

FORMATO DE PRESENTACIÓN, EXPERTICIA Y MEMORIA DE TRABAJO EN LA COMPRESIÓN DE INSTRUCCIONES*

PRESENTATION FORMAT, EXPERTISE AND WORKING MEMORY IN UNDERSTANDING INSTRUCTIONS

NATALIA IRRAZABAL**, GASTÓN SAUX*** Y DÉBORA BURIN****

*Trabajo financiado con el PIP 11220090100036 del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y el subsidio UBACYT 20020110100033 de la Universidad de Buenos Aires (UBA).

**Doctora en Psicología. Miembro de la Carrera del Investigador Científico del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Profesora Adjunta de la Facultad de Psicología y Docente de posgrado en la Maestría en Psicología Cognitiva de la Facultad de Psicología de la Universidad de Buenos Aires (UBA) y del Doctorado en Psicología de la Universidad de Palermo (UP). E-Mail: nirrazabal@psi.uba.ar
Mario Bravo 1050, (1175) Ciudad Autónoma de Buenos Aires, República Argentina.

***Doctor en Psicología. Miembro de la Carrera del Investigador Científico del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Jefe de Trabajos Prácticos de la Facultad de Psicología y Docente de posgrado en la Maestría en Psicología Cognitiva de la Facultad de Psicología de la Universidad de Buenos Aires (UBA).

****Doctora en Psicología. Miembro de la Carrera del Investigador Científico del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Profesora Adjunta Regular en la Facultad de Psicología y Docente de posgrado en la Maestría en Psicología Cognitiva de la Facultad de Psicología de la Universidad de Buenos Aires (UBA), en la Maestría en Psicología Cognitiva y Educación de FLACSO y en el Doctorado en Psicología de la Universidad de Palermo (UP).

RESUMEN

Comprender y ejecutar *instrucciones* procedimentales consiste en seguir una serie de pasos para lograr un producto final. Se realizó un experimento con alumnos de carreras científico-técnicas y de humanidades, en el que se analizó el efecto del formato de presentación de las instrucciones (imagen, texto y *multimedia*) y de factores individuales, como *experticia* y capacidad de *memoria de trabajo* verbal y viso-espacial, en la *comprensión* de las instrucciones para el armado de objetos. Las variables dependientes fueron el tiempo promedio de estudio, el tiempo promedio de armado y el porcentaje de error en el ensamblaje. Setenta y dos *estudiantes universitarios* avanzados (mitad de carreras científico-técnicas y mitad de humanidades) completaron nueve ins-

trucciones experimentales y pruebas de memoria de trabajo verbal (Ordenamiento Número Letra y Amplitud de Lectura) y viso-espacial (*Span Visual* y Laberintos). El formato de presentación tuvo efectos en el tiempo de estudio y en el de armado. Las instrucciones verbales fueron procesadas más lentamente que aquellas con imágenes. Además las instrucciones multimedia se ejecutaron más rápido que todas las demás. El nivel de experticia tuvo efecto sobre los errores de ejecución, favoreciendo a los estudiantes de carreras científico-técnicas. En relación con la memoria de trabajo, los sujetos con mayor memoria de trabajo verbal tendieron a procesar las instrucciones más rápido, y aquellos con mayor memoria de trabajo viso-espacial tendieron a cometer menos errores. Este patrón de resultados estaría en línea con las investigaciones sobre el efecto multimedia, el

papel de la experticia y la capacidad de memoria viso-espacial y verbal en la comprensión de instrucciones.

Palabras clave: Instrucciones; Comprensión; Multimedia; Memoria de trabajo; Experticia; Estudiantes universitarios.

ABSTRACT

Comprehending *instructions* is a frequent task in everyday life. A set of instructions consists of a series of steps that indicate how to produce a final state. In cognitive terms, following a set of instructions implies building an internal representation of the procedure depicted in the message, with the aim of reaching the final state accurately and fast. Therefore, comprehending instructions is intrinsically associated with executing them efficiently. Whereas previous research on the area has focused mainly on traditional indicators of *comprehension*, such as reading times and recall, this study incorporates measures of the actual execution (i.e., the time spent to perform the instruction and the error rate) in addition to more traditional processing measures. Additionally, this study analyzes the potential effects of both cognitive and design features on comprehension. A core aspect in the study of processing instructions is to determine which factors are more effective in helping users to achieve consistent and reproducible results. This experiment examined the effect of the presentation format of the instructions, and individual factors such as *expertise* and verbal and visuo-spatial working memory capacity on comprehending and executing a set of instructions. Dependent variables were the mean time to study the instructions, the mean time to assembly the objects, and the percentage of errors during assembly.

Seventy-two advanced (fourth-year) *college students*, half in scientific-technical fields, and the other half in humanities, participated voluntarily. All participants completed an experimental assembly task which required building Lego objects. Each one consisted of nine experimental trials of five-steps instructions in one of the three presentation formats (pictorial only, verbal only, or combined verbal and pictorial information assigned randomly), followed by verbal (Letter Number

Sequencing, WAIS-III and Reading Span), and visuo-spatial (Spatial Span, WMS-R and Mazes, AWMA) working memory tests. Each individual session lasted about an hour.

Three ANCOVAs were conducted to examine the effect of presentation format and expertise on study time, execution time and error rates (%). Verbal and visuo-spatial working memory capacity measures were included as co-variables. The presentation format had effects both on the time to study and the time to perform the instructions: verbal only presentations were processed slower than presentations including pictures (image only or multimedia), and were slower than *multimedia* in assembly. Expertise, on the other hand, had its effect on execution errors, favoring students of scientific and technical background, partialing out individual differences such as working memory capacity. There was a tendency for students with higher verbal working memory to process instructions faster, and for those with higher visuo-spatial *working memory* to assemble objects more precisely.

