

Inferencias causales durante la comprensión de textos expositivos en formato multimedia

*Saux, Gastón**

*Burin, Débora I.**

*Irrazabal, Natalia***

Molinari Marotto, Carlos †

Resumen

Se estudiaron los efectos de la distancia entre antecedentes y consecuentes causales en la superficie textual, y la inclusión de gráficos (diagramas conceptuales) sobre la generación de inferencias causales, durante la lectura de textos científicos de contenidos poco familiares para estudiantes universitarios de grado (Edad $M = 23.35$, $DS = 3.5$). Se presentaron textos de ciencias naturales y se solicitó la lectura de los mismos en la pantalla de una computadora. Se manipularon la inclusión del gráfico y la distancia entre las partes del texto a ser conectadas por la inferencia. La medida de interés fue el tiempo de lectura de una oración crítica incluida en cada texto e incongruente con los pasajes textuales previos. Los resultados indicaron que la inclusión de diagramas durante la lectura tuvo un efecto sobre la actividad inferencial: la detección de las incongruencias resultó facilitada cuando los textos fueron acompañados por gráficos, en comparación con textos sin gráficos. No se halló un efecto de la distancia en el texto entre los antecedentes y consecuentes causales.

Palabras clave: Comprensión - Texto expositivo - Inferencia causal - Multimedia

Causal inferences while comprehending expository texts in multimedia format

Abstract

This paper examines the generation of causal inferences while reading scientific texts with unfamiliar concepts. Effects on the distance inference generation in text surface between causal antecedents and consequents, and the presentation of graphs (conceptual diagrams) during text reading were studied. Undergraduate students (Mean Age = 23.35, SD = 3.5) were asked to read natural sciences texts on a computer screen. The inclusion of the diagrams and the distance between parts of the text to be connected by the inference was manipulated. The concerning measure was the reading-time of a target sentence included in each text and incoherent with prior texts. Results showed that the inclusion of the diagrams during reading had an effect on the inferential activity: diagrams presented with the text enhanced incoherence detection when comparing with texts without diagrams. No effect of textual distance between causal antecedents and consequents was found.

Key words: Comprehension - Expository text - Causal inference - Multimedia

El estudio del discurso expositivo y las variables que afectan su comprensión presenta un especial interés, puesto que la exposición es el tipo textual que suelen adoptar las explicaciones científicas y académicas. La investigación psicolingüística señala que los textos expositivos presentan particulares dificultades para su representación como unidades coherentes, en comparación con otros tipos textuales (e.g. McNamara, 2004). Si bien son varios los problemas típicos identificados en la comprensión expositiva, este artículo centra su análisis en los procesos inferenciales de integración causal de información técnica o abstracta que requiere conocimiento previo, debido a que tales inferencias son cruciales para la comprensión cabal del texto expositivo (e.g. Graesser et al., 2003; Escudero y León, 2007; van den Broek et al., 2002). A modo de ejemplo, considérese el siguiente extracto expositivo que explica el funcionamiento de una batería, presentado por Graesser, McNamara y Louwerse (2003) y obtenido de un libro de texto sobre ciencia y tecnología: "El zinc

pierde electrones al convertirse en óxido de zinc, mientras que los átomos de mercurio ganan electrones cuando el óxido de mercurio se transforma en mercurio. La batería produce una corriente de 1.35 voltios" (p. 87).

Para explicar el funcionamiento del mecanismo, el texto presenta una relación lógica causal entre las ideas: la batería produce corriente porque el óxido de mercurio cambia su estado, refiriendo a términos técnicos, y dejando implícita la relación. El lector debe inferir si la batería produce una corriente de 1.35 voltios a causa del proceso descrito en la primera oración, o si ambos eventos son independientes, es decir, no existe una relación causal entre ambos. Dicha operación requiere que el lector active información previamente almacenada para llenar la laguna entre las oraciones y construir una representación integrada.

Si bien hay suficiente evidencia de que los lectores deberían derivar inferencias causales para comprender el texto expositivo, también se ha señalado que la lectura no siempre va acompañada de inferencias que

* Facultad de Psicología. Universidad de Buenos Aires/CONICET.

Azcuénaga 942, 3 2 (1115). Buenos Aires, Argentina. Teléfono 011- 4964-2634. E-mail: gsaux@psi.uba.ar

**Universidad Católica Argentina/ CONICET.

establezcan de modo espontáneo, *on-line*, la coherencia causal, particularmente en los casos en que los lectores no poseen conocimiento específico en los temas presentados (e.g. Cozijn, 2000; Noordman, Vonk y Kempf, 1992; Simpkins, 2005; Wiley y Myers, 2003; Wu y Mo, 2010). Siguiendo a Wiley y Myers (2003), los resultados disímiles se deberían a diferencias en cuán disponible resulta la información crítica para realizar la inferencia. En el caso de lectores con bajo conocimiento previo, dicha disponibilidad parece depender, entre otros factores, de la distancia en la superficie textual entre el antecedente y el consecuente causal a ser integrados por la inferencia. A medida que aumenta dicha distancia, las estructuras y procesos mnémicos involucrados en la comprensión podrían verse más exigidos.

