

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso  
Facultad de Filosofía y Educación  
Instituto de Literatura y Ciencias del Lenguaje



Congruencia entre el sistema verbal y el sistema gráfico:  
experimento de lectura en textos multisemióticos con el uso  
de en la técnica de eyetracking

SEMINARIO DE GRADUACIÓN EN LENGUA Y LITERATURA  
HISPÁNICA

Alumno: Cristóbal Julio  
Profesor guía: Dr. Giovanni Parodi  
Viña del Mar, junio de 2016

Esta tesis se enmarca en los siguientes proyectos:

**Proyecto FONDECYT 1130033**

**Proyecto CONICYT Cooperación Internacional 2015058**

**Proyecto FONDEQUIP 150119**

# ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>- 2 -</b>
<b>1. Marco teórico .....</b>	<b>- 6 -</b>
1.1.    Multisemiósis: de la descripción al procesamiento psicolingüístico .....	- 6 -
1.2.    Algunas teorías de comprensión multisemiótica.....	- 11 -
1.3.    El sistema gráfico y los modelos de comprensión .....	- 13 -
1.4.    Registro de movimiento ocular y los supuestos teóricos tras la medición de la lectura-	17
-	
1.5.    Movimientos oculares y procesamiento cognitivo .....	- 20 -
<b>2. Metodología .....</b>	<b>- 22 -</b>
2.1.    Diseño experimental .....	- 22 -
2.2.    Objetivos e hipótesis de investigación .....	- 22 -
2.3.    Equipo de registro de movimiento ocular .....	- 22 -
2.4.    Sujetos de la muestra.....	-23-
2.5.    Procedimientos .....	- 24 -
2.6.    Materiales .....	- 24 -
2.7.    Definición de las áreas de interés.....	-27-
2.8.    Variables dependientes – Medidas del eyetracker .....	- 28-
<b>3. Resultados.....</b>	<b>- 29 -</b>
3.1.    Primer Análisis: resultados del tiempo promedio de la primera lectura .....	- 29 -
3.1.1.    Análisis descriptivo .....	- 29 -
3.1.2.    Análisis inferencial .....	- 31 -
3.2.    Segundo análisis: resultados del tiempo de duración de la segunda lectura .....	- 33 -
3.2.1.    Análisis descriptivo .....	- 33 -
3.2.2.    Análisis inferencial .....	- 36 -
3.3.    Tercer análisis: resultados de las transiciones integrativas .....	- 36 -
<b>4. Discusión .....</b>	<b>- 37 -</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>- 40 -</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>- 43 -</b>

## INTRODUCCIÓN

El estudio de textos multisemióticos es un campo que se ha explorado de manera progresiva en el transcurso de los últimos años, sumando un gran número de investigaciones al área. Algunas de estos estudios han descrito la multisemiosis en géneros específicos por su gran valor como textos multisemióticos (Hiippala, 2013). Otros estudios han abordado el problema de la multisemiósisis desde la acuciosa descripción de los recursos y sus interacciones para construir significado (Bateman, 2014; Kress, 2010; Kress & van Leeuwen, 1996). En estos trabajos el foco ha sido estudiar la forma en que los distintos sistemas semióticos crean en conjunto significado. Estudios descriptivos desde la Lingüística Sistémico Funcional (LSF) y la Teoría Retórico Funcional (RST) han ayudado a tener una visión más acabada del fenómeno de la multisemiosis en textos escritos. Mientras que desde otro enfoque (basado en corpus y géneros) se han abordado el estudio de géneros multisemióticos desde una descripción multidimensional de textos recolectados en corpus de lectura en ambientes académicos en diferentes disciplinas (Parodi & Burdiles, 2015; Parodi, 2008, 2010; Vásquez-Rocca & Parodi, 2015).

Por otro lado, existen investigaciones que se han enfocado en describir los procesos psicolingüísticos involucrados en la lectura de textos multisemióticos por medio de metodologías experimentales con uso de un sistema de registro de movimientos oculares o eyetracking (e.g., Holsanova, Holmberg & Holmqvist, 2006; Acartürk, Habel, Cagiltay, & Alacam, 2008). En estas investigaciones se ha explorado una gran variedad de sistemas semióticos en distintas combinaciones, en un intento por determinar las implicancias de la multisemiosis en la cognición. Estas implicancias se estudian haciendo modificaciones específicas a los distintos sistemas semióticos en ambientes experimentales para explorar el impacto de una condición en los procesos de aprendizaje de los lectores.

En el presente estudio se avanza en esta línea de investigación, combinando, por un lado, los estudios de la multisemiosis desde la descripción de géneros discursivos basada en corpus y, por otro, la descripción del procesamiento cognitivo de textos multisemióticos con ayuda de metodologías experimentales y el registro ocular con eyetracker. En este

sentido, nos interesa indagar la forma en que los estudiantes del área de la economía leen textos compuestos por palabras y gráficos, extraídos del género discursivo Informe de Política Monetaria (IPoM).

Esta mirada, nutrida de investigaciones que describen multidimensionalmente los géneros discursivos, que se han identificado en un corpus de lectura disciplinar (Corpus PUCV-UCSC-2013), permitiría tener una aproximación al procesamiento cognitivo en línea de los lectores universitarios por medio del sistema de registro de movimientos oculares (eyetracker). Desde nuestra perspectiva, es importante destacar el rol que los géneros discursivos tienen en la construcción del conocimiento disciplinar y que construyen este conocimiento por medio de la interacción de diferentes sistemas semióticos que componen estos textos.

El uso de eyetracker permite evidenciar, a través de sus distintas y diversas mediciones, diferentes procesos cognitivos de los sujetos mientras leen textos multisemióticos. Para esto, se ha diseñado un experimento de lectura en el que se presenta a una muestra de estudiantes de economía de una universidad chilena, un grupo de textos elaborados a partir fragmentos del género Informe de Política Monetaria (IPoM). Estos textos están compuestos por dos sistemas semióticos: el sistema verbal y el sistema gráfico. Siguiendo una línea experimental, estos textos se manipularon experimentalmente, más precisamente, se incluyó la variable congruencia entre sistemas semióticos con dos condiciones: en un grupo de textos existía congruencia entre el sistema verbal y el sistema gráfico, mientras que en otro grupo de textos no existía congruencia entre ambos sistemas.

El sistema gráfico será el sistema semiótico que se estudiará en conjunto con el sistema verbal en esta investigación. Este sistema reviste de gran importancia en el discurso disciplinar de la economía (Boudon & Parodi, 2015; Parodi, Julio & Vásquez-Rocca, 2015;). Además se ha descrito como el sistema con mayor ocurrencias en el género IPOM (Vásquez-Rocca, 2015). La combinación del sistema gráfico junto con el sistema verbal es una de las características del discurso disciplinar de la economía y por tanto, es común en la lectura de los alumnos del área. Más aún, se ha reconocido que el uso adecuado del sistema

gráfico facilita el razonamiento científico (Tufte, 2001; Chen & Simon, 1995), por lo que es de suma importancia investigar cómo se procesa cognitivamente en un texto multisemiótico.

En este contexto, el objetivo general de esta investigación es determinar si la congruencia o incongruencia entre dos sistemas semióticos es un factor que incide en las mediciones de la lectura de una muestra de estudiantes del área de economía.

Las preguntas que guían esta investigación son las siguientes:

1. ¿Existen diferencias en el tiempo de la primera lectura de los sujetos de la muestra al enfrentarse a textos multisemióticos Congruentes y No-congruentes?
2. ¿Existen diferencias en el tiempo de la segunda lectura de los sujetos de la muestra al enfrentarse a textos multisemióticos Congruentes y No-congruentes?
3. ¿Existe un mayor número de transiciones integrativas intersistemas cuando los sujetos leen textos No-congruentes?

Los movimientos oculares pueden entregar información valiosa sobre los distintos procesamientos cognitivos que realizan los sujetos al leer un texto. En este caso, establecer cómo los lectores intentan dar coherencia a un texto compuesto por dos sistemas semiótico que entregan información contradictoria uno del otro, basado en tres medidas: a) duración de las fijaciones en una primera lectura, b) duración de las fijaciones en una segunda lectura y b) transiciones integrativas entre sistemas.

La investigación de que damos cuenta aquí se organiza del siguiente modo: en el apartado del marco teórico se discute el concepto de multisemiosis, las teorías de comprensión multisemiótica, el artefacto gráfico y los supuestos teóricos tras las mediciones oculares. En la metodología, se presenta el diseño experimental, el objetivo y las hipótesis de investigación, el equipo eyetracker usado y los sujetos de la muestra. Junto a ello, se describen los procedimientos diseñados para la recolección de los datos, los materiales usados, las definiciones de las áreas de interés y las variables dependientes del

experimento. A continuación, se reportan los resultados y su discusión. Por último se presentan las conclusiones, limitaciones y proyecciones.

## 1. Marco teórico

En este apartado, enfocado en nuestro problema de investigación, se hace necesario revisar algunos núcleos conceptuales desde los cuales se plantea el presente estudio. En un primer momento, se realizará una mirada al fenómeno de la multisemiosis, con especial atención a las relaciones de cohesión intersemiótica. En un segundo momento, haremos una sucinta revisión de las teorías de comprensión más relevantes del área; especial atención presentaremos los trabajos acerca de la comprensión de los gráficos. Por último, atendemos al registro de los movimientos oculares y los supuestos teóricos fundamentales.

### 1.1. Multisemiósis: de la descripción al procesamiento psicolingüístico

Kaltenbacher (2007: 34) denomina a la multisemiosis o estudios de la multimodalidad como “el redescubrimiento de un importante e interesante campo de estudio”, en el que se da nueva importancia a los diferentes sistemas semióticos que en conjunto posibilitan la construcción de significados en un texto escrito. Según Lemke (2005), no es posible la construcción de significados por medio de solo un sistema semiótico, ya que los seres humanos han siempre desarrollado la comunicación desde múltiples sistemas, los cuales se han ido complejizando a través del tiempo. Para Stöckl (2004), este nuevo campo es el descubrimiento de lo obvio, tanto para los investigadores como para los productores y diseñadores que trabajan con textos escritos, pues la combinación de distintos sistemas es constitutiva para la construcción de significados textuales y siempre ha formado parte de la comunicación humana.

Las primeras exploraciones científicas del valor comunicativo de este nuevo campo se hicieron con la ayuda de las categorías de la Lingüística Sistémico Funcional (LSF). Bajo estos estudios se han descrito tanto textos multisemióticos escritos como también otros tipos de sistemas, como la imagen o la pintura (Kress & van Leeuwen, 1990, 1996; O’Toole, 1994). Al respecto, Kress y van Leeuwen (1996), interesados en estudiar la semiótica de la imagen, proponen un análisis textual a partir de las categorías teóricas provenientes desde la LSF. También desde la LSF, O’Toole (1994) trabaja con el estudio de la pintura, en el que propone tres dimensiones de significado con las cuales se

simplificaría la descripción del funcionamiento de cualquier sistema: significado representacional, significado modal y significado composicional.

