación de la oración ambigua mientras que el segundo (10b) sí posee dicha información: concretamente, el contexto de (10b) presenta dos referentes compatibles con el sintagma *the actress* en (10c), de tal forma que esta información contextual ayuda a interpretar el verbo ambiguo –*selected* en (10c)– como el participio de pasado de una oración relativa reducida, cuya función será, precisamente, la de identificar a cuál de los dos referentes presentados en el contexto previo se alude.

Los resultados de Spivey y Tanenhaus (1998) mostraron que, tras un contexto nulo como el de (10a), las oraciones ambiguas recibían fijaciones más largas que las oraciones no ambiguas y se producía, asimismo, un mayor número de regresiones desde la región desambiguadora –*by the director* en (10c)– hacia las anteriores. Sin embargo, cuando se presentaba un contexto con dos posibles referentes, como el de (10b), no se registraban diferencias significativas entre las oraciones ambiguas y las no ambiguas. Así pues, estos resultados revelan que la información contextual condiciona cómo se integran las palabras en una oración, facilitando su correcta interpretación en caso de ambigüedad (Altmann et al. 1992, 1994; Hoeks et al. 2002). Igualmente interesante es el hecho de que este efecto se evidencie ya en medidas tempranas de movimientos

oculares, como el primer barrido, lo que demostraría la pronta influencia de la información contextual en el procesamiento oracional.

Por su parte, varios estudios también han analizado la influencia de la información contextual examinando cómo se establece una relación anafórica entre el antecedente y la unidad que remite a este. En este caso, las variables que generalmente se han manipulado son, en primer lugar, la distancia entre las unidades correferenciales: así, el sustantivo que funciona como antecedente y el pronombre que remite a él pueden aparecer contiguos –*Susan* y *she* en (11a)– o separados por varios constituyentes de la oración –*Mark* y *he* en (11b)–.

- (11) a. A group of people who shared an interest in photography had recently started writing a newsletter of their activities. In fact, in one room Mark was mailing a copy of the paper to Susan. She was very involved in photography and spent every weekend taking pictures
'Un grupo de gente que compartía interés por la fotografía había empezado recientemente a escribir una circular sobre sus actividades. De hecho, en una habitación Mark estaba enviando una copia del documento a Susan. Ella estaba muy involucrada en la fotografía y se pasaba cada fin de semana sacando fotos'
- b. A group of people who shared an interest in photography had recently started writing a newsletter of their activities. In fact, in one room Mark was mailing a copy of the paper to Susan. He was very involved in photography and spent every weekend taking pictures
'Un grupo de gente que compartía interés por la fotografía había empezado recientemente a escribir una circular sobre sus actividades. De hecho, en una habitación Mark estaba enviando una copia del documento a Susan. Él estaba muy involucrado en la fotografía y se pasaba cada fin de semana sacando fotos'

La segunda variable que se ha tenido en cuenta en estos estudios es el grado de tipicidad del segundo elemento respecto del antecedente: por ejemplo, si el antecedente es el sustantivo *pájaro*, el segundo segmento puede ser una unidad más prototípica dentro de esta categoría semántica –*gilguero*– o menos –*vencejo*–. Aunque no todos los resultados concuerdan, existen evidencias de que la duración de las fijaciones –tanto de medidas tempranas como tardías– se incrementa cuanto mayor es la distancia entre el antecedente y la unidad correferente (Ehrlic y Rayner 1983). De manera similar, se registra un incremento de las fijaciones cuando la unidad correferente es menos prototípica dentro de una determinada categoría semántica (Duffy y Rayner 1990) o menos esperable en relación con nuestro conocimiento del mundo (Sturt 2003; Duffy y Keir 2004). Respecto a estas variables, es también interesante el hecho de que varios de estos estudios han obtenido un efecto de arrastre o *spillover*, esto es, la diferencia entre unas y otras condiciones no solo se registra en la región *target* –es decir, aquella en la que aparece la unidad correferente como, por ejemplo, el pronombre personal *she* o *he* en (11a) y (11b), respectivamente–, sino también en la región posterior a esta (Ehrlic y Rayner 1983; Duffy y Rayner 1990; Sturt 2003; Duffy y Keir 2004). Este efecto revela que, aunque el cerebro comience a establecer la relación anafórica entre dos palabras cuando los ojos se posan sobre la segunda de ellas, este proceso no se completaría de

manera inmediata, sino que continuaría mientras los participantes fijan las siguientes regiones.

En resumen, en los dos últimos apartados hemos intentado mostrar la relación existente entre las medidas de movimientos oculares tradicionalmente empleadas en los estudios de lectura y los procesos cognitivos que estas reflejan. No debemos olvidar, sin embargo, que esta relación no es perfecta ni unívoca –especialmente en el caso de la integración de las palabras en la estructura oracional–, por lo que los futuros trabajos deberán seguir indagando sobre cómo los diferentes tipos de información lingüística condicionan la comprensión del lenguaje escrito para así obtener una mejor interpretación de la relación ojo-mente (Rayner y Liversedge 2011).

4.1.4. Procesamiento parafoveal durante la lectura

Antes de cerrar el apartado dedicado a la aplicación de la metodología *eye-tracking* al estudio de la lectura, debemos realizar un par de puntualizaciones acerca del procesamiento parafoveal. Como señalamos previamente, la visión en la región parafoveal es menos nítida y precisa que en la región foveal, pero aun así es posible percibir cierta información lingüística acerca de las palabras que se localizan en ella. Examinar este aspecto es fundamental, pues si una palabra se procesa de manera parafoveal, se reducirá su tiempo de lectura cuando, finalmente, se fije en la fovea. Esa reducción de su tiempo de lectura puede acarrear la falsa idea de que una palabra es fácil de comprender, cuando, en realidad, dicha reducción podría deberse a un procesamiento parafoveal. Dicho de otro modo, una palabra puede conllevar un alto coste de procesamiento, pero si una parte de sus rasgos ha sido activada parafovealmente, entonces la duración de sus fijaciones se reducirá. A este respecto, diversos experimentos de registro de movimientos oculares⁸ han constatado que el procesamiento parafoveal de una palabra se circunscribe a ciertos rasgos lingüísticos: existen evidencias de que tanto la forma ortográfica (Rayner et al. 1982; Inhoff 1989a) como fonológica (Pollatsek et al. 1992; Henderson et al. 1995) de una palabra se pueden activar cuando esta todavía se sitúa en la región parafoveal; sin embargo, no parece ocurrir lo mismo con su frecuencia léxica (Carpenter y Just 1983; Henderson y Ferreira 1993), su estructura morfológica (Lima 1987; Inhoff 1989b) o sus rasgos semánticos (Rayner et al. 1986; Altarriba et al. 2001).

Más allá del tipo de información lingüística que se pueda procesar parafovealmente, ciertos trabajos han demostrado que la cantidad de información también está restringida y supeditada al coste de comprender la palabra que se esté fijando: cuanto más costosa sea la activación léxica o la integración oracional de la palabra situada en la región foveal, menor será el número de recursos cognitivos disponibles para iniciar el procesamiento parafoveal y, por tanto, menor será la cantidad de información que se pueda reconocer sobre la palabra localizada en esta segunda región (White et al. 2005b; Drieghe 2008).

Una última consecuencia del procesamiento parafoveal es que, en ciertas situaciones, las palabras que se sitúan en esta región pueden reconocerse completamente, lo que conlleva un salto desde la palabra fijada hasta la segunda por detrás de esta, de tal forma que la palabra situada entre ellas –es decir, la palabra situada en la región parafoveal– no recibe ninguna fijación. Generalmente, la probabilidad de saltar una palabra es mayor cuando esta es corta (Drieghe et al. 2004), de alta frecuencia léxica (Rayner et al.