Overall, these results suggest that images are more effective in representing procedural instructions, since the pictorial and multimedia formats seemed to facilitate the comprehension of the instruction. Results also suggest that the combined format of sentences and pictures enhanced efficiency during assembly, as evidenced by the faster execution time observed in the multimedia condition. This pattern of results is in line with the multimedia advantage and the efficacy of images found with other text types, while extending it to procedural instructions. Additionally, visuo-spatial working memory and expertise seemed to influence the execution of the instructions. Verbal working memory capacity also seemed to be involved when studying and processing the instructions, regardless of the presentation format, but not when executing the procedure.

In conclusion, in order to maximize their efficiency, the format in which the instructions will be presented as well as the cognitive characteristics (i.e., working memory capacity and expertise level) of the potential users should be incorporated into the design of procedural instructions.

Key words: Instruction; Comprehension; Multimedia; Working memory; Expertise; College students.

En la vida cotidiana y profesional son numerosas las situaciones que requieren seguir una serie de instrucciones. Actividades frecuentes como completar una tarea académica, respetar las indicaciones de un medicamento o seguir una receta de cocina, entre otras, suelen describirse en un conjunto de pasos, de cuyo correcto seguimiento depende el logro del resultado deseado. Sin embargo, a pesar de su prevalencia y de su importancia práctica, son pocas las investigaciones abocadas a examinar cómo las personas comprenden textos de procedimientos o instrucciones (Gyselinck, Cornoldi, DuBois, De Beni & Ehrlich, 2002; Van Genuchten, Van Hooijdonk, Schüler & Scheiter, 2014).

Una *instrucción* consiste en una serie de pasos que deben ser seguidos para llegar a un producto final. El objetivo de toda instrucción es comprender las relaciones entre esos pasos y ejecutarlos eficientemente, en forma rápida y correcta (Brunyé, Taylor, Rapp & Spiro, 2006). En términos cognitivos, el destinatario de las instrucciones debe ir armando progresivamente un modelo mental, en el cual se establezcan los vínculos lógicos y pragmáticos entre las partes de la secuencia presentada (Johnson-Laird, 1983; van Dijk & Kintsch, 1983). La finalidad de la lectura será la que guíe el proceso. En otras palabras, la lectura de instrucciones consiste en un proceso estratégico orientado a un fin particular, como es la ejecución de la tarea a realizar (Diehl & Bergfeld, Mills, 2002; Mills, Diehl, Birkmire & Mou, 1995).

Dentro de este marco general, las instrucciones de ensamblaje son todas aquellas que indican la secuencia a realizar para el armado de un objeto compuesto por distintas piezas. Este tipo de instrucciones es cada vez más habitual. Desde el armado de un mueble comprado en el supermercado, el cambio de una batería en un teléfono celular, reponer la tinta de la impresora, hasta la construcción de una casa son ejemplos de instrucciones de ensamblaje. En la ejecución de este tipo de procedimiento el objetivo es alcanzar un objeto final, producto de realizar eficientemente la secuencia ordenada en la instrucción.

Una cuestión central en el estudio de la comprensión de instrucciones consiste en determinar cuáles son los mecanismos y los estímulos efectivos para ayudar a los usuarios de las mismas a construir representaciones claras de los pasos de la tarea para llegar a resultados confiables y reproducibles. Atendiendo a ello, en la investigación que se informa se estudió la comprensión y la ejecución de las instrucciones en función de factores cognitivos que pueden tener un efecto en su procesamiento, tal como la memoria de trabajo y la experticia.

Multimedia incluye cualquier presentación que combine más de un formato representacional (por ejemplo, verbal y no verbal), tanto en una única modalidad sensorial (auditiva o visual) o combinando distintas modalidades (Mayer, 2001, 2014). Su uso tanto en ámbitos educativos como en contextos de aplicación hoy en día es muy común. Específicamente la combinación de dibujos, imágenes, gráficos y texto actualmente se utiliza en una amplia variedad de materiales como libros, anuncios impresos y electrónicos, sitios web y animaciones presentadas en formato digital (Lowe & Schnotz, 2008; Mayer, 2014; Schnotz, 2014).

Existe gran cantidad de investigaciones acerca de los efectos de las presentaciones multimedia en el campo de la comprensión de textos expositivos (Mayer, 2014; Mayer & Moreno, 2002; Rouet, Lowe & Schnotz, 2008, entre otros). Los *textos expositivos* son aquellos que describen y explican contenidos generalmente nuevos que se fundamentan en evidencia empírica, haciendo referencia a fenómenos y a los mecanismos causales que los explican. Sin embargo, son escasas las investigaciones que han ahondado en dicho efecto en el caso de los textos procedimentales (Bieger & Glock, 1986; Diehl & Bergfeld Mills, 1995; Gyselinck, Jamet & Dubois, 2008; Marcus, Cooper & Sweller, 1996; Novick & Morse, 2000; Stone & Glock, 1981; van Genuchten et al., 2014; Zacks & Tversky, 2003). Los resultados de dichas investigaciones mostraron beneficios en la condición multimedia (texto más imagen) en relación con la condición de sólo texto o sólo imagen.

Sin embargo, dichos estudios utilizaron únicamente medidas tradicionales de la Psicolingüística para evaluar el procesamiento de la instrucción. En función de lo enunciado, el primer objetivo de la investigación que se informa se orientó a estudiar la relación entre comprensión y formato de presentación de las instrucciones (palabras, imágenes y multimedia) de ensamblaje. Para ello se midió el efecto del formato sobre variables dependientes que incluyen tanto medidas clásicas de comprensión (tiempo de lectura para el estudio de la instrucción) como la ejecución real del armado del objeto.