Para Kress (2010), desde una perspectiva ligada a la semiótica social, los sistemas semióticos están compuestos por distintos recursos, los cuales se analizan a partir de su posición visual y espacial en un texto, además de la interacción entre cada uno de ellos. La importancia para Kress (2010) está en reconocer las decisiones de producción que pueden ser leídas a través de la composición de los textos multisemióticos y así relacionarlos tanto con su contexto de producción, como con la proliferación de nuevos recursos tecnológicos en los medios de comunicación.

Por su parte, Liu y O'Halloran (2009) buscan describir las relaciones intersemióticas, a partir de conjunto de relaciones para analizar textos compuestos de ilustraciones y palabras en distintos discursos. En su análisis, Liu y O'Halloran (2009) proponen que, en la construcción de significados en textos multisemióticos, existe una 'textura intersemiótica' que da cuenta de las relaciones semánticas entre sistemas. Las autoras usan categorías desarrolladas por la LSF para estudiar las relaciones en el sistema verbal y lo aplican a textos multisemióticos:

“Intersemiotic Texture refers to a matter of semantic relations between different modalities realized through Intersemiotic Cohesive Devices in multimodal discourse. It is the crucial attribute of multisemiotic texts that creates integration of words and pictures rather than a mere linkage between the two modes.” (Liu & O'Halloran, 2009: 369)

Complementariamente, Royce (1998, 2007) elabora el sistema de relaciones de significado multimodal (*Multimodal Sense Relations*) siguiendo la cohesión léxica propuesta por Hasan (1985). A partir de este sistema analiza textos multisemióticos y propone el concepto de 'complementariedad intersemiótica' para la creación de significados ideacionales entre decisiones lingüísticas y visuales. Estos trabajos, tanto el de Liu y O'Halloran (2009) como el de Royce (1998), dan cuenta de una preocupación por

describir los mecanismo por los cuales los distintos sistemas semióticos construyen en conjunto significado a nivel textual.

Bateman (2014), por su parte, propone una metodología para estudiar la composición semiótica de los géneros discursivos desde el proyecto GeM (*Genres and Multimodality*). A partir de este proyecto, se describen una gran diversidad de géneros discursivos en un corpus digital, usando categorías desde la LSF y con apoyo de la lingüística computacional con el fin de conocer el diseño multimodal y las estructuras jerárquicas de los distintos sistemas semióticos en la composición de cada uno de los géneros en estudio. Esta indagación posibilitaría entregar información detallada sobre la composición de los distintos géneros en el corpus y construir un panorama de los distintos sistemas que los componen, buscando contar con procedimientos automáticos para el análisis.

En una visión tanto teórica como aplicada, Martín (2012) destaca los desafíos para una semiótica multimodal y plantea la necesidad de definir las relaciones intermodales y los sistemas de valor en las que se enmarcan estas relaciones. Las relaciones intersemióticas se han descrito normalmente desde el paradigma del sistema verbal (O`Tool, 1994; Liu & O`Halloran, 2009), asumiendo que las relaciones descritas en lo verbal son aplicables para relacionar dos sistemas o más sistemas en un texto. Desde este marco, Martin (2012) ofrece una profunda reflexión y deja abiertas un número significativo de preguntas desafiantes para los estudios descriptivos.

Hasta este momento, se ha dado un breve mirada de investigaciones que dan cuenta de la descripción de los textos multisemióticas y sus relaciones intermodales. Junto a ello, también es importante destacar que el interés por una comprensión más acabada del fenómeno ha llevado a la investigación del procesamiento psicolingüístico de este tipo de textos. De esta forma, se ha explorado con metodologías experimentales y el uso de herramientas tecnológicas como el eyetracker el control de la atención sobre diferentes sistemas semióticos (Holsanova & Nord, 2010; Boeriis & Holsanova, 2012). De particular interés para la presente investigación resulta el estudio de André, Lindström, Arzarello, Holmqvist, Robutti y Sabena (2013), en el cual se explora las implicancias en el

procesamiento cognitivo de la presentación de un problema matemático en tres sistemas diferentes: verbal, gráfico y fórmula. El objetivo de André y otros (2013), fue determinar si existía variación en el desempeño de la lectura en los distintos sistemas en estudio. La muestra de sujetos consistió en 46 estudiantes universitarios suecos con diferentes niveles de dominio sobre las matemáticas. Los resultados reportaron diferencias significativas en las variables dependientes entre los diferentes sistemas de representación, resaltando un mayor número y tiempo de fijación en las fórmulas matemáticas.

Otro estudio experimental relevante para esta investigación en cuanto a interacción de diferentes sistemas semióticos, es el de Acartürk, Taboada y Habel (2013). En él se indaga la referencialidad entre el sistema gráfico y el sistema verbal. El experimento consistió en la elaboración de tres condiciones distintas en las que se manipuló la mención del gráfico, el que normalmente se encuentra entre paréntesis en el sistema verbal. Las condiciones fueron las siguientes: a) la mención al gráfico en el sistema verbal se mantuvo como en el texto original, b) se dejó solo la mención al gráfico sin los paréntesis y c) se eliminó toda mención al gráfico en el sistema verbal. Este estudio tenía como objetivo dar cuenta de los diferentes mecanismos a los que recurrirían los lectores para dar coherencia a la interacción de ambos sistemas en las distintas condiciones.

En esta misma línea, Mason, Tornatora y Pluchino (2013) estudian la integración intersemiótica de la información entre dos sistemas en lectores de enseñanza escolar. El objetivo de este estudio fue determinar las estrategias que ponen en práctica los lectores inexpertos para integrar información desde dos fuentes, clasificando los resultados de acuerdo a la densidad de movimientos que van desde un sistema a otro. Los resultados de la investigación (Mason, Tornatora & Pluchino, 2013) fueron clasificados por grupos acorde al nivel de la densidad de los movimientos sacádicos integrativos entre ambos sistemas, resultando en tres los grupos distintivos, los que transitaban desde una alta a una baja densidad integrativa. En pruebas post-test se evidenció que los alumnos del grupo con mayor densidad integrativa tuvieron mejores resultados de comprensión.

De modo más específico en cuanto a la congruencia entre sistemas semióticos, destacamos el estudio de Acartürk (2009) quién aborda la representación escalar entre el

sistema gráfico y el sistema verbal, con el objetivo de medir el desempeño de un grupo de 52 sujetos al enfrentar textos multisemióticos con diferentes grados de congruencia. En este experimento, Acartürk (2009) diseñó cuatro condiciones sobre la acción de la línea gráfica para el sistema gráfico y dos condiciones sobre el tipo de adjetivo en el sistema verbal que refería a la acción de la línea del gráfico. Si bien los resultados no arrojaron diferencias estadísticamente significativas en todos los casos, las conclusiones determinan que los adjetivos en el sistema verbal influyen en la lectura de los distintos tipos de gráficos representados.

Otra investigación que aborda la congruencia intermodal es la de desarrollada por Morrow, D'andrea, Stine-Morrow, Shake, Bertel, Chin, Kopren, Gao, Conner-Garcia, Graulich y Murray (2012). En ella se manipula la información congruente entre el sistema verbal y el sistema gráfico en folletos de salud de adultos mayores, insertando dos imágenes junto a una explicación verbal de una enfermedad. Una de las imágenes tenía relación con lo descrito por el sistema verbal, ejemplificando a través de una ilustración el funcionamiento de la enfermedad; la otra imagen no guardaba ninguna relación con el sistema verbal y presentaba fotografías de personas. Los autores reportan que los lectores con mayor conocimiento de la enfermedad dieron cuenta de una mejor comprensión en los post-test, al mismo tiempo que dedicaron más tiempo en una segunda lectura de la imagen relevante que de la imagen no relevante.

Las investigaciones anteriormente reportadas elaboran sus textos experimentales desde la pregunta de investigación, seleccionando a partir de allí los distintos sistemas y relaciones que les interesa investigar. Los textos en estudio son construidos específicamente para probar las variables de investigación y no necesariamente han sido obtenidos desde contextos reales y ecológicos en donde circulan.

Para este estudio se optó por un camino un tanto diferente, ya que se partió de la descripción acuciosa de las características genéricas de un tipo de informe económico, el cual fue recolectado como parte de un corpus de lectura de estudiantes del área de economía en dos universidades chilenas (Parodi, Julio & Vásquez-Rocca, 2015). Desde este punto de vista, la construcción de los materiales de lectura para el experimento se basó en

un estudio de las características multisemióticas del género y de su organización retórico funcional, tomando en consideración los contextos de lectura en los cuales se desempeñan los sujetos de la investigación. Estas características genéricas han dado el marco para el desarrollo del objetivo de la presente investigación y, en función de ellas, se seleccionaron los textos para el experimento de lectura.

## 1.2. Algunas teorías de comprensión multisemiótica

Como se ha visto hasta el momento, la multisemiosis como fenómeno discursivo se ha explorado históricamente desde dos aristas: una arista social, con investigaciones enfocadas en la descripción y el funcionamiento de los diferentes sistemas semióticos, además de la identificación de los factores contextuales claves en la producción de textos multisemióticos, y una arista psicolingüística, con estudios que indagan la incidencia de las distintas composiciones multisemióticas de los textos en el procesamiento cognitivo de los lectores. En base a estos estudios, se han propuesto algunos modelos que provienen de la psicología del discurso y la psicolingüística y han desarrollado una base teórica que da cuenta de las diferentes formas de procesamiento cognitivo de los textos multisemióticos. A continuación, revisaremos algunos modelos que han atendido particularmente al estudio de la multisemiosis.

Una de las primeras propuestas que aborda la comprensión de textos multisemióticos es la desarrollada, en una primera instancia, por Pavio (1971, 1986) y luego por Sadoski y Paivio (2001). En esta teoría se intenta conectar dos tradiciones: la imaginería mental y el sistema lingüístico. Con esta unión se postula la construcción de un solo modelo que dé cuenta de los distintos tipos de procesamientos cognitivos que lleva cabo el lector al enfrentarse a textos multisemióticos. Este proceso de comprensión involucra dos tipos de representaciones o –como las denominan los autores- códigos mentales: uno verbal, llamado *logogens* y otro no verbal, específico al manejo de eventos no lingüísticos, llamado *imagens*. Para Sadoski y Pavio (2001), no existiría un nivel más profundo donde se integre la información procesada por medio de estos dos canales. Es más, se considera que ambos códigos funcionan de manera separada, existiendo limitadas instancias de interconexión.

Esta independencia en el funcionamiento de los distintos códigos mentales permitiría que ambos códigos funcionen en conjunto desde una concepción modularista de la comprensión.