1996) y predecible en un determinado contexto (Drieghe et al. 2004). Como es de suponer, estas características se combinan con mayor asiduidad en las palabras función que en las palabras de contenido, por lo que las primeras se suelen saltar más y fijar menos que las segundas: las palabras función suelen recibir un 35 % de fijaciones frente al 85 % de las palabras de contenido (Rayner 1998; Rayner y Pollatsek 2007; Rayner 2009). No obstante, el hecho de que una palabra no se fije no implica que no se procese (Fisher y Shebilske 1985); al contrario, esa palabra se habrá procesado de manera parafoveal. Como consecuencia, cuando una palabra se salta, se suele registrar un incremento de la duración de la fijación anterior (Pollatsek et al. 1986; Rayner et al. 2003).

4.2. Movimientos oculares durante la comprensión y producción orales

Dentro del campo de la psicolingüística la metodología *eye-tracking* también se puede emplear para estudiar los procesos cognitivos involucrados en la comprensión y producción del lenguaje oral. Concretamente, el estudio de estos procesos a través de los movimientos oculares se hizo posible gracias a la aparición del paradigma conocido como del mundo visual (o *visual-world paradigm*). El primero en emplear este paradigma para estudiar la comprensión de mensajes orales fue Cooper en 1974; sin embargo, su uso no se extendió en el ámbito de la psicolingüística hasta la década de los 90. En los próximos apartados analizaremos, por un lado, las principales características del paradigma del mundo visual y, por otro, los procesos cognitivos que podemos estudiar a partir de él tanto en el ámbito de la comprensión como de la producción lingüísticas.

4.2.1. Rasgos y unidades de análisis

El paradigma del mundo visual consiste en exponer a los participantes una escena en la pantalla del ordenador a la vez que realizan una tarea de comprensión o de producción lingüística y se registran sus movimientos oculares sobre la escena que están visualizando. En el caso de la comprensión, los participantes escucharán una palabra o una frase que se corresponde con aquel elemento de la escena que deben mirar; esta práctica se puede combinar con dos tareas: (i) los participantes escuchan el estímulo acústico mientras observan la escena (*look-and-listen task* o *passive listening*) o (ii) realizan una tarea siguiendo las instrucciones que se dan a través del estímulo acústico y que suele consistir en seleccionar una imagen o arrastrarla (*action-based task*) (Tanenhaus y Trueswell 2006; Salverda y Tanenhaus 2017). Por su parte, cuando este paradigma se aplica al estudio de la producción lingüística, los participantes deben articular una palabra o una frase que describa la escena que están visualizando.

Generalmente, la escena consta de varios objetos que se pueden organizar de dos formas diferentes: como imágenes independientes dentro de la pantalla o como elementos que simulan una situación semirrealista (Figura 3). Aquel objeto que los participantes deben mirar durante la comprensión o producción de una palabra o una frase es el estímulo *target* mientras que el resto son distractores. Algunos de estos distractores están relacionados lingüísticamente con el *target*, de tal forma que son sus competidores – fonológicos, semánticos, léxicos, etc.–; otros, en cambio, no guardan ninguna relación con el *target* (Salverda y Tanenhaus 2017). En cualquier caso, es importante que los objetos se coloquen a cierta distancia unos de otros para evitar el solapamiento de las

fijaciones y, asimismo, deben aleatorizarse entre los diferentes ensayos para impedir que los participantes conozcan de antemano la posición en la que aparecerá el elemento *target*.

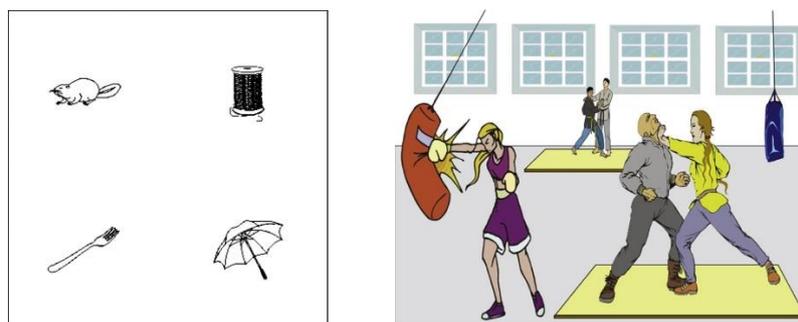


Figura 3. El estímulo visual de la izquierda muestra cuatro objetos independientes dentro de la escena – tomado de Huettig y McQueen (2007)–; el estímulo visual de la derecha representa una escena semirrealista –tomado de Humphreys et al. (2016)–

En cuanto al estímulo acústico, se recomienda incluir un intervalo de unos milisegundos entre la aparición de la escena en la pantalla y el inicio de la palabra o frase, ya que, de esta forma, los participantes disponen de un tiempo para familiarizarse con los objetos de la escena y no distraerse con ellos cuando comience el estímulo acústico. De hecho, algunos estudios apuntan que esa previsualización también es importante para obtener los efectos deseados, pues, en caso contrario, los participantes dirigen directamente su mirada hacia el elemento *target* (Dahan et al. 2007). Pese a haber una previsualización, los movimientos oculares que interesan son aquellos que se corresponden con el estímulo acústico, por lo que, una vez realizado el registro, se seleccionarán las ventanas temporales en las que se escuchó o articuló la palabra de interés y se analizarán los movimientos oculares realizados durante ese preciso momento, así como con posterioridad a él.

Partiendo de este escenario, las unidades de análisis que se suelen manejar en los experimentos que emplean el paradigma del mundo visual son, en cierto sentido, diferentes a las utilizadas en los estudios de lectura: (i) la proporción de fijaciones que recibe cada uno de los objetos de la escena, (ii) la duración de dichas fijaciones, (iii) la dirección y tiempo que conlleva realizar una sacada hacia el *target* o alguno de los distractores y (iv) la probabilidad de realizar una sacada hacia cualquiera de los objetos. A partir de estas medidas no se busca evaluar el coste cognitivo, como en los estudios de lectura, sino que se pretende inferir cómo es la representación mental que los participantes crean a medida que escuchan o producen una palabra o una frase (Tanenhaus 2007).

4.2.2. Comprensión lingüística

El paradigma del mundo visual se aplicó en un primer momento al estudio de la comprensión oral: a medida que los participantes escuchan un estímulo acústico, se registran sus movimientos oculares durante la inspección de una imagen. Gracias a esta aplicación se ha podido estudiar, entre otros, dos procesos fundamentales en la comprensión de los mensajes lingüísticos: la activación léxica y el procesamiento sintáctico.

Por un lado, los estudios sobre activación léxica se han interesado en analizar si, durante el reconocimiento de una palabra, median rasgos fonológicos, semánticos o ambos. Por ejemplo, Allopenna et al. (1998) emplearon el paradigma del mundo visual para contrastar objetos cuyos nombres podían tener una forma fonológica similar. Así, en la escena se incluía el elemento *target* (*beaker* ‘vaso’), un competidor fonológico (*beetle* ‘escarabajo’), un competidor con una entonación similar al *target* (*speaker* ‘altavoz’) y un distractor no relacionado (*carriage* ‘carricoche’). Mientras los participantes inspeccionaban la escena, escuchaban una frase en la que aparecía la palabra *target*: *Pick up the beaker...* Los resultados mostraron que, durante la escucha de la primera sílaba (/bi:/), los participantes repartían de manera equitativa sus fijaciones entre el elemento *target* y su competidor fonológico (*beetle*); sin embargo, en el momento en el que se percibía el fonema desambiguador (/k/) aumentaban las fijaciones hacia el *target* y disminuían las dirigidas hacia el competidor fonológico. Estos resultados sugieren que, durante el reconocimiento oral de una palabra, no solo se activa aquella intencionada, sino también las que presentan una forma fonológica similar (Swingley et al. 1999).

Huettig y McQueen (2007) obtuvieron resultados similares, aunque estos autores incluyeron, aparte de competidores fonológicos, competidores semánticos y visuales en su estudio. Así, el elemento *target* (*beaker*) contrastaba con un competidor fonológico (*beaver* ‘castor’), un competidor semántico que pertenecía a la misma categoría (*fork* ‘tenedor’) y un competidor visual cuya forma era similar (*bobbin* ‘bobina’). Los resultados mostraron que, durante los primeros 400 ms tras el inicio de la palabra *target*, los participantes dirigían su mirada tanto al *target* como al competidor fonológico (*beaver*); en cambio, en las siguientes ventanas temporales eran los competidores semántico (*fork*) y visual (*bobbin*) los que recibían una mayor proporción de fijaciones respecto del competidor fonológico. Estos resultados mostraron que, en un primer momento, el reconocimiento léxico de una palabra conlleva la activación de aquellas que presenten una forma fonológica similar; pero, una vez alcanzado el fonema desambiguador, esos competidores fonológicos pierden activación y son ahora los rasgos semánticos y visuales los que median en el reconocimiento léxico de la palabra *target* (Huettig y Altmann 2004; Dahan y Tanenhaus 2005).