El efecto multimedia, en el caso de los textos expositivos, se ha relacionado con el funcionamiento de la memoria de trabajo, el componente cognitivo encargado de mantener una representación mental del mensaje en forma activa, a medida que se procesa el significado del mismo (Baddeley & Logie, 1999; Mayer, 2014; Rouet et al., 2008). La *memoria de trabajo* (Baddeley, 2003, 2012) consiste en el conjunto de recursos mentales que las personas usan para codificar, activar, almacenar y manipular información mientras se llevan a cabo tareas cognitivas. Sólo una cantidad limitada de información puede ser procesada simultáneamente (Baddeley & Logie, 1999). En el modelo clásico de Baddeley (1986, 1996b, 2003, 2012) la memoria de trabajo se compone de un sistema ejecutivo central y dos subsistemas esclavos, el bucle fonológico y la agenda viso-espacial. El bucle fonológico mantiene activa la información basada en el lenguaje (está implicada en tareas de comprensión, lectoescritura, conversación, manejo de palabras, números, descripciones, etc.) y la agenda viso-espacial, responsable de la manipulación y creación de imágenes visuales y espaciales. El bucle fonológico se divide en un *buffer* o almacén de carácter fonológico de escasa capacidad (función pasiva) y un sistema articulatorio que codifica la información verbalmente y a través del repaso mental evita su decaimiento (función activa). Su funcionamiento está directamente ligado al aprendizaje del lenguaje en la lectoescritura (Baddeley & Logie, 1999). Por otro lado, la agenda viso-espacial consta de

dos mecanismos diferenciados, uno encargado del mantenimiento y otro del repaso activo o manipulación de la información viso-espacial (Baddeley, 1996a).

En relación con el efecto multimedia en los textos procedimentales, las investigaciones más antiguas no han estudiado la relación entre los sistemas humanos de procesamiento de la información y el formato de presentación de las instrucciones. Recién en 2006, Bruny y colaboradores mostraron un mejor recuerdo de las instrucciones en la condición multimedia y la participación del sistema ejecutivo central de la memoria de trabajo en el procesamiento de dichas presentaciones. Sin embargo, una limitación de su estudio es que la medida de comprensión consistía en juicios semánticos, y no en medidas de ejecución real de las instrucciones presentadas. Por lo tanto, el segundo objetivo de la investigación realizada consistió en indagar acerca de la participación de los sistemas de memoria de trabajo (específicamente, los subsistemas verbal y viso-espacial de la memoria de trabajo) en la construcción y mantenimiento del modelo mental necesario para comprender y ejecutar instrucciones.

Otro de los factores que explica algunas de las diferencias en la comprensión de textos es el conocimiento previo o nivel de experticia del lector sobre la cuestión del texto. En el campo del estudio de los textos expositivos una de las principales hipótesis que explica la diferencia entre buenos y malos lectores es el conocimiento previo que se tiene sobre el texto a comprender (Amado & Borzone, 2011; Chiesi, Spilich & Voss, 1979; Haenggi & Perfetti, 1994; McNamara, 1997; McNamara & McDaniel, 2004). Los expertos que poseen mayor conocimiento previo y experiencia en una disciplina, son los más propensos a usar información específica en el momento de la lectura y lograr una mejor comprensión (Amado & Borzone, 2011; Chiesi et al., 1979; Haenggi & Perfetti, 1994; McNamara, 1997; McNamara & McDaniel, 2004). En un experimento en donde se comparaba la comprensión y el recuerdo de textos expositivos generales y textos expositivos académicos en lectores expertos y lectores

novatos con alta y baja capacidad de memoria de trabajo verbal, el conocimiento previo fue el mejor predictor del rendimiento en ambos textos (Irrazabal, Burin & Saux, 2012). Sin embargo, el efecto del conocimiento previo o experticia no ha sido estudiado aún en el procesamiento de la comprensión de textos procedimentales. En un área relacionada, se conoce la asociación entre el tipo de carrera universitaria estudiada y la resolución de problemas de tipo espacial. En pruebas estandarizadas de razonamiento y aptitud espacial, tales como pruebas de rotación mental y de visualización (armado de rompecabezas), se suele encontrar una ventaja para estudiantes de carreras científicas o técnicas (Delgado & Prieto, 2004). Por ejemplo, Vázquez y Noriega Biggio (2011) encontraron que estudiantes de carreras de arquitectura tenían mejor rendimiento en pruebas de razonamiento espacial que estudiantes de diseño de indumentaria o perito calígrafo. Por lo cual, el tercer objetivo del estudio se enfocó en el efecto del nivel de experticia del lector en la comprensión y posterior ejecución de las instrucciones.

En síntesis, los objetivos del estudio consistieron en estudiar el efecto del formato de presentación de las instrucciones (palabras, imágenes, multimedia), el efecto de la capacidad de la memoria de trabajo y el nivel de experticia del lector en la comprensión y ejecución de instrucciones de ensamblaje. En función del estado del arte, se espera encontrar una mejor comprensión y ejecución de las instrucciones cuando sean presentadas en algún formato que incluya imágenes (multimedia o sólo imagen) y cuando el destinatario de las mismas tenga alta capacidad de memoria de trabajo y mayor nivel de experiencia en tareas de ensamblado.

MÉTODO

PARTICIPANTES

La muestra de tipo intencional estuvo formada por 72 estudiantes universitarios (36 hombres y 36 mujeres), con una media de edad igual a 21.10 años y un desvío estándar

igual a 3.10. La mitad de los participantes (18 hombres y 18 mujeres) cursaban el cuarto año de carreras científico-técnicas (Ingeniería electrónica, civil, industrial e informática) en una universidad privada y la otra mitad (18 hombres y 18 mujeres) cursaban el cuarto año de carreras universitarias de orientación en humanidades (Filosofía, Abogacía y Psicología) en la misma universidad. Todos los participantes fueron voluntarios y en todos los casos firmaron el consentimiento informado tomando conocimiento de la investigación y aceptando su participación en la misma.

Los estudiantes de Ingeniería realizan a lo largo de su carrera universitaria varias prácticas que implican tareas de ensamblado de objetos y circuitos. Esto no sucede con los estudiantes de carreras humanísticas. De este modo se buscó operacionalizar la experiencia en este tipo de instrucciones para observar el efecto que, junto con las capacidades de memoria de trabajo, tienen sobre la comprensión.

INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTO

Cada participante veía nueve instrucciones (tres instrucciones por condición: Imagen, Texto y Multimedia) para el armado de nueve objetos con piezas LEGO™. Cada instrucción constaba de cinco pasos, representados de a uno en la pantalla de un monitor de computadora. En todas las condiciones, la pantalla se dividió horizontalmente en dos segmentos, con la intención de hacer equivalente la cantidad de información presentada en cada formato de lectura. En la condición Imagen, las instrucciones eran presentadas en formato pictórico (una imagen con un dibujo de piezas LEGO™ y flechas indicando el punto de ensamblaje de las piezas) duplicadas en la pantalla (una en cada segmento de la pantalla). En la condición Texto las instrucciones presentadas en formato de oraciones aparecían duplicadas en la pantalla (una en cada segmento de la pantalla). Por último, en la condición Multimedia (Imagen y Texto) las instrucciones eran presentadas en ambos formatos, analógico y verbal (un formato en cada segmento de la pantalla).

Los participantes utilizaban el método autoadministrable de tiempo de lectura. Aparecía en forma secuenciada cada paso de la instrucción en una pantalla completa. El tiempo de exposición de cada paso era controlado por el participante. Luego de ver la secuencia de pasos completa, pasaban a la ejecución propiamente dicha donde debían ensamblar el objeto respetando el orden de la secuencia presentada. Este punto era indicado por la aparición de una pantalla que contenía la palabra ARMAR. El programa de administración del experimento (E-prime v2.0) registraba el tiempo de exposición de cada pantalla así como la duración del tiempo de armado. Cada uno de los cinco pasos de la instrucción era calificado en función de su ejecución como acierto o error. La variable Tiempo de estudio es el resultado del promedio del tiempo de exposición de las cinco pantallas de las que constaba cada instrucción. La variable Tiempo de ejecución refleja el tiempo entre la aparición de la palabra ARMAR y la finalización del ensamblado. Y por último el porcentaje de error se calculó como la cantidad de pasos incorrectos sobre los cinco pasos posibles en el total de ensayos de la condición.

Para el diseño del experimento se utilizó el E-prime v2.0 (Schneider, Eschman & Zuccolotto, 2002) y para la construcción de los estímulos experimentales en imágenes se utilizó LEGO™ Digital Designer 4.3.

Para evaluar la memoria de trabajo verbal se utilizó la Prueba Ordenamiento Número-letra (WAIS - III - Wechsler, 2003) y la adaptación de Barreyro, Burin y Duarte (2009) de la Tarea de Amplitud de Lectura de Daneman y Carpenter (1980). Y para la evaluación de la memoria de trabajo viso-espacial se utilizó el Test de *Span Visual* en su versión directa e inversa (WMS-R - Wechsler & Stone, 1987) y la adaptación de Alloway (2007) de la Prueba de Laberintos (AWMA). Todas las pruebas cuentan con adaptación local; en las publicaciones de referencia se describen sus propiedades psicométricas.

En la Prueba Ordenamiento Número-letra (WAIS-III - Wechsler, 2003) se le lee al participante una serie de secuencias que combinan letras y números que deberá repetir, or-

denando primero los números de modo ascendente y luego las letras alfabéticamente. En la Tarea de Amplitud de Lectura (Barreyro, Burin & Duarte, 2009), los sujetos leen una serie de frases y al mismo tiempo, deben retener la palabra final de cada una de ellas. Al final de la lectura de la serie de oraciones deben recuperar las palabras almacenadas. El tamaño de la serie (el número de oraciones que la componen y el número de palabras a recordar) va incrementándose sistemáticamente de a un ítem y oración por serie.

El Test de *Span Visual* en su versión directa e inversa (WMS-R - Wechsler & Stone, 1987) consta de dos partes, el *tapping* directo y el *tapping* inverso. En la primera parte, el examinador señala con el dedo, en un orden determinado, unos cuadros de color rojo impresos en una tarjeta. El participante debe repetir a continuación la secuencia en el mismo orden, señalando con el dedo. En la segunda parte, la tarjeta presenta cuadrados verdes y el participante debe repetir la secuencia en orden inverso. La longitud de las secuencias aumenta progresivamente y se administran dos ensayos con el mismo número de ítems antes de pasar a la longitud siguiente. Si el sujeto falla en ambas, se detiene la prueba.

En la Prueba de Laberintos (AWMA - Alloway, 2007) los participantes veían en la pantalla de la computadora un laberinto de dos dimensiones con un patrón de recorrido dentro, el cual debían reproducir inmediatamente sobre el laberinto representado en una hoja cuando dicho patrón desaparecía.

A su vez los participantes fueron categorizados según la carrera que estaban cursando (carreras científico-técnicas o carreras humanísticas), lo cual implicaba un nivel distinto de conocimiento previo o experticia en relación a las instrucciones de ensamblado.

Los participantes eran asignados aleatoriamente a una condición de lectura de instrucciones (imagen, texto, multimedia). Las instrucciones indicaban la secuencia de armado de objetos con piezas LEGO™. En todos los casos se utilizó el método autoadministrable de tiempo de lectura. En una sesión individual, los participantes sentados delante del

monitor de la computadora veían la secuencia completa de instrucciones para el armado de cada objeto. Luego del estudio de cada instrucción, los participantes realizaban el armado del objeto. Se registraron los tiempos de estudio de los pasos del ensamblaje de las instrucciones, los tiempos de ejecución y los errores en el armado del objeto.

En la misma entrevista, luego de completar la tarea experimental, los participantes realizaban la serie de pruebas de memoria de trabajo. Toda la sesión individual duraba aproximadamente una hora y era conducida por un asistente de investigación.

ANÁLISIS DE LOS DATOS

Se analizaron los resultados con el programa estadístico SPSS 20.