Este modelo se ha ampliado y extendido en el transcurso de los años, culminando en un trabajo de Pavio (2007) en el cual se postula que las implicancias evolutivas del ser humano como especie favorecerían el tránsito desde un código no verbal a uno más simbólico o verbal, el que podría trabajar en conjunto con otros sistemas para codificar la información.

Por su parte, Mayer (2005) propone un modelo denominado Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedial (TCAM). Esta teoría se sostiene en tres supuestos principales: canal-dual (verbal y no-verbal), capacidad cognitiva limitada y procesamiento activo. Cada uno de estos supuestos permite concebir un modelo en que cada canal codifica independientemente la información para que se produzca, luego, una fase de integración. En este modelo se postula un principio, llamado el Principio Multimedial, el que implica una mejor comprensión de los textos cuando son procesados, en conjunto, códigos verbales y no verbales que al procesar alguno de estos códigos por separado. Esta idea promueve la construcción de textos desde dos códigos, abogando que existiría una mejor comprensión textual y, por lo tanto, un mejor aprendizaje al enfrentar a los lectores a imágenes y palabras. Según Mayer (2005), esto es posible gracias al establecimiento de relaciones entre las representaciones verbales y las representaciones no verbales, basadas en imágenes, postulando la integración de ambas fuentes de información como ayuda a un mejor aprendizaje.

Otra propuesta importante es el Modelo Integrado de Comprensión de Texto e Imagen (MICT&I), propuesto por Schnotz (2002) y Schnotz y Bannert (2003), el cual está basado en los trabajos previos de Sadoski y Pavio (2001). En este modelo se propone un nivel cognitivo y un nivel perceptual. Por un lado, el nivel cognitivo está compuesto por un canal pictórico y por un canal verbal, al igual que los modelos revisados más arriba, mientras que el nivel perceptual está compuesto por múltiples canales sensoriales. En este modelo, los lectores construirían dos tipos de representaciones: a) una representación

descriptiva, compuesta por el nivel proposicional del texto y b) una representación depictiva, compuesta por un modelo mental proveniente de la imagen. Para Schnotz y Horz (2010), el MICT&I difiere de los modelos descritos con anterioridad en este apartado, ya que relativiza el beneficio para la comprensión de dos códigos en el texto, es más, de acuerdo a Sweller (2005), la interacción de diversos sistemas combinados en un mismo texto puede producir efectos perjudiciales. Este efecto se denomina Efecto General de la Redundancia y establece que para lectores con un alto grado de conocimiento y experiencia en una temática determinada es más simple comprender textos compuestos por un solo código.

### 1.3. El sistema gráfico y los modelos de comprensión

El estudio de los gráficos ha sido ampliamente abordado, considerando su relevancia e impacto en la construcción del significado textual 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 este estudio se propone una semiología del sistema gráfico, describiendo detalladamente todos los elementos que lo componen. El valor del gráfico reside en sus características visuales, las que se clasifican en variables de tamaño, valor, granularidad, color, orientación y forma. A estas variables se deben agregar las dos dimensiones espaciales con las coordenadas ' $x,y$ ' propias del sistema gráfico. Bertin (1983) ofrece, además, una clasificación dentro de las dimensiones espaciales y, a partir de esta, 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 los 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. La presentación de información numérica a través de imágenes abstractas no representativas es una invención relativamente nueva en la

historia de la humanidad. 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 hacia una forma de presentar la información cuantitativa de manera clara y comprensible.

Es interesante notar que los gráficos cumplen un papel sumamente importante al representar información de manera visual y, de acuerdo a esto, se han elaborado modelos específicos para describir el procesamiento cognitivo de los lectores al extraer información y construir una representación mental a partir de este sistema. En este marco, Pinker (1990) establece que 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. La descripción visual es el producto del mecanismo de la percepción visual, donde se describe estructuralmente la escena. Esto es muy similar a una representación proposicional, ya que tiene una estructura clara con variables sustentadas en los elementos percibidos y contiene, además, predicados que especifican relaciones espaciales entre elementos. Mientras que el esquema gráfico es una activa e interrelacionada estructura de conceptos en la que se representa la información. En esta representación se traduce la información desde la descripción visual hacia la información conceptual. A pesar de que este modelo (Pinker, 1980) cuenta con más de 30 años, se mantiene sumamente vigente gracias a la gran cantidad de investigaciones que se han realizado siguiendo sus propuestas.

Winn (1994), por su parte, propone un modelo centrado en los diferentes sistemas de símbolos presentes en el sistema gráfico. La pregunta central de Winn (1994) está enfocada en cómo los lectores extraen información de los gráficos, distinguiendo las diferentes relaciones entre los distintos tipos de símbolos presentes en el sistema. Según Winn (1994), el sistema gráfico se compone en base a dos grupos de símbolos: 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 (distancias entre símbolos, dirección). Estas características del gráfico juegan un rol importante en

el proceso de comprensión de los lectores, ya que median la detección, identificación e interpretación, logrando así una interacción entre las características del sistema con los procesos perceptuales y cognitivos de los lectores.

Por otro lado, Shah (1997) toma y expande el modelo de Pinker (1990) y sostiene que la interpretación de gráficos comparte muchas de las características de la comprensión de textos escritos. En particular, se sostiene que la comprensión de gráficos involucra procesos cognitivos ascendentes y descendentes. Además, Shah (1997) propone la existencia de variaciones según las habilidades propias de cada lector al realizar 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. En este marco, describen los patrones y las duraciones de las fijaciones oculares de estudiantes universitarios al enfrentarse a la lectura de tres tipos de gráficos. Complementariamente, Shah y colaboradores (Sha, Mayer & Hegarty, 1999; Shah & Freedman, 2011) han continuado con la exploración de más 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 (Canham & Hegarty, 2010).

Desde estos marcos, existe gran diversidad de investigaciones empíricas basadas en la comprensión de gráficos, en las cuales se estudia –entre otros- el tipo de gráfico y el conocimiento previo (Zacks & Tversky, 1999; Canham & Hegarty, 2010; Goldberg &

Helfman, 2011), los procesos de integración de información específica de los gráficos (Shah, 1997; Ratwani, Trafton & Boehm-Davis, 2008) y los procesos de integración entre el sistema verbal y el gráfico (Habel & Acartürk, 2007; Acartürk, Habel, Cagiltay & Alcam, 2008; Holsanova, Holmberg & Holmqvist, 2009).

Ahora bien, tanto para los modelos de comprensión multimodal, multimedial o multisemiótica así como para los de comprensión de gráficos, se aplican las mismas críticas planteadas por Parodi y Julio (2015) en cuanto a la escasa aproximación crítica respecto del número y tipo de representaciones mentales involucradas en el procesamiento de textos multisemióticos. 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 imágenes gráficas.

Otra crítica a una parte de estas investigaciones es la utilización del término ‘texto’, usado como sinónimo del sistema verbal (e.g., Habel et al., 2007; Acartürk et al., 2008; Holsanova et al., 2009), al referirse a los elementos verbales en forma de párrafos o anotaciones que se presentan junto al gráfico. Algo similar sucede con el concepto de gráfico, el cual se usa ampliamente, tanto para referirse al sistema gráfico de representación (lo que involucra: esquemas, imágenes, mapas, gráficos informativos, ilustraciones o combinaciones de los anteriores, entre otros) como al artefacto multisemiótico mismo. Trickett y Trafton (2006) advierten, por otro lado, que en muchos de estos estudios se presentan limitaciones enfocadas principalmente en la simplicidad de los gráficos utilizados en los experimentos.

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, 2010, 2014; Parodi & Julio, 2015). En este sentido, los textos usados en este 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, 2010; 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”.

#### 1.4. Registro de movimiento ocular y los supuestos teóricos tras la medición de la lectura

Tal como afirman diversos investigadores, aunque la tecnología de registro de los movimientos oculares puede parecer muy reciente, dicha técnica para estudiar procesos de lectura cuenta con cerca de cien años (Jacob & Karn, 2003; Holmqvist, Nyström, Anderson, Dewhurst, Jarodska & van de Weijer, 2011; Liversedge, Gilchrist & Everling, 2013). La función de los sistemas de movimiento ocular 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 más nítidamente en cada fase de la lectura.

Entre muchas otras, existen tres medidas clásicas en cuanto al registro de los movimientos oculares durante el proceso de lectura: los movimientos sacádicos, las fijaciones y las regresiones. 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 de las letras que puede abarcar una sacada como respecto del tiempo de una fijación (Rayner, 1998; Hyönä, Radach, & Deubel, 2003; Rayner, Chase, Slaterry & Ashby, 2006; Holmqvist et al., 2011; Liversedge et al., 2013), debido fundamentalmente al grado de facilidad o dificultad que presente el 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 efectúan más movimientos de regresión. Resulta, entonces, extremadamente interesante tomar conciencia de que la anatomía y funcionalidades del ojo solo permiten al

cerebro registrar información a partir de una y otra fijación, pues durante la sacada misma el ojo permanece ciego; en otras palabras, durante los movimientos oculares, la visión está prácticamente suprimida, aunque los lectores no tengan conciencia de ello. Las aparentes pausas o relativas fijaciones no son tales, pues ellas se componen de movimientos aún más breves, denominados microsacadas.

Al respecto, Rayner et al. (2006) precisan que, cuando los niños comienzan a leer, sus fijaciones tienden a ser más largas (350 ms) y suelen realizar tres o cuatro fijaciones por palabra y más del 30% de estas fijaciones son regresiones. Según señalan Rayner (1998) y Rayner et al. (2006), basados en diversos estudios empíricos, estas medidas tienden a reducirse progresivamente a medida que los lectores crecen y adquieren mayores habilidades de lectura, aunque ellas siempre dependerán del tipo de material que sea procesado y de su grado de novedad y de dificultad.

No obstante lo anterior, es fundamental comprender que, como muy claramente declaran Rayner et al. (2006), raramente los movimientos oculares son la causa misma de problemas de lectura. Estos movimientos y las medidas que se hacen de ellos constituyen solo el reflejo de las dificultades que determinados grupos de lectores pueden eventualmente encontrar al leer y comprender un texto de determinada materia y de pertenencia a un género del discurso específico. Es, entonces, el investigador quien infiere a través de estas medidas estadísticas, basadas en los movimientos oculares, los eventuales problemas de procesamiento de lectores más o menos expertos en la codificación y comprensión de un texto. Para ello, el investigador se vale no solo de estas medidas estadísticas sino que de otros tipos fundamentales de información concurrente, tal como descripciones previas del tipo de la estructura y organización textual del pasaje a ser leído y de diversos otros instrumentos como pruebas de comprensión en formato papel o digital, entrevistas, grupos focales, etc. 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 robustas y certeras, las cuales permitan interpretar adecuadamente los datos obtenidos por medio de esta técnica de investigación.