Un último aspecto interesante acerca de los trabajos sobre activación léxica a partir del paradigma del mundo visual es el hecho de que una variable como la frecuencia léxica influya en el reconocimiento de la forma oral de las palabras, al igual que ocurría con su forma escrita. Dahan et al. (2001) contrastaron un elemento *target* (*bench* ‘banco’) con dos competidores fonológicos: uno de ellos con una mayor frecuencia léxica que el otro (*bed* ‘cama’ y *bell* ‘campana’, respectivamente). Cuando los participantes escuchaban los primeros fonemas (/be/), dirigían su mirada tanto al *target* como a sus competidores fonológicos; sin embargo, entre estos se registraba una diferencia significativa: el competidor fonológico con una mayor frecuencia léxica (*bed*) recibía una mayor proporción de fijaciones que aquel de menor frecuencia (*bell*).

En cuanto al procesamiento sintáctico, los primeros trabajos que emplearon el paradigma del mundo visual para examinar esta cuestión partieron, al igual que en los experimentos de lectura, de oraciones sintácticamente ambiguas. Tanenhaus et al. (1995) utilizaron como estímulo acústico estructuras en las que uno de sus constituyentes podía ser analizado como un complemento circunstancial o como un complemento del nombre, con el objetivo de examinar si, como en la lengua escrita, los

participantes caían en una vía muerta o si, por el contrario, se apoyaban en el contexto visual para solventar la ambigüedad. Simultáneamente, los participantes observaban una escena en la que aparecían cuatro objetos diferentes y, siguiendo las instrucciones del estímulo acústico, debían mover uno de ellos: *Put the apple on the towel in the box – pon la manzana encima de la toalla en la caja*–. Concretamente, la ambigüedad se situaba en el sintagma *on the towel*, pues se podía analizar como un complemento circunstancial –y, por tanto, el lugar de destino de la manzana– o como un complemento del nombre –en este caso, la manzana que estaba encima de la toalla (y no otra) era la que debía moverse a la caja–. Los resultados mostraron que en aquellas condiciones en las que solo se mostraba un referente del objeto que había que mover –en el ejemplo anterior, un solo referente de manzana–, había un incremento de las fijaciones hacia la imagen de la toalla cuando se escuchaba esta palabra (*towel*), indicativo ello de que los participantes entendían este constituyente como el complemento circunstancial – cayendo, por tanto, en una vía muerta–. Sin embargo, en el caso de mostrarse dos referentes del objeto que había que mover –una manzana encima de una toalla y otra encima de una servilleta–, los participantes dirigían una mayor proporción de sus fijaciones hacia la manzana que estaba encima de la toalla cuando escuchaban esta palabra (*towel*), por lo que ahora este constituyente se interpretaba como un complemento del nombre. A partir de estos resultados, Tanenhaus et al. señalaron que, en caso de disponer de información contextual adecuada, los oyentes se valen de ella para resolver una ambigüedad sintáctica (Sedivy et al. 1999).

Más allá de los procesos de resolución de ambigüedades, el paradigma del mundo visual también se ha empleado para analizar si el contexto lingüístico puede ayudar a predecir la estructura de una oración no ambigua y, por tanto, facilitar el procesamiento sintáctico. Por ejemplo, Altmann y Kamide (1999) examinaron los patrones de movimientos oculares mientras los participantes escuchaban oraciones como (12):

- (12) The boy will eat/move the cake
'El niño comerá/moverá la tarta'

En cuanto percibían el verbo *eat* ('comer'), se registraba un aumento de las fijaciones hacia el único objeto comestible de la escena (la tarta) en comparación con el verbo *move* ('mover'). Estos resultados indican que la información lingüística – concretamente, semántica– impone restricciones sobre la estructura de una oración, de tal forma que, antes de escuchar la palabra *target* –en el ejemplo anterior, *cake*–, los participantes son capaces de predecir este constituyente y dirigir su mirada hacia él. Conclusiones similares se han establecido en aquellos trabajos en los que se ha manipulado el orden canónico de los constituyentes y sus roles temáticos (Kaiser y Trueswell 2004; Knoeferle et al. 2005), así como el género gramatical (Lew-Williams y Fernald 2007).

4.2.3. Producción lingüística

Como señalamos antes, el paradigma del mundo visual se puede emplear igualmente para estudiar la producción de mensajes lingüísticos de forma oral: en este caso, los participantes observan una escena con el objetivo de nombrar las imágenes que en ella aparecen o de describir el evento que representan. Gracias a esta aplicación, se han

podido analizar, desde la órbita de la producción lingüística, los dos procesos cognitivos comentados previamente en relación a la comprensión.

Por un lado, diversos estudios basados en el paradigma del mundo visual se han interesado en analizar si el proceso de activación léxica durante la producción oral se puede reflejar en los patrones de movimientos oculares y cómo. Por ejemplo, Meyer et al. (1998) presentaron pares de objetos para que los participantes los nombraran mientras se registraban sus movimientos oculares. Los resultados mostraron que los hablantes dirigían su mirada hacia el objeto que iban a nombrar entre 900 y 1000 ms antes de comenzar a articular su nombre; en cambio, durante la propia articulación de la palabra desviaban su mirada hacia el siguiente objeto de la escena. Así pues, los hablantes parecen dirigir su mirada hacia el elemento *target* para seleccionar el lema de la palabra y activar su código fonológico y, una vez logrado ese objetivo, desvían su atención hacia el siguiente elemento, de tal forma que no es necesario que observen el *target* mientras articulan su nombre (Meyer y van der Meulen 2000).

No obstante, la duración de las fijaciones sobre el objeto *target* antes de ser nombrado puede variar en función de diversos rasgos. Por ejemplo, la tipicidad de un objeto determina durante cuánto tiempo se fija una imagen antes de ser nombrada: cuanto más común o prototípico sea un objeto, más cortas serán las fijaciones (Meyer et al. 1998). De manera similar, el número de palabras que existen para referirse a un mismo objeto condiciona la duración de sus fijaciones, ya que, en caso de poder emplear dos o más palabras, la selección léxica se dificulta y, en consecuencia, se incrementa la duración de las fijaciones (Griffin 2001). Por último, la presencia previa de una palabra con una forma fonológica similar a la del objeto nombrado facilita su activación léxica, por lo que la duración de las fijaciones sobre el objeto *target* disminuye (Meyer y van der Meulen 2000). Una última variable que es interesante mencionar por presentar un comportamiento diferente en la producción oral respecto de la lectura es la longitud: mientras que esta variable condiciona de manera significativa la duración de las fijaciones sobre una palabra escrita, no parece ocurrir lo mismo durante el nombrado, pues no se observan diferencias en la duración de las fijaciones sobre un objeto, independientemente de que la palabra para denominarlo sea corta o larga (Meyer et al. 2003).

Más allá de la activación léxica, el paradigma del mundo visual también se ha empleado para analizar cómo un hablante planifica la estructura de un enunciado. En este caso, los participantes suelen describir la acción representada en una escena con el objetivo de determinar si existe alguna relación entre la estructura oracional producida y el patrón de movimientos oculares registrado. A este respecto, Griffin y Block (2000) constataron que el orden de los constituyentes de una oración refleja fielmente la distribución de las fijaciones: aquel elemento de la imagen que se fija primero es el que ocupará la primera posición en la oración y así consecutivamente (Bock et al. 2003).

