

# Incidencia de las representaciones gráficas en la solución de problemas por analogía. Réplica a Gick y Holyoak.

B. Sierra Diez  
M. Froufe Torres

*Departamento de Psicología Básica. Universidad Autónoma de Madrid.*

En uno de sus estudios sobre la inducción de esquemas y la transferencia analógica, Gick y Holyoak (1980) habían observado que aquellos sujetos que, antes de la presentación del problema leían de forma incidental una historia en la que se narraba un problema análogo al que recibirían después y su solución, generaban un porcentaje de soluciones significativamente mayor que aquellos sujetos que no habían tenido ocasión de leer la historia. Por ello, cabía suponer que la representación del conocimiento obtenido de la lectura de la historia era un factor determinante de la estrategia seguida por los sujetos para solucionar el problema por analogía. En este mismo trabajo, Gick y Holyoak también constataron que un porcentaje notable de los sujetos que participaron en la lectura incidental de la historia era incapaz de acceder a la representación resultante de la lectura y utilizarla como base de la analogía para resolver el problema. En su opinión, esto sucedía porque los sujetos, debido a la lectura incidental y a la diferencia semántica entre los contenidos de la historia y del problema, no habían recurrido al esquema implícito en la historia. Según ellos, en el caso de que fuera factible facilitar el acceso al esquema, aumentaría la probabilidad de resolver el problema después de la lectura de la historia.

Para someter a prueba su supuesto, Gick y Holyoak (1983) retomaron un estudio realizado por Kohler (1940). Kohler había encontrado que la explicación de un principio abstracto del que dependía la solución de un problema de álgebra, a veces, era más efectiva en el proceso de transferencia analógica que la presentación previa de un ejemplo del problema. En base a este hecho, Gick y Holyoak (1983), pensaron que, añadiendo un principio abstracto —verbal o diagramático— a la historia, se podría facilitar a los sujetos el acceso al esquema implícito en ella y, por consiguiente, la solución del problema.

En el diseño de sus experimentos, Gick y Holyoak (1983) procedieron del siguiente modo: 1) los sujetos leían incidentalmente la historia considerada análoga al problema, a la vez que se les presentaba el principio que subyacía a la solución del problema; 2) a continuación, los sujetos debían resolver el problema sin hacerles ninguna referencia explícita al uso de la historia. La historia y el problema utilizados en el experimento aparecen en los Apéndices I y II.

Dado que los problemas eran de naturaleza fundamentalmente espacial, Gick y Holyoak (1983), en uno de sus experimentos decidieron operativizar el principio mediante diagramas, que supuestamente representaban el problema y la solución narrados en la historia. Así, la flecha gruesa que aparece en la figura 1a representaba la fuerza atribuida a la acción directa de todo el ejército. Por su parte, las flechas más estrechas dispuestas en círculo, de la figura 1b, representaban la decisión del General de dividir el ejército y enviar cada fracción del mismo por un camino diferente para atacar simultáneamente desde diferentes puntos de la fortaleza del dictador.

FIGURA 1.

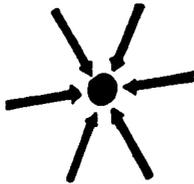
*Tipo de representaciones gráficas análogas a los esquemas implícitos en las historias análogas*



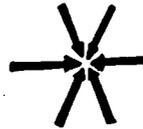
(a)



(a')



(b)



(b')

Representación gráfica inducida por los sujetos en el experimento.

Representación utilizada por Gick y Holyoak (1983, exp. 3).

De acuerdo con el diseño del experimento, realizado para averiguar en qué medida los diagramas facilitaban el acceso al esquema implícito en la historia, un grupo de sujetos recibía la historia ilustrada con los diagramas comentados, antes de presentarles el problema; otro grupo recibía la historia solamente, sin ilustración; y a un tercer grupo se le presentaban solamente los diagramas en un contexto de reconocimiento de patrones. En la tabla 1 se recogen los porcentajes de sujetos que solucionaron el problema por analogía con el problema y su solución narrados en la historia y/o representados en el diagrama.