Se utilizó Kolmogorov-Smirnov para analizar la normalidad de las variables. Luego, se utilizó puntaje z y logaritmo para transformar variables. Se realizaron tres ANCOVAS en los que se analizó el efecto de las variables independientes: Formato (imagen, texto, multimedia) y Experticia (carreras científico-técnicas, carreras humanísticas) y las covariables: Memoria de trabajo verbal y Memoria de trabajo visual, sobre las variables dependientes: Tiempo promedio de estudio, Tiempo de ejecución y Porcentaje de error. Los efectos principales significativos fueron seguidos por análisis pareados post-hoc de diferencia de medias (Prueba t para muestras independientes) con corrección de Bonferroni para los factores fijos, y con análisis de la pendiente de regresión estimada para las covariables.

RESULTADOS

Se analizaron los efectos del formato de presentación de las instrucciones, la experticia y la capacidad de memoria de trabajo verbal y viso-espacial de los participantes sobre el tiempo de estudio promedio de cada paso de la instrucción, el tiempo de ensamblaje del objeto y el porcentaje de error en el armado.

El tiempo promedio de estudio refleja el promedio del tiempo empleado en mirar cada pantalla de instrucción para cada sujeto.

El tiempo de ensamblaje refleja el promedio del tiempo empleado en armar el objeto para cada sujeto.

El porcentaje de error en el armado refleja la cantidad total de errores cometidos sobre la cantidad de pasos posibles en el armado del objeto. La Tabla 1 muestra los estadísticos descriptivos en las medidas de tiempo de estudio, tiempo de ejecución y porcentaje de errores en las instrucciones según formato de instrucción y nivel de experticia (carrera científica vs. humanística).

Se analizaron las distribuciones de las variables dependientes (ver Tabla 1). Un participante presentaba valores extremos en las medidas de tiempo y fue eliminado. Las variables de tiempo no se ajustaron a una distribución normal, por lo que fueron transformadas a su logaritmo natural para los análisis restantes. No obstante, para mantener la claridad en la exposición, los descriptivos se reportan en su valor original en milisegundos y porcentajes de error. La Tabla 2 muestra los ajustes a la normalidad de las variables dependientes.

Se calculó el puntaje de Memoria de Trabajo verbal y viso-espacial para cada participante (ver Tabla 2). Para ello se promedió el puntaje estandarizado en las pruebas de memoria de trabajo verbal: Ordenamiento Número-letra y Tarea de Amplitud de Lectura y memoria de trabajo viso-espacial: Test de *Span Visual* en su versión directa e inversa y prueba de Laberintos, respectivamente.

Se realizaron tres ANCOVAS en los que se analizó el efecto de las variables independientes: Formato (imagen, texto, multimedia) y Experticia (carreras científico-técnicas, carreras humanísticas) y las covariables: Memoria de trabajo verbal y Memoria de trabajo visual, sobre las variables dependientes: Tiempo promedio de estudio, Tiempo de ejecución y Porcentaje de error. Los resultados de estos análisis se observan en las Tablas 3, 4 y 5. Los efectos principales significativos fueron seguidos por análisis pareados post-hoc de diferencia de medias con corrección de Bonfe-

róni ($p = .05$) para los factores fijos, y con análisis de la pendiente de regresión estimada para las covariables.

Como se observa en la Tabla 3, con respecto a los tiempos de estudio de las instrucciones para el ensamblaje de los objetos resultó significativo el efecto del Formato, y hubo una tendencia a que el efecto de la Memoria de trabajo verbal fuera significativa (ver Tabla 3). El análisis post-hoc para el efecto del Formato mostró que los tiempos de estudio en el formato texto fueron significativamente mayores que en el formato imagen ($t_{46} = -3.85, p < .001$) y multimedia ($t_{46} = -4.64, p < .001$), en tanto que estos últimos no presentaron diferencias significativas. Las medias originales (no transformadas a logaritmo) para cada condición se observan en la Tabla 1. En cuanto a las diferencias según memoria de trabajo verbal, la pendiente de la regresión ($B = -.10, p = .077$) indicó una tendencia para que a mayor capacidad de memoria de trabajo verbal, menor fuera el tiempo de estudio.

En la Tabla 4 se observa que para los tiempos de armado se hallaron efectos significativos por Formato de presentación. El análisis pareado mostró que los tiempos de ejecución en el formato multimedia fueron significativamente menores que los del formato texto ($t_{46} = -2.87, p = .006$), en tanto que el formato imagen no se diferenció significativamente de las otras dos. Las medias originales (no transformadas a logaritmo) para cada condición se observan en la Tabla 1.

Por último, en la Tabla 5 se presentan los resultados con respecto a los errores en el ensamblaje de los objetos. Se hallaron diferencias significativas según el tipo de carrera estudiada y una tendencia a que la memoria de trabajo viso-espacial fuera significativa. Los estudiantes de carreras científico-técnicas cometieron un menor porcentaje de error que los estudiantes de ciencias humanas ($t_{70} = -3.91, p < .001$), como se observa en la Tabla 1 (con las variables sin transformar). En cuanto a las diferencias según memoria de trabajo viso-espacial, la pendiente de la regresión de la covariable sobre la variable dependiente ($B = -3.65, p = .079$) indicó una tendencia

para que a mayor capacidad de memoria de trabajo viso-espacial, menor fuera la cantidad de errores.

DISCUSIÓN

Los objetivos de la investigación realizada se orientaron a estudiar las diferencias en el procesamiento y ejecución de instrucciones de ensamblaje en función del formato de presentación de las mismas, la capacidad de memoria de trabajo verbal y viso-espacial y el conocimiento y experiencia previa del destinatario. El texto procedimental (o instrucciones) se procesa estratégicamente, de modo que el fin de la lectura es entender las instrucciones de manera correcta y lo más rápido posible, para luego ejecutarlas eficientemente, lo cual implica hacerlo velozmente y sin cometer errores.