Más interesante, sin embargo, es el hecho de que la distribución de las fijaciones en una escena no es aleatoria, sino que está sujeta a la prominencia de los objetos que en ella aparezcan: cuanto más prominente sea un objeto, mayor es la probabilidad de que se fije en primer lugar y, en consecuencia, de que ocupe la primera posición en una oración, determinando así el tipo de estructura sintáctica que se construirá. Varios estudios han tratado de señalar qué factores definen la prominencia de un objeto y, entre ellos, el rasgo que probablemente haya recibido una mayor atención es la animacidad. Por

ejemplo, Esaulova et al. (2019) analizaron los movimientos oculares de los participantes mientras examinaban escenas en las que aparecía un agente, siempre animado, y un paciente, que podía ser animado o inanimado; al mismo tiempo, debían producir oraciones que describiesen la acción representada en la escena. Los resultados mostraron que la probabilidad de recibir una primera fijación, así como su duración, era mayor en los pacientes animados versus inanimados. Es decir, un ente animado y, sobre todo humano, tiende a ser más prominente y, por ende, a recibir las primeras fijaciones dentro de una escena (Humphreys et al. 2016). Este patrón de movimientos oculares tuvo, a su vez, consecuencias en el tipo de estructura sintáctica empleada para describir la escena: los pacientes animados recibían una mayor proporción de primeras fijaciones que los pacientes inanimados y, en consecuencia, tendían a ocupar la posición de sujeto dentro de la oración, lo que conducía a la producción de un mayor porcentaje de oraciones pasivas que de activas (Humphreys et al. 2016).

Pese a los resultados anteriores, algunos estudios cuestionan que la prominencia de los objetos y su consecuente activación léxica sean los únicos factores que determinen el tipo de estructura oracional que los hablantes construyen. Ciertos trabajos basados también en el paradigma del mundo visual parecen mostrar que la planificación de la estructura sintáctica puede ser anterior a la selección léxica. Por ejemplo, van der Meulen y Meyer (2000) presentaron cuatro objetos dentro de una escena –dos en la parte superior y dos en la parte inferior– y los hablantes debían indicar qué objetos estaban encima de cuáles. Los objetos de la parte inferior podían ser iguales, lo que conduciría a la producción de una oración simple –*la cuchara y la servilleta están encima de las tazas*–, o podían ser diferentes, dando lugar a dos oraciones coordinadas –*la cuchara está encima de la taza y la servilleta está encima de la jarra*–. En este estudio, antes de mirar el objeto que era articulado en primer lugar, los participantes dirigían la mirada hacia la zona inferior de la pantalla con el objetivo de determinar si debían articular una única oración o dos oraciones coordinadas. Este resultado sugiere, por tanto, que existe cierta planificación sintáctica previa a la activación léxica.

Dado el límite de espacio, no analizaremos la utilidad del registro de movimientos oculares para el estudio de otros procesos cognitivos involucrados, igualmente, en la comprensión y producción de mensajes orales. Sin embargo, sí es interesante señalar que, en los últimos años, los trabajos basados en el paradigma del mundo visual han intentado combinar estas dos órbitas con el objetivo de aplicar esta metodología al análisis del diálogo y de la interacción lingüística (Kreysa y Pickering 2011).

5. Conclusiones y perspectivas futuras

En el presente trabajo hemos intentado explicar, por un lado, en qué consiste la metodología *eye-tracking* y cómo se pueden registrar los movimientos de los ojos y, por otro, cuáles son las principales aportaciones de esta técnica al estudio del procesamiento del lenguaje. A este respecto, el registro de movimientos oculares se presenta como un método apropiado tanto para el estudio de la comprensión como de la producción lingüística, aunque hasta la fecha su uso en el campo de la comprensión, especialmente la escrita, ha generado un mayor número de investigaciones. No obstante, desde hace varios años, y gracias al surgimiento del paradigma del mundo visual, es posible

emplear esta metodología para el estudio de la comprensión y la producción de mensajes orales.

Independientemente de la órbita en la que nos movamos –comprensión o producción, lenguaje oral o escrito–, la metodología *eye-tracking* ha permitido analizar diversos procesos cognitivos involucrados en el correcto manejo del lenguaje, aunque en este trabajo nos hemos centrado, fundamentalmente, en dos: la activación léxica y la integración o la planificación de la estructura oracional. En particular, a través de los patrones de movimientos oculares se ha podido examinar la influencia que diversas variables lingüísticas como la frecuencia, la longitud o la ambigüedad ejercen sobre los procesos cognitivos de reconocimiento y selección del léxico o de integración en una estructura oracional.

Pese a las indudables contribuciones que esta metodología ha aportado al campo de la psicolingüística, todavía son varias las cuestiones que quedan abiertas y que, con suerte, podrán hallar respuesta en investigaciones futuras. Entre ellas, podemos destacar la necesidad de contemplar las diferencias individuales: no todos los hablantes presentan una misma idiosincrasia y algunos rasgos, como la capacidad de memoria operativa o la competencia lectora, pueden ejercer una influencia determinante sobre los patrones de movimientos oculares y, en consecuencia, sobre los procesos cognitivos involucrados en una tarea (Traxler et al. 2012; Bargary et al. 2017).

Un segundo reto de esta metodología –y, en general, de la disciplina psicolingüística– es poner en relación los resultados obtenidos hasta la fecha sobre movimientos oculares con los cosechados a partir de otros métodos. A este respecto, son varios los autores que se han interesado por combinar el registro de movimientos oculares con otras técnicas, como los potenciales evocados relacionados con eventos (Baccino 201) o la resonancia magnética funcional (Hanke et al. 2020); sin embargo, estos intentos son todavía escasos (para una introducción a ambas técnicas, véase Haro 2022 y Marrero-Aguilar 2022, respectivamente).

En último lugar, debemos destacar la necesidad de aplicar la metodología *eye-tracking* a tareas que permitan estudiar el procesamiento del lenguaje de una forma más natural. Por ejemplo, los estudios de lectura parten, generalmente, de oraciones aisladas y, aunque es cierto que esta forma de trabajar ha permitido conocer diversos aspectos sobre los procesos cognitivos involucrados en su comprensión, se vuelve necesario el empleo de materiales con una mayor validez ecológica, es decir, de materiales que simulen con mayor fidelidad las condiciones naturales de lectura (Spinner et al. 2013; Orquin y Holmqvist 2018).

Así pues, la metodología *eye-tracking* presenta todavía diversos retos a los que tendrá que enfrentarse en los próximos años, pero no por ello debemos dejar de destacar la gran aportación que este método ha hecho al campo de la psicolingüística para conocer algunos de los procesos cognitivos involucrados en una capacidad que nos hace tan humanos como es el lenguaje.