A juzgar por los resultados, Gick y Holyoak (1983) no pudieron concluir que la presencia de los diagramas fuese un factor efectivo para acceder al esquema implícito en la historia y proyectarlo sobre el problema. El porcentaje de sujetos que solucionó el problema en la condición en la que se presentaba la historia análoga junto con el diagrama era menor que en la condición en la que se presentó la historia análoga solamente. Y, a pesar de que la diferencia no es significativa, la tendencia aparece en el sentido opuesto al esperado. En la condición

TABLA 1

*Porcentaje de sujetos que solucionan el problema de la radiación por analogía con la historia y/o con el diagrama (Gick y Holyoak, 1983).*

Condición experimental	N	% de sujetos que solucionan por analogía	% de sujetos que solucionan por analogía con indicio
H <sup>o</sup> ANALOGA + DIAGRAMA	26	23 (6)*	58 (15)
H <sup>o</sup> ANALOGA	25	40 (10)	36 (9)
DIAGRAMA	15	7 (1)	60 (9)

\* Los números entre paréntesis se refieren a la frecuencia

en la que se presentaron sólo los diagramas, únicamente solucionó el problema un sujeto, pero lo hizo sin recurrir al diagrama.

De acuerdo con estos resultados, los diagramas no parecían que cumplieran función cognitiva alguna. Sin embargo, cuando se les indicó a los sujetos que podían recurrir a los diagramas para resolver el problema, nueve sujetos más, de la condición en la que se presentó el diagrama solamente, solucionaron el problema. Esto nos lleva a suponer que la razón de que los diagramas no facilitasen el acceso al esquema implícito en la historia y su aplicación posterior al problema no es su falta de significación funcional, tal como podría argumentarse desde la perspectiva de los modelos representacionales que niegan la función cognitiva de las imágenes (como, por ejemplo, Pylyshyn, 1973). Parece evidente que estos nueve sujetos tenían una representación de los diagramas en su sistema de conocimiento, pero que por no disponer de una clave que fuese capaz de activar su representación en la memoria, o por alguna insuficiencia de los propios diagramas, que impedía la representación completa del principio abstracto subyacente a la solución del problema, el sistema de procesamiento no detectó la posible relación funcional entre la representación de los diagramas y la representación de los problemas.

En la discusión de los resultados, Gick y Holyoak (1983, exp. 3) organizaron sus argumentaciones en torno a la recuperación mediante claves semánticas. Según ellos, cuando los diagramas se presentan solos en el contexto de una tarea de «reconocimiento de patrones» es improbable que los sujetos los asignen una interpretación semántica y ni siquiera una que se aproxime al esquema. En consecuencia, no disponen de claves para que cuando se les presente el problema lo relacionen con los diagramas. Pero una vez que a los sujetos se les indica que tengan en cuenta los diagramas que han visto con anterioridad, son capaces de interpretarlos mediante un proceso de proyección. Así, por ejemplo, podrían haber detectado la semejanza abstracta de la flecha grande unidireccional con la posibilidad deseable pero no factible de dirigir los rayos de alta intensidad hacia el tumor. Una vez que la flecha inicial se interpreta como la representación de la intensidad y dirección de los rayos, la relación entre los dos diagramas podría construirse como la transformación de un rayo intenso y unidireccional en varios rayos más pequeños y convergentes.

Para nosotros sus argumentos son sólo parcialmente válidos, ya que si los diagramas pueden interpretarse como una analogía abstracta pro-

yectable al problema de la radiación —cosa que por otra parte parece evidente—, ¿por qué no facilitan la transferencia analógica cuando se le presenta en el contexto de la historia militar, o cuando se presentan solos? En nuestra opinión, Gick y Holyoak (1983) no encuentran una explicación convincente a esta cuestión. Según ellos, los diagramas presentados no facilitan la transferencia analógica porque no favorecen la abstracción del esquema implícito en la historia análoga. Y, en consecuencia, al no disponer del esquema, la recuperación y aplicación de la analogía es menos factible. Razonamiento, este último, hecho en base al análisis de la semejanza de Tversky (1977), según el cual sería más fácil establecer una analogía entre dos situaciones análogas. Esto sucedería, en opinión de Tversky (1977), porque una analogía es más semejante a su esquema que a otra analogía, por la sencilla razón de que el esquema contiene todos los aspectos comunes a las dos analogías y ninguna de las diferencias existentes entre ellas.