Tal como ya se ha señalado, la literatura especializada acerca de movimientos oculares registra una cantidad impresionante de posibles diversas 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; Hyönä et al., 2003; Richardson & Dale, 2005; Holmqvist et al., 2011; Liversedge et al., 2013), dependiendo –ciertamente- de las necesidades y objetivos del investigador. 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:** ellas dicen relación con propiedades de los movimientos de los ojos, tales como dirección, amplitud, duración, velocidad, aceleración, forma, orden y transición del ‘área de interés’ (AOI del inglés).
- b) **Medidas de posición:** ellas se refieren a las propiedades de la fijación de la mirada, tales como posición, dispersión, similitud, duración y dilatación.
- c) **Medidas de número:** ellas dicen relación, ya sea con el número absoluto, la proporción o la tasa de los eventos contables de los movimientos oculares. Este tipo de mediciones de ‘conteo-de-eventos’ (*event-counting measures*) se ha empleado muy tempranamente en la investigación de movimientos de los ojos. Las medidas más utilizadas en la literatura son los movimientos sacádicos, las fijaciones y las regresiones.
- d) **Medidas de latencia:** ellas se refieren, por una parte, a la medición de la diferencia de tiempo entre dos eventos, tal como entre el inicio de un estímulo y el inicio de la primera sacada. También se refiere a la medición de la distancia, por medio de la comparación de dos entidades simultaneas separadas en el espacio, por ejemplo, ojo derecho y ojo izquierdo.

Tanto Hyönä et al. (2003), como Rayner et al. (2006) y Holmqvist et al. (2011), entre otros investigadores del área, 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.

### 1.5. Movimientos oculares y procesamiento cognitivo

Las técnicas de movimientos oculares han permitido desarrollar conocimiento científico robusto acerca de una amplia variedad de procesos mentales (entre otros, Just & Carpenter, 1976; Fischer, 1998; Rayner, 1998; Richardson & Dale, 2005; Holmqvist et al., 2011; Liversedge et al., 2013; Radach & Kennedy, 2004). 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, podemos estudiar indirectamente los procesos de lenguaje y cognición subyacentes a la mirada del lector (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”. Esto implica que la interpretación en todos los niveles del procesamiento no es aplazada, sino que se lleva a cabo tan pronto como sea posible.

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 sentido, los conceptos correspondientes a dos palabras diferentes pueden ser comparados entre ellos. Desde este marco, Just y Carpenter (1980) emplean ambos supuestos para, basados en la duración de las miradas durante la lectura con medidas cuantitativas objetivas en tiempo real de los movimientos oculares, llegar a proponer los fundamentos de uno de los modelos pioneros de lectura y de tremendo impacto en la investigación del área, los cuales continúan vigentes hoy en día.

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 definitivamente uno de los mejores métodos disponibles para estudiar los procesos cognitivos reales de lectura en línea (Just & Carpenter, 1980; Rayner, Pollatsek, Ashby & Clinton, 2012). Existen, de hecho, otros métodos útiles, pero usualmente tienden a obstaculizar demasiado el proceso normal de lectura silenciosa y, por tanto, es probable que los resultados se vean influidos por dichos procedimientos (Rayner et al., 2012).

## 2. Metodología

### 2.1. Diseño experimental

El experimento consistió en un diseño de medidas repetidas balanceado o diseño intrasujeto simple (Kuehl, 2001) con una variable experimental denominada ‘congruencia’. Bajo este diseño todos los sujetos pasan por los mismo textos y condiciones. Para el análisis estadístico se usó la prueba no paramétrica test de Friedman, equivalente a la prueba no paramétrica Anova.

### 2.2. Objetivos e hipótesis de investigación

El objetivo de esta investigación es determinar si la No-congruencia entre los sistemas verbal y gráfico influye en las mediciones de lectura de una muestra de estudiantes universitarios del área de economía.

Las hipótesis que subyacen a este estudio son 3:

**Hipótesis 1:** Existirá diferencia en los tiempos de la primera lectura en los sistemas verbal y gráfico en estudio entre los textos Congruentes y No-congruentes.

**Hipótesis 2:** Existirá diferencia en los tiempos de la segunda lectura en los sistemas verbal y gráfico entre los textos congruentes y No-congruentes.

**Hipótesis 3:** Existirá un mayor número de transiciones integrativas en los textos No-congruentes que en los texto congruentes.

### 2.3. Equipo de registro de movimiento ocular

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 movimientos binoculares. En el experimento diseñado, se llevó a cabo un registro monocular a una frecuencia de muestreo de 500 Hz.

El Eye Link II funciona a partir de dos computadoras, en las cuales se realiza, conjuntamente, la calibración y la ejecución del experimento y el registro de los datos. 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. El experimento se efectuó en un espacio con condiciones técnicas óptimas de luminosidad y silencio, tal como recomiendan Holmqvist et al. (2011) para evitar la distracción y de los sujetos.

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. Sujetos de la muestra

La muestra de sujetos para el estudio consistió de 16 estudiantes de pregrado de la carrera Ingeniería Comercial de una universidad chilena. Todos recibieron incentivo económico por su participación. Sus edades fluctúan entre los 20 y 24 años, con una media de 22,5 años.

Todos los sujetos tienen visión 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 se aplicaron 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, mientras el otro entrevistador era el encargado de la instalación del eyetracker, uso de la mentonera, la calibración y la ejecución del experimento propiamente tal. De este modo, cada encargado podía focalizar sus tareas debidamente y atender a sus obligaciones con el tiempo requerido. En un comienzo, los participantes recibieron instrucciones detalladas acerca de los procedimientos y de los objetivos generales del experimento mediante un protocolo estandarizado que buscaba aportar información de modo homogéneo a todos los sujetos. 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 mismo.

El experimento consistió en un diseño autoadministrado (lectura autocontrolada) con tiempo indefinido para su ejecución. Ello implica que los sujetos manejaban el tiempo de lectura de los textos, y solo cuando estimaban adecuado, procedían a autoadministrarse el siguiente texto. Al concluir la entrevista, se les explicitaba con detalle el objetivo de la investigación, se les agradecía su participación y se les pagaba la suma previamente acordada.

## 2.6. Materiales

En la fase de registro de lectura se presentó a los estudiantes ocho textos, de los cuales cuatro eran textos críticos y cuatro distractores. Se tomó registro de los cuatro textos críticos para realizar el análisis, mientras que la función de los cuatro distractores fue evitar que los estudiantes notaran las variables en estudio. 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). Ahora bien, con el fin de evitar alguna de las posibles debilidades identificadas en la literatura especializada para este tipo de diseño

(Duchowski, 2007; Holmqvist et al., 2011; Pagano, 2011), se decidió organizar el experimento con un modelo de aleatorización contrabalanceada de los cuatro textos en estudio. Al respecto, Duchowski (2007) propone como técnica de aleatorización utilizar el ‘cuadrado latino’. Ello con el fin de evitar el denominado ‘efecto del orden’ en la presentación de los diversos textos. A este efecto se le suele atribuir posibles incidencias en aprendizaje, reconocimiento o memoria de leer los diferentes estímulos del experimento.

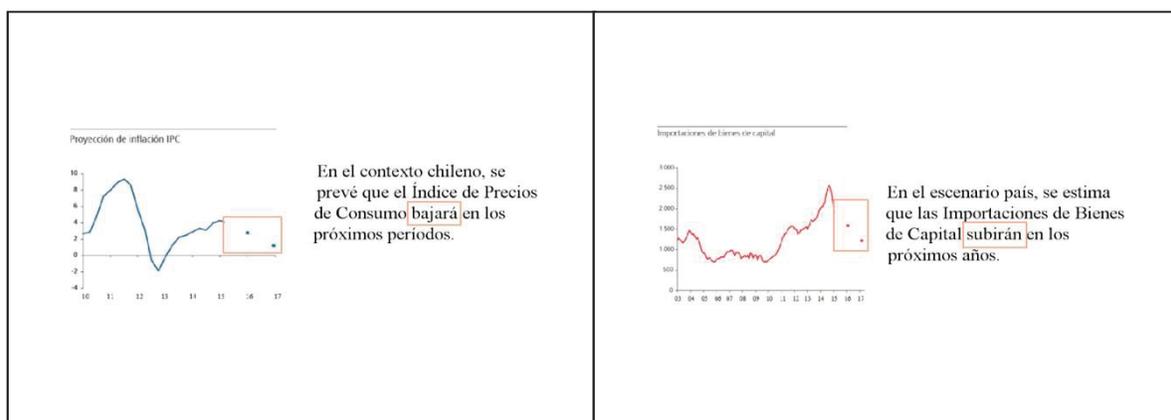
Todos los textos que se presentaron estaban compuestos por dos sistemas semióticos: el sistema verbal y el sistema gráfico. Además, en cada sistema se ejecutaba el paso retórico Proyección, propia del género Informe de Política Monetaria (IPOM). Cada texto fue cuidadosamente equilibrado, tanto en el 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 texto. 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 se extendiera la misma cantidad de años. Todos los artefactos seleccionados corresponden al de tipo gráfico de diagrama ortogonal, según la clasificación de Bertin (1983). Todos los textos, así como sus sistemas constituyentes, fueron dimensionados en un mismo tamaño y se ubicaron siempre al centro de la pantalla.

A dos textos en estudios se les realizó una modificación, específicamente en la acción del indicador económico en los dos sistemas semióticos que constituían los textos.

Los textos proyectaban el comportamiento de indicadores económicos en el tiempo, por ejemplo, el PIB o el IPC. Tanto en el gráfico y como en las palabras se explicitaba la acción de este indicador. En el sistema verbal se realizaba esto por medio de los verbos ‘bajará’ o ‘subirá’, mientras que en el sistema gráfico se hacía por medio de líneas punteadas sobre los años futuros del eje x. La modificación de la variable experimental se realizó en este paso retórico con la intención de generar dos condiciones:

- a. **Congruencia entre Sistemas Verbal y Sistema Gráfico.** En dos textos la acción del indicador era congruente entre el sistema verbal y el sistema gráfico.
- b. **No-congruencia entre Sistemas Verbal y Sistema Gráfico.** En dos textos la acción de indicador no era congruente entre el sistema verbal y el sistema gráfico.

A continuación, en la Figura 1, se presentan como ejemplo un texto Congruente y un texto No-congruente, usados en el estudio. Están marcadas las secciones donde se ejecuta el paso retórico proyección, tanto en el sistema verbal como en el sistema gráfico. El orden de ambos sistemas se mantuvo constante en todo los textos, como se presenta en la Figura 1 a continuación. Esta decisión se tomó luego de estudiar el factor orden entre los sistemas verbal y sistema gráfico (Parodi & Julio, en prensa). En este estudio se presentó a un muestra de sujetos textos compuestos por gráficos y palabras en dos configuraciones: verbal-gráfico y gráfico-verbal. Se determinó que el orden en que se presentan los sistemas semióticos no presenta indecencias ni en los tiempos de lectura ni en el número de fijaciones.