6. Referencias

- Allopenna, Paul D.; Magnuson, James S.; Tanenhaus, Michael K. 1998. Tracking the time course of spoken word recognition: Evidence for continuous mapping models. *Journal of Memory and Language* 38: 419-439.
- Altarriba, Jeanette; Kambe, Gretchen; Pollatsek, Alexander; Rayner, Keith. 2001. Semantic codes are not used in integrating information across eye fixations in reading: Evidence from fluent Spanish-English bilinguals. *Perception & Psychophysics* 63: 875-890.
- Altmann, Gerry T. M.; Kamide, Yuki. 1999. Incremental interpretation at verbs: Restricting the domain of subsequent reference. *Cognition* 73: 247-264.
- Altmann, Gerry. T. M.; Garnham, Alan; Dennis, Yvette. 1992. Avoiding the garden path: Eye movements in context. *Journal of Memory and Language* 31.5: 685-712.
- Altmann, Gerry. T. M.; Garnham, Alan; Henstra, Judith-Ann. 1994. Effects of syntax in human sentence parsing: Evidence against a structure-based proposal mechanism. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 20.1: 209-216.
- Baccino, Thierry 2011. Eye movements and concurrent event-related potentials: Eye fixation-related potential investigations in reading. En S. P. Liversedge, I. D. Gilchrist, y S. Everling, eds. *The Oxford handbook of eye movements*. Oxford: Oxford University Press, pp. 857-870.
- Balota, David A.; Pollatsek, Alexander; Rayner, Keith. 1985. The interaction of contextual constraints and parafoveal visual information in reading. *Cognitive Psychology* 17.3: 364-390.
- Bargary, Gary; Bosten, Jenny M.; Goodbourn, Patrick T.; Lawrance-Owen, Adam J.; Hogg, Ruth E.; Mollon, John D. 2017. Individual differences in human eye movements: An oculomotor signature? *Vision Research* 141: 157-169
- Betancort, Moises; Carreriras, Manuel; Sturt, Patrick. 2009. The processing of subject and object relative clauses in Spanish: An eye-tracking study. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology* 62.10: 1915-1929.
- Binder, Katherine S.; Duffy, Susan A.; Rayner, Keith. 2001. The effects of thematic fit and discourse context on syntactic ambiguity resolution. *Journal of Memory and Language* 44.2: 297-324.
- Bock, Kathryn; Irwin, David E.; Davidson, Douglas J.; Levelt, Willem J. M. 2003. Minding the clock. *Journal of Memory and Language* 48: 653-685.
- Boland, Julie E.; Blodgett, Allison. 2001. Understanding the constraints on syntactic generation: Lexical bias and discourse congruency effects on eye movements. *Journal of Memory and Language* 45.3: 391-411.
- Calvo, Manuel G.; Meseguer, Enrique. 2002. Eye movements and processing stages in reading: Relative contribution of visual, lexical and contextual factors. *The Spanish Journal of Psychology* 5.1: 66-77.
- Carpenter, Patricia A.; Just, Marcel A. 1983. What your eyes do while your mind is reading. En K. Rayner, ed. *Eye movements in reading: Perceptual and language processes*. San Diego: Academic Press, pp. 275-307.
- Carpenter, Patricia A.; Daneman, Meredyth. 1981. Lexical retrieval and error recovery in reading: A model based on eye fixations. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior* 28: 138-160.
- Carter, Benjamin T.; Luke, Steven G. 2020. Best practices in eye tracking research. *International Journal of Psychology* 155: 49-62.

- Clifton, Charles; Staub, Adrian; Rayner, Keith. 2007. Eye movements in reading words and sentences. En R. van Gompel, M. Fisher, W. Murray y R. L. Hill, eds. *Eye Movements: A Window of Mind and Brain*. Amsterdam: Elsevier, pp. 341-371.
- Clifton, Charles; Traxler, Matthew J.; Mohamed, Taha; Williams, Rihana S.; Morris, Robin K.; Rayner, Keith. 2003. The use of thematic role information in parsing: Syntactic processing autonomy revisited. *Journal of Memory and Language* 49: 317-334.
- Cooper, Roger M. 1974. The control of eye fixation by the meaning of spoken language: A new methodology for the real-time investigation of speech perception, memory, and language processing. *Cognitive Psychology* 6: 84-107.
- Dahan, Delphine; Magnuson, James S.; Tanenhaus, Michael K. 2001. Time course of frequency effects in spoken-word recognition: Evidence from eye movements. *Cognitive Psychology* 42: 317-367.
- Dahan, Delphine; Tanenhaus, Michael K. 2005. Looking at the rope when looking for the snake: Conceptually mediated eye movements during spoken-word recognition. *Psychological Bulletin & Review* 12: 455-459.
- Dahan, Delphine; Tanenhaus, Michael, K.; Salverda, Anne P. 2007. The influence of visual processing on phonetically driven saccades in the “visual world” paradigm. En R. van Gompel, M. Fisher, W. Murray y R. L. Hill, eds. *Eye Movements: A Window of Mind and Brain*. Amsterdam: Elsevier, pp. 471-486.
- Drieghe, Denis. 2008. Foveal processing and word skipping during reading. *Psychonomic Bulletin & Review* 15: 856-860.
- Drieghe, Denis; Brysbaert, Marc; Desmet, Timothy; De Baecke, Constantijn. 2004. Word skipping in reading: On the interplay of linguistic and visual factors. *European Journal of Cognitive Psychology* 16.1-2: 79-103.
- Duffy, Susan A.; Keir, Jessica A. 2004. Violating stereotypes: Eye movements and comprehension processes when text conflicts with world knowledge. *Memory & Cognition* 32.4: 551-559.
- Duffy, Susan A.; Morris, Robin K.; Rayner, Keith. 1988. Lexical ambiguity and fixation times in reading. *Journal of Memory and Language* 27.4: 429-446.
- Duffy, Susan A.; Rayner, Keith. 1990. Eye Movements and Anaphor Resolution: Effects of Antecedent Typicality and Distance. *Language and Speech* 33.2: 103-119.
- Ehrlich, Susan F.; Rayner, Keith. 1981. Contextual effects on word perception and eye movements during reading. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior* 20.6: 641-655.
- Ehrlich, Susan F.; Rayner, Keith. 1983. Pronoun assignment and semantic integration during reading: eye movements and immediacy of processing. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior* 22.1: 75-87.
- Esaulova, Yulia; Penke, Martina; Dolscheid, Sarah. 2019. Describing events: Changes in eye movements and language production due to visual and conceptual properties of scenes. *Frontiers of Psychology*, 10. DOI: 10.3389/fpsyg.2019.00835
- Ferreira, Fernanda; Clifton, Charles. 1986. The independence of syntactic processing. *Journal of Memory and Language* 25: 348-368.
- Ferreira, Fernanda; Henderson, John M. 1990. Use of verb information in syntactic parsing: Evidence from eye movements and word-by-word self-paced

- reading. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 16.4: 555-568.
- Fisher, Denis F.; Shebilske, Wayne L. 1985. There is more that meets the eye than the eyemind assumption. En R. Groner, G. W. McConkie, y C. Menz, eds. *Eye movements and human information processing*. Amsterdam: North Holland, pp. 149-158.
- Folk, Jocelyn R.; Morris, Robin K. 2003. Effects of syntactic category assignment on lexical ambiguity resolution in reading: An eye movement analysis. *Memory & Cognition* 31: 87-99.
- Frazier, Lyn. 1987. Sentence processing: A tutorial review. En M. Colheart, ed. *Attention and performance, XII: The psychology of reading*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, pp. 559-586.
- Frazier, Lyn; Rayner, Keith. 1982. Making and correcting errors during sentence comprehension: Eye movements in the analysis of structurally ambiguous sentences. *Cognitive Psychology* 14.2: 178-210.
- Frazier, Lyn; Rayner, Keith. 1987. Resolution of syntactic category ambiguities: Eye movements in parsing lexically ambiguous sentences. *Journal of Memory and Language* 26: 505-526.
- Garnsey, Susan M.; Pearlmutter, Neal J.; Myers, Elizabeth; Lotocky, Melanie A. 1997. The contributions of verb bias and plausibility to the comprehension of temporarily ambiguous sentences. *Journal of Memory and Language* 37.1: 58-93.
- Griffin, Zenzi M. 2001. Gaze durations during speech reflect word selection and phonological encoding. *Cognition* 82.1: B1-B14.
- Griffin, Zenzi M.; Bock, Kathryn. 2000. What the eyes say about speaking. *Psychological Science* 11: 274-279.
- Hanke, Michael; Mathôt, Sebastiaan; Ort, Eduard; Peitek, Norman; Stadler, Jörg; Wagner, Adina. 2020. A practical guide to functional magnetic resonance imaging with simultaneous eye tracking for cognitive neuroimaging research. En S. Pollmann, ed. *Spatial learning and attention guidance*. Nueva York: Humana Press, pp. 291-305.
- Haro, Juan. 2022. Una introducción al uso de los potenciales evocados en el estudio del lenguaje. *Estudios de Lingüística del Español* 45: 185-204.
- Henderson, John M.; Dixon, Peter; Petersen, Alan; Twilley, Leslie C.; Ferreira, Fernanda. 1995. Evidence for the use of phonological representations during transsaccadic word recognition. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 21.1: 82-97.
- Henderson, John M.; Ferreira, Fernanda. 1993. Eye movement control during reading: Fixation measures reflect foveal but not parafoveal processing difficulty. *Canadian Journal of Experimental Psychology* 47.2: 201-221.
- Hendrickson, Anita E. 2009. Fovea: Primate. En L. R. Squire, ed. *Encyclopedia of Neuroscience*. Cambridge (Massachusetts): Academic Press, pp. 327-334.
- Hoeks, John C.; Hendriks, Petra; Vonk, Wietske; Brown, Colin M.; Hagoort, Peter. 2006. Processing the noun phrase versus sentence coordination ambiguity: Thematic information does not completely eliminate the processing difficulty. *Quarterly Journal of Experimental Psychology* 59.9: 1581-1599.