Al respecto, Tapiero y Otero (2002) examinaron los efectos de la construcción de la coherencia global estudiando la detección de relaciones de implicación (la suposición de que una cierta cosa sucede si se da primero otra) durante la lectura de textos científicos. Utilizando el paradigma de congruencia/incongruencia (O'Brien & Albrecht, 1992), los autores diseñaron textos en los que había una oración crítica que presentaba información congruente o incongruente con información propuesta en oraciones previas. Por ejemplo, si el texto planteaba que en algunos lugares hay meses en los que el sol nunca sale y esto cambia los requerimientos de energía, la oración crítica podía plantear que *menos* (versión incongruente) o *más* (versión congruente) energía es necesaria para iluminar las calles durante ese período. Tiempos de lectura mayores para la oración incongruente indicaban que los lectores habían realizado la inferencia. Además, los autores manipularon la distancia entre las oraciones a ser integradas por la inferencia: en la condición "cerca", las oraciones estaban separadas sólo por una oración intermedia; en la condición "lejos", las oraciones estaban separadas por cuatro oraciones intermedias. Los resultados no mostraron efectos para la distancia, es decir, los participantes detectaron las incongruencias tanto cuando la información estaba próxima como cuando estaba alejada en la superficie textual. Tapiero y Otero (2002) concluyeron que los lectores habían construido una representación coherente del texto a nivel global, pudiendo así detectar la incongruencia, independientemente de la distancia con las oraciones previas que permitían identificar dicha incongruencia. Sin embargo, debe señalarse que en la versión "lejos" de los textos, todas las oraciones intermedias hacían referencia de modo explícito a la información que luego debería ser integrada en la inferencia. En el ejemplo antes citado, en todas las oraciones intermedias se hacía mención al uso de la energía durante el período de mayor oscuridad, sólo que no se mencionaba si esto suponía un aumento o una disminución en el uso de energía. Una posible interpretación de estos datos, entonces, es que, si bien los lectores realizaron la inferencia, es cuestionable que dicha detección sea atribuible al monitoreo de la coherencia global, puesto que la información podría haber quedado activa en la

memoria de trabajo por simple solapamiento de argumentos, y no por una búsqueda del lector de relaciones de coherencia global.

Resultados diferentes encontraron Wiley y Myers (2003), también con el paradigma de congruencia, en materiales de 10 líneas de extensión obtenidos a partir de enciclopedias científicas. Al igual que Tapiero y Otero (2002), Wiley y Myers manipularon la congruencia de una frase clave, y la distancia entre las porciones de información a integrar, variando así la disponibilidad de la información necesaria para realizar una inferencia causal. Los resultados de dos experimentos diferentes indicaron que los lectores detectaron las incongruencias sólo cuando éstas aparecían inmediatamente después de la información inconsistente con las mismas. Cuando se incluían oraciones de relleno interviniendo entre la información previa y la incongruencia, las incongruencias dejaron de ser detectadas, aún en los casos en los que se agregaba una sola oración de relleno. Por su parte, Wu y Mo (2010) obtuvieron resultados similares con mediciones posteriores a la lectura, hallando que la inferencia causal se veía alterada al separar antecedentes y consecuentes por dos oraciones mediadoras. Más recientemente, Saux y Molinari (2011) hallaron evidencias *online* de que los lectores tienden a realizar la inferencia causal sólo en el nivel local (oraciones inmediatas), durante la primera lectura de textos con contenidos poco familiares (una revisión detallada de este estudio se ofrece al final de la Introducción). En suma, los datos parecen favorables a la hipótesis de que a mayor distancia, mayor dificultad en realizar la inferencia.

Un recurso clásico en los textos escolares y académicos, y de importancia creciente dado el incremento de nuevas formas de comunicación, es la inclusión de material pictórico (e.g. gráficos, animaciones, videos, etc.) como ayuda a la comprensión. Una línea de investigaciones abocadas al estudio del procesamiento conjunto de información textual y pictórica propone que los gráficos podrían servir como ayudas externas, promoviendo una mejor comprensión de los contenidos de los textos (e.g. Schnotz, 2002). El supuesto ha sido que las imágenes poseen "eficiencia computacional" (Gyselinck y Tardieu, 1999, p. 210), en tanto cuentan con la propiedad de representar las relaciones semánticas (causales, entre otras) de modo más sintético y directo que una descripción lingüística. En este sentido, las imágenes contribuirían a realización de inferencias orientadas a la formación de representaciones coherentemente integradas.

La investigación apoya el "efecto multimedia" (e.g. Mayer, 2001), es decir, que con la presentación conjunta de texto e imagen se obtienen mejores mediciones de comprensión y aprendizaje a partir del texto, en comparación con una presentación de sólo texto o de sólo imagen. No obstante, como señala Butcher (2006), los estudios iniciales administraron predominantemente medidas de memoria del material fuente, incluyendo pruebas de reconocimiento y de completado de oraciones, más que mediciones de la

comprensión. La investigación psicolingüística se ha ocupado de señalar la diferencia entre mediciones de memoria de textos y comprensión de textos, por lo que aquellas investigaciones iniciales debieron luego ser complementadas con medidas más ajustadas de comprensión y aprendizaje, como la capacidad de transferir los conocimientos a nuevas áreas (e.g. Mayer y Galini, 1990) o la generación de inferencias (e.g. Gyselinck y Tardieu, 1999). En particular, las investigaciones sobre el efecto multimedia en medidas de elaboración o inferencias se han centrado en mediciones posteriores a la lectura, como responder a preguntas, o transferir los contenidos a nuevas situaciones. Por ejemplo, R. Mayer y sus colaboradores desarrollaron un conjunto de experimentos con el objeto de establecer qué tipo de ilustraciones, en qué momento de la lectura y para quiénes producen el efecto multimedia (e.g. Mayer, 1989; Mayer y Anderson, 1991; Mayer y Gallini, 1990; Mayer y Sims, 1994; Mayer, Steinhoff, Bower y Mars, 1995; Moreno y Mayer, 1999). En todos estos trabajos se utilizaron como materiales diferentes versiones de textos explicando el funcionamiento de sistemas complejos, como el funcionamiento del sistema de frenos de un vehículo, el funcionamiento de una bomba infladora para bicicletas, el desarrollo de tormentas eléctricas y el funcionamiento del sistema respiratorio humano. Asimismo, en todos estos trabajos se evaluaron la memoria y el aprendizaje del texto utilizando tres medidas *off-line*, consistentes en la realización de tres tareas inmediatamente posteriores a la lectura: una tarea de recuerdo del texto, un cuestionario sobre problemas cuya respuesta implicaba la transferencia de los conceptos del texto a una nueva situación y una tarea de reconocimiento de oraciones literales presentadas en el texto. Con el tiempo, estos estudios se concentraron cada vez más en la medición de la transferencia de los conocimientos por considerarla un mejor indicador del aprendizaje significativo, en comparación con las mediciones de recuerdo literal de la información, y han sido la base empírica para el planteo del Modelo Cognitivo de Aprendizaje Multimedia (Mayer, 2001). Por su parte, Graesser y colaboradores (Graesser y Olde, 2003, Graesser et al., 2005) han reportado estudios similares evaluando la comprensión con preguntas posteriores a la lectura. En ellos se presentaron a estudiantes universitarios, en primer término, textos ilustrados acerca de la estructura y funcionamiento de dispositivos complejos (e.g. una cerradura de cilindro o un sensor de temperatura para auto) y, en segundo término, situaciones que describían una avería en los mismos dispositivos (una o dos oraciones caracterizando síntomas de mal funcionamiento de los dispositivos). La evaluación de la comprensión del texto inicial se realizó mediante la producción por parte de los participantes de preguntas orientadas al entendimiento de los mecanismos implicados en la avería, así como con la respuesta a preguntas de opción múltiple, siendo ambas actividades posteriores a la lectura. Más recientemente, y en una línea similar, Butcher (2006) comparó la comprensión de un texto con y sin ilustraciones acerca del funcionamiento del

