

ANÁLISIS COMPONENTIAL DE LAS ANALOGÍAS GEOMÉTRICAS

M. J. GONZÁLEZ LABRA; S. BALLESTEROS JIMÉNEZ
Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED)

Resumen

El presente trabajo se centra en dos objetivos fundamentales para la explicación del rendimiento en los problemas de analogías geométricas: 1) el análisis de los aspectos básicos que conforman los problemas analógicos, y 2) la delimitación y repercusión de estos aspectos sobre las operaciones comprendidas en los modelos de procesamiento propuestos hasta la fecha. Con el fin de alcanzar dichos objetivos, la tarea experimental se diseñó de forma que se pudieran analizar sistemáticamente los efectos del número y/o tipo de transformaciones, así como los efectos de las variaciones sobre la estructuración de los términos del problema. Los datos experimentales apoyan la relevancia del peso de la información estimular, tanto en la explicación del índice de dificultad de los problemas como en la interpretación del número de operaciones modelizadas en el procesamiento de la información.

Abstract

The present study is aimed towards two main objectives that are basic for the explanation of geometric analogical performance: 1) the analysis of the variables that constitute geometric analogies, and 2) the specification and repercussion of these variables on the operations included in the information processing models of analogical reasoning. In order to achieve these goals, the experimental task was designed so as to be able to systematically analyze the effects of the number and/or type of transformations, as well as the effects of the structural variations on the analogical terms. The experimental evidence pointed out the relevance of stimulus information in the explanation of problem difficulty and in the interpretation of the number of operations to be included in information processing models.

Introducción

La analogía se ha considerado como una de las tareas experimentales más representativas del razonamiento por inducción (Alderton, Goldman y Pellegrino, 1985; Barnes y Whitely, 1981; Bisanz, 1979; Gardner, 1982; Gick, 1985; Gick y Holyoak, 1980, 1983; Grudin, 1980; Keane, 1985; Mulholland, Pellegrino y Glaser, 1980; Powell, Love y Vega, 1972, 1976; Reed, Dempster y Ettinger, 1985; Sternberg, 1977, 1979, 1980, 1982, 1983, 1985; Whitely, 1973, 1981). En su formulación como tarea experimental, la analogía se ha entendido como una igualdad de proporciones en la cual están comprendidos cuatro términos, de forma que la razón del primer término al segundo es igual a la razón del tercer término al cuarto. La tendencia más frecuente en el estudio de los problemas analógicos se ha dirigido fundamentalmente a subrayar las relaciones entre términos, es decir, a la expresión de una similitud de relaciones que se presenta como $A:B::C:D$, y que se lee «A es a B como C es a D».

Las investigaciones que se han interesado en el análisis del proceso de solución de los problemas analógicos pueden agruparse en torno a dos modelos de procesamiento: el modelo de simulación Analogía de Evans (1968), y el modelo componencial de Sternberg (1977), los cuales se conocen como modelos inferir-inferir-comparar e inferir-aplicar-probar, respectivamente. En ambos modelos se sostiene que el verdadero esfuerzo de procesamiento proviene del conocimiento procesual. El factor de complejidad más relevante lo constituye el número de operadores que han de representarse en la memoria de trabajo. Por consiguiente, cuanto mayor sea el número de operadores que constituyen una regla de relaciones, tanto mayor será la latencia de solución y la probabilidad de error.

No obstante, algunos trabajos más recientes han señalado la importancia de considerar en la formulación de los modelos el tipo de información o contenido de los problemas (Bethell-Fox, Lohman y Snow, 1984; Liu, 1981; Whitely y Schneider, 1981). Se sostiene que en la explicación y predicción del razo-

namiento analógico se debería tener en cuenta el tipo de contenido, además del número de operadores, como una fuente de complejidad adicional. En estos trabajos se intenta explicar las diferencias encontradas en el índice de dificultad de los problemas aludiendo a la utilización de operaciones conceptualmente distintas según el tipo de contenido. Sin embargo, no se ha contemplado la posibilidad de que las operaciones propuestas sean las mismas, y que el índice de dificultad se encuentre directamente relacionado con el tipo de contenido sobre el que han de efectuarse dichas operaciones.

Los objetivos de este trabajo se centran en el análisis de los efectos de las dimensiones utilizadas en la generación de los problemas de analogías geométricas, y en intentar delimitar cómo contribuye esta información a la explicación del rendimiento. Se ha optado por estudiar el razonamiento analógico mediante términos constituidos por figuras geométricas debido a que los criterios que pueden manipularse con el fin de variar el índice de dificultad son más objetivos que aquellos utilizados cuando el contenido es verbal.

De acuerdo con los modelos de procesamiento propuestos, los aspectos básicos de las analogías geométricas son el número de figuras que constituyen los términos y el número de transformaciones (relaciones) que se establecen entre las mismas (Bethell-Fox, Lohman y Snow, 1984; Bisanz, 1979; Mulholland, Pellegrino y Glaser, 1980; Sternberg, 1977). De esta forma se predice que el tiempo de respuesta es igual a la suma de la cantidad de tiempo empleada en la ejecución de cada uno de los procesos implicados en dichos modelos multiplicado por el número de veces que es necesario realizar cada operación. Este último aspecto se encuentra directamente relacionado con el número de transformaciones que se establecen entre los términos del problema. Pero teniendo en cuenta las aportaciones recientes sobre la influencia del tipo de relaciones en el índice de dificultad, se pretende contrastar el grado de explicación de los modelos cuando se tiene en cuenta sólo el número de transformaciones, sólo el tipo de transformaciones o ambos.