- Hoeks, John C.; Vonk, Wietske; Schriefers, Herbert. 2002. Processing coordinated structures in context: The effect of topic-structure on ambiguity resolution. *Journal of Memory and Language* 46.1: 99-119.
- Holmes, Virginia M.; O'Regan, J. Kevin. 1981. Eye Fixations Patterns during the Reading of Relative-Clause Sentences. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior* 20: 417-430.
- Hooge, Ignace T. C.; Holleman, Gijs A.; Haukes, Nina C.; Hessels, Roy S. 2019. Gaze tracking accuracy in humans: One eye is sometimes better than two. *Behavior Research Methods* 51.6: 2712-2721.
- Huettig, Falk; Altmann, Gerry T. M. 2004. The online processing of ambiguous and unambiguous words in context: Evidence from head mounted eye tracking. En M. Carreiras y C. Clifton, eds. *The on-line study of sentence comprehension: Eyetracking, ERP and beyond*. Nueva York: Psychology Press, pp. 187-207.
- Huettig, Falk; McQueen, James M. 2007. The tug of war between phonological, semantic and shape information in language-mediated visual search. *Journal of Memory and Language* 57.4: 460-482.
- Humphreys, Gina F.; Mirkovic, Jelena; Gennari, Silvia P. 2016. Similarity-based competition in relative clause production and comprehension. *Journal of Memory and Language* 89: 200-221.
- Hyönä, Jukka; Pollatsek, Alexander. 1998. Reading Finnish compound words: Eye fixations are affected by component morphemes. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 24.6: 1612-1627.
- Ikeda, Mitsuo; Saida, Shinya. 1978. Span of recognition in reading. *Vision Research* 18: 83-88.
- Inhoff, Albrecht W. 1984. Two stages of word processing during eye fixations in the reading of prose. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior* 23.5: 612-624.
- Inhoff, Albrecht W. 1989a. Parafoveal processing of words and saccade computation during eye fixations in reading. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 15: 544-555.
- Inhoff, Albrecht W. 1989b. Lexical access during eye fixations in reading: Are word access codes used to integrate lexical information across interword fixations? *Journal of Memory and Language* 28: 444-461.
- Inhoff, Albrecht W.; Liu, Weimin. 1998. The perceptual span and oculomotor activity during the reading of Chinese sentences. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 24: 20-34.
- Inhoff, Albrecht W.; Pollatsek, Alexander; Posner, Michael I.; Rayner, Keith. 1989. Covert attention and eye movements during reading. *Quarterly Journal of Experimental Psychology* 41A: 63-89.
- Inhoff, Albrecht W.; Radach, Ralph; Eiter, Brianna M.; Juhasz, Barbara. 2003. Distinct subsystems for the parafoveal processing of spatial and linguistic information during eye fixations in reading. *Quarterly Journal of Experimental Psychology* 56A: 803-828.
- Inhoff, Albrecht W.; Rayner, Keith. 1986. Parafoveal word processing during eye fixations in reading: Effects of word frequency. *Perception & Psychophysics* 40: 431-439.
- Johnson, Marcus L.; Lowder, Matthew W.; Gordon, Peter C. 2011. The Sentence-Composition Effect: Processing of Complex Sentences Depends on the

- Configuration of Common Noun Phrase Versus Unusual Noun Phrases. *Journal of Experimental Psychology: General* 140.4: 707-724.
- Juhasz, Barbara J. 2005. Age-of-Acquisition Effects in Word and Picture Identification. *Psychological Bulletin* 131.5: 684-712.
- Juhasz, Barbara J. 2007. The influence of semantic transparency on eye movements during English compound word recognition. En M. J. Traxler y M. A. Gernsbacher, eds. *Handbook of Psycholinguistics*. Cambridge (Massachusetts): Academic Press, pp. 373-389.
- Juhasz, Barbara J.; Rayner, Keith. 2003. Investigating the effects of a set of intercorrelated variables on eye fixation durations in reading. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 29.6: 1312-1318.
- Juhasz, Barbara J.; Rayner, Keith. 2006. The role of age of acquisition and word frequency in reading: Evidence from eye fixation durations. *Visual Cognition* 13.7-8: 846-863.
- Juhasz, Barbara J.; Starr, Matthew; Inhoff, Albrecht W.; Placke, Lars. 2003. The effects of morphology on the processing of compound words: Evidence from naming, lexical decisions, and eye fixations. *British Journal of Psychology* 94: 223-244.
- Just, Marcel A.; Carpenter, Patricia A. 1980. A theory of reading: From eye fixations to comprehension. *Psychological Review* 87: 329-354.
- Kaiser, Elsi; Trueswell, John C. 2004. The role of discourse context in the processing of a flexible word-order language. *Cognition* 94: 113-147.
- Knoeferle, Pia; Crocker, Matthew W.; Scheepers, Christoph; Pickering, Martin J. 2005. The influence of the immediate visual context on incremental thematic role-assignment: Evidence from eye-movements in depicted events. *Cognition* 95: 95-127.
- Kolb, Helga; Fernández, Eduardo; Nelson, Ralph. 1995. *Webvision: The organization of the retina and visual system*. Salt Lake City: University of Utah Health Sciences Center.
- Kreysa, Helene; Pickering, Martin J. 2011. Eye movements in dialogue. En S. P. Liversedge, I. D. Gilchrist y S. Everling, eds. *The Oxford handbook of eye movements*. Oxford: Oxford University Press, pp. 943-959.
- Lew-Williams, Casey; Fernald, Anne. 2007. Young children learning Spanish make rapid use of grammatical gender in spoken word recognition. *Psychological science* 18.3: 193-198.
- Lima, Susan D. 1987. Morphological analysis in sentence reading. *Journal of Memory and Language* 26: 84-99.
- Liversedge, Simon P.; Rayner, Keith; White, Sarah J.; Findlay, John M.; McSorley, Eugene. 2006. Binocular coordination of the eyes during reading. *Current Biology* 16: 1726-1729.
- Liversedge, Simon P.; White, Sarah J.; Findlay, John M.; Rayner, Keith. 2006. The binocular coordination of eye movements during reading in children and adults. *Vision Research* 46: 3898-3908.
- MacDonald, Maryellen C. 1997. Lexical Representations and Sentence Processing: An Introduction. *Language and Cognitive Processes* 12.2/3: 121-136.
- Mak, Willem M.; Vonk, Wietske; Schriefers, Herbert. 2002. The Influence of Animacy on Relative Clause Processing. *Journal of Memory and Language* 47: 50-68.

