

¿Dónde se posan los ojos al leer textos multisemióticos disciplinares? Procesamiento de palabras y gráficos en un estudio experimental con *eye tracker* (*)

*Where do eyes go when reading multisemiotic disciplinary texts?
Processing words and graphs in an experimental study with eye
tracker*

Giovanni Parodi

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO
CHILE
giovanni.parodi@pucv.cl

Cristóbal Julio

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO
CHILE
cristobal.julio@pucv.cl

Recibido: 30/XI/2015 / **Aceptado:** 25/IV/2016

Resumen

A pesar del creciente interés en comprensión de textos multisemióticos, aún es escaso o incluso inexistente el conocimiento científico acerca del procesamiento de géneros escritos especializados disciplinares en español, compuestos por palabras y gráficos, investigado con técnicas de *eye tracking* (ET). En el presente estudio se busca explorar: a) si existe un orden de presentación de la información textual que revele rutas de lectura particulares (verbal-gráfico o gráfico-verbal), b) si existe un sistema semiótico al que se preste mayor atención, por sobre otro, en la lectura de un paso retórico específico, y c) si la disciplinariedad, en términos de área universitaria de estudio, incide en el modo de lectura de un determinado segmento genérico; también se busca d) conocer las opiniones de los lectores acerca de los textos multisemióticos. A partir de una investigación intra e inter-sujetos con uso de ET y de enfoque mixto, 47 estudiantes universitarios chilenos leyeron ocho segmentos textuales del género Informe de Política Monetaria. Los resultados generales indican que: 1) los lectores procesan con igual atención todos los textos sin que la condición 'orden' de los sistemas semióticos revele diferencias, 2) se procesa mayormente el segmento verbal de los textos, indistintamente del área disciplinar de procedencia, 3) la disciplinariedad solo incide cuando los sujetos del área de economía leen la AOI Proyección Gráfica, y 4) la mayoría de los sujetos de la muestra declaran que dedican más tiempo a leer las palabras. Estos hallazgos pueden explicarse en términos del Principio Logocentrista, el que aplica indistinto de la

disciplinarietà. Los datos provenientes del procesamiento cognitivo así como del conocimiento declarativo de los lectores encuentran coincidencia en este estudio.

Palabras Clave: Comprensión multisemiótica, Informe de Política Monetaria, gráficos de líneas, *eye tracker*.

Abstract

Despite the growing interest in the comprehension of multisemiotic texts, scientific knowledge about processing of specialized disciplinary written genres in Spanish, composed of words and graphics, investigated with Eye Tracking (ET) methodologies, is still scarce or even nonexistent. The present study aims at investigating: a) if there is an order of presentation of textual information indicating particular reading paths (verbal-graph or graph-verbal); b) if there is a semiotic system over another that is provided greater attention in reading a specific rhetorical step; c) if disciplinarity in terms of university study area affects the Reading paths of a given genre passage. It also aims at d) understanding readers' opinions regarding multisemiotic texts. The experimental design used an intra and inter-subject mixed approach using ET. Forty-seven Chilean university students read eight textual segments of the Monetary Policy Report genre. The overall results indicate that: 1) readers processed with equal attention all the texts without the having the 'order' of semiotic systems playing any difference; 2) the verbal segment of texts is mainly processed, regardless of university study area of students' origin; 3) disciplinarity only matters when the subjects from economy read the AOI Graph Projection; and 4) most subjects in the sample state that they spent more time reading the words. These findings can be explained in terms of the Logocentric Principle, with no attribution to disciplinarity. Data from cognitive processing and from declarative knowledge of the readers corroborate in this study.

Key Words: Multisemiotic comprehension, Monetary Policy Report, Line graphs, eye tracker.

INTRODUCCIÓN

Imagínese enfrentado a la lectura de un texto compuesto por palabras y gráficos. Sus ojos se deslizan inquietamente a lo largo y ancho del texto y se detienen en uno y otro apartado por solo milisegundos. Entonces: ¿dónde posaría su mirada en primer lugar? ¿qué parte del texto atraería sus ojos por mayor tiempo? ¿recorrería todo el texto y toda su información de modo equilibrado? ¿dónde buscarían sus ojos la información primordial: en lo verbal o en lo gráfico? Muy probablemente, como lector, uno nunca se suele hacer este tipo de preguntas; en definitiva, uno solo lee.

La investigación que se reporta en este artículo emerge justamente a partir de este tipo de preguntas. Nos interesa estudiar el tipo de comportamiento lector con textos especializados estáticos de naturaleza multisemiótica en sujetos con experiencia disciplinar diversa. De modo más preciso, estamos interesados en conocer las rutas de lectura de lectores universitarios en textos en español de géneros multisemióticos profesionales disciplinares por medio de técnicas de seguimiento del movimiento ocular (*eye tracking*, ET). En este contexto, el presente estudio parte del supuesto de

que el monitoreo de los ojos puede proveer información valiosa respecto del procesamiento cognitivo del texto escrito multisemiótico.

Como es sabido, en todo el sistema de educación formal e, incluso en el informal, el texto escrito se constituye en el medio fundamental a través del cual los estudiantes construyen y adquieren conocimientos especializados (Parodi, 2008, 2014; Parodi & Burdiles, 2015). Una comprensión textual exitosa, entonces, resulta esencial para el aprendizaje de conceptos en cualquier área de especialidad (van Dijk & Kintsch, 1983; Kintsch, 1998; Parodi, 2014). Los estudios basados en análisis de corpus han demostrado que existe una importante variación de los tipos de configuraciones multisemióticas a través de los diversos géneros y de las disciplinas (Lemke, 1998; Parodi, 2010a; Taboada & Habel, 2013; Boudon & Parodi, 2014; Parodi, 2015a; Parodi, Julio & Vásquez-Rocca, 2015; Matthiessen, 2015). Ello implica que una comprensión exitosa de textos multisemióticos disciplinares exige a los lectores especializados estrategias de lectura de sistemas tales como el verbal pero también, por ejemplo, del gráfico, del matemático, del tipográfico y del color. De modo más específico, los gráficos constituyen el núcleo informativo en ciertos géneros académicos y profesionales (Bertin, 1983; Tufte, 1990, 1997, 2001; Wilkinson, 2005; Acarturk, Habel & Cagiltay, 2008; Mayer, 2010; Vásquez, 2014). En economía, los gráficos objetivizan las cifras de periodos pasados y futuros y, al mismo tiempo, permiten proyectar la política monetaria de un país. No obstante ello, estudiantes de economía (Parodi & Julio, 2015) y de otras áreas como historia (Shah, Mayer & Hegarty, 1999) revelan dificultades en construir una representación mental coherente de la información mostrada por los gráficos y palabras.

Ahora bien, en Chile y en América Latina es aún escasa la investigación empírica con técnicas de seguimiento de movimientos oculares para el estudio del procesamiento psicolingüístico de textos escritos multisemióticos en español. Así, resulta difícil encontrar experiencias previas en que se explore la lectura de géneros académicos y profesionales y, mucho más exigua, o incluso inexistente, es la literatura que aborde el procesamiento de este tipo de géneros en español en que interactúen diversos sistemas semióticos, tales como palabras y gráficos. Sí se identifica investigación con tecnología ET pero en otros dominios, tales como, estudios únicamente del sistema verbal (Calvo, Meseguer & Carreiras, 2001; Calvo & Meseguer, 2002; Loureda, Nadal & van Vliet, 2011; Betancort, Carreiras & Sturt, 2011; Fernández, Shalom, Kliegl & Sigman, 2014; Loureda, Cruz, Rudka, Nadal & Zuloaga, 2015), de usabilidad en sistemas de interacción entre seres humanos e interfaces computacionales (Loyola, Martínez & Velásquez, 2014; Slanzy, Jadue & Velásquez, 2015), de reconocimiento de emociones y gestos faciales (Calvo, Gutiérrez-García, Avero & Lundqvist, 2013; Fernández-Martín, Gutiérrez-García & Gutiérrez-Calvo, 2013), de mercadotecnia o visualización (González & Velásquez, 2012) o los que se

abocan a textos compuestos por palabras e imágenes o ilustraciones (Añaños & Astals, 2013).

En esta investigación, empleamos la técnica de seguimiento de los movimientos oculares para obtener mediciones precisas (número y tiempo promedio de fijaciones) respecto de cómo un grupo de 47 lectores universitarios, tanto de la especialidad de economía como de castellano, focalizan su atención en la lectura de textos compuestos por palabras y gráficos de líneas. De modo más específico, buscamos explorar: a) si existe un orden de presentación de la información textual que revele rutas de lectura particulares (verbal-gráfico o gráfico-verbal), b) si existe un sistema semiótico al que se preste mayor atención, por sobre otro, en la lectura de un paso retórico específico (verbal o gráfico), y c) si la disciplinariedad, en términos de área universitaria de estudio de los lectores, incide en el modo de lectura de un paso retórico específico. Junto a lo anterior, complementariamente, también se busca d) conocer las opiniones de los lectores acerca de los textos multisemióticos.

En el presente estudio, avanzamos hacia escenarios no estudiados previamente al complementar sinérgicamente datos multidimensionales basados en principios de la lingüística de corpus (Rojo, 2015; Parodi, 2010b), la teoría de los géneros discursivos y las movidas retóricas (Swales, 1990, 2004; Parodi, 2008; Vásquez, 2014; Parodi et al., 2015), la comprensión multisemiótica (Schontz, 2005; Mayer, 2005, 2009; Pinker, 1990; Winn, 1994; Parodi, 2010a, 2014; Parodi & Julio, 2015) y la investigación experimental en comprensión de gráficos (Mayer, 2010; Acarturk et al., 2008; Acarturk & Habel, 2012).

El artículo se organiza del siguiente modo: en la primera parte presentamos el marco de referencia y abordamos el uso del ET en investigaciones de lectura. Brevemente comentamos las teorías y modelos de comprensión de gráficos. En la segunda parte, nos enfocamos en el marco metodológico y se incluyen las preguntas de investigación, detalles del tipo de diseño experimental, los materiales y los sujetos de la muestra. Junto a ello, se describe la encuesta y las preguntas a que se enfrentaron los participantes una vez finalizado el experimento con ET. Por último, entregamos los resultados, los discutimos y esbozamos conclusiones y proyecciones.

1. Marco de referencia

1.1. Sistema de registro de seguimiento ocular y lectura

Tal como afirman diversos investigadores, aunque la tecnología ET puede parecer muy reciente, dicha técnica para estudiar procesos de lectura cuenta con cerca de cien años (Jacob & Karn, 2003; Holmqvist, Nystrom, Andersson, Dewhurst, Jarodzka & van de Weijer, 2011; Liversedge, Gilchrist & Everling, 2013). La función de los sistemas de registro de movimientos oculares es registrar, basado en la rotación ocular,

la dirección y detención de la vista central (fóvea) de un lector, y determinar así qué área del texto está siendo enfocada durante la lectura.