Puede que, tal como suponen Gick y Holyoak, los diagramas no facilitasen la abstracción del esquema y por lo tanto no favorecieron el proceso de transferencia analógica entre la historia y el problema en la medida que cabía esperar. Ahora bien, hemos visto que los diagramas tienen cierta semejanza abstracta con el problema de la radiación —hubo nueve sujetos que fueron capaces de utilizar con éxito la representación de los diagramas—. Por otra parte, es evidente que el problema narrado en la historia igualmente es semejante al problema de la radiación. La prueba de esta semejanza está en que los sujetos que acceden a la representación de la historia suelen solucionar el problema por analogía con ella.

Si aplicamos la relación de transitividad a los datos obtenidos, resulta que si los diagramas tienen cierta semejanza con el problema y, a su vez, la historia también guarda cierta semejanza con el problema, entonces podemos suponer que entre los diagramas y la historia existe cierta semejanza —abstracta— tal como se había supuesto inicialmente en la operativización. Llegados a este punto, nuestra pregunta es la siguiente: ¿cuál es el motivo de que la semejanza entre la historia y los diagramas no hayan dado lugar a la abstracción del esquema —razón por la que los diagramas no facilitaron la solución— si tal como comprobaron Gick y Holyoak (1983, exp. 5) en el estudio sobre la inducción de los esquemas, éstos se pueden inducir a partir de dos analogías con contenidos semejantes? No podríamos argumentar que los diagramas no han facilitado la inducción del esquema implícito en la historia porque pertenecen a un contexto semántico diferente al de la historia militar y por ello los sujetos no habrían podido establecer las relaciones de correspondencia que permiten extraer el esquema, ya que en esta condición —historia más diagramas— se hacía referencia explícita a la relación de los diagramas con la historia militar.

Nosotros pensamos que los sujetos asignados a la condición en la que se presentaba la historia análoga ilustrada con los diagramas, no consiguieron abstraer el esquema implícito en la historia por alguna deficiencia en las estructuras relacionales y/o de atributos, que no permitieron establecer las relaciones de correspondencia. En principio, no parece que la deficiencia se dé en la estructura relacional y/o de atributos de la historia militar. Dados los resultados, es más plausible suponer que las deficiencias se encuentran en la estructura relacional y/o de atributos de los diagramas.

Para defender nuestro supuesto, primero expondremos cómo se explica la inducción de un esquema a partir del establecimiento de una analogía y, en segundo lugar, compararemos los diagramas utilizados por Gick y Holyoak (1983) con los diagramas obtenidos en un reciente trabajo realizado por uno de nosotros (Sierra, 1985), tomando como marco de referencia la exposición acerca de la inducción de los esquemas.

## INDUCCION DE ESQUEMAS POR ANALOGIA

Básicamente la función de una analogía es permitir la transferencia del conocimiento de una situación conocida a una situación nueva, incluso cuando las dos situaciones aparentemente no muestran ninguna semejanza. Así, por ejemplo, en ámbitos docentes con frecuencia se recurre al conocimiento sobre el sistema solar para explicar la estructura del átomo o a los vasos comunicantes para explicar los circuitos eléctricos.

El proceso clave de cualquier analogía es, precisamente, la relación de correspondencia entre la base de la analogía (v. g., sistema solar) y la imagen (v. g., la estructura del átomo), lo que supuestamente exige una serie de pasos para poder llevarse a cabo con éxito. En primer lugar, se entiende que cuando establecemos cualquier analogía, generamos las representaciones mentales de sus componentes, de la base y de su imagen. En el caso de la analogía entre el sistema solar y la estructura del átomo, el primero actuaría como representación base u origen de la analogía y el segundo como la representación de la imagen. En segundo lugar, se debe detectar la supuesta analogía entre las dos representaciones; por ello, algunos de los aspectos de la representación de la imagen deben servir de claves de recuperación, que rememoren en el sujeto la representación de la base. En tercer lugar, hay que generar relaciones de correspondencia parcial o total entre los elementos de la base y de la imagen. Finalmente, si la analogía se establece no sólo con el propósito de comprender una nueva situación, sino que además exige resolver un problema —como sucede en el caso que nos ocupa—, la generación de relaciones de correspondencia ha de extenderse para recuperar o construir el conocimiento necesario acerca de la imagen del problema.