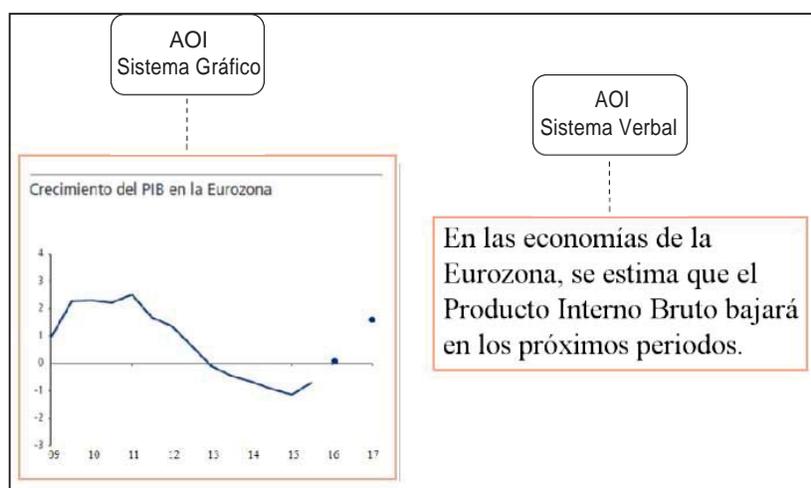
**Figura 1.** Ejemplo de dos textos con las dos condiciones en estudio: Congruente y No-congruente.

Los textos fueron extraídos de la macromovida Proyección y Constatación un corpus de textos pertenecientes al género IPOM (Parodi, Julio & Vásquez-Rocca, 2015). En esta macromovida, Vásquez-Roca (2014) identificó el mayor número de gráficos presentes en los textos del corpus; complementariamente, esta movida retórica contribuye

importantemente 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, Julio & Vásquez-Rocca, 2015).

## 2.7. Definición de las áreas de interés

Las AOI's fueron segmentadas manualmente empleando el programa Data Viewer. Ellas se definieron en función de los dos sistemas semióticos (gráfico y verbal) presentes en todos los textos. Las AOI's así segmentadas se definieron como las AOI's correspondientes a los sistemas semióticos verbal y gráfico. A continuación, en la Figura 1, se pueden observar las dos AOI's segmentadas para el estudio.



**Figura 2.** Ejemplo de las áreas de interés utilizadas en el estudio

Estas AOI's 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. No se seleccionaron AOI más pequeñas específicas para el indicador ya que el objetivo de la investigación es observar la integración entre dos sistemas semióticos. Más aún, como cualquier AOI más pequeña debería ser contenida por una AOI mayor, las

diferencias esperadas en cualquiera de las AOI pequeñas debería también sumarse a la AOI que la contiene.

## 2.8. Variables dependientes – Medidas del eyetracker

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 tres tipos de mediciones:

- a) Tiempo promedio de la primera lectura (*first-pass dwell time*)
- b) Tiempo promedio de la segunda lectura (*second-pass dwell time*)
- c) Transiciones de integración intersistema

El tiempo de la primera lectura es la suma del tiempo de todas las fijaciones en un AOI hasta el momento que el ojo deja esa AOI particular para realizar una fijación en otro lugar del texto. El tiempo de la segunda lectura o relectura, se obtiene al sumar el tiempo de todas las fijaciones al reingresar a un AOI determinada. Ambos datos se promediaron por el número de AOI en el que fueron medidos por cada condición. Estas mediciones indican procesos cognitivos diferentes en la lectura. Mientras que la primera lectura da cuenta de procesos léxico-semánticos como procesos cognitivos de menor nivel (Duchowsky, 2007), la segunda lectura evidencia procesos pragmáticos de reinterpretación y coherencia (Hyönä et al., 2003).

Las transiciones integrativas se establecen al contabilizar todos los movimientos sacádicos que se desplazan de una AOI a otra, en este caso los sistemas semióticos que componen el texto. Entonces, cada vez que la mirada del sujeto se mueve desde un sistema a otro es contabilizado como una ocurrencia. Estos movimiento sacádicos entre sistemas semióticos revelan las estrategias de integración del lector para construir una representación global del texto multisemiótico (Mason et al., 2013).

Todos los registros fueron identificados y extraídos desde el programa Data Viewer del sistema Eye Link II. Estas planillas de registros fueron, posteriormente, reorganizadas y se seleccionó solo la información requerida para esta investigación. Todos los datos fueron finalmente exportados al Programa R para los cálculos estadísticos pertinentes.

### 3. Resultados

En este apartado se presentarán los resultados descriptivos de cada variable dependiente junto a su respectivo análisis estadístico en función a las hipótesis de investigación.

#### 3.1. Primer Análisis: resultados del tiempo promedio de la primera lectura

##### 3.1.1. Análisis descriptivo

A continuación se presentan los datos descriptivos de la primera lectura, separados por cada condición y AOI en estudio. La intención es comparar si existen diferencias entre los textos Congruentes y los No-congruentes dentro las AOI sistema gráfico y sistema verbal.

Medida	AOI	Condición	Media	Desv. Típica	Mediana	Mínimo	Máximo	Asimetría	Curtosis
Tiempo promedio primera lectura	Sist. Gráfico	Congruente	816.75	601.16	564	152	1696	0.32	-1.76
		No-congruente	899.5	604.12	745	222	2242	0.76	-0.71
	Sist. Verbal	Congruente	2127.25	1508.2	1981	328	6390	1.2	1.39
		No-congruente	2520	1761.59	2570	254	5896	0.22	-1.18

**Tabla 1.** Resultados Descriptivos para el tiempo promedio de la primera lectura por AOI gráfico y verbal, comparando condición Congruente y No-congruente.

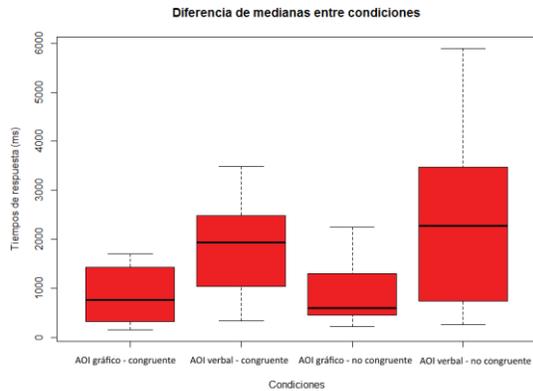
En la Tabla 1 se han considerado algunos índices descriptivos que tienen por fin evitar la influencia de valores atípicos, comunes en los análisis del tiempo de la primera lectura.

A pesar que se pueden observar diferencias en las medias entre las condiciones Congruentes y No-congruentes para cada AOI, el tamaño de las desviaciones estándar relativiza estas diferencias. Esto es más evidente en la AOI sistema verbal, donde se aprecian desviaciones típicas mayores.

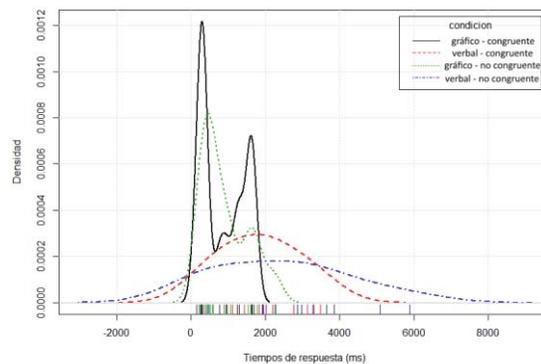
La asimetría y la curtosis reportados en la Tabla 1, son medidas descriptivas o coeficientes estadísticos que brindan información sobre la forma de la distribución. La asimetría informa sobre el grado de sesgo de una distribución observada con respecto a la Normal. Los valores negativos indican sesgo o asimetría negativa (la cola de la distribución se estira hacia valores bajos de la distribución) y los valores positivos indican sesgo o asimetría positiva (la cola de la distribución se estira hacia valores altos de la distribución). La curtosis, por su parte, indica el grado de apuntamiento (altura) que tiene una distribución. Los valores negativos indican un apuntamiento menor a la Normal y, en consecuencia, colas más largas en los extremos y los valores positivos un apuntamiento mayor al de la Normal. Todo lo anterior, asumiendo como modelo inicial una distribución Normal. Tanto la asimetría como la curtosis brindan una indicación de la Normalidad o no Normalidad de una distribución, que tiene relevancia al momento de evaluar los supuestos que condicionan el uso de determinadas pruebas estadísticas.

En los índices descriptivos de la Tabla 1 se observa que en todas las condiciones hay desviaciones respecto de la simetría y el apuntamiento, lo que indica, de modo preliminar, que las distribuciones son No normales. En suma, el resultado obtenido ofrece una evaluación preliminar que indica alguna diferencia entre condiciones, relativizada por desviaciones estándar grandes y una evidencia general de que las distribuciones son No normales.

Una aproximación gráfica a los resultados puede brindar una visión complementaria más informativa que la Tabla 1 con índices descriptivos. En la Figura 2 se presenta, a la izquierda, un gráfico de cajas y bigotes que dispone las medianas de cada condición y AOI (en torno a ella el límite superior de caja marca el cuartil 1 y el límite inferior de la caja el cuartil 3. Los 'bigotes' en este caso, definen el valor mínimo y máximo de la distribución de tiempos de respuesta) y, a la derecha, un gráfico de densidad con las distribuciones por condición y AOI.



Diagramas de caja por condición



Gráficos de densidad por condición.

**Figura 3.** Representación gráfica de los datos descriptivos del tiempo de la primera lectura por condición y AOI

En ambos gráficos de la Figura 3 se aprecian las diferencias en el tiempo de la primera lectura por condición. En ambos casos no hay diferencias relevantes entre condiciones gráficas. Esta diferencia es mayor al comparar entre condiciones verbales y gráficas y, en particular, diferencias pequeña entre la condición verbal Congruente y No-congruente. El gráfico de densidad permite observar la No normalidad de las distribuciones y la evidente ausencia de homogeneidad en varianzas.

### 3.1.2. Análisis inferencial

En este análisis no fue posible utilizar directamente aproximaciones paramétricas como, por ejemplo, el análisis de varianza, ya que las distribuciones de las variables no son Normales. Más aún, la estructura de medidas repetidas impone una aproximación que requiere asumir que los valores obtenidos para cada observación no son independientes.

De esta forma, se hace necesario aportar evidencia sobre el cumplimiento o no de los supuestos que sustentan la aplicación de los estadísticos paramétricos. Al evaluar la Normalidad y en consonancia con lo observado en el análisis descriptivo, la prueba de Shapiro-Wilk, informa que sólo las distribuciones asociadas con la No-congruencia cumplen con el supuesto, en la AOI verbal ( $W = 0.894$ ,  $p=0.065$ ) y la AOI gráfico ( $W = 0.944$ ,  $p=0.411$ ). Respecto de la homogeneidad, aplicada la prueba de Levene, también se determinó la heterocedasticidad de los datos ( $F(3,56)=6.911$ ,  $p<0.001$ ).