- Mak, Willem M.; Vonk, Wietske; Schriefers, Herbert. 2006. Animacy in processing relative clauses: The hikers that rocks crush. *Journal of Memory and Language* 54: 466-490.
- Marrero-Aguiar, Victoria. 2022. Aportación de las investigaciones con neuroimagen funcional a los estudios lingüísticos: algunas preguntas y respuestas. *Estudios de Lingüística del Español* 45: 159-183.
- Matin, Ethel. 1974. Saccadic suppression: A review. *Psychological Bulletin* 81: 899-917.
- McConkie, George W.; Kerr, Paul W.; Reddix, Michael D.; Zola, David; Jacobs, Arthur M. 1989. Eye movement control in reading: II. Frequency of refixating a word. *Perception & Psychophysics* 46: 245-253.
- McConkie, George W.; Rayner, Keith. 1975. The span of the effective stimulus during a fixation in reading. *Perception & Psychophysics* 17: 578-586.
- McConkie, George W.; Rayner, Keith. 1976. Asymmetry of the perceptual span in reading. *Bulletin of the Psychonomic Society* 8: 365-368.
- Meyer, Antjia S.; Roelofs, Ardi; Levelt, Willem J. M. 2003. Word length effects in object naming: The role of a response criterion. *Journal of Memory and Language* 48.1: 131-147.
- Meyer, Antjia S., Sleiderink, Astrid M.; Levelt, Willem J. M. 1998. Viewing and naming objects. *Cognition* 66: B25-B33.
- Meyer, Antjia S.; van der Meulen, Femke F. 2000. Phonological priming effects on speech onset latencies and viewing times in object naming. *Psychonomic Bulletin & Review* 7: 314-319.
- O'Regan, J. Kevin; Lévy-Schoen, Ariane. 1987. Eye movement strategy and tactics in word recognition and reading. En M. Coltheart, ed. *Attention and performance XII. The psychology of reading*. Hillsdale: Erlbaum pp. 363-383.
- Orquin, Jacob, L.; Holmqvist, Kenneth. 2018. Threats to the validity of eye-movement research in psychology. *Behavior Research Methods* 50: 1645-1656.
- Osaka, Naoyuki. 1987. Effect of peripheral visual field size upon eye movements during Japanese text processing. En J. K. O'Regan y A. Levy-Schoen, eds. *Eye movements: From physiology to cognition*. Amsterdam: North Holland, pp. 421-429.
- Osaka, Naoyuki; Oda, Koichi. 1991. Effective visual field size necessary for vertical reading during Japanese text processing. *Bulletin of the Psychonomic Society* 29: 345-347.
- Pickering, Martin J.; Traxler, Matthew J.; Crocker, Matthew W. 2000. Ambiguity Resolution in Sentence Processing: Evidence against Frequency-Based Accounts. *Journal of Memory and Language* 43: 447-475.
- Pollatsek, Alexander; Bolozky, Shmuel; Well, Arnold D.; Rayner Keith. 1981. Asymmetries in the perceptual span for Israeli readers. *Brain and Language* 14: 174-180.
- Pollatsek, Alexander; Hyönä, Jukka; Bertram, Raymond. 2000. The role of morphological constituents in reading Finnish compound words. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 26.2: 820-833.
- Pollatsek, Alexander; Lesch, Mary; Morris, Robin K.; Rayner, Keith. 1992. Phonological codes are used in integrating information across saccades in word identification and reading. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 18.1: 148-162.

- Pollatsek, Alexander; Rayner, Keith; Balota, David A. 1986. Inferences about eye movement control from the perceptual span in reading. *Perception & Psychophysics* 40: 123-130.
- Raney, Gary E.; Cambell, Spencer J.; Bovee, Joanna C. 2014. Using eye movements to evaluate the cognitive processes involved in text comprehension. *Journal of Visualized Experiments* 83: 1-7.
- Rayner, Keith. 1975. The perceptual span and peripheral cues in reading. *Cognitive Psychology* 7: 65-81.
- Rayner, Keith. 1979. Eye guidance in reading: Fixation locations within words. *Perception* 8: 21-30.
- Rayner, Keith. 1986. Eye movements and the perceptual span in beginning and skilled readers. *Journal of Experimental Child Psychology* 41: 211-236.
- Rayner, Keith. 1998. Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychological Bulletin* 124: 372-422.
- Rayner, Keith. 2009. Eye movements and attention in reading, scene perception, and visual search. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology* 62: 1457-1506.
- Rayner, Keith; Balota, David A.; Pollatsek, Alexander. 1986. Against parafoveal semantic preprocessing during eye fixations in reading. *Canadian Journal of Psychology* 40: 473-483.
- Rayner, Keith; Bertera, James H. 1979. Reading without a fovea. *Science* 206: 468-469.
- Rayner, Keith; Carlson, Marcia; Frazier, Lyn. 1983. The interaction of syntax and semantics during sentence processing: Eye movements in the analysis of semantically biased sentences. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior* 22.3: 358-374.
- Rayner, Keith; Duffy, Susan A. 1986. Lexical complexity and fixation times in reading: Effects of word frequency, verb complexity, and lexical ambiguity. *Memory and Cognition* 14: 191-201.
- Rayner, Keith; Liversedge, Simon P. 2011. Linguistic and cognitive influences on eye movements during reading. En S. P. Liversedge, I. D. Gilchrist y S. Everling, eds. *The Oxford handbook of eye movements*. Oxford: Oxford University Press, pp. 751-766.
- Rayner, Keith; Pollatsek, Alexander. 1989. *The psychology of reading*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- Rayner, Keith; Pollatsek, Alexander. 2007. Eye-movement control in reading. En M. J. Traxler y M. A. Gernsbacher, eds. *Handbook of Psycholinguistics*. Cambridge (Massachusetts): Academic Press, pp. 613-657.
- Rayner, Keith; Raney, Gary E.; Pollatsek, Alexander. 1995. Eye movements and discourse processing. En R. F. Lorch y E. J. O'Brien, eds. *Sources of coherence in reading*. Hillsdale: Erlbaum, pp. 9-36.
- Rayner, Keith; Reichle, Erik D.; Stroud, Michael J.; Williams, Carrick C.; Pollatsek, Alexander. 2006. The effect of word frequency, word predictability, and font difficulty on the eye movements of young and older readers. *Psychology and Aging* 21.3: 448-465.
- Rayner, Keith; Sereno, Sara C.; Morris, Robin K.; Schmauder, A. Réne; Clifton, Charles. 1989. Eye movements and on-line language comprehension processes. *Language and Cognitive Processes* 4.3-4: SI21-SI49.

- Rayner, Keith; Sereno, Sara C.; Raney, Gary E. 1996. Eye movement control in reading: A comparison of two types of models. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 22.5: 1188-1200.
- Rayner, Keith; Warren, Tessa; Juhasz, Barbara J.; Liversedge, Simon P. 2004. The effect of plausibility on eye movements in reading. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition* 30: 1290-1301.
- Rayner, Keith; Well, Arnold D.; Pollatsek, Alexander. 1980. Asymmetry of the effective visual field in reading. *Perception & Psychophysics* 27: 537-544.
- Rayner, Keith; Well, Arnold D.; Pollatsek, Alexander; Bertera, James H. 1982. The availability of useful information to the right of fixation in reading. *Perception & Psychophysics* 31: 537-550.
- Rayner, Keith; White, Sarah J.; Kambe, Gretchen; Miller, Brett; Liversedge, Simon P. 2003. On the processing of meaning from parafoveal vision during eye fixations in reading. En J. Hyönä, R. Radach y H. Deubel, eds. *The Mind's Eye: Cognitive and Applied Aspects of Eye Movement Research*. Ámsterdam: North Holland, pp. 213-234.
- Salverda, Anne P.; Tanenhaus, Michael, K. 2017. The visual world paradigm. En A. M. B. de Groot y P. Hagoort, eds. *Research methods in psycholinguistics and the neurobiology of language: A practical guide*. Nueva York: Wiley Blackwell, pp. 89-110.
- Sedivy, Julie C.; Tanenhaus, Michael K.; Chambers, Craig G.; Carlson, Gregory N. 1999. Achieving incremental semantic interpretation through contextual representation. *Cognition* 71.2: 109-147.
- Spinner, Patti; Gass, Susan M.; Behney, Jennifer. 2013. Ecological validity in eye-tracking: An empirical study. *Studies in Second Language Acquisition* 35.2: 389-415.
- Spivey, Michael J.; Tanenhaus, Michael K. 1998. Syntactic ambiguity resolution in discourse: Modeling the effects of referential context and lexical frequency. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 24.6: 1521-1543.
- Staub, Adrian. 2010. Eye movements and processing difficulty in object relative clauses. *Cognition* 116: 71-86.
- Sturt, Patrick. 2003. The time-course of the application of binding constraints in reference resolution. *Journal of Memory and Language* 48.3: 542-562.
- Swingley Daniel; Pinto John P.; Fernald Anne. 1999. Continuous processing in word recognition at 24 months. *Cognition* 71.2: 73-108.
- Tanenhaus, Michael, K. 2007. Eye movements and spoken language processing. En R. van Gompel, M. Fisher, W. Murray y R. L. Hill, eds. *Eye Movements: A Window of Mind and Brain*. Amsterdam: Elsevier, pp. 443-469.
- Tanenhaus Michael K.; Spivey-Knowlton Michael J.; Eberhard Kathleen M.; Sedivy Julie C. 1995. Integration of visual and linguistic information in spoken language comprehension. *Science* 268: 1632-1634.
- Tanenhaus, Michael K.; Trueswell, John C. 2006. Eye movements and spoken language comprehension. En M. J. Traxler y M. A. Gernsbacher, eds. *Handbook of Psycholinguistics*. Cambridge (Massachusetts): Academic Press, pp. 863-900.
- Traxler, Matthew J.; Long, Debra L.; Tooley, Kristen M.; Johns, Clinton L.; Zirnstein, Megan; Jonathan, Eunike. 2012. Individual Differences in Eye-Movements