La literatura especializada acerca de movimientos oculares registra una cantidad impresionante de posibles medidas a ser consideradas. Un número importante de investigadores coincide en que son cerca de 120 los posibles tipos de mediciones de movimientos oculares (Rayner, 1998; Wright, 1998; Hyona, Radach & Deubel, 2003; Richardson & Dale, 2005; Holmqvist et al., 2011, Liversedge et al., 2013). De modo más preciso, de acuerdo a Holmqvist et al. (2011), a partir de las medidas de los movimientos oculares, entendidas como las diferentes propiedades de los eventos del movimiento durante un determinado periodo de tiempo, se ha generado un grupo de mediciones, las cuales es posible clasificar en cuatro tipos principales: a) medidas de movimiento, b) medidas de posición, c) medidas de número, y d) medidas de latencia. En esta línea, tanto Hyona et al. (2003), como Rayner, Chace, Slattery y Ashby (2006) y Holmqvist et al. (2011), son muy precisos en declarar que las medidas estadísticas que se empleen en una determinada investigación serán fijadas en virtud de las preguntas de investigación; por lo tanto, determinar *a priori* qué medidas serán más útiles para analizar determinada información será una cuestión que tendrá mucha variación según el tipo de estudio y los objetivos propuestos. En este sentido, Holmqvist et al. (2011) orientan con gran habilidad el modo en que la experimentación con uso de ET debe coordinarse con diversas otras medidas cuantitativas y cualitativas para llegar a conclusiones certeras, las cuales permitan interpretar adecuadamente los datos obtenidos.

Entre las medidas de número, existen dos clásicas en cuanto al registro de los movimientos oculares durante el proceso de lectura: los movimientos sacádicos y las fijaciones. Aunque en general se pueda creer que, durante el proceso de lectura, los ojos se mueven de modo más o menos homogéneo a lo largo de las líneas de un texto escrito, en la práctica, ellos ejecutan una serie de rápidos movimientos mientras se desplazan a ‘saltos’ (denominados ‘sacadas’) de un lugar a otro del texto (en movimientos que pueden abarcar de siete a nueve letras), los cuales se separan por aparentes ‘pausas’ (denominadas ‘fijaciones’). Estas últimas suelen durar aproximadamente entre 200 y 250 milisegundos (ms), aunque en la literatura especializada se registra que existe considerable variabilidad tanto en el largo de una sacada como respecto del tiempo de una fijación (Rayner, 1998; Hyona et al., 2003; Rayner et al., 2006; Holmqvist et al., 2011; Liversedge et al., 2013), debido fundamentalmente al grado de facilidad o dificultad que presente un texto en su comprensión según el tipo de lector involucrado. En términos generales, Holmqvist et al. (2011) declaran que existe cierto consenso entre los especialistas en asumir que a medida que un texto se vuelve más difícil de comprender, los lectores realizan movimientos sacádicos más cortos, fijaciones más largas y más relecturas de ciertas palabras (denominados ‘movimientos de regresión’).

1.1.1. Movimientos oculares y procesamiento cognitivo

Las técnicas de seguimiento y registro de movimientos oculares han permitido desarrollar conocimiento científico robusto acerca de una amplia variedad de procesos mentales (Just & Carpenter, 1976; Fischer, 1998; Rayner, 1998; Richardson & Dale, 2005; Holmqvist et al., 2011; Liversedge et al., 2013; Viaene, Ooms, Vansteenkiste, Lenoir & De Maeyer, 2014; Radach & Kennedy, 2004, 2013). La investigación previa en esta línea ha logrado así establecer el supuesto general fundamental de que las posiciones registradas de los ojos de un sujeto mientras lee se relacionan directamente con el procesamiento cognitivo del texto. Es decir, se asume que el registro de los movimientos oculares refleja el procesamiento textual. Ello ha sido posible gracias a que las técnicas de seguimiento de los ojos actúan como ventanas hacia nuestra mente y cerebro; nos permiten capturar imágenes indirectas del funcionamiento cognitivo durante el proceso de lectura, es decir, a través de ellos, podemos estudiar indirectamente los procesos de lenguaje y cognición (Just & Carpenter, 1976, 1980).

Estas ideas se fundamentan en dos supuestos específicos que, aunque controversiales según algunos, no han logrado ser refutados empíricamente. Ellos son: el supuesto de la inmediatez y el supuesto ojo-mente (Just & Carpenter, 1980). En el primer supuesto, el lector intenta interpretar cada palabra de contenido de un texto a medida que la va enfrentando, incluso con el costo de realizar intentos que algunas veces resultaran infructuosos. En este sentido, para Just y Carpenter (1980: 330), la interpretación:

“refers to processing at several levels such as encoding the word, choosing one meaning of it, assigning it to its referent, and determining its status in the sentence and in the discourse”.

En el segundo supuesto, el llamado ojo-mente, se establece que el ojo permanece fijo en una palabra por todo el tiempo en que ella esté siendo procesada semánticamente; de este modo, el tiempo que “it takes to process a newly fixated word is directly indicated by the gaze duration” (Just & Carpenter, 1980: 33). A tales efectos, los autores aclaran que comprender una palabra a menudo implica el uso de información de partes previas del texto, sin que se haya registrado ninguna regresión. En este contexto, un supuesto central de la presente investigación es que el registro de los movimientos oculares durante la lectura normal y silenciosa de un texto constituye uno de los mejores métodos disponibles para estudiar los procesos cognitivos efectivos de lectura (Just & Carpenter, 1980; Rayner, Pollatsek, Ashby & Clifton, 2012).

1.2. Comprensión de textos escritos multisemióticos: Gráficos y eye tracker

Las teorías y modelos de comprensión verbal cuentan con amplios desarrollos (van Dijk & Kintsch, 1983; Kintsch, 1998; Parodi, 2014), siendo menor los de los textos multisemióticos. Dentro de estos últimos, es posible distinguir cuatro propuestas teóricas que consideran la construcción de diversos sistemas representacionales a partir de textos multisemióticos: la Teoría del Código Dual (Paivio, 1971, 1986; Sadoski, 1992; Sadoski & Paivio, 2001, 2007), el Modelo Integrado Imagen/Texto (Schnotz, 2002, 2005; Schnotz & Bannert, 2003), la Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedial (Mayer, 2005, 2009) y, más recientemente, la Teoría de la Comunicabilidad (Parodi, 2011, 2014). Para una detallada reseña crítica de todas ellas, se sugiere revisar Parodi y Julio (2015), dado que en este apartado nos focalizaremos preferentemente en la comprensión de gráficos.

El estudio de los gráficos ha sido ampliamente abordado desde diversas perspectivas, considerando su desarrollo y evolución en distintas disciplinas y áreas del conocimiento (Tufte, 1990, 1997, 2001; Wilkinson, 2005). Uno de los primeros y más completos estudios sobre el gráfico como sistema semiótico es el de Bertin (1983), en el cual se describen detalladamente todos los elementos que lo componen. Entre estos elementos, se describe las variables visuales de tamaño, valor, granularidad, color, orientación, forma y las dos dimensiones espaciales (x,y), en las cuales se proyectan estas variables. Bertin (1983) propone, además, una clasificación dentro de las dimensiones espaciales, a partir de la cual se distinguen cuatro grupos de configuraciones: diagramas, redes, mapas y símbolos. Estas configuraciones pueden ordenarse de acuerdo a la disposición de los elementos en el plano o a partir de una construcción estándar que puede ser rectilínea, circular, ortogonal o polar. Estos grupos de configuraciones pueden combinarse de distintas maneras, conformando así diversos tipos de representaciones gráficas de la información. Tufte (1990), por su parte, explora el desarrollo histórico de los gráficos como visualizadores de información estadística. El foco de los trabajos de Tufte (1990, 1997, 2001) es dar cuenta del modo en que los gráficos se van complejizando progresivamente hasta llegar a la construcción de visualizaciones computacionales de gran tamaño, determinando en el proceso los aciertos y los errores en la forma de presentar la información cuantitativa de manera clara y comprensible.

Ahora bien, existe un número significativo de propuestas que abordan la comprensión de textos compuestos, en su conjunto, por el sistema verbal y el gráfico y otras que se han centrado exclusivamente en el gráfico. En lo que sigue, comentaremos brevemente algunas de ellas.

Pinker (1990) establece que para extraer información del gráfico deben interactuar en conjunto: a) características visuales del gráfico, b) procesos gestálticos, y c) el

esquema gráfico. En esencia, el proceso de percepción y comprensión del gráfico se lleva a cabo gracias a dos tipos de representaciones mentales: la descripción visual y el esquema gráfico (Pinker, 1985, 1990). Por un lado, la descripción visual es el producto del mecanismo de la percepción visual, donde se describe estructuralmente la escena. Winn (1994), por su parte, propone un modelo centrado en el sistema de símbolos del gráfico y la forma en que los lectores extraen esta información, reconociendo estos símbolos y las diferentes relaciones que se establecen en el gráfico. Según Winn (1994), el sistema gráfico se compone en base a dos elementos principales: a) símbolos que establecen una relación uno a uno con el objeto en el dominio de referencia (por ejemplo, objetos como palabras, puntos, figuras geométricas, íconos, dibujos, etc.), y b) relaciones espaciales entre los símbolos y entre estos con el gráfico como un todo (por ejemplo, distancias entre símbolos y direccionalidad).

Shah (1997) toma y expande el modelo de Pinker (1985, 1990) y sostiene que la interpretación de gráficos comparte muchas de las características con la comprensión de textos escritos. En particular, se sostiene que la comprensión de gráficos involucra procesos cognitivos ascendentes y descendentes. Además, Shah (1997) propone que existen variaciones según las habilidades propias de cada lector al utilizar estos procesos. Posteriormente, Carpenter y Shah (1998) desarrollan un modelo enfocado en los gráficos de líneas, donde se vinculan los procesos conceptuales y los patrones de las representaciones lineales del gráfico. Complementariamente, Shah y colaboradores (Shah et al., 1999; Shah & Freedman, 2011) han continuado con la exploración de otras variables intervinientes en la comprensión de gráficos, tales como, el tipo de líneas o de barras, la influencia del conocimiento previo de los lectores y los tipos de referentes de la información gráfica, complejizando así sus primeras propuestas.

En general, estos modelos comparten tres instancias esenciales en la comprensión de gráficos: los lectores deben, en primer lugar, codificar las características visuales del gráfico; en segundo lugar, mapear las representaciones a una relación conceptual específica y, en tercer lugar, unir esas relaciones conceptuales con los referentes del gráfico. Se propone, entonces, que la comprensión de gráficos involucra la interacción de procesos perceptuales tanto ascendentes, en la codificación de la información desde el gráfico, como descendentes, al aplicar un esquema conceptual del gráfico y los conocimientos previos del dominio.

Ahora bien, tanto para los modelos de comprensión multisemiótica como para los de comprensión de gráficos, se aplican las mismas críticas planteadas por Parodi y Julio (2015) en cuanto a la escasa aproximación reflexiva respecto del número y tipo de representaciones mentales. La mayoría de ellos tiende a aceptar, con escasa o nula discusión, la existencia de dos canales o tipos de representaciones, una para el sistema verbal y otra para el gráfico, desde concepciones más bien modulares del procesamiento de la información. Otra crítica a una parte de estas investigaciones es la

utilización del término ‘texto’, empleado como sinónimo del sistema verbal (Acarturk, Habel, Cagiltay & Alacam 2008a, 2008b; Holsanova, Holmberg & Holmqvist, 2009), al referirse a los elementos verbales en forma de párrafos o anotaciones que se presentan junto al gráfico. Desde nuestra perspectiva, el texto es una unidad semántica que se compone, en este caso, tanto de palabras como gráficos, así como también de diversos otros recursos o sistemas semióticos, como por ejemplo: imágenes, esquemas, ecuaciones (Parodi, 2010a, 2014; Parodi & Julio, 2015). En este sentido, los textos usados en el presente estudio están compuestos por el sistema verbal y el sistema gráfico. El gráfico, por su parte, se considera un sistema multisemiótico compuesto tanto por palabras, números, símbolos matemáticos y diferentes formas de representaciones espaciales, entre otros elementos (Parodi, 2010a; Parodi & Julio, 2015). Estas características hacen del gráfico, en palabras de Zacks y Tversky (1999: 1073), un artefacto cognitivo “used both to reason about data and to communicate them”.