Por otra parte, y considerando que Carpenter y Just (1986) señalan la importancia de las relaciones perceptivas en este tipo de problemas, se intentará delimitar, a través de la manipulación de la estructura del problema, si los efectos producidos por el tipo de dimensión pueden deberse a la adición de nuevos componentes de procesamiento o a las características perceptivas del propio estímulo. Con el fin de manipular la estructura del problema, y bajo el supuesto de que esta variación implica un número y tipo distinto de operaciones (Sternberg, 1977), se han generado problemas analógicos del tipo degenerado y semidegenerado. Las analogías degeneradas se caracterizan por presentar cuatro términos iguales (A:A::A:A), y las semidegeneradas, o bien pueden presentar los mismos términos en cada par (A:A::B:B), o bien pueden repetir la misma transformación en los dos pares de términos (A:B::A:B). Según Sternberg, en estos problemas todos los proce-

dos de comparación de atributos son del tipo igual-diferente, y, por tanto, de existir diferencias entre las dimensiones utilizadas, éstas no podrían deberse a la supuesta adición de los procesos de inferencia y aplicación espacial propuestos por Bethell-Fox y colaboradores (1984).

Método

Sujetos

En la realización del experimento participaron treinta sujetos de edades comprendidas entre los dieciocho y veintiún años. Los sujetos eran estudiantes de la Facultad de Psicología de la Universidad Complutense de Madrid, y su colaboración fue voluntaria.

Material

Los problemas analógicos se generaron a partir de cuatro figuras (triángulo, cuadrado, pentágono y hexágono) y siete transformaciones (tamaño, rotación, color, tamaño-rotación, rotación-color, tamaño-color y tamaño-rotación-color). La prueba experimental constaba de cuatro tipos de analogías que podían estar constituidas por 0, 1, 2 ó 3 transformaciones. Además, teniendo en cuenta que el formato de presentación era del tipo verdadero-falso, en la generación de los grados de falsación del último término se aplicaba una transformación errónea en las analogías que sufrían una transformación, y se dejaba de aplicar una de las transformaciones en el resto de los problemas. De esta forma, la diferencia entre el último término verdadero y el último falso sólo era de un atributo en los problemas con dos y tres transformaciones, y de dos atributos en los problemas con una transformación.

En función del tipo de analogía, del número y tipo de transformaciones utilizadas se obtuvieron veintidós clases de problemas, y la tarea experimental constaba de un total de 304 problemas (152 verdaderos y 152 falsos).

Procedimiento

Las sesiones experimentales fueron realizadas a nivel individual, con una duración media de noventa minutos por sesión. Cada sesión experimental comprendía una primera parte de entrenamiento en la realización de la tarea y manejo de los aparatos, y una segunda parte de realización de la tarea propiamente dicha con un descanso de cinco minutos entre la presentación de dos bloques homogéneos de problemas.

Para la realización de la tarea, el sujeto se situaba delante del visor de un taquistoscopio (Campden 610), de forma que la llave de respuesta vocal quedara situada a la altura de la boca, y el dedo índice

de la mano dominante se colocaba sobre el interruptor de presentación de estímulos. Cuando el sujeto estaba preparado, presionaba el interruptor e iniciaba simultáneamente la presentación del problema y la puesta en marcha de un cronómetro. Ante la respuesta verbal del sujeto, la pantalla cambiaba a un fondo blanco y se detenía el cronómetro. El experimentador registraba la respuesta dada y se encargaba de introducir la próxima tarjeta en el taquistoscopio.

Teniendo en cuenta que la tarea estaba constituida por 304 problemas, se consideró necesario introducir un descanso de cinco minutos entre la realización de dos bloques homogéneos de 152 problemas cada uno. A cada bloque se le asignó la mitad de los problemas verdaderos de cada tipo, y la versión falsa de dichos problemas era asignada al bloque alternativo. El orden de presentación dentro de cada bloque fue aleatorio, con la única restricción de que no se presentaran seguidamente más de tres problemas de cada tipo.

Con el fin de contrabalancear los posibles efectos debidos a la fatiga y/o aprendizaje, a la mitad de los sujetos se les administró el primer y segundo bloques en este orden, y a la otra mitad en el orden inverso.

Resultados

Los datos se analizaron teniendo en cuenta los aspectos que fueron considerados básicos para el análisis de los tiempos de solución en la formulación de los modelos de procesamiento propuestos tanto

por Evans (1968) como por Sternberg (1977). Este análisis se amplió posteriormente al estudio de los efectos que pudieran estar comprendidos en el tipo de dimensión utilizada en la generación de los problemas. El análisis de los efectos de estas variables se realizó a través de las técnicas del análisis de varianza para diseños factoriales con medidas repetidas en todos los factores. En la tabla 1 se presentan las medias y desviaciones típicas de los distintos tipos de problemas analógicos.