Si asumimos que los pasos que acabamos de mencionar son necesarios para establecer cualquier analogía, cabe plantearse algunas cuestiones respecto a estos procesos. Así, por ejemplo, cuáles serían los elementos de la base y de la imagen entre los que se establecen las relaciones de correspondencia. En principio, parece evidente que la relación de correspondencia no se establece entre todos y cada uno de los elementos de la base y de la imagen de la analogía. Por ejemplo, en la analogía entre el sistema solar y la estructura del átomo, las correspondencias se establecen en base a los elementos de la base y de la imagen que comparten la relación de dar vueltas unos alrededor de otros; en cambio no se tiene en cuenta los atributos del tamaño o de la temperatura. Si pretendiésemos establecer las relaciones de correspondencia entre estos atributos posiblemente la analogía no sería factible. Por lo tanto, podemos suponer que las relaciones de correspondencia en las analogías se establecen entre los elementos semejantes —no idénticos ni isomórficos— de la base y de la imagen de la analogía. En lo

que no parece existir acuerdo de momento es respecto a si las relaciones de correspondencia que requiere una analogía se dan entre las relaciones de los objetos, entendidas éstas como predicados con varios argumentos, tal como proponen Gentner y Gentner (1983), o también se pueden establecer relaciones de correspondencia entre los atributos de los objetos (predicados de un solo argumento) tal como supone Holyoak (1984). Como por el momento esta digresión no es relevante para lo que aquí nos ocupa, volveremos al capítulo de las cuestiones.

Por lo que acabamos de comentar sobre las relaciones de correspondencias analógicas, se deja entrever que este tipo de procesos cognitivos plantea cuestiones que rebasan el campo de la psicología para hacerse extensivas a otras ciencias del conocimiento. Una de estas cuestiones es la que se refiere al sistema representacional capaz de generar las relaciones de correspondencia entre la base y la imagen de la analogía. A este respecto, tanto Gentner y Gentner (1983) como Holyoak (1984) coinciden en aceptar provisionalmente que las relaciones de correspondencia tienen lugar en un sistema de representación proposicional. Entre las razones aducidas para aceptar este tipo de sistema representacional, está el hecho de que los elementos entre los que se establece la relación son semejantes, no idénticos, y deben ser traducidos en componentes más primitivos. También señalan que, dado que las relaciones de correspondencia implican elementos situacionales que nunca se hacen explícitos, es necesario un sistema representacional capaz de recoger estos procesos de inferencia que tienen lugar en las analogías.

Para mostrar cómo supuestamente se generarían las relaciones de correspondencia en el sistema de representación proposicional, en la figura 2 recogemos el ejemplo utilizado por Gick y Holyoak (1980) en donde se ilustra la proyección de la historia militar sobre el problema de la radiación. Además este ejemplo nos va a servir para continuar la descripción de las relaciones de correspondencia y la posterior referencia a la inducción de los esquemas a partir de las analogías.

Tal como se representa en la figura 2, existe un alto grado de correspondencia entre la base de la analogía (historia militar) y la imagen de la misma (problema de la radiación). Supuestamente, para Gentner y Gentner (1983), lo que hacen los sujetos es hacer predicaciones analógicas, aplicando los predicados que son válidos en la base de la analogía a la imagen de la misma. Estas predicaciones estarían sujetas a dos reglas estructurales implícitas: la preservación de las relaciones y la sistematicidad o consistencia de las correspondencias.

Según la regla de la preservación de las relaciones si en la base de la analogía existe una relación entonces se predica la misma relación entre los elementos correspondientes en la imagen de la analogía. Respecto a estas predicaciones hay que señalar que la semejanza no alcanza el grado de isomorfismo. Así, por ejemplo, la proposición 2.<sup>a</sup> de la historia militar, que se refiere a los caminos radiales que parten de la fortaleza, carece de la proposición paralela en la representación del problema. Luego, para resolver el problema por analogía con la historia, supuestamente los sujetos deben inferir que podrían existir muchas rutas posibles por donde los rayos pueden llegar al tumor.