1.3. Modelos de lectura basados en movimientos oculares

Paralelamente al desarrollo de teorías y modelos de comprensión verbal y multisemiótica, en los últimos años, a partir de la abundante experimentación con movimientos oculares durante la lectura, ha emergido un número significativo de otros modelos de lectura que dan cuenta del control de los movimientos oculares. Entre los más influyentes, se cuenta el Modelo Lector E-Z (E-Z Reader Model) inicialmente propuesto como tal por Reichle, Pollatsek, Fischer y Rayner (1998) y, posteriormente, reelaborado por Rayner, Ashby, Pollatsek y Reichle (2004) y por Pollatsek, Reichle y Rayner (2006), el cual es luego extendido a otras lenguas como el Chino (Rayner, Li & Pollatsek, 2007) o desarrollado en mayor profundidad y con diversas tareas (Reichle, Rayner & Pollatsek, 2012; Reichle & Drieghe, 2015). Otros modelos son el denominado de competición/activación (Yang, 2006), el SWIFT (Richter, Engbert & Kliegl, 2006) y el SHARE (Feng, 2006). Una breve comparación entre algunos de ellos se encuentra en Reichle, Rayner y Pollatsek (2003), Rayner (2009) y Radach y Kennedy (2013). En líneas generales, los modelos computacionales de lectura basados en el registro de los movimientos de los ojos dan cuenta de diversas dimensiones del procesamiento ocular y realizan predicciones acerca del comportamiento lector en términos de, por ejemplo, el tiempo que se mira una palabra o el tipo de palabras que no son fijadas o las que tienden a recibir refijaciones. En la mayoría de ellos, se atiende a procesos globales y también a procesos más locales como el léxico, ante el cual no existe una única aproximación y el debate continúa abierto, ya sea que se proponga que se procesa en forma serial o en paralelo. En la actualidad, los desafíos teóricos y experimentales impulsan a extender estos modelos hacia fronteras que incluyan otro tipo de textos ya no solo compuestos únicamente por palabras, sino que por múltiples sistemas semióticos.

2. Marco metodológico

Con el objetivo de contribuir a una línea de investigación en el procesamiento de textos multisemióticos en español con tecnología *eye tracking* y así aportar a los trabajos con otras lenguas, en este estudio nos focalizamos, particularmente, en la lectura de un segmento retórico (Proyección) de un género de alto impacto en medios académicos y profesionales como es el IPOM, en el que palabras y gráficos de líneas interactúan (Parodi, 2010a; Vásquez, 2014; Vásquez-Rocca & Parodi, 2015; Parodi et al., 2015). De este modo, en este apartado damos cuenta de las diversas decisiones metodológicas ejecutadas y del tipo de diseño experimental llevado a cabo.

2.1. Las preguntas de investigación

La investigación se encuentra orientada por cinco preguntas de investigación:

1. Enfrentados a leer textos multisemioticos de economía, ¿influye el orden de presentación de la información (verbal-gráfico o gráfico-verbal) en las rutas de lectura de una muestra de estudiantes universitarios?
2. Enfrentados a leer textos de economía, compuestos por palabras y gráficos, ¿dónde se posan preferentemente los ojos de una muestra de lectores universitarios: en lo verbal o en lo gráfico?
3. ¿Existen diferencias entre el número y el tiempo de fijaciones en el registro de lectura de textos multisemioticos de economía en estudiantes universitarios de diversa formación disciplinar (economía y castellano)?
4. ¿Dónde creen los estudiantes de la muestra encontrar la información más relevante de los segmentos textuales leídos del género IPOM: en las palabras o en los gráficos?
5. ¿Existen diferencias en las opiniones entre estudiantes de diferentes formación disciplinar respecto a la relevancia de las palabras y los gráficos en la configuración de la información en un segmento retórico de textos del género IPOM?

2.2. Diseño experimental

Para abordar las tres primeras preguntas de la investigación se utilizó un diseño de parcela dividida, con un factor inter-sujetos correspondiente a las disciplinas consideradas que conforman dos grupos independientes y un factor experimental intra-sujetos, correspondiente al orden de la presentación de los dos sistemas semióticos de los textos que leyeron los sujetos en el experimento (verbal y gráfico). Para realizar el contraste estadístico se recurrió al análisis de varianza mixto. Dado que los grupos no estaban balanceados, el análisis de varianza mixto se efectuó con base en sumas de cuadrados tipo III (Langsrud, 2003).

2.3. Equipo de seguimiento ocular (ET)

Los movimientos oculares fueron registrados mediante un equipo *Eye Link II*, desarrollado por la empresa canadiense *SR-Research*. Este sistema de seguimiento de movimientos oculares consta de tres cámaras integradas en un casco que se monta en la cabeza del participante. La cabeza del lector es apoyada en una mentonera alineada con el centro del monitor, que tiene como función mantenerla en una posición estable durante el experimento y, por consiguiente, también sus ojos. El *Eye Link II* registra tanto movimientos monoculares como binoculares. En el experimento diseñado, se llevó a cabo un registro monocular a una frecuencia de muestreo de 500 Hz. La selección del ojo dominante de cada participante se alcanzó sin requerir reconfiguración mecánica del sistema. Para la presentación de los textos fue utilizado un monitor de 19 pulgadas con una resolución de 1024x768 pixeles. Dicho monitor fue ubicado a una distancia de 70 cm desde la cabeza del lector. Los experimentos fueron diseñados mediante el programa *Experiment Builder* y, posteriormente, los datos fueron recolectados por medio del programa *Data Viewer*, ambos programas desarrollados por la empresa *SR-Research* para funcionar con el *Eye Link II*.

2.4. Los sujetos

Se contó con un grupo de 47 estudiantes de pregrado de una universidad chilena en Valparaíso, todos quienes recibieron incentivo económico por su participación. Sus edades fluctúan entre los 20 y 24 años, con una media de 23 años. Un total de 23 son estudiantes del área de economía y los otros 24 son estudiantes de castellano. Todos los sujetos tienen visión normal o corregida a la normal, y no informaron enfermedades psiquiátricas o neurológicas que pudiesen interferir con los propósitos del experimento. Todos los sujetos firmaron un consentimiento informado aprobado por el Comité de Bioética de la institución universitaria y aprobado por el Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDECYT).

2.5. Procedimientos

Los experimentos se ejecutaron individualmente para cada lector y fueron aplicados por dos entrevistadores en un ambiente de laboratorio (cada entrevista tomó aproximadamente 30 minutos); uno de los entrevistadores se preocupaba de dar la bienvenida y orientar a los sujetos en cuanto a instrucciones, el proceso y los materiales y el otro era el encargado de la instalación del casco *eye tracker*, uso de la mentonera, la calibración y la ejecución del experimento propiamente tal. Cada entrevistador siguió un Protocolo de Aplicación que detallaba sus funciones en la aplicación del experimento para cada sujeto. En un comienzo, los participantes recibieron instrucciones detalladas acerca de los procedimientos y de los objetivos generales del experimento mediante un protocolo que buscaba aportar información de modo homogéneo a todos los sujetos. Junto a ello, se les hacía leer el Formulario de

Consentimiento Informado y, si estaban de acuerdo con sus términos, se les pedía completarlo y firmarlo. Como parte del inicio de la sesión experimental, se programó un ejercicio de prueba que permitía al participante familiarizarse con la metodología de investigación y decidir el momento de comenzar a ejecutar el experimento (diseño autoadministrado o lectura autocontrolada con tiempo indefinido para su ejecución).

Con el fin de asegurar una lectura concentrada y situada, al comenzar el experimento a los lectores se les indicaba:

A continuación, se te presentará una serie de textos del área de economía, que pertenecen a un tipo de informe elaborado por el Banco Central de Chile. Te pedimos leer detenidamente esta serie de textos compuestos por palabras y gráficos con el fin de, posteriormente, contestar algunas preguntas de comprensión que requerirán cierta información basada en tu lectura.

Tal como se le había anunciado a cada sujeto, una vez finalizada la primera fase de la sesión, aquella del experimento propiamente tal, se procedió a la aplicación de una encuesta en formato papel. Dicha encuesta buscaba, mediante algunas preguntas con escala Likert y otras de tipo abierta: a) medir el grado de comprensión de los textos leídos (solo como un medio de aseguramiento de la lectura), y b) obtener información acerca de su experiencia de lectura y sus opiniones acerca de los textos multisemióticos.

2.6. Los materiales

En la fase de registro de lectura se presentaron ocho textos a los estudiantes. Como se sabe, para el diseño de medidas repetidas, se emplea un solo grupo de sujetos y se les mide a todos en las mismas condiciones (Duchowski, 2007; Pagano, 2011).

Los textos fueron extraídos de la macromovida Proyección y Constatación de un corpus de textos pertenecientes al género IPOM (Parodi et al., 2015). En esta macromovida, Vásquez (2014) identificó el mayor número de gráficos presentes en los textos del corpus; complementariamente, esta movida retórica contribuye de modo fundamental al establecimiento del macropropósito del género, el cual es proyectar la política monetaria en el contexto chileno. El género IPOM fue recolectado de los materiales de lectura en el área de economía en dos carreras universitarias chilenas (Parodi et al., 2015).

Todos los textos que se presentaron a los lectores estaban compuestos por dos sistemas semióticos: el sistema verbal y el sistema gráfico. Además, en cada sistema se ejecutaba el paso retórico Proyección, propio del género Informe de Política Monetaria (IPOM). Cada texto fue cuidadosamente equilibrado, tanto en el número y largo de palabras, como en la complejidad de los gráficos presentados. En el sistema verbal se equilibró la extensión de palabras, el número de letras y sílabas y las estructuras sintácticas para cada segmento verbal. Mientras que para el sistema gráfico,

se cuidó que todos los artefactos gráficos seleccionados estuvieran constituidos por una sola línea, además de que cumplieran el paso retórico Proyección en el eje x y que proyectaran la misma cantidad de años. Los artefactos seleccionados corresponden a gráficos de líneas. Todos los textos, así como sus sistemas constituyentes, fueron dimensionados en un mismo tamaño y se ubicaron siempre al centro de la pantalla.

Los textos estaban distribuidos en dos condiciones, dependiendo del orden en que aparecen los sistemas semióticos de izquierda a derecha en el texto: 1) Orden sistema verbal-gráfico, y 2) Orden sistema gráfico-verbal.

2.7. Definición de las Áreas de Interés (AOI del inglés)

Las AOIs fueron segmentadas manualmente empleando el programa *Data Viewer*. Ellas se definieron en función de los dos sistemas semióticos (gráfico y verbal) y del paso retórico Proyección, presente en cada uno de estos sistemas. En el sistema verbal, este paso se realizaba en los verbos ‘bajar’ o ‘subir’, mientras que en el caso del sistema gráfico, el paso retórico se ejecutaba por medio de dos puntos al final de la línea del gráfico. Las AOIs así segmentadas se definieron, por un lado, como las dos AOIs mayores, correspondientes a los sistemas semióticos (verbal y gráfico); por su parte, se segmentaron otras dos áreas que se definieron como las AOIs menores, correspondientes a la Proyección (verbal y gráfica). A continuación, en la Figura 1, se pueden observar las cuatro AOIs segmentadas para el estudio.