En primer lugar, se analizaron los efectos de las variables número de transformaciones y tipo de analogía. Se consideró que el tiempo de solución era la variable dependiente de interés principal, ya que el número de errores, expresado como el porcentaje del número total de problemas, fue del 3,42 por 100. En el análisis de los efectos de las variables anteriormente mencionadas se encontró que tanto las variables tipo de analogía verdadera ($F = 37,94$, g.l. = 2, 58, $p < 0,001$), número de transformaciones ($F = 62,18$, g.l. = 2, 58, $p < 0,001$), y su interacción ($F = 7,75$, g.l. = 4, 116, $p < 0,001$), como las variables tipo de analogía falsa ($F = 5,32$, g.l. = 2, 58, $p < 0,1$), número de transformaciones ($F = 25,35$, g.l. = 2, 58, $p < 0,001$) y su interacción ($F = 8,47$, g.l. = 4, 116, $p < 0,001$) presentaban efectos significativos sobre los tiempos de solución.

Con el fin de analizar si la variable tipo de dimensión utilizada en los problemas de una, dos y tres transformaciones pudiera ser considerada como una fuente adicional de complejidad, y que sus efectos estuvieran enmascarados al efectuar las medias teniendo en cuenta sólo el número de transforma-

TABLA 1

Medias y desviaciones típicas de los distintos tipos de analogías geométricas en centésimas de segundo

Tipo de problema	:A:A::B:B	A:B::A:B	A:B::C:D
Verdadero	: \bar{x} D.T.	\bar{x} D.T.	\bar{x} D.T.
Tamaño	: 128 26	121 23	136 25
Rotación	: 143 30	147 32	176 37
Color	: 109 29	108 25	132 29
\bar{x} 1 Transformación	: 127 25	125 23	148 29
Tamaño-rotación	: 138 33	154 37	174 34
Rotación-color	: 153 35	159 38	163 32
Tamaño-color	: 115 30	126 26	137 28
\bar{x} 2 Transformaciones	: 136 31	146 31	158 36
Tamaño-rotación-color	: 137 38	159 41	181 41
Falso	:		
Tamaño	: 141 30	118 26	136 33
Rotación	: 183 37	159 37	144 44
Color	: 120 26	108 29	152 34
\bar{x} 1 Transformación	: 147 31	124 22	143 34
Tamaño-rotación	: 140 34	182 35	171 39
Rotación-color	: 181 43	147 40	168 43
Tamaño-color	: 118 26	106 31	173 41
\bar{x} 2 Transformaciones	: 145 39	145 41	170 41
Tamaño-rotación-color	: 166 39	163 42	156 35
A:A::A:A Verdadero	: 96 18		
A:A::A:A Falso	: 113 22		

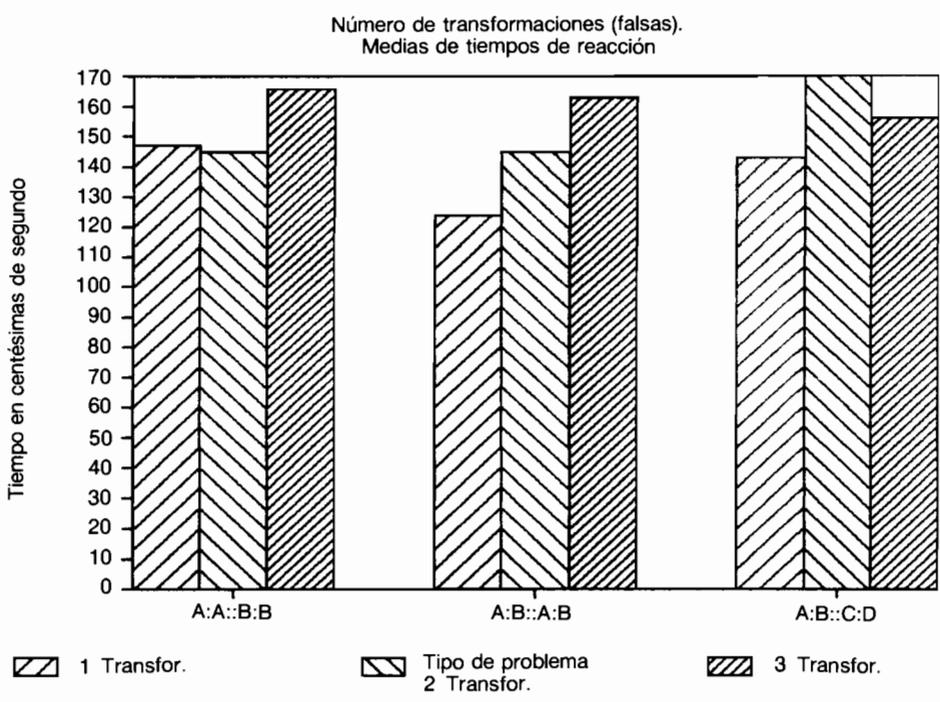
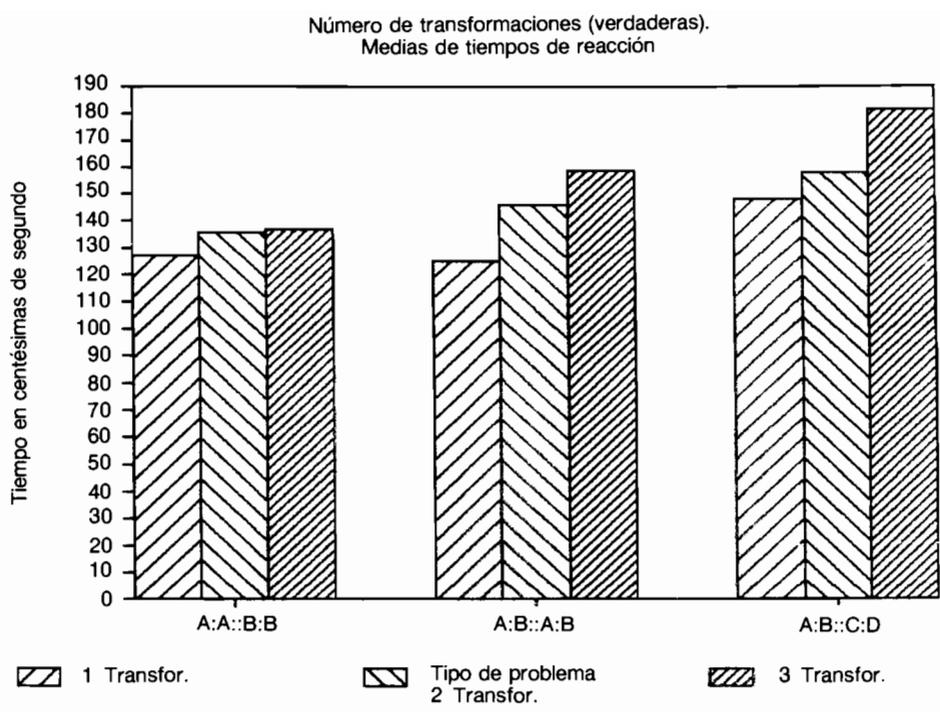