La regla de la sistematicidad o consistencia de las correspondencias establece, precisamente, que en el conjunto de la relación de correspondencia entre los elementos de la base y de la imagen debe mantenerse la consistencia. En la analogía de la figura 2, la función del Ge-

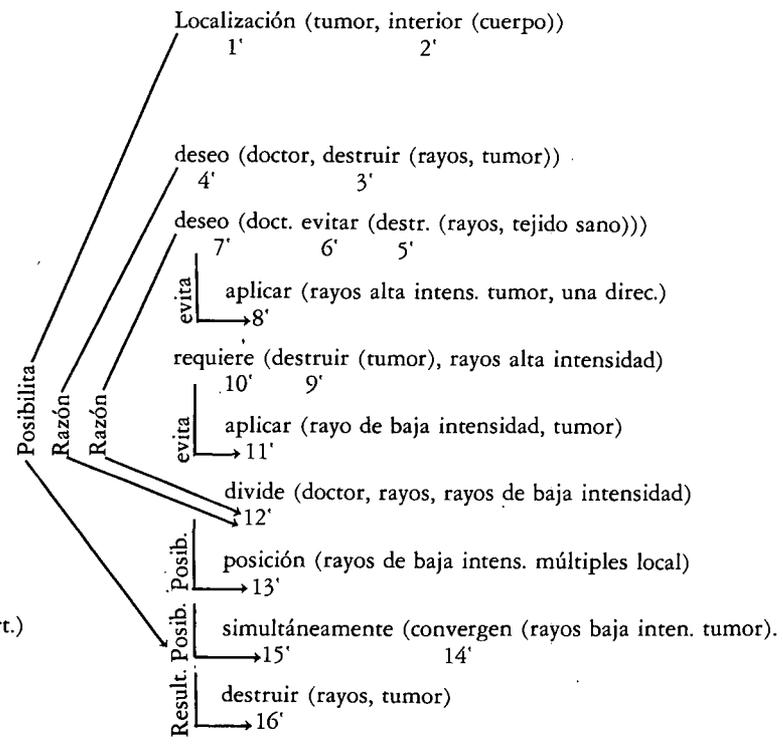
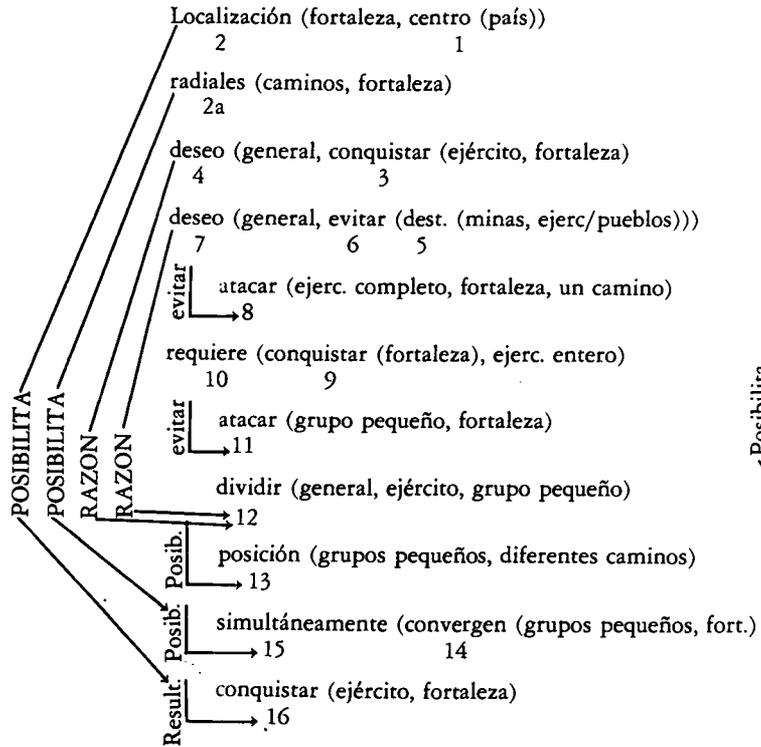


FIGURA 2  
 Correspondencias analógicas entre una historia militar y el problema de radiación (Gick y Holyoak, 1980)

neral se corresponde con la función del doctor y la función del ejército con la de los rayos. Aunque, a veces, las correspondencias son infringidas, como sucede con las proposiciones 5 y 5'. En la historia, enviar el ejército directamente hacia la fortaleza por un solo camino supone la destrucción del ejército por las minas; en cambio, en el problema de la radiación aplicar directamente los rayos de alta intensidad supone la destrucción del tejido sano por la acción de los rayos. Estas inconsistencias o fallos de la proyección se pueden evitar si tanto la base como la imagen de la analogía se pueden representar en un nivel más *abstracto*. En el ejemplo que estamos comentando, las representaciones de alto nivel entre los predicados están indicadas por las flechas que representan la relación causal y organización jerárquica de cada una de las partes de la analogía. En base a la relación causal y organización jerárquica más abstracta es posible abstraer un esquema que es común a las dos situaciones tal como se presenta en la tabla 2. El esquema