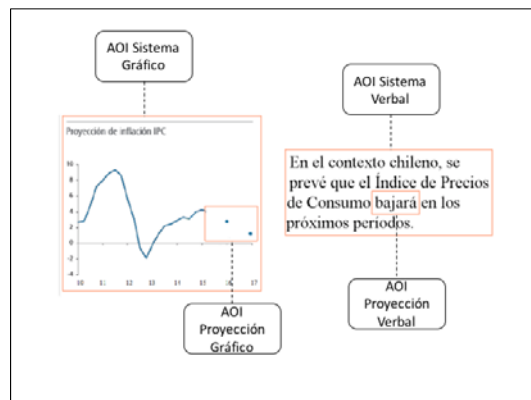


Figura 1. Ejemplo de las Áreas de Interés utilizadas en el estudio.

Estas AOIs fueron delimitadas a partir de las preguntas de investigación y son utilizadas para contabilizar las ocurrencias de eventos oculares (variables dependientes), para luego ser comparadas en cada una de las condiciones y entre los sujetos de cada área disciplinar.

2.8. Medidas estadísticas: Índices de fijaciones oculares y procesamiento cognitivo

Tal como se indicó más arriba, las investigaciones previas han establecido supuestos básicos para este tipo de estudios. Las posiciones en que los ojos de un lector se ubican se relacionan con procesamiento cognitivo, tal como Just y Carpenter (1980) establecen a partir de los supuestos ojo-mente y de la inmediatez. Para esta investigación, decidimos observar el registro de dos tipos de índices: número y tiempo promedio de fijaciones en las cuatro AOIs identificadas más arriba, medidas que Holmqvist et al. (2011) denominan de número. Ambas mediciones están asociadas con profundidad del procesamiento cognitivo y distribución espacial de la atención (Rayner, 1998; Holmqvist et al., 2011; Andrá, Lindstrom, Arzarello, Holmqvist, Robutti & Sabena, 2013).

Las medidas seleccionadas para este estudio, consideradas las variables dependientes, fueron así definidas: el número de fijaciones se computó mediante la suma promedio de todas las fijaciones en cada AOI; por su parte, el tiempo de las fijaciones se calculó mediante la suma promedio del tiempo de todas las fijaciones en cada una de las AOIs.

2.9. La encuesta de opinión

Para responder las preguntas 4 y 5 establecidas en el apartado 2.1, se diseñó una encuesta de opinión para ser aplicada al finalizar la recolección de registros oculares. Esta encuesta planteaba tres preguntas acerca de los textos multisemióticos, las cuales se presentan, a continuación, bajo el rótulo que las resume y que se empleará en el análisis posterior:

1. Primacia: “Al enfrentar los textos de lectura, ¿qué leíste primero: las palabras o los gráficos?”
2. Relevancia: “En tu opinión, ¿dónde se encontraba más información relevante en los textos: en las palabras o en los gráficos?”
3. Tiempo: “Durante la lectura de los textos, ¿a qué dedicaste más tiempo: a las palabras o a los gráficos?”

3. Resultados

Los resultados se presentarán en torno a las preguntas de investigación y separados en lo que hemos denominado cuatro estudios que dan cuenta de las diferentes variables de la investigación. En primer lugar, estudiaremos el orden de presentación de la información; en segundo lugar, la posible predominancia de un sistema por sobre otro. En tercer lugar, revisaremos la incidencia de la disciplinamiento en el procesamiento del sistema verbal y del sistema gráfico. Por último, presentamos los resultados de la encuesta de opinión aplicada a los sujetos de la muestra.

Con el fin de comprobar si los sistemas gráfico y verbal y el orden en que son expuestos tienen un efecto diferencial en los sujetos y, a la vez, si existe algún grado de interacción entre el sistema privilegiado (aquél al que se le presta más atención) y la disciplina a la que adscriben los sujetos, se lleva a cabo análisis de varianza mixto. En cada caso se corroboraron los supuestos estadísticos requeridos para permitir el contraste, en particular el supuesto de normalidad y el de homogeneidad de varianzas para la comparación inter-sujetos. El supuesto de esfericidad, relativo a las medidas repetidas, sólo fue evaluado en donde se consideró el orden de presentación del texto (verbal-gráfico vs. gráfico-verbal), pues sólo se determina cuando existen tres o más condiciones.

Las Tablas 1 y 2 presentan los registros según las variables estudiadas y las AOIs.

Tabla 1. Medias y desviaciones estándar en cada AOI por condición.

Medida	Orden	AOI			
		Sistema Verbal	Sistema Gráfico	Proyección Verbal	Proyección Gráfica
Número de Fijaciones	Verbal-Gráfico	25,65 (9,18)	11,18 (7,29)	1,92 (1,62)	1,87 (1,87)
	Gráfico-Verbal	26,44 (12,11)	13,26 (8,14)	2,32 (1,38)	1,55 (1,45)
Tiempo de Fijaciones	Verbal-Gráfico	5174,64 ms (2100,09)	2576,13 ms (1764,44)	381,27 ms (337,23)	492,46 ms (532,01)
	Gráfico-Verbal	5384,55 ms (3104,45)	2793,45 ms (1972,35)	511,14 ms (341,05)	363,27 ms (402,03)

Ms corresponde a milisegundos. La desviación estándar es entregada entre paréntesis. Los valores están expresados en medias. N=47

Tabla 2. Medias y desviaciones estándar en cada AOI por disciplina.

Disciplina	Medida	AOI			
		Sistema Verbal	Sistema Gráfico	Proyección Verbal	Proyección Gráfico
Castellano (n=24)	Número de Fijaciones	24,91 (13,50)	10,06 (7,67)	2,05 (1,87)	1,15 (1,33)
	Tiempo de Fijaciones	5044,92 ms (3394,72)	2193,13 ms (1831,42)	440,75 ms (445,22)	286,75 ms (397,23)
Economía (n=23)	Número de Fijaciones	27,23 (10,81)	14,63 (9,53)	2,22 (1,76)	2,30 (2,32)
	Tiempo de Fijaciones	5524,48 ms (2465,24)	3197,83 ms (2371,63)	451,91 ms (378,46)	575,13 ms (644,84)

Ms corresponde a milisegundos. La desviación estándar es entregada entre paréntesis. Los valores están expresados en medias.

Estudio 1. Orden de presentación de sistemas e interacciones

La siguiente pregunta orienta este primer estudio: ¿influye el orden de presentación de la información (verbal-gráfico vs. gráfico-verbal) en las rutas de lectura de una muestra de estudiantes universitarios?

En este primer estudio, se analizó la variable independiente orden (intra-sujetos, $N= 47$), en sus dos condiciones (orden verbal-gráfico vs. orden gráfico-verbal), considerando las cuatro AOIs (Verbal, Gráfico, Proyección Verbal, Proyección Gráfica). En consecuencia, a partir de la primera pregunta de investigación se busca establecer si la variable independiente orden influye tanto en el número promedio como en el tiempo promedio de las fijaciones obtenidas en las AOIs. Se espera, además, interacción con la disciplina de estudio de los sujetos.

Con la aplicación de ANOVA mixto, considerando las AOIs sistemas (verbal y gráfico), lo primero que se descartó fue la presencia de interacciones entre la variable experimental orden y la variable atributiva disciplina en los contrastes con las variables dependientes número promedio de fijaciones ($F(3, 135)=0.41$, $p=0.74$, $\eta^2_G=0.00$) y tiempo promedio de las fijaciones ($F(3, 135)=0.41$, $p=0.75$, $\eta^2_G=0.00$). Se hallaron solo efectos principales estadísticamente significativos entre la AOI sistema verbal y la AOI sistema gráfico, tanto para el número promedio de fijaciones ($F(3, 135)=58.15$, $p<0.01$, $\eta^2_G=0.10$), como para el tiempo promedio de las fijaciones ($F(3, 135)=29.35$, $p<0.01$, $\eta^2_G=0.07$). Sin embargo, de acuerdo a la prueba de esfericidad de Mauchly, no se cumplió el supuesto para la variable experimental orden, ni con la variable dependiente número promedio de fijaciones ($W=0.37$, $p<0.01$) ni con el tiempo promedio de las fijaciones ($W=0.23$, $p<0.01$). En consecuencia, los valores de la razones F debieron ser corregidos ajustando sus grados de libertad. Los resultados iniciales, no obstante, se mantuvieron.

Si bien el ANOVA mixto permite determinar la presencia de diferencias significativas entre condiciones, no permite conocer entre qué medias de las AOIs dichas diferencias se producen. Para determinarlas, se realiza el análisis de diferencia significativa mínima (DSM) de Fisher. Con DSM se obtiene el valor mínimo esperado para establecer una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las AOIs. En el caso del número promedio de fijaciones la diferencia mínima fue de 2,92, mientras que en el tiempo promedio de fijaciones fue de 768,91. En función de estos valores, solo se obtuvieron resultados significativos entre las AOIs Sistema (verbal vs. gráfico). No hubo diferencias en la condición de orden. Las medias contrastadas pueden observarse en la Tabla 1. Como se observa, el resultado obtenido no permite concluir que el orden de presentación de los sistemas (verbal-gráfico vs. gráfico-verbal) tenga incidencia en las diferencias identificadas.

En el estudio de las AOIs Proyección, también se efectuaron los contrastes considerando la condición orden (verbal-gráfica vs. gráfico-verbal). No hubo efectos de interacción entre la variable intra-sujeto representada por dichas proyecciones y la

variable inter-sujeto disciplina, ni en el número promedio de fijaciones ($F(1, 45)=2.29$, $p=0.08$, $\eta^2_G=0.01$) ni en el tiempo promedio de las fijaciones ($F(1, 45)=2.45$, $p=0.07$, $\eta^2_G=0.01$).

Estudio 2. Predominancia de sistema (verbal vs. gráfico)

La pregunta que guía esta fase de la investigación es: ¿en qué sistema se posan preferentemente los ojos de una muestra de lectores universitarios: en el verbal o en el gráfico?

Considerando las AOIs Sistema (verbal vs. gráfico), no se identificó efectos de interacción con la variable inter-sujeto, disciplina, ni en número promedio de fijaciones ($F(1, 45)=0.52$, $p=0.47$, $\eta^2_G=0.00$) ni en el tiempo promedio de las fijaciones ($F(1, 45)=0.44$, $p=0.51$, $\eta^2_G=0.00$). Al contrastar las AOIs Sistema, el análisis sí permite establecer diferencias estadísticamente significativas, tanto para el número promedio de fijaciones ($F(1, 45)=91.25$, $p < 0.01$, $\eta^2_G=0.10$) como para el tiempo promedio de las fijaciones ($F(1, 45)=42.71$, $p < 0.01$, $\eta^2_G=0.08$). Ello indica que los sujetos de la muestra fijan su atención un mayor número de veces y durante más tiempo en la AOI Sistema Verbal que en la AOI Sistema Gráfico.

Ahora bien, considerando las AOIs Proyección, el análisis aplicado evidenció que no hubo efectos de interacción con las disciplinas tanto en el número promedio de fijaciones ($F(1, 45)=4.01$, $p=0.05$, $\eta^2_G=0.01$) como en el tiempo promedio de las fijaciones ($F(1, 45)=3.72$, $p=0.06$, $\eta^2_G=0.01$). Descartadas las interacciones, al contrastar las AOIs Proyección, tampoco hubo diferencias estadísticamente significativas en el número promedio de fijaciones ($F(1, 45)=2.72$, $p=0.11$, $\eta^2_G=0.01$) ni en el tiempo promedio de las fijaciones ($F(1, 45)=0.05$, $p=0.83$, $\eta^2_G=0.00$).