Figura 1. Representación gráfica de las medias de los tiempos de solución de las analogías verdaderas y falsas en función del número de transformaciones.

ciones, se realizaron dos ANOVAS iguales a los anteriores, pero diferenciando el tipo de dimensión utilizada. En función del análisis de los datos, se pudo comprobar que las diferencias entre los tiempos de solución de los distintos tipos de analogías verdaderas ($F = 42,99$, g.l. = 2, 58, $p < 0,001$), el tipo de transformación ($F = 71,43$, g.l. = 6, 174, $p < 0,001$), y su interacción ($F = 5,69$, g.l. = 12, 348, $p < 0,001$) eran significativas. También resultaron significativas las diferencias entre los tiempos de solución de las variables tipo de analogía falsa ($F = 12,35$, g.l. = 2, 58, $p < 0,001$), tipo de transformación ($F = 26,38$, g.l. = 6, 174, $p < 0,001$) y su interacción ($F = 16,08$, g.l. = 12, 348, $p < 0,001$).

Como puede apreciarse en la figura 1, estos resultados corroboran los supuestos y conclusiones de las investigaciones realizadas sobre los modelos de procesamiento. Los tiempos de solución obtenidos aumentan de forma sistemática a medida que se incrementa el número de transformaciones tanto en las analogías A:B::A:B como en las analogías A:B::C:D. Estos resultados fueron los que condujeron a Mulholland y colaboradores (1980) a concluir que el tiempo de solución de una analogía geométrica era una función monótonica de los incrementos en la complejidad estructural del problema. Ahora bien, la complejidad estructural se entendía en términos del número de elementos y de transformaciones. De esta forma se llegó a formular un modelo de procesamiento lineal en el que las transformaciones se procesaban de forma serial y los tiempos de solución aumentaban linealmente a medida que se incrementaba el número de transformaciones.

En cuanto a las analogías falsas (Fig. 1), la variable número de transformaciones ejerce efectos significativamente distintos en cada tipo de analogía. En los problemas A:A::B:B y A:B::A:B, las analogías con tres transformaciones presentan tiempos de solución más largos, pero la tendencia de los problemas con una y dos transformaciones en las analogías A:A::B:B y los tres tipos de problemas de las analogías A:B::A:B se ajusta a la encontrada en las analogías verdaderas. Tanto las analogías A:A::B:B como las analogías A:B::A:B comparten el mismo componente de comparación de atributos, pero se diferencian en que este último tipo de analogía conlleva un proceso de inferencia adicional de la relación entre el primer par de términos. Este proceso de inferencia podría ser responsable de las diferencias encontradas en los tres tipos de problemas A:B::A:B, dando lugar a que los tiempos de solución aumenten a medida que se incrementa el número de transformaciones. Sin embargo, teniendo en cuenta que la falsación de los problemas se realizó de modo que la diferencia entre el último término verdadero y el último falso fuese de dos atributos en los problemas de dos y tres transformaciones, no se puede sostener que el procedimiento sea auto-terminante en estos dos tipos de analogías.

De acuerdo con la definición dada a la estrategia auto-terminante (Sternberg, 1977), los problemas de una transformación deberían ser los más rápidos, y los problemas de dos y tres transformaciones

no deberían presentar diferencias significativas. Sin embargo, las diferencias encontradas entre los tiempos de solución parecen estar en función más bien del número de transformaciones que han de inferirse en el primer par de términos, que de las diferencias entre el número de atributos que falsean el problema.