sistema cardíaco humano, a partir de cinco medidas: la producción de un texto y un dibujo explicando lo comprendido, comparaciones *pre-test* y *post-test* de conocimiento general sobre el tema, respuestas a preguntas literales sobre el texto, respuestas a preguntas inferenciales, y el registro de pensamientos en voz alta durante la lectura (única medida *on-line*). En suma, los trabajos reportados han sido muy útiles para establecer qué tipo de representaciones pictóricas pueden ser efectivas para promover la comprensión y el aprendizaje, en qué momento de la lectura resultan más efectivas y qué tipo de lectores se benefician más de las mismas. En términos generales, los resultados indican que: (a) el tipo de representaciones pictóricas que mejoran la comprensión del texto son aquellas que subrayan apropiadamente las relaciones causales o temporales entre los elementos presentados en el texto; (b) el momento de la lectura en que resultan más útiles es cuando aparecen contiguas a la información textual con la que se vinculan; y (c) los lectores que más se benefician de la inclusión de las mismas son aquellos con bajo conocimiento previo y alta capacidad visoespacial. Nótese, sin embargo, que al provenir de mediciones *off-line*, los estudios citados no se centran en la actividad inferencial involucrada durante la presentación conjunta de textos e ilustraciones. De hecho, es menor el número de estudios que han utilizado medidas *on-line* como variable dependiente (Gyselinck, Jamet y Dubois, 2008). Ello no se debe a la falta de relevancia de la información provista por las mediciones *on-line*, sino a un problema metodológico: resulta difícil comparar con índices cronométricos una condición de sólo texto con una condición de texto acompañado por imágenes. En este último caso, la cantidad de información presentada es necesariamente mayor (información textual y pictórica), en comparación con el primer caso (sólo información textual). Los tiempos serán lógicamente más altos para la condición con imágenes, impidiendo en consecuencia la comparación. El estudio de la realización *on-line* de las inferencias durante la comprensión de presentaciones multimedia resulta, no obstante, de interés, puesto que los modelos actuales de procesamiento multimedia plantean la construcción de múltiples representaciones referenciales de la información durante el ingreso del *input* (Mayer, 2001; Schnotz, 2002). Debe tenerse en cuenta que tareas de elevada dificultad intrínseca (como la comprensión de un texto de contenidos poco familiares) acarrear un aumento de la carga cognitiva. La presentación conjunta de gráficos en estas situaciones podría por tanto generar sobrecarga cognitiva (Kalyuga, 2009; Mayer y Moreno, 2003), actuando en detrimento, en lugar de en favor, de la generación *on-line* de inferencias.

Así pues, en resumen, los estudios indican, por una parte, que la distancia de las partes del texto a ser conectadas por una inferencia causal tiene efecto sobre el procesamiento *on-line* de dicha inferencia. No obstante, existe cierto grado de desacuerdo sobre el tema, en función de la divergencia de los resultados obtenidos en el área. Por otra parte, investigaciones

abocadas al estudio del procesamiento conjunto de información textual y pictórica proponen que las ilustraciones podrían servir como ayudas externas, promoviendo una mejor comprensión de los contenidos de los textos. No obstante, es menor la cantidad de estudios centrados en el impacto del efecto multimedia sobre la generación *on-line* de inferencias causales en el texto expositivo. Debe tenerse en cuenta que si el procesamiento del texto expositivo demanda *per se* considerables esfuerzos cognitivos, la inclusión de imágenes podría resultar contraproducente, con el consecuente efecto sobre la ya exigida actividad inferencial del lector poco experto.

Teniendo esto en cuenta, el objetivo de la presente investigación ha sido determinar a través de un estudio experimental: (a) si en efecto las inferencias causales acompañan la lectura de textos expositivos de contenidos poco familiares; (b) si la distancia entre las partes del texto a ser conectadas por la inferencia causal afecta la realización de la inferencia; y (c) si las presentaciones gráficas (diagramas conceptuales sobre la información textual) promueven la generación *on-line* de dicha inferencia.