Con respecto al formato de presentación de las instrucciones, se encontraron efectos tanto en el tiempo de presentación y estudio de los pasos a ejecutar, así como en el tiempo de ensamblado. Los participantes dedicaron más tiempo a estudiar y ejecutar las instrucciones presentadas en palabras que las presentadas con imágenes (Multimedia e Imagen solamente). De este modo, podría concluirse que en la comprensión de instrucciones de ensamblaje, la presentación ordenada y coherente de una serie de imágenes que expliciten la secuencia, parece ser el formato más adecuado para alcanzar el resultado final. No obstante, el tiempo de armado fue más rápido con el formato multimedia. Esto implicaría que cuando las imágenes son combinadas con algunas indicaciones verbales aumentaría la eficacia de la instrucción. Estos resultados sostienen la hipótesis planteada, según la cual se esperaba encontrar una mejor comprensión y ejecución de las instrucciones presentadas en algún formato que incluya imágenes (multimedia o sólo imagen). Los obtenidos están en consonancia con investigaciones anteriores acerca del efecto del formato de presentación en la comprensión y el aprendizaje de la información (por ejemplo, Mayer, 2001, 2014; Schnotz, 2014) y en particular, en los

textos de procedimiento (Brunyé et al., 2006; Gyselinck et al., 2008; Novick & Morse, 2000; van Genuchten et al., 2014; Zacks & Tversky, 2003).

Por otra parte, en relación con el nivel de experticia, los participantes más expertos (estudiantes de carreras científico-técnicas) cometieron menos errores en el armado de los objetos que los estudiantes de carreras humanísticas. Esto se observa aún parcializando los efectos de variables aptitudinales, como la capacidad de memoria de trabajo verbal y viso-espacial.

Estos resultados sostienen la hipótesis según la cual un mayor nivel de experticia aumenta la comprensión y mejora la ejecución de las instrucciones. Es esperable que los estudiantes de las carreras de Ingeniería estén más habituados, en el marco de su formación profesional, a estudiar mecanismos, dispositivos y procedimientos que los participantes formados en carreras de ciencias humanas. Tal experiencia previa podría deberse a una mayor aptitud inicial, una mayor motivación, mayor perseverancia en los estudios, o una combinación compleja de estos factores junto con otros de tipo socio-cultural o socio-económico.

Cabe destacar que el mejor desempeño que tuvieron los estudiantes científico-técnicos no parece deberse a un estilo de procesamiento distinto del de los estudiantes de carreras humanísticas, ya que no se observaron patrones distintos del efecto de formato según las carreras, al no hallarse una interacción de la carrera con el formato. Todos los participantes independientemente de su formación, ejecutaron mejor la instrucción en la condición multimedia. Creemos que esto es importante en términos aplicados, puesto que sugiere que si bien la exposición previa a tareas de ensamblado influye sobre el desempeño, el formato de la instrucción (una variable más manipulable por quienes diseñan este tipo de mensajes) puede favorecer la comprensión de la misma, con independencia del grado de experticia.

Por último, en consonancia con la hipótesis que planteaba una mejor comprensión y ejecución de la instrucción en participantes

con mayor capacidad de memoria de trabajo, se observaron efectos que tendieron a ser significativos tanto de la memoria de trabajo verbal como de la viso-espacial. Los participantes con mayor capacidad de memoria de trabajo viso-espacial tendieron a realizar mejor la instrucción, cometiendo menos errores. Estos resultados están en línea con las propuestas de Brunyé y colaboradores (2006), Gyselinck y colaboradores (2008) y van Genuchten y colaboradores (2014) que sugieren que durante el aprendizaje multimedia de instrucciones se construye una representación interna basada en las imágenes. Además, en el experimento realizado se registró que los participantes con mayor capacidad de memoria de trabajo verbal, independientemente de su área de experticia, tendieron a estudiar más rápido todas las instrucciones. Esto indicaría que durante la comprensión de instrucciones también se utilizan recursos verbales, independientemente del formato de presentación (imagen, texto o multimedia). Aún cuando el producto final de la instrucción esté asociado a una imagen mental (tal como se evidencia en este estudio y en otros; Brunyé et al., 2006; van Genuchten et al., 2014), la construcción de dicho modelo mental interno parece depender de ambas capacidades de memoria, tanto verbal como viso-espacial.

En resumen, se podría concluir que considerando la naturaleza del procesamiento humano de la información, las presentaciones multimedia parecerían ser los estímulos más eficaces para representar las instrucciones de ensamblaje. La presentación conjunta de imágenes y palabras facilitaría el armado del modelo mental interno de la serie de acciones a realizar. Asimismo, en relación con las diferencias individuales, este estudio avalaría el efecto de la experiencia en la resolución de este tipo de tareas así como una tendencia de la participación de la memoria de trabajo en la comprensión y uso de las instrucciones.

Estos resultados tienen relevancia directa para todas aquellas situaciones de la vida cotidiana y profesional que requieren el uso de instrucciones como modo de transmitir información para la ejecución de un procedimien-

to. Considerando las limitaciones del estudio, podría plantearse que la presentación de instrucciones puramente verbales resulta poco frecuente con este tipo de material de encastre. Otra limitación concierne al rango de edad de los participantes, otros estudios podrían ampliar la investigación a otras franjas etarias, o a otras franjas poblacionales en general.

Futuras investigaciones podrían examinar, además, qué características específicas del diseño de la imagen y la construcción de la presentación multimedia favorecen la comprensión de las instrucciones, así como de qué manera otras variables cognitivas, como la atención, la motivación o la emoción, afectan este proceso.