No obstante, cuando los datos se analizan en función del tipo de transformación se pudo confirmar la relevancia de las interacciones dimensionales sobre los tiempos de solución de las analogías geométricas. Tal y como sostienen Whitely y colaboradores (1984) y Bethell-Fox y colaboradores (1984), en el análisis de los problemas de analogías ha de tenerse en cuenta no sólo el número de figuras y transformaciones, sino además el tipo de transformación sobre la que ha de efectuarse la operación propuesta por los modelos de procesamiento. Los mencionados autores sostienen que aquellas transformaciones que suponen cambios en el desplazamiento espacial de las figuras geométricas, como es el caso de la rotación, dificultan la ejecución de los componentes de comparación de atributos, mientras que aquellas transformaciones que producen distorsiones en la propia figura, como por ejemplo el tamaño y el color, son más fáciles. Sin embargo, el análisis de los efectos de cada una de las dimensiones utilizadas en los problemas de una transformación, y la combinación de estas dimensiones en los problemas de dos o tres transformaciones, cuestiona la agrupación de las dimensiones de tamaño y color en la misma categoría.

Cuando estas tres dimensiones se analizan aisladamente, podemos observar que los tres tipos de problemas presentan diferencias significativas en todos los tipos de analogías (Fig. 2). El índice de dificultad, entendido éste en función de la duración de los tiempos de solución, destaca a los problemas de una transformación en la dimensión de rotación como los más difíciles, seguidos por los problemas con transformaciones de tamaño, y finalmente se encuentran los problemas con transformaciones de color. Esto parece indicar que aquellas dimensiones que podemos denominar cuantitativas o relativas (rotación y tamaño) presentan mayores dificultades en la solución de las analogías geométricas que las denominadas dimensiones cualitativas o absolutas (color).

En el análisis de las interacciones de estas dimensiones en los problemas de dos y tres dimensiones, podemos apreciar cómo la interacción de las dos dimensiones con menor dificultad da lugar a tiempos de solución más cortos, y que, contrariamente a lo predicho en aquellos trabajos que sólo manipulan el número de transformaciones, los tiempos de solución de los problemas con dos transformaciones que incluyen la dimensión de mayor dificultad (rotación) se encuentran muy próximos a los problemas de tres transformaciones.

Por otra parte, el patrón de los efectos de la variable tipo de dimensión es prácticamente el mismo en todos los tipos de analogías. En la comparación de los problemas de una y dos transformaciones se

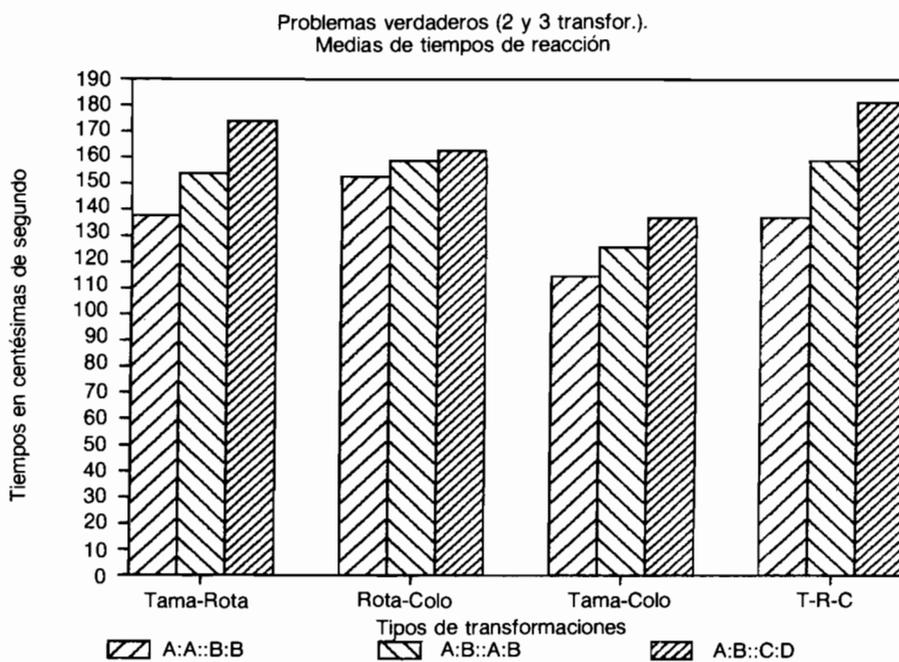
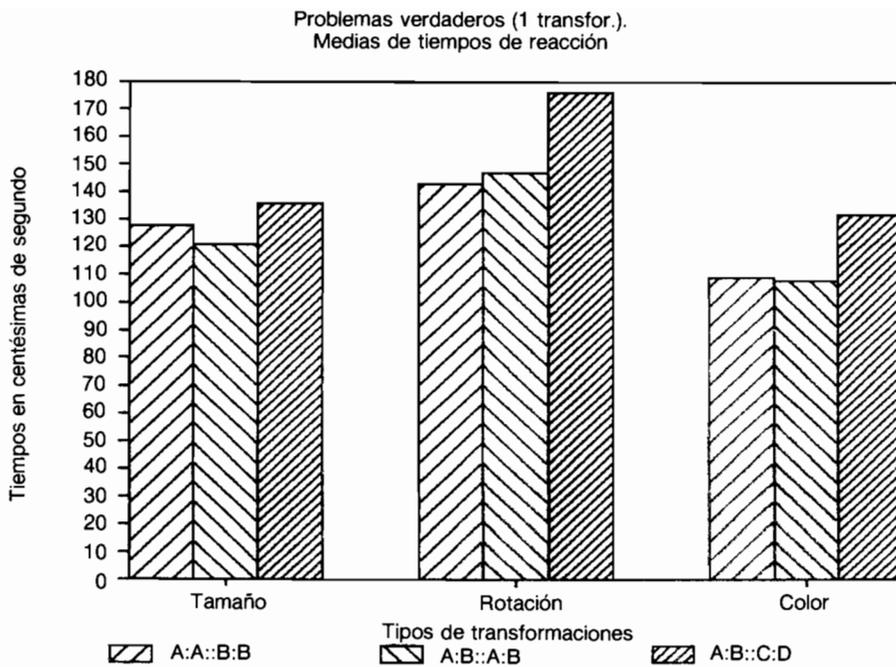