En términos de diseño, el estudio reportado en este artículo constituye una continuación de dos experimentos reportados previamente (Saux y Molinari, 2011). En esos experimentos se estudió la actividad inferencial de los lectores en textos sin gráficos, utilizando el paradigma de congruencia (O'Brien y Albrecht, 1992), según el cual si el lector realiza una inferencia, entonces una frase presentando información incongruente con partes previas del texto será leída más lenta que oraciones congruentes. El primero de los dos experimentos presentados en Saux y Molinari (2011) estudió la generación de inferencias causales durante la lectura manipulando la congruencia o incongruencia de oraciones críticas con pasajes explicativos previos del texto; y la posición dentro de cada texto de las oraciones críticas (próximas o distantes a los pasajes explicativos). El segundo experimento fue similar al primero, pero en lugar de la distancia entre la oración crítica y el pasaje explicativo, se modificó la extensión textual (corta o larga), previa a la medición de la inferencia. Los resultados indicaron, en el primer experimento, mejor detección de las incongruencias cuando éstas fueron presentadas adyacentes al segmento explicativo. Cuando las explicaciones previas y las oraciones críticas no se encontraban próximas, la integración inferencial disminuyó. En el segundo experimento, no se halló un efecto de la extensión textual. De este modo, estos estudios permitieron establecer que, si bien las inferencias causales fueron generadas durante la lectura de los materiales utilizados, la labor inferencial se vio afectada específicamente cuando la distancia entre la información a conectar por la inferencia fue mayor.

Específicamente, el estudio reportado en este artículo se basa en el hallazgo del efecto de la distancia sobre el de congruencia (Saux y Molinari, 2011). Como se planteó, los modelos teóricos de aprendizaje multimedia han propuesto que la información en múltiple formato puede llegar a mejorar la

comprensión. No obstante, existen interrogantes asociados a si dicha mejoría ocurre en el momento de la comprensión *on-line*, en situaciones de mayor exigencia cognitiva como un texto expositivo científico de contenido poco familiar. Si los gráficos ayudan a realizar inferencias causales en el momento de la lectura se observará el efecto de congruencia, en particular, en textos que presenten distancia entre antecedentes y consecuentes de una explicación, cuando dichos textos sean presentados con gráficos, en comparación con el texto solamente. Se espera entonces que los tiempos de lectura de la oración crítica sean mayores durante la lectura de incongruencias en textos con gráficos, en comparación con textos sin gráficos.

Con este fin, se han tomado los tiempos de lectura de oraciones que resultan inconsistentes con pasajes explicativos previos en el texto, que podían encontrarse a una distancia mayor o menor de dichas oraciones en la superficie textual. La comparación de condiciones con y sin gráficos se llevó a cabo proveyendo la representación pictórica al lector durante un primer segmento de la lectura, y realizando la medición *on-line* de la inferencia causal en un segmento posterior de la lectura, en el que la representación pictórica ya no se encontraba disponible. Este método permitió registrar el efecto del gráfico en la realización de inferencias durante el curso de la lectura.

Método

Participantes

Participaron voluntariamente 48 estudiantes de grado de la cátedra Psicología General I de la Facultad de Psicología de la Universidad de Buenos Aires (Edad $M = 23.35$, $DS = 3,5$). Los participantes fueron informados verbalmente y por escrito acerca del propósito del estudio y del procedimiento experimental y prestaron su consentimiento. Una vez concluido el experimento, se les transmitieron grupalmente las hipótesis planteadas y los resultados obtenidos.

Materiales

Textos. Los materiales textuales fueron los mismos que se utilizaron en Saux y Molinari (2011).

Consistieron en ocho textos expositivos con explicaciones de fenómenos naturales, tales como el funcionamiento del ritmo circadiano en los adolescentes, o la alteración genética de alimentos. Una vez seleccionados, los materiales fueron analizados por dos jueces y adaptados para, equiparar su longitud, estructura y complejidad, e introducir las manipulaciones experimentales.

En primer término, cada texto se diseñó siguiendo las características formales y de función típicas de los textos expositivos. Se tuvo en cuenta que los textos presentasen explicaciones causales, es decir, cumplieren una función explicativa y no meramente descriptiva. De este modo, cada texto se confeccionó según la

organización típica “problema/solución” (Meyer, 1985). El problema presenta un interrogante, entendido como un *explanandum* o explicando (lo que se quiere explicar). La solución aparece neutralizando (total o parcialmente) el problema, al presentar un *explanans* o *explicante* (la *intelección del primero*). Los *antecedentes* y *consecuentes* causales a ser integrados por la inferencia fueron incluidos dentro de la solución.

En segundo término, se estableció una organización general similar para los textos, consistente en un pasaje introductorio, un pasaje explicativo, un pasaje intermedio y cierre. Para ser presentado en una pantalla de computadora, cada texto fue segmentado en líneas. Cada línea consistió en una oración con una cláusula principal, que podía incluir una o más cláusulas subordinadas. De este modo, la organización de los textos fue la siguiente:

1. título (1 línea),
2. introducción del tema de exposición y presentación de una situación problema, expresada en forma de pregunta, en la última línea del pasaje (6 líneas),
3. solución, o explicación al problema (5 líneas),
4. oración crítica (1 línea), que constituyó la medida de interés en los experimentos, puesto que evaluó la generación de la inferencia causal durante la lectura. Dicha oración presentó un enunciado (el consecuente) vinculado con los referentes del explicante (el antecedente). La relación se mantuvo implícita, es decir, no se agregó un conector que indicase el vínculo de esta oración con el pasaje explicativo. En términos de la estructura general del texto, la oración crítica fue considerada parte del pasaje explicativo, o solución.
5. Pasaje intermedio (4 líneas), presentando información vinculada con el tema pero sin nexo directo con la explicación. La presentación previa o posterior de este pasaje respecto de la medición de la inferencia fue manipulada en los diferentes experimentos.
6. Cierre (2 líneas).