TABLA 1
MEDIAS EN MILLISEGUNDOS Y DESVIACIONES ESTÁNDAR DE TIEMPO DE ESTUDIO DE LAS INSTRUCCIONES, TIEMPO DE EJECUCIÓN DEL ENSAMBLADO Y PORCENTAJE DE ERRORES EN EL ARMADO

Formato	Carrera	Tiempo de estudio (ms)		Tiempo de ejecución (ms)		Porcentaje de error (%)	
		<i>M</i>	<i>DE</i>	<i>M</i>	<i>DE</i>	<i>M</i>	<i>DE</i>
Imagen	Científico-técnica	6306	2317	23952	8072	14.02	11.86
	Humanista	6421	2683	27430	6532	23.86	12.28
Texto	Científico-técnica	9140	2982	26407	6155	19.32	14.78
	Humanista	8798	1591	31743	11003	28.93	14.38
Multimedia	Científico-técnica	5551	2024	18930	4377	12.40	11.15
	Humanista	6372	2090	23243	8009	27.79	12.35

TABLA 2
AJUSTES A LA NORMALIDAD DE LAS VARIABLES DEPENDIENTES

Variables	Kolmogorov-Smirnov		
	Estadístico	gl	p
Tiempo de estudio	.113	71	.025
Tiempo de ejecución	.151	71	.000
Porcentaje de error	.078	71	.200
Logaritmo Tiempo de estudio	.094	71	.200
Logaritmo Tiempo de ejecución	.088	71	.200

TABLA 3
ANCOVA DEL EFECTO DE LAS VARIABLES INDEPENDIENTES (FORMATO Y EXPERTICIA) Y LAS COVARIABLES (MEMORIA VERBAL Y VISO-ESPACIAL) SOBRE LA VARIABLE DEPENDIENTE LOGARITMO DEL TIEMPO PROMEDIO DE ESTUDIO

Variables	gl	F	p	η^2
MT verbal	1	3.23	.077	.049
MT viso-espacial	1	1.92	.170	.030
Formato	2	10.92	.000	.258
Carrera	1	.28	.593	.005
Formato * Carrera	2	.28	.750	.009
Error	63			

TABLA 4

ANCOVA DEL EFECTO DE LAS VARIABLES INDEPENDIENTES (FORMATO Y EXPERTICIA) Y LAS COVARIABLES (MEMORIA VERBAL Y VISO-ESPACIAL) SOBRE LA VARIABLE DEPENDIENTE LOGARITMO DEL TIEMPO DE EJECUCIÓN

	<i>gl</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	η^2
MT verbal	1	.00	.990	.000
MT viso-espacial	1	2.98	.089	.045
Formato	2	7.24	.001	.187
Carrera	1	2.86	.095	.044
Formato * Carrera	2	.13	.876	.004
Error	63			

TABLA 5

ANCOVA DEL EFECTO DE LAS VARIABLES INDEPENDIENTES (FORMATO Y EXPERTICIA) Y LAS COVARIABLES (MEMORIA VERBAL Y VISO-ESPACIAL) SOBRE LA VARIABLE DEPENDIENTE PORCENTAJE DE ERROR

	<i>gl</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	η^2
MT verbal	1	.52	.472	.008
MT viso-espacial	1	3.18	.079	.048
Formato	2	1.36	.262	.042
Carrera	1	10.23	.002	.140
Formato * Carrera	2	.54	.582	.017
Error	63			

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alloway, T.P. (2007). *Automated working memory assessment*. London: Harcourt Assessment.
- Amado, B. & Borzone, A.M. (2011). La comprensión de textos expositivos: Relevancia del conocimiento previo en niños de distintos entornos socioculturales [Expository texts comprehension: The relevance of knowledge of children from different socio-cultural environments]. *Interdisciplinaria*, 28(2), 261-277.
- Baddeley, A. (1986). *Working memory*. Oxford: Oxford University Press.
- Baddeley, A.D. (1996a). The fractionation of working memory. *Proceedings of the US National Academy of Sciences*, 93(24), 13468-13472.
- Baddeley, A. (1996b). Exploring the central executive. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49(1), 5-28. <http://dx.doi.org/10.1080/027249896392784>
- Baddeley, A. (2003). Double dissociation: Not magic but still useful. *Cortex*, 39, 129-131. [http://dx.doi.org/10.1016/S0010-9452\(08\)70082-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0010-9452(08)70082-0)
- Baddeley, A. (2012). Working memory: Theories, models, and controversies. *Annual Review of Psychology*, 63, 1-29. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev-psych-120710-100422>
- Baddeley, A. & Logie, R.H. (1999). Working memory. The multiple-component model. En A. Miyake & P. Shah (Eds.), *Models of working memory. Mechanisms of active maintenance and executive control* (pp. 28-61). New York: Cambridge University Press. <http://dx.doi.org/10.1017/CBO9781139174909.005>
- Barreyro, J., Burin, D. & Duarte, A. (2009). Capacidad de la memoria de trabajo verbal. Validez y fiabilidad de una Tarea de Amplitud de Lectura [Verbal working memory span. Validity and reliability of Reading Span Task]. *Interdisciplinaria*, 26(2), 207-228.
- Bieger, G.R. & Glock, M.D. (1986). Comprehending spatial and contextual information in picture-text instructions. *Journal of Experimental Education*, 54, 181-188. <http://dx.doi.org/10.1080/00220973.1986.10806418>
- Brunyé, T.T., Taylor, H.A., Rapp, D.N. & Spiro, A.B. (2006). Learning procedures: The role of working memory in multimedia learning experiences. *Applied Cognitive Psychology*, 20, 917-940. <http://dx.doi.org/10.1002/acp.1236>
- Chiesi, H.I., Spilich, G.J. & Voss, J.F. (1979). Acquisition of domain-related information in relation to high and low domain knowledge. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 18, 275-290. [http://dx.doi.org/10.1016/S0022-5371\(79\)90146-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-5371(79)90146-4)
- Daneman, M. & Carpenter, P.A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19, 450-466. [http://dx.doi.org/10.1016/S0022-5371\(80\)90312-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-5371(80)90312-6)
- Delgado, A.R. & Prieto, G. (2004). Cognitive mediators and sex-related differences in mathematics. *Intelligence*, 32, 25-32. [http://dx.doi.org/10.1016/S0160-2896\(03\)00061-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0160-2896(03)00061-8)
- Diehl, V. & Bergfeld Mills, C. (1995). The effects of interaction with the device described by procedural text on recall, true/false, and task performance. *Memory and Cognition*, 23, 675-688. <http://dx.doi.org/10.3758/BF03200921>
- Diehl, V. & Bergfeld Mills, C. (2002). Procedural text structure and reader perceptions and performance. *The Journal of General Psychology*, 129(1), 18-35. <http://dx.doi.org/10.1080/00221300209602030>
- Gyselinck, V., Cornoldi, C., DuBois, V., De Beni, R. & Ehrlich, M.F. (2002). Visuospatial memory and phonological loop in learning from multimedia. *Applied Cognitive Psychology*, 16, 665-685. <http://dx.doi.org/10.1002/acp.823>
- Gyselinck, V., Jamet, E. & Dubois, V. (2008). The role of working memory components in multimedia comprehension. *Applied Cognitive Psychology*, 22, 353-374. <http://dx.doi.org/10.1002/acp.1411>