Estudio 3. Incidencia de la disciplina de procedencia

La pregunta, en este caso, es: ¿existen diferencias entre el número de fijaciones y el tiempo de las fijaciones que estudiantes universitarios de diversa formación disciplinar (economía y castellano) registran en la lectura de textos multisemióticos de economía?

En un primer análisis, considerando las AOIs Sistema y la condición orden de presentación, la variable disciplina que fue incluida como variable atributiva inter-sujetos, no tuvo efectos estadísticamente significativos en el número promedio de fijaciones ($F(1, 45)=2.81$, $p=0.10$, $\eta^2_G=0.01$) ni en el tiempo promedio de las fijaciones ($F(1, 45)=2.58$, $p=0.12$, $\eta^2_G=0.01$). Del mismo modo, en el contraste de AOIs Sistema donde no se consideró la condición, la disciplina tampoco tuvo un efecto estadísticamente significativo ni en el número promedio de fijaciones ($F(1, 45)=2.81$, $p=0.10$, $\eta^2_G=0.01$) ni en el tiempo promedio de las fijaciones ($F(1, 45)=2.58$, $p=0.12$, $\eta^2_G=0.01$).

Con las AOIs Proyección, tomando en cuenta el orden, el ANOVA mixto permitió establecer que el número promedio de fijaciones difiere de modo significativo entre las disciplinas ($F(1, 45)=4.4, p<0.04, \eta^2_G=0.02$). No ocurrió lo mismo en el tiempo promedio de las fijaciones ($F(1, 45)=3.88, p=0.06, \eta^2_G=0.02$). Sin embargo, el contraste inter-sujetos no cumplió el supuesto de homocedasticidad y se hizo necesario realizar contrastes no paramétricos para corroborar dichas diferencias. A través de la prueba U de Mann-Whitney, se determinaron los efectos simples de la disciplina sobre cada una de las AOIs Proyección. Solo se identificó una diferencia estadísticamente significativa cuando se comparó el número de fijaciones de la AOI Proyección Gráfica ($U=163.5, p<0.05$).

Sin considerar el orden de las AOIs Proyección, se mantuvieron las diferencias estadísticamente significativas en el número promedio de fijaciones atribuibles a la disciplina ($F(1, 45)=4.4, p<0.04, \eta^2_G=0.02$), pero como en el caso anterior, el no cumplimiento del supuesto de homocedasticidad obligó a realizar contrastes no paramétricos mediante la prueba U de Mann-Whitney. La diferencia hallada previamente con ANOVA, se mantuvo ($U=171, p<0.05$) para la AOI Proyección Gráfica, los sujetos adscritos a economía denotan un mayor número promedio de fijaciones que los adscritos a castellano. La diferencia no se mantuvo con la AOI Proyección Verbal. Por otro lado, si bien para el tiempo promedio de las fijaciones en los resultados descriptivos se constata que los sujetos de economía toman en promedio más tiempo observando la AOI Proyección Gráfica que los de castellano, esta diferencia no llega a ser estadísticamente significativa.

Estudio 4. Opiniones de los lectores acerca de los textos multisemióticos

Abordaremos, a continuación, los resultados en torno a las dos preguntas orientadoras o de investigación, planteadas en la Introducción: ¿dónde creen los estudiantes de la muestra encontrar la información más relevante de los segmentos textuales leídos del género IPOM: en las palabras o en los gráficos? Y ¿existen diferencias en las opiniones entre estudiantes de diferentes formación disciplinar respecto a la relevancia de las palabras y los gráficos en la configuración de la información en un segmento retórico de textos del género IPOM?

Los resultados obtenidos en la encuesta de opinión se presentan en el Gráfico 1, ordenados por pregunta y separados por los dos grupos de estudiantes, según su disciplina de adscripción.

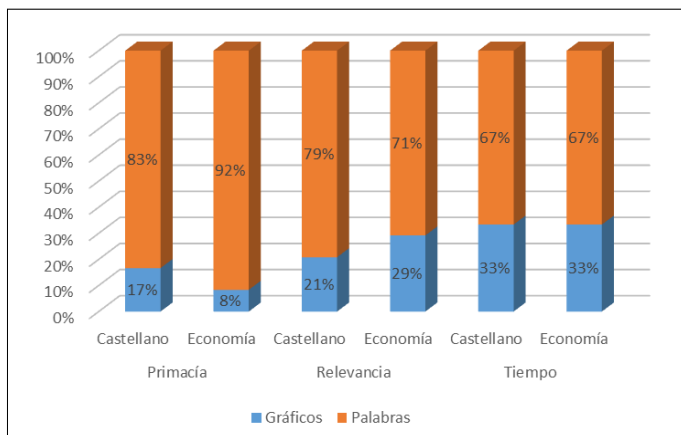


Gráfico 1. Resultados generales de la encuesta de opinión (n=47).

En cuanto a lo que denominamos como Primacía, esto es, qué estimaban los sujetos que leyeron primero, el 83% de los sujetos de castellano y el 92% de los lectores de economía señalan que posaron sus ojos en primer lugar en las palabras. Respecto de dónde encontraron más información sobresaliente (Relevancia), los estudiantes de castellano y los economía opinan, en 79% y 71% respectivamente, que encontraron mayor importancia en lo aportado por el sistema verbal. Y, por último, con un igual resultado de 67% en ambos grupos en cuanto al factor denominado Tiempo, los lectores señalan que dedicaron mayor atención a las palabras que a los gráficos.

En términos globales, resulta interesante observar la distribución de las cifras de las respuestas de los estudiantes de ambas carreras universitarias a las tres preguntas. Como se aprecia en el Gráfico 1, las cifras son bastante regulares en sus tendencias: los sujetos de la muestra, sistemáticamente, opinan que las palabras son altamente relevantes en comparación con los gráficos, que la información más importante se encuentra en el sistema verbal y que en su lectura de los textos ellos dedicaron mayor tiempo a leer las palabras. Así, para estos 47 sujetos, indistintamente de su carrera universitaria de origen, sus opiniones no indican diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las tres preguntas. Contrariamente a lo que podría hipotetizarse, los estudiantes de economía en comparación con los de castellano no opinan que el sistema gráfico es más relevante que el verbal y sostienen en un alto número que la información más relevante del texto está en las palabras. En este sentido, en relación a las preguntas de investigación, en opinión de los lectores, son las palabras las que atraen mayoritariamente su atención, ya que es allí donde declaran encontrar la información más valiosa de los textos. Ello ocurre mayoritariamente para todos los sujetos de la muestra, sin importar su procedencia disciplinar.

Vale la pena destacar que estos resultados, basados en las opiniones de los lectores de dos carreras universitarias, son coincidentes con los resultados estadísticos comparativos de las mediciones del número y del tiempo promedio de fijaciones entre el sistema verbal y el sistema gráfico. Esto quiere decir que, tal como se informó más arriba (apartado 3.1), los sujetos invierten más tiempo en leer las palabras que en leer los gráficos y focalizan más su atención en el sistema verbal que en el gráfico. Entonces, todo ello, en este caso, revela –al menos para una parte de los datos aquí obtenidos- una coincidencia entre el conocimiento declarativo (lo que se cree o se opina) y el conocimiento procedural (lo que efectivamente se hace).

4. Discusión

En este estudio buscábamos avanzar en el conocimiento acerca de las rutas de lectura silenciosa en línea y los procesos cognitivos de textos estáticos multisemióticos escritos en español, compuestos a partir de información de dos sistemas: verbal y gráfico. Para ello, nos focalizamos en el orden de presentación de la información textual (verbal-gráfico vs. gráfico-verbal) con una muestra de dos grupos de lectores universitarios diferentes, pues nos interesaba también conocer si la disciplina de procedencia sería un factor determinante en los modos de lectura de dos sistemas semióticos, por medio de los registros provenientes de la técnica *eye tracker*. A modo de síntesis, el Gráfico 2 resume parte de los datos recabados en los estudios 1 y 2.

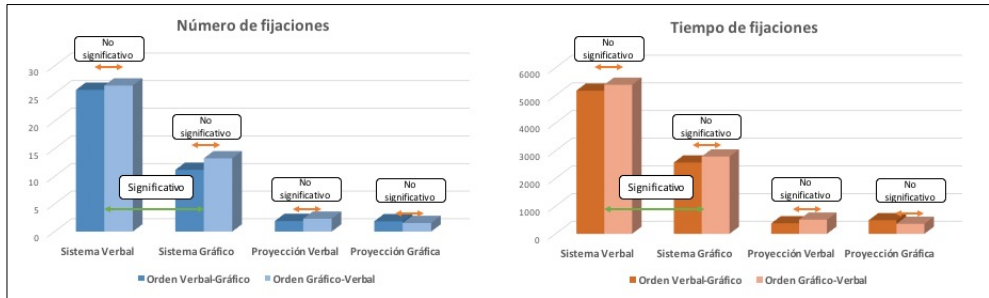


Gráfico 2. Resumen de resultados para las condiciones orden y predominancia (n=47).

Los hallazgos empíricos aquí aportados a partir de las fijaciones oculares, con el fin de responder a nuestra primera pregunta de investigación, indican que el orden de presentación de la información textual no es un factor que influya en el procesamiento cognitivo de los textos multisemióticos. Basados en dos medidas de registros oculares, el orden de presentación de los sistemas no revela diferencias estadísticamente significativas para los sujetos de la muestra: ni el número promedio de fijaciones ni el tiempo promedio de las mismas revelan índices estadísticamente significativos (ver Gráfico 2). Todo ello se vincula de modo directo con la segunda pregunta planteada en esta investigación respecto a que los registros de movimientos oculares podrían indicar mayor o menor atención prestada a uno de los dos sistemas semióticos en

estudio. Como se aprecia en el Gráfico 2, los resultados indican sistemáticamente, tanto en el número promedio de fijaciones como en su tiempo promedio, que los lectores de la muestra realizan mayor actividad cognitiva a favor del sistema verbal en desmedro del sistema gráfico.

Aunque se suponga que siempre se tiende a leer en un orden canónico como parte de la tradición en la cultura occidental (de izquierda a derecha), la preeminencia de las palabras atrapa o captura la atención del lector de modo preferente sin importar su orden. Al respecto, Benveniste (1977) reconoce que un tipo importante de relación intersemiótica es la de Interpretancia. Desde su punto de vista, la lengua dispone de una preeminencia ante todo otro sistema. En esta línea, Benveniste (1977: 65) sostiene,

“... la lengua es el interpretante de todos los sistemas semióticos. Ningún sistema dispone de una ‘lengua’ en la que pueda categorizarse e interpretarse, según sus distinciones semióticas, mientras que la lengua puede, en principio, categorizar e interpretar todo, incluso ella misma.”