- During Reading: Working Memory and Speed-of-Processing Effects. *Journal of eye movement research* 5.1: 5.
- Traxler, Matthew J.; Morris, Robin K.; Seely, Rachel E. 2002. Processing Subject and Object Relative Clauses: Evidence from Eye Movements. *Journal of Memory and Language* 47: 69-90.
- Traxler, Matthew J.; Williams, Rihana S., Blozis, Shelley A.; Morris, Robin K. 2005. Working memory, animacy, and verb class in the processing of relative clauses. *Journal of Memory and Language* 53: 204-224.
- Trueswell, John C.; Tanenhaus, Michael K.; Garnsey, Susan M. 1994. Semantic influences on parsing: Use of thematic role information in syntactic ambiguity resolution. *Journal of Memory and Language* 33.3: 285-318.
- Trueswell, John C.; Tanenhaus, Michael K.; Kello, Christopher. 1993. Verb-specific constraints in sentence processing: Separating effects of lexical preference from garden-paths. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 19.3: 528-553.
- Underwood, N. Roderick; McConkie, George W. 1985. Perceptual span for letter distinctions during reading. *Reading Research Quarterly* 20: 153-162.
- van der Meulen, Femke F.; Meyer, AS. 2000. Coordination of eye gaze and speech in sentence production. Póster presentado en *41st Annual Meeting of the Psychonomic Society, noviembre 16-19, 2000*. Nueva Orleans, LA.
- Vasishth, Shravan; von der Malsburg, Titus; Engelmann, Felix. 2013. What eye movements can tell us about sentence comprehension. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science* 4.2: 125-134.
- Vitu, Françoise; McConkie, George W.; Zola, David. 1998. About regressive saccades in reading and their relation to word identification. En G. Underwood, ed. *Eye guidance in reading and scene perception*. Oxford: Elsevier Science, pp. 101-124.
- Wade, Nicholas J.; Tatler, Benjamin W. 2005. *The moving tablet of the eye. The origins of modern eye movement research*. Oxford: Oxford University Press.
- Warren, Tessa; McConnell, Kerry; Rayner, Keith. 2008. Effects of context on eye movements when reading about possible and impossible events. *Journal of experimental psychology. Learning, memory, and cognition* 34.4: 1001-1010.
- White, Sarah J.; Drieghe, Denis; Liversedge, Simon P.; Staub, Adrian. 2018. The word frequency effect during sentence reading: A linear or nonlinear effect of log frequency? *The Quarterly Journal of Experimental Psychology* 71.1: 46-55.
- White, Sarah J.; Rayner, Keith; Liversedge, Simon P. 2005a. The influence of parafoveal word length and contextual constraint on fixation durations and word skipping in reading. *Psychonomic Bulletin & Review* 12: 466-471.
- White Sarah J; Rayner Keith; Liversedge Simon P. 2005b. Eye movements and the modulation of parafoveal processing by foveal processing difficulty: A re-examination. *Psychonomic Bulletin & Review* 12.5: 891-896.
- Wilson, Michael P.; Garnsey, Susan M. 2009. Making simple sentences hard: Verb bias effects in simple direct object sentences. *Journal of Memory and Language* 60: 368-392.
- Wolverton, Gary S.; Zola, David. 1983. The temporal characteristics of visual information extraction during reading. En K. Rayner, ed. *Eye movements in reading: Perceptual and language processes*. Nueva York: Academic Press, pp. 41-52.

¹ Aunque estas son las principales medidas de movimientos oculares (y, por tanto, en las que nos centraremos en el presente trabajo), se pueden analizar otros patrones como el diámetro de la pupila (pupilometría) o movimientos diferentes a las sacadas (vergencia, movimiento vestibular, nistagmo...). Para un repaso de los diversos patrones de movimientos oculares, véase Rayner (1998) o Carter y Luke (2020).

² Esta práctica, sin embargo, genera cierto debate, pues se ha comprobado que, durante la lectura, el ojo izquierdo y el derecho están fijados sobre caracteres diferentes en el 40-50 % de las ocasiones (Liversedge, Rayner et al. 2006; Liversedge, White et al. 2006).

³ Hay que señalar que las medidas tempranas y tardías de movimientos oculares no se corresponden fielmente con las fases inicial y tardía de procesamiento que reconocen algunos modelos seriales de procesamiento lingüístico, como el modelo de vía muerta (Frazier y Rayner 1982; Frazier 1987). De hecho, suele existir una alta correlación entre las medidas tempranas y tardías de movimientos oculares, de tal forma que, si un efecto es significativo en una medida temprana, probablemente también lo será en una tardía (MacDonald 1997; Vasishth et al. 2013).

⁴ Si la región está compuesta por una sola palabra, se emplea el término *gaze duration* (Rayner y Duffy 1986); si consta de más de una palabra, se prefiere el nombre *first-pass reading time* (Pickering et al. 2000).

⁵ Existe cierta controversia acerca de si la medida de cuasi primer barrido, así como de tiempo de lectura con regresiones y probabilidad de regresión, debe considerarse como temprana o tardía (Clifton et al. 2007; Rayner y Liversedge 2011). Por un lado, esta medida incluye la duración de las primeras fijaciones, por lo que registra ese primer contacto con el texto, pudiendo ser considerada como temprana. No obstante, esta medida (así como las dos siguientes) también incluye las refijaciones en una palabra o región, pudiendo ser considerada por ello tardía. Dada esta controversia, algunos autores prefieren referirse a las medidas anteriores como “intermedias” y, de hecho, es el término que emplearemos en el presente trabajo.

⁶ A este respecto, Ferreira y Clifton (1986) introdujeron una práctica en aquellos casos en los que la longitud de las palabras que se contrastaban entre condiciones no pudiese ser equivalente. Concretamente, estos autores dividieron los tiempos brutos de lectura de cada palabra o región por su número de caracteres, incluyendo los espacios; el resultado de esta división daría lugar al tiempo de lectura por carácter. Pese al relativo éxito que esta práctica tuvo en un principio (Frazier y Rayner 1987; Garnsey et al. 1997; Boland y Blodgett 2001), hoy en día se recomienda evitarla, ya que asume una relación lineal que no siempre es real entre el tiempo de lectura y el número de caracteres (Trueswell et al. 1994; Rayner 1998).

⁷ Una oración de relativo reducida es aquella en la que el pronombre relativo y el verbo auxiliar se eliden. Compárese las oraciones relativas reducidas de (6) con su forma no reducida (y, en consecuencia, no ambigua): *The defendant that was examined by the lawyer turned out to be unreliable* o *The evidence that was examined by the lawyer turned out to be unreliable*.

⁸ Estos estudios suelen emplear, generalmente, dos paradigmas: el paradigma de la frontera (o *boundary paradigm*), que consiste en presentar una palabra *target* en la región parafoveal y, cuando la mirada cruza una frontera invisible y se posa sobre ella, se sustituye (o no) por otra (Rayner 1975, 1998, 2009); o el paradigma de la ventana móvil (o *moving window paradigm*), en el que una palabra *target* aparece cubierta completa o parcialmente por otras letras cuando se muestra en la parafovea y, cuando se fija, se cambia por su forma correcta (McConkie y Rayner 1975; Rayner 1998, 2009).