- Haenggi, D. & Perfetti, C.A. (1994). Processing components of college-level reading comprehension. *Discourse Processes*, 17, 83-104. <http://dx.doi.org/10.1080/01638539409544860>
- Irrazabal, N., Burin, D. & Saux, G. (2012). Conocimiento previo y memoria de trabajo en comprensión de textos expositivos [Expository text comprehension: Prior knowledge and working memory]. *Revista Argentina de Ciencias del Comportamiento*, IV(2), 79-86.
- Johnson-Laird, P. (1983). *Mental models. Towards a cognitive science of language, inference, and consciousness*. Cambridge: Harvard University Press.
- Lowe, R.K. & Schnotz, W. (Eds.) (2008). *Learning with animation*. New York, Cambridge: Cambridge University Press.
- Marcus, N., Cooper, M. & Sweller, J. (1996). Understanding instructions. *Journal of Educational Psychology*, 88, 49-63. <http://dx.doi.org/10.1037//0022-0663.88.1.49>
- Mayer, R. (2001). *Multimedia learning*. New York, NY: Cambridge University Press. <http://dx.doi.org/10.1017/CB O9781139164603>
- Mayer, R.E. (2014). Cognitive theory of multimedia learning. En R.E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 43-71). New York: Cambridge University Press. <http://dx.doi.org/10.1017/CBO9781139547369>
- Mayer, R. & Moreno, R. (2002). Animation as an aid to multimedia learning. *Educational Psychology Review*, 14, 87-99.
- McNamara, D.S. (1997). Comprehension skill: A knowledge-based account. En M.G. Shafto & P. Langley (Eds.), *Proceedings of the Nineteenth Annual Conference of the Cognitive Science Society* (pp. 508-513). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- McNamara, D. & McDaniel, M. (2004). Suppressing irrelevant information: Knowledge activation or inhibition? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 30(2), 465-482. <http://dx.doi.org/10.1037/0278-7393.30.2.465>
- Mills, C.B., Diehl, V.A., Birkmire, D.P. & Mou, L-C. (1995). Reading procedural texts: Effects of purpose for reading and predictions of reading comprehension models. *Discourse Processes*, 20, 79-107. <http://dx.doi.org/10.1080/01638539509544932>
- Novick, L.R. & Morse, D.L. (2000). Folding a fish, making a mushroom: The role of diagrams in executing assembly procedures. *Memory & Cognition*, 28, 1242-1256. <http://dx.doi.org/10.3758/BF03211824>
- Rouet, J., Lowe, R. & Schnotz, W. (2008). *Understanding multimedia documents*. New York: Springer. <http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-73337-1>
- Schneider, W., Eschmann, A. & Zuccolotto, A. (2002). *E-Prime reference guide*. Pittsburgh, PA: Psychology Software Tools.
- Schnotz, W. (2014). Integrated model of text and picture comprehension. En R.E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 72-103). New York: Cambridge University Press. <http://dx.doi.org/10.1017/CBO9781139547369.006>
- Stone, D.E. & Glock, M.D. (1981). How do young adults read directions with and without pictures? *Journal of Educational Psychology*, 73, 419-426. <http://dx.doi.org/10.1037//0022-0663.73.3.419>
- Van Dijk, T. & Kintsch, W. (1983). *Strategies of discourse comprehension*. N.Y: Academic Press.
- Van Genuchten, E., Van Hooijdonk, C., Schüler, A., & Scheiter, K. (2014). The role of working memory when "Learning How" with multimedia learning material. *Applied Cognitive Psychology*, 28, 327-335. <http://dx.doi.org/10.1002/acp.2998>

- Vázquez, S.M. & Noriega Biggio, M. (2011). Razonamiento espacial y rendimiento académico [Spatial reasoning and academic achievement]. *Interdisciplinaria*, 28(1), 145-158.
- Wechsler, D. & Stone, C.P. (1987). *Wechsler Memory Scale - Revised*. New York: The Psychological Corporation.
- Wechsler, D. (2003). *WAIS III. Test de Inteligencia para Adultos* [WAIS III. Intelligence Test]. Buenos Aires: Paidós.
- Zacks, J.M. & Tversky, B. (2003). Structuring information interfaces for procedural learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory & Cognition*, 20, 920-933. <http://dx.doi.org/10.1037/1076-898X.9.2.88>

Consejo Nacional de Investigaciones
Científicas y Técnicas (CONICET)
Universidad de Palermo (UP)
Universidad de Buenos Aires (UBA)
Pontificia Universidad Católica Argentina (UCA)
Ciudad Autónoma de Buenos Aires - República Argentina

Fecha de recepción: 17 de junio de 2015
Fecha de aceptación: 13 de junio de 2016