Como resultado del análisis de supuestos, se opta por aplicar una prueba no paramétrica que permita aportar evidencia a la Hipótesis de investigación 1: Existirá diferencia en los tiempos de la primera lectura en los sistemas verbal y gráfico en estudio entre los textos Congruentes y No-congruentes. En este caso, se utilizó el test de Friedman, que permitió determinar una diferencia estadísticamente significativa entre condiciones ( $\chi^2 = 13.35$ ,  $p < 0.01$ ). No obstante, para determinar entre qué condiciones se presentan dichas diferencias, es necesario aplicar una prueba post hoc (Hothorn, Hornik, van de Wiel, & Zeileis, 2008). En la Tabla 2 se muestran los resultados del contraste que se sustenta en la hipótesis nula de simetría entre medidas repetidas.

Comparación por condición y AOI	Valor – p
AOI gráfica – no congruente - AOI gráfica – congruente	0.76
AOI verbal – no congruente - AOI verbal – congruente	1.00
AOI verbal – no congruente - AOI gráfica – congruente	0.02
AOI gráfica – no congruente - AOI verbal – congruente	0.33
AOI verbal – congruente - AOI gráfica – congruente	0.04
AOI verbal – no congruente - AOI gráfica – no congruente	0.26

**Tabla 2.** Comparaciones post hoc entre condiciones experimentales

Dado que el valor de la prueba de simetría general asintótica inicialmente aplicada ( $\max T = 2.828$ ,  $p < 0.05$ ) rechaza la hipótesis nula, es posible asumir que, en efecto, los valores para cada condición difieren y, tal como se aprecia en la Tabla 2, esas diferencias están presentes entre las AOI verbal congruente y AOI gráfica congruente y también entre AOI verbal no congruente y gráfica congruente. Sin embargo, no existen diferencias entre las condiciones Congruentes y No-congruentes, cuando se evalúa sólo en condición AOI verbal o bien la condición AOI gráfica. De esta forma, la hipótesis 1 se rechaza. En los gráficos de la Figura 4 se presenta información sobre las comparaciones entre condiciones que complementa la información de la Tabla 2.

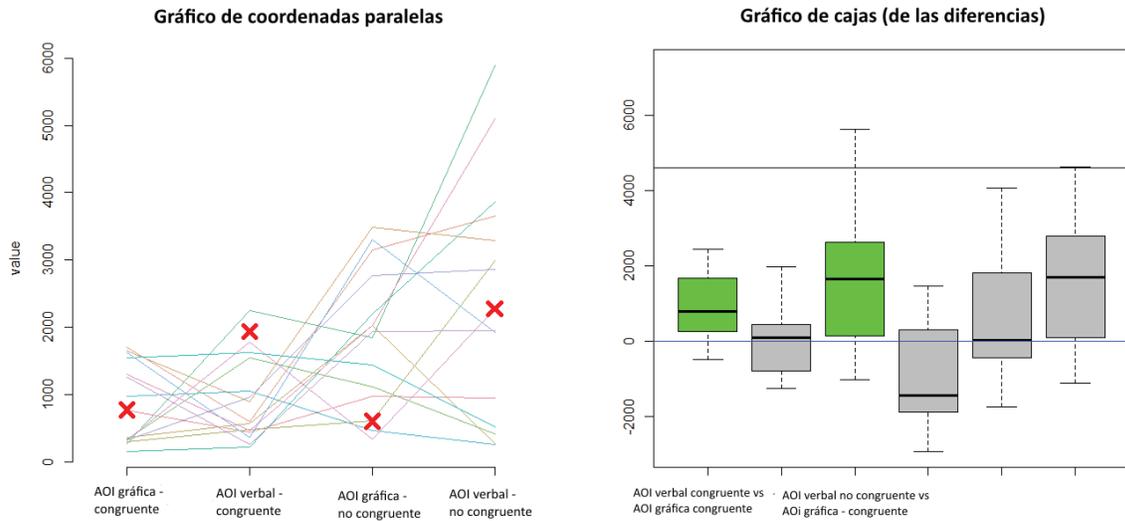


Gráfico de coordenadas paralelas

Gráfico de cajas para las diferencias entre medianas (sólo se indican las diferencias estadísticamente significativas)

**Figura 4.** Representación gráfica del análisis inferencial del tiempo promedio de la primera lectura por condición y AOI

El gráfico de la izquierda de la Figura 4 permite observar los tiempos de respuesta para cada sujeto en cada una de las condiciones y AOI en estudio, con lo que es posible tener una noción del comportamiento general de los sujetos evaluados. Las X marcan las medianas por condición y AOI. En el gráfico de la derecha, se disponen los diagramas de caja pero de las diferencias entre condiciones. Se aprecia una línea media que indica diferencia igual a cero. Las diferencias entre condiciones significativamente distintas de cero están marcadas en color verde. Las que no, en gris (fácil de apreciar, pues se posicionan cerca o encima del eje de valor cero).

### 3.2. Segundo análisis: resultados del tiempo de duración de la segunda lectura

#### 3.2.1. Análisis descriptivo

En este segundo análisis se comparan los resultados de la segunda lectura entre la condición Congruente y No-congruente tanto para la AOI gráfica como la AOI verbal. Se intenta aportar evidencia para la Hipótesis 2: Existirá diferencia en los tiempos de la

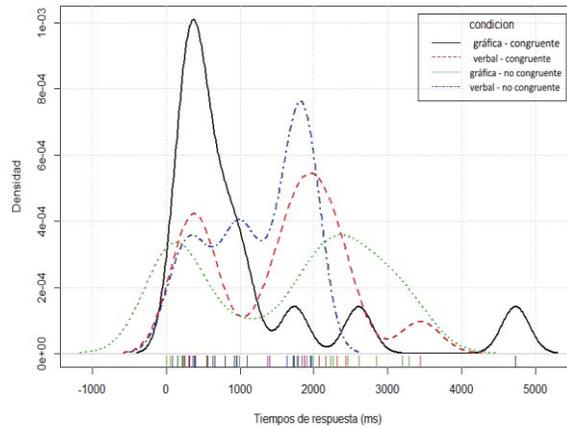
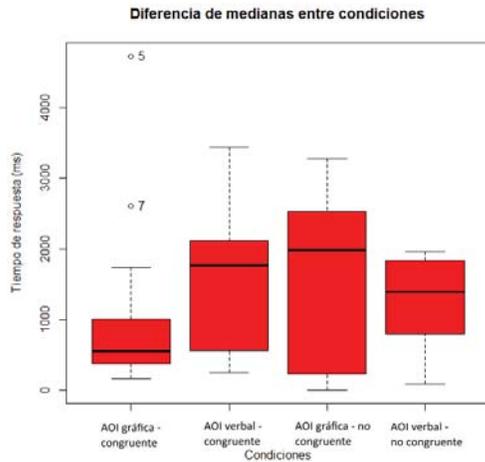
segunda lectura en los sistemas verbal y gráfico entre los textos congruentes y No-congruentes. A continuación, se presenta la Tabla 3 con los resultados descriptivos.

Medición	AOI	Condición	Media	Desv. Típica	Mediana	Mínimo	Máximo	Asimetría	Curtosis
Tiempo promedio segunda lectura	Sist. Gráfico	Congruente	964.25	1197.6	475	152	4734	2.03	3.43
		No congruente	1825.75	1456.08	2104	0	4994	0.28	-0.85
	Sist. Verbal	Congruente	1433.25	989.33	1703	84	3442	0.13	-1.15
		No congruente	1314.38	703.76	1514	86	2450	-0.29	-1.3

**Tabla 3.** Resultados Descriptivos para el tiempos promedio de la segunda lectura por AOI gráfico y verbal, comparando Congruencia y No-congruencia.

Con estos datos, se observa que existe diferencias marcadas únicamente en la AOI gráfica, donde la condición Congruente evidencia menos del doble de tiempo que la condición No-congruente. Sin embargo, al observar los mínimos y máximos en cada condición, se detecta un valor cero. Dicho valor incrementa dramáticamente la dispersión de los datos, lo que explica la enorme diferencia en las desviaciones típicas.

Tal como está, el resultado no ofrece claridad y es posible que, a pesar de las diferencias en medias, contrastes ulteriores sobre los datos no corroboren el hallazgo. Como en el caso anterior, la asimetría y la curtosis también informan de sesgo y apuntamiento y la evidente No normalidad de la distribución de los datos. Se presenta, a continuación, la Figura 5 con gráficos de diagramas de cajas y densidad, tal como que se mostraron para el primer análisis.



Diagramas de caja por condición Gráficos de densidad por condición  
**Figura 5.** Representación gráfica de los datos descriptivos del tiempo de la segunda lectura por condición y AOI

Al observar las medianas del diagrama de cajas en la Figura 5 es posible volver a detectar las mismas diferencias de importancia entre las condiciones gráficas y verbales, revelando tiempos de lectura dispares. La AOI gráfica No-congruente tiene la mayor mediana, seguida de la condición verbal congruente. Sin embargo, las diferencias no son claras pues la concentración de los datos en torno a las medianas es amplia y todas las condiciones se solapan. Esta situación es corroborada por los gráficos de densidad en la Figura 5, donde se aprecia con claridad el solapamiento de las distribuciones y a la vez, la ausencia de normalidad y homocedasticidad. En algunos casos es posible observar bimodalidad. La bimodalidad es una característica de la curtosis y ocurre cuando en un mismo valor se alcanzan dos apuntamientos de altura similar en la dispersión de los datos.

### 3.2.2. Análisis inferencial

Como en el caso anterior, también se corroboraron los supuestos estadísticos a la base de contrastes paramétricos, aun cuando las evidencias gráficas (Figura 5) brindan información ilustrativa respecto del comportamiento de los datos.

La prueba Shapiro-Wilk que contrasta la hipótesis de Normalidad de la distribución de puntuaciones, debiera ser rechazada en todos los casos, aunque no ocurre así, pues dado que muchas de las distribuciones son bimodales, la prueba detecta la presencia de simetría. Ocurre así con todas las distribuciones a excepción de la condición AOI gráfica congruente, que es efectivamente detectada como no Normal ( $W = 0.673$ ,  $p < 0.00001$ ). Por la misma razón, la prueba de Levene no permite rechazar la hipótesis nula de igualdad de varianzas para la variable tiempo de la segunda lectura ( $F(3, 56) = 1.086$ ,  $p = 0.362$ ).