Esta centralidad del sistema verbal, en otras palabras, el logocentrismo en el conjunto de un texto multisemiótico pone de relieve que son las palabras las que pueden interpretar a un gráfico y que, raramente, es el sistema gráfico el que puede llegar a alcanzar una relación de interpretancia de las palabras. Esta preeminencia de las palabras logra capturar incluso la mirada de lectores en formación disciplinar de economía en desmedro de los significados intentados u ofrecidos por el gráfico, tal como demuestran los hallazgos aquí reportados. Sería interesante observar el comportamiento lector en otras culturas y en otros escenarios en donde las palabras no sean los ejes interpretantes fundamentales (Matthiessen, 2009). No obstante ello, Parodi y Julio (2015) han demostrado que los estudiantes de economía sí saben construir significados exclusivamente a partir de textos únicamente gráficos. Entonces, no es que ellos carezcan de las habilidades para la lectura de gráficos y, por eso, prefieran focalizarse en las palabras, sino que al verse enfrentados a la opción de ambas posibilidades, estos lectores eligen leer preferentemente las palabras para construir los significados extraídos del texto

No cabe duda de que en un género como el IPOM se espera que los gráficos aporten una información esencial para los lectores, en particular para los especialistas o semi-especialistas en formación; no obstante ello, las evidencias aportadas en esta investigación no corroboran esta hipótesis. Los lectores de la muestra, en general, y los de economía, en particular, no muestran una preferencia por extraer información desde los gráficos, dado el número menor de fijaciones y el menor tiempo de sus fijaciones o, incluso, la ausencia total de fijaciones. Por otro lado, es muy probable que al enfrentar un texto de extensión breve, como los de este estudio, los lectores de economía prefieran extraer la información principalmente desde las palabras y, en

menor medida, desde los gráficos, sobre todo si alcanzaban a notar cierto grado de complementariedad intersemiótica de tipo sinonimia (Royce, 2007).

Al respecto, cabe destacar que Schnotz (2005) establece que no siempre la confluencia de información desde diversos códigos sea necesariamente un beneficio para la mejor y más profunda comprensión. Schontz (2005) propone el ‘Efecto General de Redundancia’. Desde este efecto, se señala que los aprendientes que demuestran alto grado de conocimiento previo se desempeñan mejor con textos en que predomina un solo sistema semiótico (Schnotz, 2005; Schnotz & Horz, 2010; Sweller, 2005; Leahy & Sweller, 2011). Así, el procesamiento de textos con información proveniente desde dos o más sistemas, que contribuyan a crear un texto con cierto grado de redundancia, produce una sobrecarga cognitiva en la memoria de trabajo y, consecuentemente, un impedimento en un mejor procesamiento en la memoria de largo plazo. Esto quiere decir que, cuando los aprendientes tienen alto conocimiento previo, frecuentemente no requieren textos con información integrada, sino que solo en un formato; en este caso, sería el verbal.

Por otra parte, en la misma línea, entre los diversos efectos del procesamiento de textos multisemióticos propuestos por Ayres y Sweller (2005), se destaca el ‘Efecto de la Atención Dividida’ (*Split-Attention Effect*). Este efecto establece que se produce una sobrecarga en la memoria de trabajo durante la lectura de un texto compuesto por dos o más sistemas visuales -físicamente contiguos- de diverso formato representacional. Según Sweller, Ayres y Kalyuga (2011), cuando un lector se enfrenta a leer, por ejemplo, palabras y gráficos, su atención se divide entre ambas fuentes de información, debido a la capacidad limitada del sistema de procesamiento visual escrito. Como consecuencia, antes de poder integrar ambas fuentes, el lector solo lee un sistema (en este caso el verbal) y procesa solo una fuente representacional con el fin de mantenerla en la memoria de trabajo, hasta que se detecta la segunda fuente (en este caso el gráfico), se atiende y procesa.

Como se ha dicho, los resultados de la presente investigación indican que el sistema verbal recibió mayor atención por parte de los estudiantes que el sistema gráfico, sin importar la procedencia disciplinar ni el ordenamiento entre los sistemas en los textos. Esto daría cuenta de la elección de los estudiantes de un sistema por sobre otro para construir la información relevante de los textos. Al respecto, Barthes (1986), en una línea similar a la de Benveniste (1977), establece que el sistema verbal ejerce un control sobre las interpretaciones potenciales de los diferentes sistemas que lo acompañan, anclando su significado. Al respecto, Barthes (1986) declara cómo se relaciona el sistema verbal y la imagen, donde la imagen está compuesta por una cadena flotante de significados de los cuales el lector puede elegir unos y obviar otros. Resulta entonces que es el sistema verbal el que ancla esta cadena de significados, delimitando las interpretaciones potenciales de la imagen. Este tipo de conexión es similar a la que se establece con un gráfico, en el que existe un gran número de datos

que el lector puede revisar y analizar de acuerdo a sus objetivos de lectura. Son, entonces, las palabras las que fijan el sentido del gráfico, anclando y delimitando su potencial de significado y, como muestran los hallazgos de este estudio, es a ellas a las que recurren los lectores para extraer la mayor cantidad de información. Esto explicaría la gran diferencia tanto en tiempo como en número de fijaciones que los lectores le dedicaron al sistema verbal. En este sentido, son las palabras el lugar donde el lector espera que se especifique qué es lo importante del gráfico que las acompaña y en qué lugar de este se debe mirar para comprender el texto. En esta línea, en palabras de Liu y O'Halloran (2009), al leer un texto de esta naturaleza, el lector debe llevar a cabo la construcción de la 'textura intersemiótica', para la cual -en este caso- se apoyaría, de preferencia, en el sistema verbal.

En términos generales, estos resultados son coincidentes con los de otras lenguas como el alemán en cuanto a que lectores de educación secundaria a partir de los mismos indicadores de *eye tracking* (número y tiempo de las fijaciones) revelan evidencia hacia una preferencia por el procesamiento de palabras más que de imágenes (Zhao, Schnotz, Wagner & Gaschler, 2014). No obstante ello, esta centralidad de las palabras, encuentra cierto equilibrio cuanto a los estudiantes se les pone en situación de responder preguntas que exigen atender a ambos sistemas semióticos. Conclusión similar respecto de la hegemonía de las palabras, también con textos en alemán, pero con sujetos de diversos niveles educativos, es a la que llegan Schüler, Scheiter, Rummer y Gerjets (2012). Situados ante tareas de aprendizaje, los lectores de esa muestra se concentraron mayoritariamente en el sistema verbal, de la versión con presentación simultánea de ambos sistemas. También para el alemán, pero con estudiantes universitarios, las investigaciones de Schmidt-Weigand, Kohnert y Glowalla (2010a, 2010b) revelan que en el comportamiento observacional y en los resultados de aprendizaje durante la lectura de textos multimediales con contigüidad de palabras e imágenes, los aprendientes emplean mayoritariamente una estrategia de lectura orientada por el sistema verbal, es decir, existe una prominencia de las palabras.

Por su parte, en investigaciones para el italiano, se evidencia que en estudiantes de 4º grado de primaria (Mason, Tornatora & Pluchino, 2013) y de 7º grado también de primaria (Mason, Pluchino & Tornatora, 2015), enfrentados a tareas de aprendizaje a partir de textos compuestos de palabras e ilustraciones, se identifican integradores de alto nivel y otros en diversos grados de nivel intermedio y bajo. Ello podría coincidir con el denominado Principio de la Economía Cognitiva (Schnotz, 2010), ya que algunos lectores podría preferir un canal más que otro.

En lo más específico, es decir, en lo que concierne al procesamiento de textos compuestos de palabras y gráficos, existe una abundante literatura que, sobre todo en los últimos años, ha aportado diversos hallazgos. En lo relativo a la presente investigación, estimamos relevante los estudios de Acarturk y colaboradores para la

lengua turca, quienes en diversas publicaciones han prestado atención a las anotaciones en los gráficos (Acarturk et al., 2008; Acarturk et al., 2008a, 2008b). En términos generales, sus resultados, cuando se presentan textos integrados por ambos sistemas en atención a la denominada ‘contigüidad espacial’ (Holsanova et al., 2009; Schmidt-Weigand et al., 2010a, 2010b), apuntan a que las palabras tienen un rol central y capturan la atención de los lectores, más que el sistema gráfico.

En cuando a la pregunta de investigación respecto de la disciplina en que se inscriben los lectores. Los resultados no corroboran nuestra hipótesis que esperaba detectar diferencias en las rutas de lectura según la distinta especialización disciplinar de los lectores. Según se comprueba, los alumnos universitarios, indistintamente de su área de estudio, dedican más tiempo a leer las palabras que los gráficos. Solo uno de los registros muestra resultados estadísticamente significativos a favor de los estudiantes de economía. Así, de modo parcial, y sólo a partir del número promedio de fijaciones en la AOI Proyección Gráfica, los lectores de economía dedican mayor atención al sistema gráfico en un área específica.

Por último, coincidentemente con estos resultados empíricos del registro ocular para el procesamiento cognitivo de estos textos, los hallazgos a partir de la encuesta de opinión de estudiantes tanto de castellano como de economía revelan que, en términos de Primacía, Relevancia y Tiempo, un alto porcentaje de los estudiantes declara que las palabras concentran su atención y tiempo de lectura, así como también que en el sistema verbal se encuentra la información valiosa. Todo ello indica que estos sujetos ponen en ejercicio sus creencias, ya que su conocimiento declarativo coincide con su desempeño comportamental en las pruebas procedimentales.

CONCLUSIONES

Los principales hallazgos de este estudio indican, en líneas generales, que los lectores de la muestra posan sus ojos más veces y por mayor tiempo en el sistema verbal, durante la lectura de textos multisemióticos de economía compuestos por palabras y gráficos, indistintamente del área disciplinar de procedencia (economía o castellano). Esto quiere decir que, en términos de las mediciones del *eye tracker*, se registra mayor número y tiempo promedio de las fijaciones en solo uno de los sistemas. La disciplina solo revela una influencia muy parcial. Más específicamente, los resultados de esta investigación evidencian –en general– que las palabras del segmento genérico Proyección del IPOM son el recurso fundamental empleado para construir la representación mental del texto leído.

Estos hallazgos, tanto desde los registros oculares como a partir de las opiniones de los lectores, apoyan el denominado Principio Logocentrista (Parodi, 2015b), en el cual se indica que, enfrentados a leer textos multisemióticos, los lectores tienden a emplear una estrategia de lectura orientada, preferentemente, hacia los segmentos verbales en desmedro de los sistemas gráficos. Esto revela que la atención se divide

entre ambos sistemas y el procesamiento se efectúa mayoritariamente orientado por las palabras. Todo ello, muy probablemente, es un comportamiento adquirido en que los lectores son guiados por una concepción adquirida de texto eminentemente verbal, la cual se ha construido a partir de una educación logocentrista, privilegiando –de preferencia- la lectura de un solo sistema semiótico. En este sentido, lo que se aprecia en esta investigación es el modo en que los lectores ponen en evidencia sus creencias respecto de los textos y sus sistemas constitutivos.

En nuestra opinión, el entrenamiento de los ojos responde a un proceso de culturización en que se aprende un concepto de lectura fundamentalmente verbal, en desmedro de los otros sistemas. Leer, entonces, es leer preferentemente palabras. Como se declara, este principio es adquirido socioculturalmente durante el proceso de escolarización. En este sentido, es evidente que los movimientos oculares no están innatamente determinados a buscar o privilegiar una orientación hacia un sistema en particular, sino que los ojos son entrenados en dirigir o guiar la atención preferentemente hacia las palabras. Esta situación plantea, sin duda, una tremenda paradoja, ya que los seres humanos somos constitutivamente sujetos multisemióticos, tanto en nuestro desarrollo filogenético como ontogenético (Matthiessen, 2009); sin embargo, existe una suerte de proceso de ‘domesticación’ o ‘entrenamiento’ de los movimientos oculares (Radford, 2010), guiados mayoritariamente hacia un sistema preferido. Por tanto, queda como desafío avanzar hacia la construcción efectiva de una educación y una cultura en que se privilegien procesos de enseñanza/aprendizaje más discursivamente multisemióticos.