Figura 2. Representación gráfica de las medias de los tiempos de solución de las analogías verdaderas en función del número y tipo de transformación.

puede observar cómo los efectos de las dos dimensiones con mayor y menor dificultad inciden sobre la dimensión de dificultad media cuando aquéllas interactúan con esta última, dando lugar a que los problemas con transformaciones de rotación se encuentren muy próximos a los problemas que combinan tamaño y rotación, y los problemas con cambios de color a aquellos problemas que combinan tamaño y color.

En el análisis de los efectos del tipo de dimensión sobre los problemas falsos con una transformación podemos observar (Fig. 3) cómo el índice de dificultad previamente encontrado en los problemas verdaderos se mantiene en todos los tipos de analogías con una sola excepción. En las analogías propiamente dichas, la transformación de color se convierte en la dimensión con mayor índice de dificultad, sobrepasando incluso a la transformación de rotación. Como ya hemos mencionado anteriormente en el análisis de la variable número de transformaciones, probablemente en la manipulación de los problemas falsos sea necesario considerar no sólo el número y tipo de dimensión que falsea el problema, sino además la falta de simetría entre el primer y segundo par de términos.

Conclusión

Estos resultados conducen a un replanteamiento de las explicaciones dadas hasta la fecha sobre los aspectos básicos que definen las características de la tarea, y que, por tanto, influyen sobre el rendimiento y sobre los modelos que intentan dar cuenta del mismo. Teniendo en cuenta que el objetivo principal de estos modelos se ha centrado en la identificación de los procesos, prácticamente toda la investigación ha girado en torno a los procesos comprendidos en los componentes de comparación de atributos. Esto ha supuesto que exista una deficiencia en la explicación de aquellos aspectos que pueden ser críticos en la selección y codificación de los atributos. De hecho, esta cuestión resulta bastante problemática cuando se tiene en cuenta que en el análisis de los componentes de los modelos de procesamiento se ha encontrado que el proceso de codificación es el que consume la mayor cantidad de tiempo (Gardner, 1982; Sternberg, 1977).

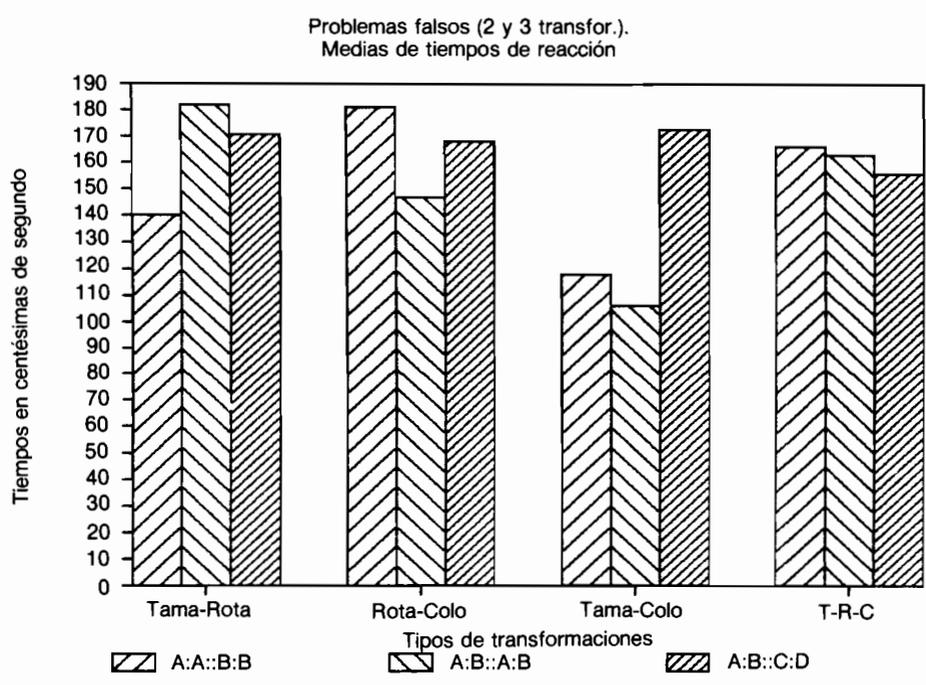
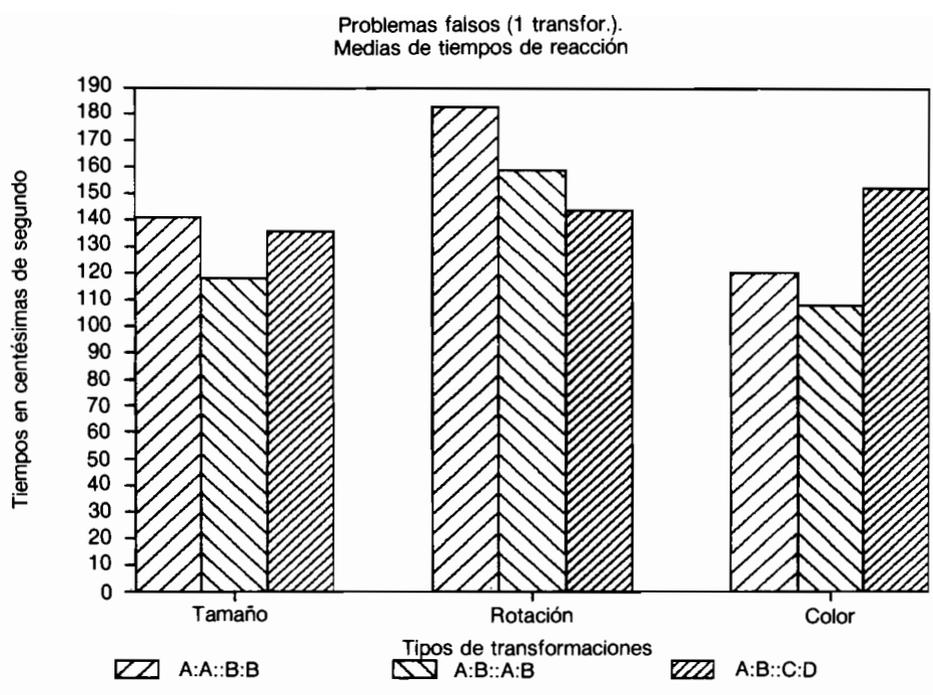
Con el fin de poder estudiar los efectos dimensionales e intentar delimitar, hasta cierto punto, los procesos sobre los que inciden estos efectos, el diseño de la tarea experimental incluía cuatro tipos de analogías que llevaban asociados distintos tipos de componentes de procesamiento. Las diferencias encontradas en todos los análisis apoyan la hipótesis de que el número de componentes comprendido en las distintas analogías podía influir sobre los tiempos de solución. Los resultados pusieron de manifiesto que las analogías degeneradas, en las que todos los procesos son supuestamente del tipo igual-diferente, eran las más fáciles, seguidas de las analogías semi-degeneradas, que incluyen un proceso de infe-