De acuerdo a la evidencia, nuevamente se opta por aplicar el contraste no paramétrico del test de Friedman con objeto de establecer si existen diferencias estadísticamente significativas entre las condiciones. Dado el resultado obtenido ( $\chi^2 = 2.625$ ,  $p = 0.453$ ), no se puede rechazar la hipótesis nula de igualdad entre las condiciones. El test de simetría general tampoco fue significativo ( $\max T = 1.414$ ,  $p = 0.4904$ ), lo que corrobora el resultado anterior y hace innecesario el contraste post hoc o pruebas no planeadas.

### 3.3. Tercer análisis: resultados de las transiciones integrativas

El tercer análisis en la investigación propuesta establece la hipótesis 3: Existirá un mayor número de transiciones integrativas en los textos No-congruentes que en los textos congruentes. El análisis descriptivo de la diferencia puede apreciarse en la Tabla 3.

	Regresión		
Congruencia	No	Sí	Total
Congruente	92.7	7.3	100
No congruente	92.9	7.1	100

**Tabla 3.** Porcentaje de regresión en función de condición de congruencia.

Tal como se aprecia, no es posible establecer diferencias entre la proporción de regresiones observadas en función de la condición de Congruencia o No-congruencia, pues los porcentajes informados en cada caso son muy similares y varían por apenas algunas centésimas.

Como es de esperarse, la prueba estadística utilizada, el test de diferencia de proporciones para dos muestras, no permite rechazar la hipótesis de diferencia de proporciones entre las condiciones ( $\chi^2=0.047$ ,  $p=0.826$ ,  $IC_{2.5\%}=-0.019$ ;  $IC_{97.5\%}=0.015$ ), de esta forma no se corrobora la hipótesis 3 del estudio.

#### 4. Discusión

Los resultados obtenidos y los posteriores análisis estadísticos concluyeron que no existen diferencias estadísticamente significativas para ninguna de las comparaciones realizadas en base a las hipótesis propuestas en este estudio. Dicho de otra forma, ninguna de las variables dependientes presentó diferencias entre los textos Congruentes y los textos No-congruentes.

En la primera lectura no se registraron diferencias estadísticamente significativas entre los textos Congruentes y los No-congruentes en cada AOI. De acuerdo a la bibliografía, estos datos son consistentes, ya que en una primera lectura se construye una base textual (Mason et al., 2013; Rayner, Rotello, Stewart, Kéfir & Duffy, 2001) y, en el caso de esta investigación, esta base textual se midió a nivel de la primera lectura de las AOI's por separado. La incongruencia en los textos en estudio se encontraba entre los sistemas semióticos, por lo que sería necesaria una lectura del sistema adyacente, saliendo de la AOI primeramente leída, para reconocer que hay inconsistencias entre ambas. Esto no implicaría mayores tiempos de la primera lectura en la condición No-congruente, ni tampoco en los textos Congruentes en esta primera lectura. El supuesto de este estudio es que al salir de una AOI para observar la AOI contigua se reconocería la incongruencia, obligando al lector a volver a la AOI leída en primera instancia para corroborar la información. Esto elevaría los tiempos de la segunda lectura en las AOI de los textos No-congruentes y, al mismo tiempo, aumentaría las transiciones integrativas. Los estudios que abordan la relectura o

segunda lectura de los textos sugieren que los lectores crean una representación textual durante la segunda lectura del texto (Hyönä et al., 2003, Morrow et al., 2012).

Sin embargo, de acuerdo a los resultados obtenidos del tiempo de la segunda lectura, la comparación de las diferentes AOI en cada condición no mostraron diferencias estadísticamente significativas. Del mismo modo, las transiciones integrativas tampoco arrojaron diferencias al ser comparadas entre condiciones por cada AOI. Esto da cuenta que los lectores no realizaron más movimientos sacádicos de un sistema semiótico a otro, ni aumentaron los tiempos de la segunda lectura en textos No-congruentes como era esperado en la hipótesis 2 y 3 del estudio.

Los sujetos de este estudio tienden a enfocarse más tiempo en el sistema verbal al leer textos multisemióticos que en el sistema gráfico, como así lo reportan algunas investigaciones, en concordancia con los datos obtenidos en este estudio (Hegarty & Just, 1993; Rayner et al., 2001; Parodi & Julio, en prensa). Los lectores con mayor conocimiento disciplinar pueden estar especialmente enfocados por el sistema verbal al leer textos multisemióticos, ya que pueden usar su conocimiento previo para crear el modelo de situación, sin poner demasiada atención a los gráficos que acompañan al sistema verbal en el texto (Hegarty & Just, 1993).

Una de las interpretaciones para estos resultados puede aportarla un estudio similar de Parodi y Julio (en prensa), en el cual se comprobó la predominancia del sistema verbal sin importar el orden de presentación de los sistemas verbal y gráfico (sistema verbal primero a la izquierda o *viceversa*). Estos resultados pueden relacionarse con la concepción de los sujetos de una centralidad del sistema verbal, esto es, la importancia que le otorgan a las palabras para asignar el sentido y veracidad de un texto. Tanto por los resultados empíricos como por las concepciones declaradas por los estudiantes en el estudio (Parodi & Julio, 2016), puede resultar que los sujetos no detectan la incongruencia dado que leen primero y con mayor exclusividad las palabras y desde las palabras construyen su representación mental del significado textual. Entonces acuden en menor grado al sistema gráfico y dado que ponen menor atención en este, la incongruencia no se les revela. Del mismo modo, tampoco van a una verificación de la información desde el sistema gráfico al sistema

verbal, estos resultados estarían en la línea con el efecto de la redundancia propuesto por Schnotz (2005).

A pesar de los resultados estadísticos, vale la pena mencionar el alto valor en términos de medias de la AOI gráfica en la condición No-congruente en la variable dependiente tiempo de la segunda lectura. Comparada la AOI del sistema gráfico por cada condición, la AOI No-congruente es casi el doble mayor (1825,75 ms) que la AOI gráfica de los texto Congruentes (964,25 ms), como lo reporta la Tabla 2. Si bien en la posterior prueba estadística esto no arrojó diferencias significativas, vale la pena indagar el por qué este alto valor, muy diferente a los demás valores registrados.

La tarea de lectura que se pidió a los sujetos es compleja, ya que requiere de la ejecución de diversos procesos cognitivos para construir una representación del texto. Esto implica que los valores de una segunda lectura van a estar sujetos a las decisiones sobre las estrategias de lecturas llevadas a cabo por los lectores en estudio.

Es importante mencionar que el comportamiento de la curtosis de las AOI gráficas en una primera lectura indica que un grupo de sujetos realizó una primera lectura muy breve, mientras otro grupo de sujetos realizó una primera lectura más extendida (mostrando algún grado de bimodalidad en la distribución de los datos), como se puede apreciar en el gráfico de densidad de la Figura 5. Esto se diferencia ampliamente de la curtosis de las AOI verbales que solo tuvo un apuntamiento y este fue más achatado. Estos datos muestran que en la AOI gráfica es posible hacer una primera lectura muy breve para luego salir a otra AOI, mientras que en la AOI verbal no se distinguen grupos en la dispersión de los datos, ya que la dispersión de los datos del tiempos de lectura fue más uniforme. Esto confirmaría la predominancia y poder de atracción gravitatorio que ejercen las palabras sobre los ojos, propuesta en Parodi y Julio (en prensa); el sistema verbal exige un tiempo mínimo de lectura para completar la ruta que se ha propuesto el lector para extraer la información del texto, a diferencia del sistema gráfico el cual podía ser revisado, en una primera lectura, muy brevemente.

## CONCLUSIONES

Los datos aportados por esta investigación con uso de eyetracker dan cuenta, a modo general, de una predominancia del sistema verbal por sobre el sistema gráfico. Las AOI verbales recibieron mayor atención que las AOI gráficas, sin importar la condición que leyeron los sujetos de la muestra. Esto entrega evidencias sobre una predominancia de las palabras por sobre el sistema gráfico en estos textos en estudio.

De esta misma forma, pareciera que los sujetos solo se basan en la información del sistema verbal para construir la representación textual ya que no se encontraron evidencias de relecturas del sistema gráfico que fueran estadísticamente significativas en la condición No-congruente. Sin embargo, si existió una diferencia a nivel de medias entre las condiciones en estudio en las AOI gráficas de la segunda lectura (Tabla 2). Esta diferencia proporcional fue ocultada por la alta dispersión de los datos.

Uno de los propósitos de este estudio fue combinar dos aproximaciones distintas al campo de estudios de la multiseñalización, conformando un diseño experimental desde la descripción de géneros discursivos en un corpus situados, como lo es el corpus PUCV-UCSC-2013 del discurso de la economía (Parodi, Julio & Vásquez, 2015). Esta experiencia permitió registrar datos de lectura en línea a través de un eyetracker a sujetos estudiantes de economía sobre textos conformados en base a las características genéricas del IPOM. Si bien esto permitió tener una visión más cercana sobre los procesamientos cognitivos involucrados en la lectura de textos multiseñalados, compuestos por gráficos y palabras, también incluyó una serie de variables complejas de ser despejadas en los datos en análisis.

Los gráficos son artefactos cognitivos que poseen una estructura sintáctica . El análisis de esta estructura sintáctica es indispensable para comprender los procesos semánticos y pragmáticos necesarios para la comprensión de la información representada en el gráfico (Pinker 1990).

Entre las limitaciones de este estudio podemos mencionar que la gran dispersión y No normalidad de los datos introdujo dificultades para reconocer diferencias estadísticas entre las condicione en estudio. Los textos presentados a los sujetos estaban compuestos por dos sistemas semiótico desde los cuales los sujetos debían extraer la información para construir una representación global del texto, ambos sistemas en un mismo texto dio a los sujetos la posibilidad de elegir desde qué sistema del texto extraer la información y, además, decidir en qué momento pasar al texto siguiente. Esto dio pie al registro de datos dispares del desempeño de cada sujeto. De todas formas, es necesario manifestar que este estudio no tiene intenciones explicativas ni menos predictivas, su propósito se mantuvo en describir las rutas de lecturas de sujetos estudiantes de economía al enfrentarse a textos No-congruentes compuestos por palabras y gráficos.

Entre las proyecciones de este estudio podemos mencionar la necesidad de contar con más participantes para nuevas indagaciones experimentales con textos multisemióticos. A la vez es importante diseñar un mayor número de estímulos para así fortalecer la recolección de datos. También es necesaria la exploración y piloteo de métodos estadísticos más cercanos a la naturaleza de los datos recolectados por el eyetracker: tiempos de lectura en milisegundos, conteo de fijaciones y movimientos sacádicos, además de delimitaciones temporales de los diversos datos para diferenciar momentos en la lectura. Los experimentos deben estar diseñados considerando las mediciones que se esperan comparar, más allá que el eyetracker pueda entregar siempre todos los datos que registra, la comparación e interpretación de las mediciones son específicas a la hipótesis de investigación y, de esta forma, al diseño implementado. También es necesario apoyar la interpretación de los datos entregados por el eyetracker con técnicas más cualitativas de recolección de información.