Ahora bien, existe consenso hoy en día en que el estudio de los movimientos oculares mediante *eye tracker* ha mostrado ser uno de los enfoques más exitosos para el estudio de la lectura. No obstante ello, lo que resulta más relevante es que no solo lo es como una técnica de registro y medición, sino que constituye un eje central de los procesos de comprensión en sí mismos. Los hallazgos reportados en este artículo así lo demuestran. No habríamos podido alcanzar un conocimiento como el aquí discutido sin el marco teórico ni las técnicas desarrolladas a partir de este instrumento. Los resultados también permiten afirmar que los registros de los movimientos oculares desempeñan un rol relevante en la investigación de comprensión de textos multisemióticos. Los registros obtenidos del *eye tracker* aportan evidencia sustantiva para orientar diseños instruccionales y apoyar así a los lectores a avanzar en sus procesos como aprendientes desde múltiples fuentes de información concurrente.

Asimismo, la complementariedad ha mostrado en este estudio ser un camino fructífero en dos vías. Por una parte, contar con información de índole cuantitativa obtenida mediante técnicas experimentales y registros objetivos de los movimientos oculares con ET e información de tipo cualitativo recogida por medio de una encuesta de opinión, ha resultado altamente valioso. Esta combinación de enfoque permitió

contrastar lo que efectivamente hacen los sujetos al leer un texto multisemiótico y lo que opinan respecto de la confluencia en un texto escrito estático de los sistemas verbal y gráfico. Por otra, tal como se argumentaba al inicio de este artículo, la complementariedad de enfoques tales como la lingüística de corpus, la teoría del género del discurso, los estudios multisemióticos y las técnicas de ET contribuyen a conformar investigaciones sólidamente fundadas con base en textos provenientes de géneros originales e identificados situadamente.

Una de las limitaciones de este estudio emerge de la mano de una decisión metodológica que buscaba estudiar al mismo tiempo dos sistemas contiguos de naturaleza diferente, asegurando así validez ecológica a la lectura de géneros especializados. La comparación de sistemas de diversa naturaleza (verbal y gráfico) y, por ende, la delimitación de las correspondientes AOI con diverso rango de amplitud conduce a la división de la atención al posibilitar la observación de áreas de amplio rango. Lo anterior podría entregar mediciones muy dispares dentro de cada AOI o, incluso, áreas de interés con cero registro de fijaciones. Todo ello, entonces, podría explicar –de cierto modo– las desviaciones estándar elevadas que reportan los datos analizados.

Entre las proyecciones de este estudio podemos mencionar la importancia de realizar análisis más detallados, haciendo uso de otras mediciones registradas por el *eye tracker* (por ejemplo, por mencionar algunas: tiempo de una primera lectura, tiempo de una segunda lectura, tiempo de una primera fijación, transiciones entre AOIs, dispersión de fijaciones). Estos datos podrían dar cuenta de diferentes niveles de procesamiento cognitivo, lo que permitiría distinguir etapas en la comprensión, como también evidenciar diferentes estrategias utilizadas para la extracción de información en textos multisemióticos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acarturk, C., Habel, C. & Cagiltay, C. (2008). Multimodal comprehension of graphics with textual annotations: The role of graphical means relating annotations and graph lines. En G. Stapleton, J. Howse & J. Lee (Eds.), *Diagrammatic Representation and Inference: 5th International Conference, Diagrams* (pp. 335-343). Herrsching, Alemania.
- Acarturk, C., Habel, C., Cagiltay, K. & Alacam, O. (2008a). Learning from text and graphs: The role of annotations and sensory modality. En A. Maes & S. Ainsworth (Eds.), *Proceedings of EARLI Special Interest Group Text and Graphics. Exploiting the Opportunities Learning with Textual, Graphical and Multimodal Representations* (pp. 13-16). Tilburg, Holanda.
- Acarturk, C., Habel, C., Cagiltay, K. & Alacam, O. (2008b). Multimodal comprehension of language and graphics: Graphs with and without annotations. *Journal of Eye Movement Research*, 1(3), 2, 1-15.
- Acarturk, C. & Habel, C. (2012). Eye tracking in multimodal comprehension of graphs. En R. Cox & J. P. S. Diego (Eds.), *Proceedings of the Diagrams Workshop on Technology-Enhanced Diagrams Research*, 887, 11-25.
- Andrá, C., Lindstrom, P., Arzarello, F., Holmqvist, K., Robutti, O. & Sabena, C. (2013). Reading mathematics representations: An eye-tracking study. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(2), 237-259.
- Añaños, E. & Astals, A. (2013). ¿Imagen o texto? El poder de captar la atención visual de los elementos gráficos analizado con el eye tracker. *Gráfica*, 4, 87-98.
- Ayres, P. & Sweller, J. (2005). The split-attention principle in multimedia learning. En R. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (pp. 134-146). Nueva York: Cambridge University Press.
- Barthes, R. (1986). *Lo obvio y lo obtuso*. Barcelona: Paidós Ibérica.
- Benveniste, E. (1977). *Problemas de lingüística general*. Madrid: Siglo Veintiuno Editores.
- Bertin, J. (1983). *Semiology of graphics*. Madison, WI: University of Wisconsin Press.
- Betancort, M., Carreiras, M. & Sturt, P. (2011). The processing of subject and object relative clauses in Spanish: An eye-tracking study. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 62(10), 1915-1929.
- Boudon, E. & Parodi, G. (2014). Artefactos multisemióticos y discurso académico de la Economía: Construcción de conocimientos en el género manual. *Revista Signos. Estudios de Lingüística*, 47(87), 164-195.

- Calvo, M., Meseguer, E. & Carreiras, M. (2001). Inferences about predictability events: Eye movements during reading. *Psychological Bulletin*, 65, 158-169.
- Calvo, M. & Meseguer, E. (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.
- Calvo, M., Gutiérrez-García, A., Averó, P. & Lundqvist, D. (2013). Attentional mechanisms in judging genuine and fake smiles: Eye-movements patterns. *Emotion*, 13(4), 792-802.
- Carpenter, P. & Shah, P. (1998). A model of the perceptual and conceptual processes in graph comprehension. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 4(2), 75-100.
- Duchowski, D. (2007). *Eye tracking methodology: Theory and Practice*. Londres: Springer-Verlag.
- Feng, G. (2006). Eye movements as time-series random variables: A stochastic model of eye movement control in reading. *Cognitive Systems Research*, 7(1) 70-95.
- Fernández-Martín, A., Gutiérrez-García, A. & Gutiérrez-Calvo, M. (2013). A smile radiates outwards and biases the eye expression. *The Spanish Journal of Psychology*, 16(1), 1-11.
- Fernández, G., Shalom, D., Kliegl, R. & Sigman, M. (2014). Eye movements during reading proverbs and regular sentences: The incoming word predictability effect. *Language, Cognition and Neuroscience*, 29(3), 260-273.
- Fischer, B. (1998). Attention in saccades. En R. Wright (Ed.), *Visual Attention* (pp. 289-305). Nueva York: Oxford University Press.
- González, L. & Velásquez, J. (2012). Una aplicación de herramientas de *eyetracking* para analizar las preferencias de contenido de los usuarios de sitios web. *Revista de Ingeniería de Sistemas*, 26(1), 95-118.
- Holmqvist, K., Nystrom, M., Andersson, R., Dewhurst, R., Jarodzka, H. & van de Weijer, J. (2011). *Eye tracking – A comprehensive guide to methods and measures*. Oxford: Oxford University Press.
- Holsanova, S., Holmberg, N. & Holmqvist, K. (2009). Reading information graphics: The role of spatial contiguity and dual attentional guidance. *Applied Cognitive Psychology*, 23(9), 1215-1226.
- Hyaon, J., Radach, R. & Deubel, H. (Eds.) (2003). *The mind's eye: Cognitive and applied aspects of eye movement research*. Ámsterdam: Elsevier.

- Jacob, R. & Karn, K. (2003). Eye tracking in human-computer interaction and usability research: Ready to deliver the promises (section commentary). En J. Hyona, R. Radach & H. Deubel (Eds.), *The mind's eye: cognitive and applied aspects of eye movement research* (pp. 573-605). Ámsterdam: Elsevier.
- Just, M. & Carpenter, P. (1976). Eye fixations and cognitive processes. *Cognitive Psychology*, 8, 441-480.
- Just, M. & Carpenter, P. (1980). A theory of reading: From eye fixation to comprehension. *Psychological Review*, 87(4), 329-354.
- Kintsch, W. (1998). *Comprehension: A paradigm for cognition*. Nueva York: Cambridge University Press.
- Langsrud, Ø. (2003). ANOVA for unbalanced data: Use type II instead of type III sums of squares. *Statistics and Computing*, 13(2), 163- 67.
- Leahy, W. & Sweller, J. (2011). Cognitive load theory, modality of presentation and the transient information effect. *Applied Cognitive Psychology*, 25, 943-951.
- Lemke, J. (1998). Multiplying meaning: Visual and verbal semiotics in scientific text. En J.R. Martin & R. Veel (Eds.), *Reading Science* (pp. 87-113). Londres: Routledge.
- Liu, Y. & O'Halloran, K. L. (2009). Intersemiotic texture: Analyzing cohesive devices between Language and Images. *Social Semiotics*, 19(4), 367-387.
- Liversedge, S., Gilchrist, I. & Everling, S. (2013). *The Oxford handbook of eye movements*. Oxford, UK: Oxford Library of Psychology.
- Loureda, Ó., Nadal, L. & van Vliet, N. (2011). Dime dónde miras, y te diré qué comprendes: experimentos sobre la comprensión de las partículas discursivas. *Revista de español vivo*, 96, 131-158.
- Loureda, Ó., Cruz, A., Rudka, M., Nadal, L. & Zuloaga, M. (2015). Focus particles in information processing: An experimental study on pragmatic scales with Spanish *incluso*. *Linguistics Online*, 71(2), 129-151.
- Loyola, P., Martínez, G. & Velásquez, J. (2014). Caracterizando la fijación ocular del usuario Web en los contenidos de una página: Una aproximación basada en la teoría de grafos. *Revista de Ingeniería de Sistemas*, 28, 85-107.
- Mason, L., Tornatora, M. & Pluchino, P. (2013). Do fourth graders integrate text and picture in processing and learning from an illustrated science text? Evidence from eye movement patterns. *Computers & Education*, 60, 95-109.