La longitud, complejidad, cantidad y tipo de relaciones y grado de explicitación de la información relevante de los materiales fueron controlados con el software ETAT (Vidal-Abarca et al., 2002). El grado de comprensibilidad de los materiales (bueno) y la familiaridad de la población con los temas (baja), fue establecida en un estudio previo (Saux, 2011). La Tabla 1 muestra un ejemplo del material experimental.

Además, se incluyeron tres textos expositivos distractores, que fueron intercalados con los textos experimentales. Los textos distractores fueron de

extensión similar a los experimentales, pero no presentaron la estructura “problema/solución” ni fueron manipulados en las diferentes condiciones. El objetivo de los textos distractores fue controlar la identificación por parte de los participantes de una estructura y manipulación similar en los materiales.

Tabla 1. Ejemplo de un Texto Experimental

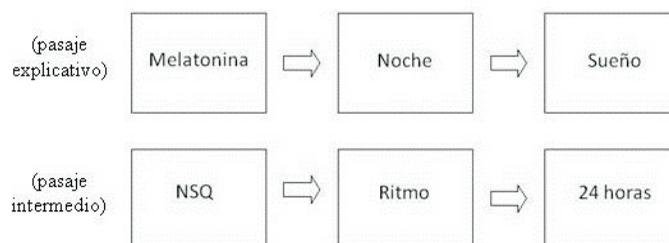
Sección del texto	Línea N°	Contenido de la línea
Título	1	LA CADENCIA DEL RELOJ BIOLÓGICO
Inicio y problematización	2	Los adolescentes suelen tener mala fama por quedarse despiertos hasta tarde,
	3	llegar tarde a la escuela o quedarse dormidos en clase.
	4	Pero estudios recientes han mostrado que los patrones de sueño de los adolescentes difieren de los que tienen los niños y los adultos.
	5	Estos estudios han permitido constatar que durante la adolescencia el ritmo circadiano de nuestro cuerpo experimenta un reajuste.
	6	El ritmo circadiano designa al reloj biológico interno que regula el ciclo de día y noche en los seres vivos.
	7	¿Cómo funciona el ritmo circadiano de los adolescentes?
	8	Una de las sustancias más importantes en la regulación del ritmo circadiano es la melatonina.
	Explicación	9
10		Su secreción ocurre mayormente durante la noche en reacción a la oscuridad.
11		Induce al sueño, alcanzando un nivel máximo a medianoche, y disminuye en la mañana.
12		La síntesis y la circulación de esta hormona son inhibidas por la luz.
13		En los mamíferos, el reloj biológico principal que dicta el ritmo circadiano se halla en el núcleo supraquiasmático del cerebro (NSQ)
Pasaje intermedio	14	En las células del NSQ hay genes que mantienen un ritmo regular de funcionamiento.
	15	El funcionamiento de los genes rítmicos tiene una cadencia de 24 horas aproximadamente.
	16	Los trastornos del ritmo circadiano en adolescentes se caracterizan por la presencia persistente de un patrón de sueño desestructurado.
Oración crítica [la palabra en cursiva indica la incongruencia]	17	La melatonina se produce más <i>temprano</i> por la noche en los adolescentes que en los niños y los adultos.
Oración de cierre 1	18	La alteración del ciclo circadiano podría ser también la responsable de que el cuerpo se sobreponga al 'jet lag'.
Oración de cierre 2	19	Este término designa a los efectos provocados por el cambio horario que se experimenta en viajes en que se traspasan varios husos horarios.

Representaciones pictóricas. Se crearon ocho gráficos, uno para cada texto experimental. Los gráficos creados se clasifican como (Perales y Jiménez, 2002): ilustraciones no figurativas (diagramas conceptuales), nominativas (con etiquetas verbales que identifican los elementos graficados) y connotativas (sin mención explícita a su correspondencia con el texto). Se tuvo en cuenta que estas categorías fueran frecuentes en las ilustraciones utilizadas con fines explicativos en libros de texto científicos.

Cada gráfico estuvo compuesto por seis nodos (cajas con uno o dos sustantivos vinculados al contenido del texto) y cuatro flechas rectas representando la relación entre los nodos. Los gráficos correspondían solamente a

los pasajes explicativo e intermedio de cada texto y fueron divididos en dos secuencias idénticas en apariencia, de tres nodos y dos flechas cada una, presentadas en líneas diferentes de la pantalla. De este modo, si bien ambas secuencias conformaban un mismo conjunto gráfico, no hubo flechas uniendo los nodos del pasaje explicativo a los del pasaje intermedio. Los contenidos del pasaje inicial, la oración crítica y las oraciones de cierre de cada texto no fueron presentados junto con gráficos en ninguna de las condiciones. Se creó también un gráfico para cada uno de los textos extractores, de apariencia similar a los gráficos experimentales. La Figura 1 muestra, a modo de ejemplo, el gráfico utilizado para el texto de la Tabla 1.

Figura 1. Ejemplo de gráfico utilizado



Diseño. El diseño fue 2x2 con medidas repetidas para ambos factores. Se manipularon la Presentación del Gráfico y la Posición de la oración crítica en el texto. La medida de interés fueron los tiempos de lectura de las oraciones críticas medidos en milisegundos.

La Presentación del Gráfico se manipuló incluyendo o no incluyendo el gráfico junto con el texto (Con Gráfico vs. Sólo Texto).

La Posición de la oración crítica se manipuló de modo idéntico a los estudios reportados en Saux y Molinari (2011), variando la distancia textual entre el antecedente (el pasaje explicativo) y el consecuente (la oración crítica) de la explicación causal. La variación consistió en presentar la oración crítica próxima o distante del pasaje explicativo, al incluir o no el pasaje intermedio entre la explicación y la oración crítica. Para evitar cortes en la coherencia local durante la lectura de la condición Distante, en la que la oración crítica era precedida por el pasaje intermedio, dicho pasaje intermedio fue confeccionado de modo que la última línea del mismo repitiese un sustantivo presente en la oración crítica.