La investigación de las lectura con texto multisemióticos con eyetracker sin duda permite recolectar datos valiosos de las distintas rutas de lectura que siguen los sujetos para la construcción de un representación coherente del texto. Esto nos entrega, de manera indirecta, indicios de los procesos cognitivos que los sujetos llevan a cabo mientras leen. Esta indagación de los diferentes procesos cognitivos llevados a cabo durante la lectura permite tener una perspectiva más cercana del fenómeno de la multisemiósos en textos

escritos, lo que aporta con datos y evidencias confiables que permiten fortalecer los estudios de la lectura en textos multisemióticos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acartürk, C. (2009). *Multimodal comprehension of graph-text constellations: An information processing perspective*. Tesis doctoral, Universidad de Hamburgo, Alemania.
- Acartürk, C., Habel, C., Cagiltay, K. & Alacam, O. (2008). Multimodal Comprehension of Language and Graphics: Graphs with and without annotations. *Journal of Eye Movement Research*, 1(3), 1-15.
- Acartürk, C., Taboada M., & Habel, C. (2013) Cohesion in multimodal documents: Effects of cross-referencing. *Information Design*. 20 (2): 98-110.
- Andrá, C., Lindström, 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.
- Bateman, J. (2014). *Text and Image: A Critical Introduction to the Visual/Verbal Divide*. Nueva York: Routledge,.
- Bertin, J. (1983). *Semiology of graphics: Diagrams networks maps*. Madison, WI: University of Wisconsin Press.
- Boeriis, M. and Holsanova, J. (2012), ‘Tracking visual segmentation: connecting semiotic and cognitive perspectives’. *Visual Communication*, 11(3), 259–281.
- 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.
- Canham, M., & Hegarty, M. (2010). Effects of knowledge and display design on comprehension of complex graphics. *Learning and instruction*, 20(2), 155-166.
- 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.
- Cheng, P. C., & Simon, H. A. (1995). Scientific discovery and creative reasoning with diagrams. En S. M. Smith, T. B. Ward & R. A. Finke (Eds.), *The creative cognition approach* (pp. 205-228). Cambridge, MA: MIT Press.
- Duchowski, D. (2007). *Eye tracking methodology: Theory and practice*. Londres: Springer-Verlag.
- Fischer, B. (1998). Attention in saccades. En R. Wright (Ed.), *Visual attention* (pp. 289–305). Nueva York: Oxford University Press.

- Goldberg, J. H., & Helfman, J. I. (2011). Eye tracking for visualization evaluation: reading values on linear versus radial graphs. *Information Visualization*, 10(3), 182–195.
- Habel, C., & Acartürk, C. (2007). On reciprocal improvement in multimodal generation: Co-reference by text and information graphics. En I. van der Sluis, M. Theune, E. Reiter & E. Kraemer (Eds.). *Proceedings of the Workshop on Multimodal Output Generation: MOG 2007* (pp. 69-80). University of Aberdeen, U.K.
- Hasan, R. (1985). The texture of a text. En M.K. Halliday and R. Hasan (Comps.) *Language, context, and text: aspects of language in a social-semiotic perspective* (pp. 70-96). Oxford: Oxford University Press.
- Hiippala, T. (2013). *Modelling the structure of a multimodal artefact*. Tesis doctoral, Universidad de Helsinki, Finlandia.
- 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 University Press.
- Hollander, M. & Wolfe, D. A. (1999). *Nonparametric Statistical Methods*, Second Edition. Nueva York: John Wiley & Sons.
- 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.
- Holsanova, J. & Nord, A. (2010), Multimodal design: Media structures, media principles and users meaning-making in printed and digital media. En H.-J. Bucher, T. Gloning and K. Lehnen, (Eds) *Neue Medie - neue Formate: Ausdifferenzierung und Konvergenz in der Medienkommunikation*. (pp. 81-103). Campus, Frankfurt/New York.
- Hothorn, T., Hornik, K., van de Wiel, A., & Zeileis, A. (2008). Implementing a Class of Permutation Tests: The coin Package. *Journal of Statistical Software*, 28(8), 1-23.
- Hyönä, J. Radach, R & H. Deubel (Eds.) (2003). *The Mind's Eye: Cognitive and Applied Aspects of Eye Movement Research*. Amsterdam: Elsevier.
- Jacob, R. & Karn, K. (2003). Eye Tracking in Human-Computer Interaction and Usability Research: Ready to Deliver the Promises (Section Commentary). En J. Hyönä, R. Radach, & H. Deubel (Eds.), *The Mind's Eye: Cognitive and Applied Aspects of Eye Movement Research* (pp. 573-605). Amsterdam: 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.
- Kaltenbacher, M. (2007). Perspectivas en el análisis de la multimodalidad: desde los inicios al estado del arte. *Revista Latinoamericana de Estudios del Discurso*, (7)1, 31-57.
- Kress, G & T. van Leeuwen, (1990). *Reading Images*. Geelong, Victoria: Deakin University Press.
- Kress, G & T. van Leeuwen, (1996). *Reading Images: The Grammar of Visual Design*.
- Kress, G, (2010). *Multimodality. A social semiotic approach to contemporary communication*. Abingdon: Routledge.
- Kuehl R. (2001). *Diseño de Experimentos. Principios Estadísticos para el Diseño y Análisis de Investigaciones*. Thomson Learning. México.
- Lemke, J. L. (2005). Multimedia genres and traversals, *Folia Linguistica XXXIX*(1- 2), 45–56.
- Liu, Y., & O’Halloran, K. L. (2009). Intersemiotic Texture: analyzing cohesive devices between language and images. *Social Semiotics*, 19(4), 367–388.
- Liversedge, S., Gilchrist, I. & Everling, S. (2013). *The Oxford Handbook of Eye Movements*. Oxford, UK: Oxford library of psychology.
- Martin, J. (2012). Multimodal Semiotics: Theoretical Challenges. En S. Dreyfus, S. Hood & M. Stenglin (Eds.). *Semiotic Margins: Meaning in Multimodalities*, (pp. 243-270). Londres, Reino Unido: Continuum.
- Mason, L., Tornatora, M. C., & 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(1), 95–109.
- Mayer, R. (2005). Cognitive theory of multimedia learning. En R. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. Cambridge: Cambridge University Press, 31-48.
- Morrow, D., D’andrea, L., Stine-Morrow, E. L., Shake, M., Bertel, S., Chin, J., Kopren, K., Gao, X., Conner-Garcia, T., Graulich, J. & Murray, M. (2012). Comprehension of multimedia health information among older adults with chronic illness. *Visual Communication*, 11(3), 347–362.
- Pagano, R. (2011). *Estadística para las ciencias del comportamiento*. México: Cengage Learning.

- Parodi, G. (Ed.) (2008). *Géneros académicos y géneros profesionales: Accesos discursivos para saber y hacer*. Valparaíso: Ediciones Universitarias de Valparaíso.
- Parodi, G. (2010). 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. & 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 Latinoamericana de Estudios del Discurso*, 15(3), 179-200.
- Parodi, G. & Julio, C. (en prensa). ¿Dónde se posan los ojos al leer textos multisemióticos? Procesamiento de palabras y gráficos en un estudio experimental con *Eye Tracking*. *Revista Signos, Estudios de Lingüística*.
- Paivio, A. (1971). *Mental Representation: A Dual Coding Approach*. Nueva York: Oxford University Press.
- Paivio, A. (1986). *Imagery and Verbal Processes*. Nueva York: Holt, Rinehart & Winston.
- Paivio, A. (2007). *Mind and its Evolution: A Dual Coding Theoretical Approach*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- 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.
- O'Toole, M. (1994). *The Language of Displayed Art*. Londres: Leicester University Press.
- 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.
- Rayner, K. (1998). Eye movements in reading and information processing. 20 years of research. *Psychological Bulletin*, 124(3), 372-422.
- Rayner, K., Rotello, C., Stewart A., Keir J., & Duffy S. (2001) Integrating Text and Pictorial Information: Eye Movements When Looking at Print Advertisements. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 7(30), 219–26.

- 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., Pollatsek, A., Ashby, J. & Clifton, C. (2012). *Psychology of reading*. Nueva York: Taylor & Francis.
- Ratwani R., Trafton J. & Boehm-Davis D. (2008). Thinking graphically: Connecting vision and cognition during graph comprehension. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 14(1), 36-49.
- 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.
- Royce, T. (1998). Synergy on the page: Exploring inter-semiotic complementarity in page-based multimodal text. *JASFL Occasional Papers* 1, (1),25-49.
- Royce, T. D. (2007). Intersemiotic complementarity: A framework for multimodal discourse analysis. En T. D. Royce y W. L. Bowcher (Eds). *New Directions in the Analysis of Multimodal Discourse*. (pp. 63–109). Lawrence Erlbaum, Mahwah, NJ.
- Sadoski, M. & Paivio, A. (2001). *Imagery and text: A dual coding theory of reading and writing*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Schnotz, W. (2002). Towards an Integrated View of Learning from Text and Visual Displays. *Educational Psychology Review*, 14(2),101-120.
- Schnotz, W. & Bannert, M. (2003). Construction and interference in learning from multiple representations. *Learning and Instruction* 13, 141-156.
- Stöckl, H (2004). In between modes. En Ventola, E., Cassily, Ch. & Kaltenbacher, M (eds.), *Perspectives on Multimodality* (pp. 9–30). Amsterdam: John Benjamins
- 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. *AAAI Technical Report*. 94-101.
- 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.

- Sweller, J. (2005). Implications of Cognitive Load Theory for Multimedia Learning. En R. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (pp. 19-30). Cambridge: Cambridge University Press.
- Trickett, S. B., & Trafton, J. G. (2006). Toward a comprehensive model of graph comprehension: Making the case for spatial cognition. *Lecture Notes in Computer Science (including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 4045 LNAI, 286–300.
- 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.
- Vásquez-Rocca, L. & Parodi, G. (2015). Relaciones retóricas y multimodalidad en un género 'importado': El Informe de Política Monetaria del discurso académico de la Economía. *Calidoscópico*, 13(3). (en línea)
- Vásquez-Rocca, L. (2015). *Descripción de las relaciones intersemióticas desde una perspectiva retórica-funcional en el Informe de Política Monetaria (IPOM)*. Ponencia presentada en Primer Simposio Internacional de la Cátedra UNESCO. Lectura y Escritura - Sede Chile PUCV “Leer y escribir en nuevos contextos académicos y profesionales”.
- Winn, W. (1994). Contributions of Perceptual and Cognitive Processes to the Comprehension of Graphics. En W. Schontz & R. W. Kulhay (Eds.) *Comprehension of Graphics*. 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.
- Zacks, J. & Tversky, B. (1999). Bars and lines: A study of graphic communication. *Memory and Cognition*, 27(6), 1073-1079.