rencia adicional, y finalmente el índice de dificultad mayor lo presentaban las analogías propiamente dichas, que incluían además un proceso de inferencia o aplicación en el segundo par de términos.

El análisis de los efectos de la variable tipo de transformaciones puso de manifiesto que las diferencias encontradas eran significativas, y que, además, la tendencia general en cuanto al índice de dificultad de dichas transformaciones era semejante en cada tipo de analogía. Estos resultados permiten hacer dos tipos de inferencias que son fundamentales para la explicación de estos efectos, así como para su consideración en la predicción del rendimiento. En primer lugar, los cuatro tipos de analogías diferían entre sí en cuanto al número de componentes de procesamiento, pero compartían dos tipos de procesos: la codificación de los términos y el proceso de comparación entre ambos pares de términos. En segundo lugar, la información dimensional comprendida en los términos del problema ejercía efectos semejantes en los distintos tipos de analogías y, por tanto, sobre los supuestos procesos necesarios para resolver dichas analogías. De esta forma, se podría pensar que en la solución de las analogías geométricas las propiedades informativas del estímulo, entendiendo estas propiedades en función del tipo de dimensión, influyen significativamente sobre los tiempos de solución, y que estos efectos recaen principalmente sobre los procesos que son comunes en los distintos tipos de analogías.

Esta conclusión resalta la importancia de considerar en los modelos de procesamiento de la información los aspectos que hacen referencia a la información sobre la que han de operar los procesos comprendidos en dichos modelos. Hasta la fecha, en la generación de los modelos no se ha tenido en cuenta este último aspecto —la información—, explicándose el rendimiento tan sólo en función del tipo y número de operaciones que han de ejecutarse sobre distintas propiedades informativas del estímulo.

El interés y el nivel de explicación del presente trabajo en lo relacionado con el análisis de las transformaciones se situará en los aspectos de la estructura intrínseca del propio estímulo (Garner, 1974), que en este caso son los términos del problema de analogías geométricas. De acuerdo con Garner, un conjunto de estímulos puede estructurarse con respecto a varias dimensiones, y para cada par de estímulos existe una dimensión que aporta el criterio de máxima diferenciación. De esta forma podríamos decir que un problema de analogías geométricas se encuentra estructurado con respecto a dos pares de figuras geométricas con determinados valores dimensionales. Las diferencias encontradas en los tiempos de solución podrían entonces deberse a los distintos grados de máxima diferenciación que presentan los cambios dimensionales en cada par de estímulos. En la interacción de estas dimensiones en los problemas que combinan dos y tres transformaciones, los tiempos de solución se aproximarán a los encontrados en aquella dimensión que presenta el mínimo grado de diferenciación, aisladamente.



Figurâ 3. Representación de las medias de los tiempos de solución de las analogías falsas en función del número y tipo de transformación.

Con este nivel de análisis no se pretende restarle importancia al organismo, sino resaltar el papel que desempeña la información en su interacción con el mismo.