- Mason, L., Pluchino, P. & Tornatora, M. (2015). Eye-movement modeling of integrative Reading of an illustrated text: Effects on processing and learning. *Contemporary Educational Psychology*, 41, 172-187.
- Matthiessen, C. (2009). Multisemiotic and context-based register typology: Registerial variation in the complementarity of semiotic systems. En E. Ventola & J. Moya (Eds.), *The world told and the world shown* (pp. 11-38). Basingstonke: Palgrave Mcmillan.
- Matthiessen, C. (2015). Register in the round: Registerial cartography. *Functional Linguistics*, 2(1), 1-48.
- Mayer, R. (2005). Introduction to multimedia learning. En R. Mayer (Ed.), *The cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 1-18). Nueva York: Cambridge University Press.
- Mayer, R. (2009). *Multimedia learning*. Nueva York: Cambridge University Press.
- Mayer, R. (2010). Unique contributions of eye-tracking research to the study of learning with graphics. *Learning and Instruction*, 20, 167-171.
- Pagano, R. (2011). *Estadística para las ciencias del comportamiento*. México: Cengage Learning.
- Paivio, A. (1971). *Imagery and verbal processes*. Nueva York: Holt, Rinehart & Winston.
- Paivio, A. (1986). *Mental representation: A dual coding approach*. Nueva York: Oxford University Press.
- Parodi, G. (Ed.) (2008). *Géneros académicos y géneros profesionales: Accesos discursivos para saber y hacer*. Valparaíso: Ediciones Universitarias de Valparaíso.
- Parodi, G. (2010a). Multisemiosis y lingüística de corpus: Artefactos (multi)semióticos en los textos de seis disciplinas en el corpus PUCV-2010. *Revista de Lingüística Teórica y Aplicada*, 48(2), 33-70.
- Parodi, G. (2010b). *Lingüística de corpus: De la teoría a la empiria*. Frankfurt: Editorial Iberoamericana-Veruert.
- Parodi, G. (2011). La Teoría de la Comunicabilidad: Apuntes para una concepción integral de la comprensión de textos escritos. *Revista Signos. Estudios de Lingüística*, 44(76), 145-167.
- Parodi, G. (2014). *Comprensión de textos escritos. La Teoría de la Comunicabilidad*. Buenos Aires: Eudeba.

- Parodi, G. (2015a). Variation across university genres in seven disciplines: A corpus-based study on academic written Spanish. *International Journal of Corpus Linguistics*, 20(4), 469-499.
- Parodi, G. (2015b). Leer y escribir en la universidad y el mundo profesional: De la descripción a la experimentación. Conferencia Plenaria presentada en el IV Seminario Internacional de Lectura en la Universidad, organizado por la Universidad Autónoma de Tlaxcala, 7-9 de octubre, México.
- Parodi, G. & Burdiles, G. (Eds.) (2015). *Leer y escribir en contextos académicos y profesionales: géneros, corpus y métodos*. Santiago de Chile: Ariel.
- Parodi, G. & Julio, C. (2015). Más allá de las palabras: ¿Puede comprenderse el género discursivo informe de política monetaria desde un único sistema semiótico predominante?. *Revista Alpha*, 41, 133-158.
- Parodi, G., Julio, C. & Vásquez-Rocca, L. (2015). Los géneros del Corpus PUCV-UCSC-2013 del discurso académico de la economía: El caso del Informe de Política Monetaria. *Revista ALED*, 15(3), 179-200.
- Pinker, S. (Ed.) (1985). *Visual cognition*. Cambridge, MA: MIT Press/Bradford Books.
- Pinker, S. (1990). A theory of graph comprehension. En R. Freedle (Ed.), *Artificial intelligence and the future of testing* (pp. 73-126). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Pollatsek, A., Reichle, E. D. & Rayner, K. (2006). Tests of the E-Z Reader Model: Exploring the interface between cognition and eye movement control. *Cognitive Psychology*, 52, 1-56.
- Radford, L. (2010). The eye as a theoretician: Seeing structures in generalizing activities. *For the Learning of Mathematics*, 30(2), 2-7.
- Radach, R. & Kennedy, A. (2004). Theoretical perspectives on eye movements in reading: Past controversies, current issues, and an agenda for the future. *European Journal of Cognitive Psychology*, 16, 3-26.
- Radach, R. & Kennedy, A. (2013). Eye movements in reading: Some theoretical context. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 66, 429-452.
- Rayner, K. (1998). Eye movements in reading and information processing. 20 years of research. *Psychological Bulletin*, 124(3), 372-422.
- Rayner, K. (2009). Eye movements and attention in reading, scene perception, and visual search. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 62(8), 1457-1506.

- Rayner, K., Ashby, J., Pollatsek, A. & Reichle, E. (2004). The effects of frequency and predictability on eye fixations in reading: Implications for the E-Z Reader Model. *Journal of Experimental Psychology & Human Perception Performance*, 30(4), 720-32.
- Rayner, K., Chace, K., Slattery, T. & Ashby, J. (2006). Eye movements as reflections of comprehension processes in reading. *Scientific Studies of Reading*, 10, 241-255.
- Rayner, K., Li, X. & Pollatsek, A. (2007). Extending the E-Z Reader Model of Eye Movement Control to chinese readers. *Cognitive Science*, 31, 1021-1033.
- Rayner, K., Pollatsek, A., Ashby, J. & Clifton, C. (2012). *Psychology of reading*. Nueva York: Taylor & Francis.
- Reichle, E., Pollatsek, A., Fischer, D. & Rayner, K. (1998). Toward a model of eye movement control in reading. *Psychological Review*, 105, 125-157.
- Reichle, E., Rayner, K. & Pollatsek, A. (2003). The E-Z Model of eye-movements control in reading. Comparison to other models. *Behavioral and brain sciences*, 26, 445-476.
- Reichle, E., Rayner, K. & Pollatsek, A. (2012). Using E-Z Reader to simulate eye movements in nonreading tasks: A unified framework for understanding the eye-mind link. *Psychological Review*, 119, 155-185.
- Reichle, E. & Drieghe, D. (2015). Using E-Z Reader to examine the consequences of fixation-location measurement error. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 41, 262-270.
- Richardson, D. & Dale, R. (2005). Looking to understand: The coupling between speakers' and listeners' eye movements and its relationship to discourse comprehension. *Cognitive Science*, 29, 1045-1060.
- Richter, E., Engbert, R. & Kliegl, R. (2006). Current advances in SWIFT. *Cognitive Systems Research*, 7(1), 23-33.
- Rojo, G. (2015). Hispanic corpus linguistics. En M. Lacorte (Ed.), *The Routledge Handbook of Hispanic Applied Linguistics* (pp. 371-386). Nueva York: Routledge.
- Royce, T. (2007). Inter-semiotic complementarity: A framework for multimodal discourse analysis. En T. Royce & W. Bowcher (Eds.), *New directions in the analysis of multimodal discourse* (pp. 63-109). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Sadoski, M. (1992). Imagination, cognition, and persona. *Rhetoric Review*, 10, 266-278.
- Sadoski, M. & Paivio, A. (2001). *Imagery and text: A dual coding theory of reading and writing*. Mahwah, NJ: Erlbaum.

- Sadoski, M. & Paivio, A. (2007). Toward a unified theory of reading. *Scientific Studies of Reading*, 11, 337-356.
- Schmidt-Weigand, F., Kohnert, A. & Glowalla, U. (2010a). A closer look at the split attention in system- and self-paced instruction in multimedia learning. *Learning and Instruction*, 20, 100-110.
- Schmidt-Weigand, F., Kohnert, A. & Glowalla, U. (2010b). Explaining the modality and contiguity effects: New insights from investigations students' viewing behaviour. *Applied Cognitive Psychology*, 24, 226-237.
- Schnotz, W. (2002). Towards an integrated view of learning from text and visual displays. *Educational Psychology Review*, 14(2), 101-120.
- Schnotz, W. (2005). An integrated model of text and picture comprehension. En R. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (pp. 49-69). Cambridge: Cambridge University Press.
- Schnotz, W. (2010). Reanalyzing the expertise reversal effect. *Instructional science*, 38, 315-323.
- Schnotz, W. & Bannert, M. (2003). Construction and interference in learning from multiple representations. *Learning and Instruction* 13, 141-156.
- Schnotz, W. & Horz, H. (2010). New media, learning from. En E. Baker, P. Peterson & B. McGaw (Eds.), *International encyclopedia of education* (pp. 140-149). Nueva York: Elsevier.
- Shah, P. (1997). A model of the cognitive and perceptual processes in graphical display comprehension. En M. Anderson (Ed.), *Reasoning with diagrammatic representations II* (pp. 94-101). Menlo Park, CA: AAAI Press.
- Shah, P. & Freedman, E. G. (2011). Bar and line graph comprehension: An interaction of top-down and bottom-up processes. *Topics in Cognitive Science*, 3(3), 560-578.
- Shah, P., Mayer, R. & Hegarty, M. (1999). Graphs as aids to knowledge construction: Signaling techniques for guiding the process of graph comprehension. *Journal of Educational Psychology*, 91(4), 690-702.
- Schüler, A., Scheiter, K., Rummer, R. & Gerjets, P. (2012). Explaining the modality effect in multimedia learning: Is it due to a lack of temporal contiguity with written text and pictures? *Learning and Instruction*, 22(2), 92-102.
- Slanzi, G., Jadue, J. & Velásquez, J. (2015). Predicción de la intención del click del usuario Web, usando análisis de dilatación pupilar. *Revista de Ingeniería de Sistemas*, 29, 67-83.

- Swales, J. M. (1990). *Genre analysis: English in academic and research settings*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Swales, J. M. (2004). *Research genres: Explorations and applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Sweller, J. (2005). Implications of cognitive load theory for multimedia learning. En R. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia Learning* (pp.19-30). Nueva York: Cambridge University Press.
- Sweller, J., Ayres, P. & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive load theory*. Nueva York: Springer.
- Taboada, M. & Habel, C. (2013). Rhetorical relations in multimodal documents. *Discourse Studies*, 15(1), 59-85.
- Tufte, E. (1990). *Envisioning information*. Graphics Press, Cheshire: Connecticut.
- Tufte, E. (1997). *Visual explanation*. Graphics Press, Cheshire: Connecticut.
- Tufte, E. (2001). *The visual display of quantitative information*. Graphics Press, Cheshire: Connecticut.
- van Dijk, T. & Kintsch, W. (1983). *Strategies of discourse comprehension*. Nueva York: Academic Press.
- Vásquez, L. (2014). Conexiones entre artefactos multisemióticos y organización retórica en la construcción de significado en el género IPOM del discurso de la economía. Ponencia presentada en el VIII Encuentro Nacional de Estudios del discurso, ALED Chile. Organizado por la Universidad de Valparaíso, Viña del Mar, Noviembre, 2014.
- Vásquez-Rocca, L. & Parodi, G. (2015). Relaciones retóricas y multimodalidad en el género Informe de Política Monetaria del discurso académico de la Economía. *Calidoscopio*, 13(3), 388-405.
- Viaene, P., Ooms, K., Vansteenkiste, P., Lenoir, M. & De Maeyer, P. (2014). The use of eye tracking in search of indoor landmarks. *Ceur Workshop Proceedings*, 1241, 52-56
- Winn, W. (1994). Contributions of perceptual and cognitive processes to the comprehension of graphics. En W. Schontz & R. W. Kulhay (Eds.), *Comprehension of graphics* (pp. 3-28). North-Holland, Elsevier.
- Wilkinson, L. (2005). *The grammar of graphics*. Nueva York: Springer-Verlag.
- Wright, R. (Ed.) (1998). *Visual attention*. Nueva York: Oxford University Press.

- Yang, S. (2006). An oculomotor-based model of eye movements in reading: The competition/interaction model. *Cognitive Systems Research*, 7(1), 56-69.
- Zacks, J. & Tversky, B. (1999). Bars and lines: A study of graphic communication. *Memory and Cognition*, 27(6), 1073-1079.
- Zhao, F., Schnotz, W., Wagner, I. & Gaschler, R. (2014). Eye tracking indicators of reading approaches in text-picture comprehension. *Frontline Learning Research*, 6, 46-66.

NOTA

(*) Proyecto FONDECYT N°1130033. Proyecto FONDEQUIP N°150119. Proyecto CONICYT Cooperación Internacional N° 20150058.