A diferencia de Saux y Molinari (2011), se decidió en este caso dejar constante el valor de la oración crítica como incongruente, con el objeto de disminuir la cantidad de factores. Es decir que todos los textos experimentales presentaron una incongruencia en la oración crítica, en relación con la explicación previa. La incongruencia se logró reemplazando una palabra de la oración crítica con otra de significado opuesto (e.g.: "más" en lugar de "menos", "aumento" en lugar de "disminución", etc.). La fijación de la incongruencia en los textos experimentales ha sido utilizada previamente por la investigación, como estrategia para simplificar el diseño de los estudios (Rinck, Hänel & Becker, 2001; Ferstl, Rinck & von Cramon; 2003). No obstante, se mantuvo el supuesto del paradigma de congruencia para la interpretación de los datos: tiempos de lectura significativamente mayores para las oraciones incongruentes en una cierta condición experimental, en comparación con los tiempos de lectura de esas mismas oraciones incongruentes en el resto de las condiciones, indicaría que en el primer caso hay un factor experimental que afecta a la realización de inferencias.

Para asegurar una lectura atendida se incluyó al final de cada texto una pregunta (de respuesta SI-NO) sobre el contenido literal del artículo. Se realizó un contrabalanceo en la presentación de los materiales,

rotando los textos por las cuatro condiciones experimentales. De esta manera, cada participante leyó todos los textos, en algunas de las posibles combinaciones.

Procedimiento

Se realizaron sesiones individuales de una duración de 45 minutos aproximadamente. Las instrucciones informaron que algunos textos se presentarían con gráficos y otros no, indicando leer a velocidad normal y atender a los gráficos cuando éstos aparecieran. Se utilizó la técnica de lectura autoadministrable en computadora. El tiempo de lectura de las oraciones críticas quedó establecido como el lapso transcurrido desde la aparición de la oración crítica en la pantalla hasta la presión de la tecla de avance para pasar de pantalla. Al comienzo de la sesión, se presentó un texto de ejemplo para familiarizar al lector con la forma de presentación del material. No se permitió la revisión de líneas ya leídas. Los textos fueron presentados en orden aleatorio. Cada texto fue presentado automáticamente al finalizar el anterior, hasta completar la tarea.

En las condiciones Con Gráfico, cada nodo y flecha fueron apareciendo en modo secuencial, de izquierda a derecha. La efectividad de la presentación gráfica en una organización secuencial, así como de su disposición espacial por encima del texto expositivo, ha sido previamente establecida por la investigación (e.g. Bétrancourt & Bisseret, 1993; Mayer & Moreno, 2003). El agregado de nodos y flechas a la secuencia gráfica ocurrió en las líneas uno, tres y cuatro del pasaje explicativo y en las líneas uno, dos y tres del pasaje intermedio. Las partes del gráfico ya presentadas se mantenían visibles en la pantalla hasta completar la secuencia intermedia o explicativa correspondiente, y luego desaparecían. De esta forma se controló que, de hallar un efecto en las condiciones distantes, éste no fuese atribuible a la permanencia en la pantalla de la secuencia gráfica de la explicación, durante la lectura del pasaje intermedio. Para poder realizar la comparación de tiempos de lectura entre la condición de sólo texto y la condición con gráfico, el gráfico desapareció de la pantalla una línea antes de la oración crítica. En la condición de Sólo Texto, las líneas de los pasajes intermedio y explicativo fueron presentadas duplicadas en la pantalla. Se buscó de este modo evitar que, de hallar un efecto por la inclusión de los gráficos, éste

fuese atribuible a la mera repetición de información.

La presentación de los textos y la recolección de las variables de tiempos se realizaron con el software E-prime v. 1.0 (Schneider, Eschman y Zuccolotto, 2002).

Resultados

La Tabla 2 muestra el tiempo de lectura promedio (y

D.S.) por condición experimental. En primer término, se analizó el cumplimiento del supuesto de normalidad en las cuatro condiciones. El test de Shapiro-Wilk indicó que las distribuciones no cumplían con dicho criterio ($p < .05$). Para poder efectuar los análisis de varianza y pareados posteriores, se decidió entonces trabajar con los valores transformados a su logaritmo natural [$Y = \ln(Y)$].

Tabla 2. Medias y D.S. de Tiempos de Lectura de la Oración Crítica, según Presentación del Gráfico y Posición

	Posición			
	Próxima		Distante	
Present. Gráfico	M	DS	M	DS
Con Gráfico	7779,23	2827,7	7610,88	2563,39
Sólo Texto	7101,76	2355,88	6382,07	2103,41

A continuación, se analizó el efecto de la Presentación del Gráfico (con Gráfico / Sólo Texto) y de la Posición (Próxima / Distante) sobre los ln de los tiempos de lectura de la oración crítica, mediante un análisis de varianza 2 x 2 con medidas repetidas en ambos factores. El efecto de la inclusión del Gráfico resultó significativo [$F(1, 47) = 9,022, p = 0,004, \eta_p^2 = 0,16$], pero no el efecto de la Posición [$F(1, 47) = 3,274, n.s., \eta_p^2 = 0,06$]. La interacción entre ambos factores tampoco resultó significativa [$F(1,47) = 1,557, n.s., \eta_p^2 = 0,03$]. Para analizar mejor el efecto de la presentación del gráfico, se analizó el tiempo de lectura en la condición Distante. Se encontró que el tiempo de lectura de la oración incongruente fue significativamente mayor en el texto Con Gráfico respecto de la lectura Solo Texto [$t(47) = 3,436, p = 0,001$].