En la mayor parte de los trabajos realizados hasta el momento sólo se ha tenido en cuenta la variable número de transformaciones en la explicación de los resultados encontrados y en las inferencias sobre el número y tipo de operaciones reflejadas en la manipulación de esta variable. Si bien es cierto que los efectos de esta variable también resultaron significativos sobre los tiempos de solución, se debería considerar que se está analizando la media de un conjunto de problemas que se encuentran agrupados con un criterio que obvia las diferencias relacionales. Esto implica que el número de transformaciones podría constituir un criterio que facilite la manipulación del índice de dificultad de los problemas, siempre y cuando las dimensiones utilizadas en la generación de las relaciones se encuentren contrabalanceadas. Ahora bien, en la interpretación de los resultados no sería lícito inferir que las diferencias en los tiempos de solución se expliquen por el número de veces que es necesario ejecutar las operaciones supuestamente comprendidas en la manipulación de esta variable. Teniendo en cuenta que en este trabajo se ha encontrado que en los problemas con dos y tres transformaciones los tiempos de solución se aproximan a los tiempos encontrados en la dimensión que aisladamente presenta el índice de dificultad mayor, no se puede suponer la correspondencia entre el número de transformaciones y el número de operaciones.

Como conclusión final, hemos de destacar la incidencia de los efectos dimensionales y de sus interacciones en los problemas que combinan y promedian los valores de esta variable. Pero, sobre todo, se ha cuestionado la inferencia sobre el número de operaciones modelizadas en el procesamiento de la información a partir de la manipulación de un criterio que enmascara el peso de la información estimular.

Referencias

- Alderton, D. L., Goldman, S. R. y Pellegrino, J. W. (1985). Individual differences in process outcomes for verbal analogy and classification solution. *Intelligence*, 9, 69-85.
- Barnes, G. M. y Whitely, S. E. (1981). Problem restructuring processes for ill-structured verbal analogies. *Memory and Cognition*, 9(4), 411-421.
- Bethell-Fox, S. E., Lohman, D. F. y Snow, R. (1984). Adaptive reasoning: Componential and eye movement analysis of geometric analogy performance. *Intelligence*, 8, 205-238.
- Bisanz, J. H. (1979). *Processes and Strategies in Children's Solutions of Geometric Analogies*. Ph. D.: University of Pittsburgh.
- Carpenter, P. A. y Just, M. A. (1986). Spatial ability: An information processing approach to psychometrics. En R. J. Sternberg (Ed.), *Advances in the Psychology of Human Intelligence*. Hillsdale, N. J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Evans, T. G. (1968). A program for the solution of geometric analogy intelligence test questions. En M. Minsky (Ed.), *Semantic Information Processing*. Cambridge: MIT Press.
- Gardner, M. K. (1982). *Some Remaining Puzzles Concerning Analogical Reasoning and Human Abilities*. Ph. D.: Yale University.
- Garner, W. R. (1974). *The Processing of Information and Structure*. Potomac: Lawrence Erlbaum Associates.
- Gick, M. L. (1985). The effect of a diagram retrieval cue on spontaneous analogical transfer. *Canadian Journal of Psychology* 39(3), 460-466.
- Gick, M. L. y Holyoak, K. (1980). Analogical problem solving. *Cognitive Psychology*, 12, 306-355.
- Gick, M. L. y Holyoak, K. (1983). Schema induction and analogical transfer. *Cognitive Psychology*, 15, 1-38.
- Grudin, J. (1980). Processes in verbal analogy solution. *Journal of Experimental Psychology*, 6, 67-74.
- Keane, M. (1985). On drawing analogies when solving problems: A theory and test of solution generation in an analogical problem solving task. *British Journal of Psychology*, 76, 449-458.
- Liu, In-Mao (1981). Common and specific features in pictorial analogies. *Memory and Cognition*, 9(5), 515-523.
- Mulholland, T. M., Pellegrino, J. W. y Glaser, R. (1980). Components of geometric analogy solution. *Cognitive Psychology*, 12, 252-284.
- Powell, A., Love, L. E., y Vega, M. (1972). Rule utilization in solution of abstract picture analogy problems. *Psychological Reports*, 31, 935-938.
- Powell, A., Love, L. E. y Vega, M. (1976). Further role on rule utilization in solutions of abstract picture analogy problems. *Psychological Reports*, 39, 387-390.
- Reed, S. K., Dempster, S. y Ettinger, M. (1985). Usefulness of analogous solutions for solving algebra word problems. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 11(1), 106-125.
- Sternberg, R. J. (1977). *Intelligence, Information Processing and Analogical Reasoning: The Componential Analysis of Human Abilities*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Sternberg, R. J. (1985). *Beyond IQ. A Triarchic Theory of Human Intelligence*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Sternberg, R. J. y Gardner, M. K. (1983). Unities in inductive reasoning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 112(1), 80-116.
- Sternberg, R. J. y Ketron, J. L. (1982). Selection and implementation of strategies in reasoning by analogy. *Journal of Educational Psychology*, 74(3), 399-413.
- Sternberg, R. J. y Nigro, G. (1980). Developmental patterns in the solution of verbal analogies. *Child Development*, 51, 27-38.
- Sternberg, R. J. y Rifkin, B. (1979). The development of analogical reasoning processes. *Journal of Experimental Child Psychology*, 27(2), 195-232.
- Whitely, S. E. (1973). *Types of Relationships in Reasoning by Analogy*. Ph.D.: University of Minnesota.
- Whitely, S. E. y Schneider, L. M. (1981). Information structure for geometric analogies: A test theory approach. *Applied Psychological Measurement*, 5(3), 383-397.