Para controlar que los participantes leyeron los textos de forma comprensiva, y a modo de control de la

especificidad de los efectos de los factores experimentales sobre la generación de inferencias (sobre los tiempos solamente), se procedió a analizar la tasa de errores en las respuestas a las preguntas realizadas sobre los contenidos explícitos de los textos. La Tabla 3 muestra la tasa de error promedio (y SD) por condición experimental. Se observa que la tasa de aciertos fue, en general, alta. No se encontraron efectos principales significativos de la Presentación del Gráfico [$F(1, 47) = 0,006, p = n.s., \eta_p^2 = 0,0001$], ni de la Posición de la oración crítica [$F(1, 47) = 1, p > .05, \eta_p^2 = 0,02$], ni de la interacción de estos factores [$F(1, 47) = 0,8, p = n.s., \eta_p^2 = 0,01$] sobre la respuesta de los participantes a las preguntas. Debe tenerse en cuenta que las preguntas no evaluaban específicamente la realización de la inferencia, sino el recuerdo de partes literales de los materiales.

Tabla 3. Medias y D.S de tasa de errores a preguntas posteriores a la lectura

	Posición			
	Próxima		Distante	
Present. Gráfico	M	DS	M	DS
Con Gráfico	0,3542	0,3414	0,4375	0,3199
Sólo Texto	0,4063	0,3367	,4271	0,3419

Discusión

Un primer propósito de este experimento fue proporcionar evidencia empírica de la generación de inferencias causales durante la comprensión de exposiciones. Los tiempos de lectura significativamente mayores para las oraciones incongruentes de las condiciones Con Gráfico, en comparación con los tiempos de lectura de las condiciones de Sólo Texto, permitirían sostener que las inferencias causales ocurrieron durante la lectura. Si bien la incongruencia de las oraciones críticas no fue manipulada en los

materiales, se han hallado diferencias sistemáticas en la lectura de inconsistencias textuales en unas condiciones en comparación con otras, lo cual apoya la idea de que los lectores generaron inferencias causales *on-line* para dotar de coherencia a los conceptos y fenómenos descritos en el texto. De este modo, los presentes resultados se alinean con los planteos teóricos que han dado a las inferencias y explicaciones de naturaleza causal un lugar central en la comprensión del discurso científico (Graesser et al., 2003; Escudero y León, 2007; van den Broek et al, 2002).

En particular, los tiempos de lectura mayores sobre

la lectura de la incongruencia se produjeron en los casos de textos acompañados de representaciones pictóricas. Si bien esto no es suficiente para afirmar que la inferencia causal no se produjo durante la lectura de textos sin gráficos (puesto que el valor de comparación en las condiciones de Sólo Texto es la lectura de las mismas incongruencias), permite suponer que la modulación del proceso inferencial se vio afectada por la inclusión de gráficos durante la lectura de los textos. En concreto, las medias significativamente más altas (mejor detección de las incongruencias) en las condiciones Con Gráfico, en comparación con las condiciones de Sólo Texto, permitirían sostener que los gráficos favorecen la integración inferencial de textos de contenidos poco familiares durante la primera lectura. De esta manera, los resultados hallados constituyen evidencia *on-line* consistente con el “efecto multimedia”, o de mejoría de los gráficos sobre el texto. Dicho efecto se observa también para las condiciones Distante, como indica la diferencia observada en la prueba *t* realizada sobre las condiciones Distante. Esto resulta particularmente significativo, puesto que indica una diferencia con el patrón de resultados hallado en Saux y Molinari (2011), en el que la detección de incongruencias durante la lectura de textos sin gráficos ocurrió sólo entre líneas adyacentes.

¿Facilitan entonces los gráficos la generación *on-line* de inferencias causales? Los datos recolectados permiten responder afirmativamente. La inclusión de gráficos conceptuales parece influir sobre el procesamiento de textos expositivos, ayudando a la construcción de una representación globalmente coherente de los contenidos textuales a medida que transcurre la lectura. No obstante, cabe preguntarse si el efecto de mejoría en la

generación de inferencias puede ser atribuido a una facilitación de los procesos inferenciales, o simplemente a que los gráficos representaron de modo explícito las relaciones del texto. En otros términos, mientras que en los textos las relaciones entre las ideas no fueron señaladas de modo explícito, en los gráficos dichas relaciones estuvieron representadas por flechas entre los nodos. Las primeras investigaciones en el área señalaron que las ilustraciones no facilitan ni dificultan el aprendizaje de la información no ilustrada, siendo la ayuda prestada específica para la información que contienen (e.g. Levie y Lentz, 1982). En este sentido, la facilitación de los gráficos sobre la comprensión podría ocurrir porque éstos proveen al lector de la información, en lugar de promover la inferencia de dicha información. Debido a que en el presente estudio se midió la generación de una inferencia que vinculaba la oración crítica (sin representación gráfica) con el pasaje explicativo (con representación gráfica), la evidencia recolectada permite dar una respuesta. Si los gráficos tuvieran efecto sólo sobre la información ilustrada, entonces la detección de la incongruencia en la oración crítica no debería haberse visto facilitada. Puesto que la relación a ser inferida no aparecía de modo explícito en las ilustraciones, los resultados indicarían que los gráficos promovieron la actividad inferencial. En este sentido, estos resultados son consistentes con investigaciones que proponen que los gráficos favorecen la construcción de una representación mental del texto. Dicha representación será la fuente de las inferencias, más allá de las características de la representación lingüística (e.g. Mayer, 2001; Schnotz, 2002; Gyselinck et al, 2008).

Referencias

- Bétrancourt, M., & Bisseret, A. (1993). Interaction texte-figure : effet de leur disposition spatiale relative sur l'apprentissage. En M. Baron, R. Gras, & J-F. Nicaud (Eds), *Environnements interactifs d'apprentissage avec ordinateur, Troisièmes journées EIAO de Cachan* (pp 65-76). Paris : Eyrolles.
- Butcher, K. R. (2006). Learning from text with diagrams: promoting mental model development and inference generation. *Journal of Educational Psychology*, 98, 182-197.
- Cozijn, R. (2000). *Integration and inference in understanding causal sentences*. Tesis doctoral, Universidad de Tilburg, Holanda.
- Escudero, I., & León, J.A. (2007). Procesos inferenciales en la comprensión del discurso escrito. Influencia de la estructura del texto en los procesos de comprensión. *Revista Signos*, 40, 311-336.
- Graesser, A. C., & Olde, B. A. (2003). How does one know whether a person understands a device? the quality of the questions the person asks when the device breaks down. *Journal of Educational Psychology*, 95, 524-536.
- Graesser, A. C., Olde, B. A., Pomeroy, V., Whitten, S. N., Lu, S., & Craig, S. D. (2005). Inferences and questions in science text comprehension. *Tarbiya*, 36, 103-128.
- Graesser, A., McNamara, D., & Louwerse, M. (2003). What do readers need to learn in order to process coherent relations in narrative and expository text. En A. Sweet & C. Snow (Eds.) *Rethinking reading comprehension* (pp 82-98). New York: Guilford Publications.
- Gyselinck, V., & Tardieu, H. (1999). The role of illustrations in text comprehension : what, when, for whom, and why ? En H. van Oostendorp & S. R. Goldman (Eds.), *The construction of mental representations during reading* (pp. 195-218). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Gyselinck, V., Jamet, E., & Dubois, V. (2008). The role of working memory components in multimedia comprehension. *Applied Cognitive Psychology*, 22, 353-374.
- Kalyuga, S. (2009). *Managing cognitive load in adaptive multimedia learning*. New York: Information Science Reference.
- Mayer, R. (1989). Systematic thinking fostered by illustrations in scientific text. *Journal of Educational Psychology*, 81, 240-246.

- Mayer, R. (2001). *Multimedia learning*. New York: Cambridge University Press.
- Mayer, R., & Anderson, R. (1991). Animations need narrations: An experimental test of a dual-coding hypothesis. *Journal of Educational Psychology*, 83, 484-490.
- Mayer, R., & Gallini, J. (1990). When is an illustration worth ten thousand words. *Journal of Educational Psychology*, 82, 715-726.
- Mayer, R., & Moreno, R. (2003). Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist*, 38, 43-52.
- Mayer, R., & Sims, V. (1994). For whom is a picture worth a thousand words? Extensions of a dual-coding theory of multimedia learning. *Journal of Educational Psychology*, 86, 389-400.
- Mayer, R., Steinhoff, K., Bower, G., & Mars, R. (1995). A generative theory of textbook design: Using annotated illustrations to foster meaningful learning of science text. *Educational Technology Research and Development*, 43, 31-44.
- McNamara, D. (2004). Aprender del texto: efectos de la estructura textual y las estrategias del lector. *Rev. Signos*, 37, 19-30.
- Meyer, B. (1985). Prose analysis: Purposes, procedures, and problems. En B.K. Britton & J. Black (Eds.), *Analyzing and understanding expository text*, (pp. 269-304). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Moreno, R., & Mayer, R. E. (1999). Cognitive principles of multimedia learning: The role of modality and contiguity. *Journal of Educational Psychology*, 91, 358-368.
- Noordman, L.G., Vonk, W., & Kempff, H.J. (1992) Causal inferences during the reading of expository texts. *Journal of Memory and Language*, 31, 573-590.
- O'Brien, E., & Albrecht, J. (1992). Comprehension strategies in the development of a mental model. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 18, 777-784.
- Perales, F., & Jiménez, J. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Enseñanza de las ciencias*, 20, 369-386.
- Rinck M., Hähnel A., & Becker G. (2001) Using temporal information to construct, update, and retrieve situation models of narratives. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory & Cognition*, 27, 67-80.
- Saux, G. (2011). Comprensión de textos expositivos: efectos de variables del texto y de la inclusión de gráficos en la generación de inferencias explicativas. Tesis doctoral inédita. Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- Saux, G. & Molinari Marotto, C. (2011). ¿Se comprende un texto de científico durante la primera lectura? Evidencias on-line de la generación de inferencias explicativas en textos expositivos [Resumen] *Libro de resúmenes, PROLEN* (publicación electrónica).
- Schneider, W., Eschman, A., & Zuccolotto, A. (2002). *E-Prime user's guide*. Pittsburgh: Psychological Software Tools.
- Schnotz, W. (2002). Towards an integrated view of learning from text and visual displays. *Educational Psychology Review*, 14, 101-120.
- Simpkins, B. (2005). *Connectives and causal relatedness in expository text*. Tesis doctoral inédita, Georgia Southern University, EEUU.
- Tapiero, I., & Otero J. (2002). Situation models as retrieval structures: effects on the global coherence of science texts. En J. Otero, J. A. León & A. Graesser (Eds.), *The psychology of science text comprehension*. Mahwah, Nueva Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- van den Broek, P., Virtue, S., Everson, M., Tzeng, Y., & Sung, Y. (2002). Comprehension and memory of science texts: Inferential processes and the construction of a mental representation. En J. Otero, J.A. Leon, & C. Graesser (Eds.), *The psychology of science text comprehension* (pp. 131-154). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Vidal-Abarca, E., Reyes, H., Gilabert, R., Calpe, J., Soria, E., & Graesser, A. (2002). ETAT: Expository Text Analysis Tool. *Behavior Research Methods, Instruments and Computers*, 34, 93-107.
- Wiley, J., & Myers, J. (2003). Availability and accessibility of information and causal inferences in scientific text. *Discourse Processes*, 36, 109-129.
- Wu, L.M., & Mo, L. (2010). Constructing causal inference for local coherence in expository text comprehension. *Acta Psychologica Sinica*, 42, 200-215.

Fecha de recepción: 03-02-12

Fecha de aprobación: 23-04-12