TABLA 2

*Correspondencias entre dos problemas de Convergencia y su esquema (tomado Gick y Holyoak, 1983).*

Problema Militar	Problema de radiación
1. Estado inicial: Meta: Utilizar el ejército para tomar la fortaleza. Recursos: Ejército suficientemente numeroso. Limitaciones: Imposibilidad de enviar al ejército completo por un camino.	1. Estado inicial: Meta: Utilizar los rayos para destruir el tumor. Recursos: Rayos suficientemente poderosos. Limitaciones: Imposibilidad de aplicar los rayos de alta intensidad desde una sola dirección.
2. Plan de solución: Enviar pequeños grupos desde múltiples caminos simultáneamente.	2. Plan de solución: Aplicar rayos de baja intensidad desde múltiples direcciones simultáneamente.
3. Resultado: Toma de la fortaleza por el ejército.	3. Resultado: Destrucción del tumor por los rayos.
<b>Esquema de Convergencia</b>	
1. Estado inicial Meta: Utilizar la fuerza para superar un objetivo central. Recursos: Fuerza suficientemente grande. Límites: Imposibilidad de aplicar toda la fuerza por una sola vía.	
2. Plan de solución: Aplicar fuerzas débiles desde múltiples vías simultáneamente.	
3. Resultados: Conseguir el objetivo central por la fuerza.	

estaría formado por un ESTADO INICIAL (meta, recursos disponibles y condiciones), un PLAN DE SOLUCION y un hipotético RESULTADO de la ejecución del plan. En este sentido el esquema puede

considerarse como una categoría abstracta de la que la historia y el problema son ejemplos concretos. El esquema contiene las «ideas centrales» compartidas por las dos situaciones y puede abstraerse de la analogía mediante un proceso de inducción (Mackie, 1974).

En esencia, el proceso de abstraer un esquema por inducción implica suprimir las diferencias entre la base y la imagen de la analogía y preservar los aspectos comunes. Para ello, las semejanzas se descompondrían en un conjunto de diferencias y en un conjunto de comunalidades. Si analizamos los procesos de inducción que subyacen a las relaciones de semejanza se puede elaborar una taxonomía de las proyecciones analógicas.

Para Holyoak (1984), las proyecciones pueden ser de dos tipos básicos: proyecciones exitosas y proyecciones fallidas potencialmente problemáticas. A su vez, las proyecciones exitosas pueden dividirse en dos subtipos. Por una parte, está la proyección de comunalidades, formada por los aspectos comunes compartidos por la base y la imagen de la analogía y que corresponde a lo que se ha llamado esquema (ver la tabla 2). Por otra parte, están las diferencias preservadas en las estructuras, que corresponden a las diferencias asociadas a las comunalidades proyectadas.

Las proyecciones fallidas en el mejor de los casos posibilitan la analogía y en el peor de ellos la impiden. Las proyecciones fallidas igualmente pueden subdividirse en dos subtipos: las diferencias que violan la estructura de relaciones y las correspondencias indeterminadas. Una diferencia que viola la estructura de relaciones es aquella que no cumple la regla de la consistencia o sistematicidad de las proyecciones, como por ejemplo la falta de paralelismo entre las proposiciones 5 y 5' de la figura 2. Normalmente, este tipo de diferencias que viola la estructura conduce al rechazo de la analogía si altera un elemento necesario en las relaciones causales de la base de la analogía.

Por su parte, las correspondencias indeterminadas surgen cuando el sujeto falla en el intento de proyectar de modo concluyente alguno de los elementos de la base y de la imagen. Por ejemplo un aspecto implícito de la analogía militar, causalmente relacionado con la solución, es que el efecto de los grupos atacantes deben sumarse, produciendo una fuerza equivalente a la del ejército completo. En el caso del problema de la radiación se requiere hacer una suposición semejante—los efectos de múltiples rayos aplicados simultáneamente deben sumarse—. La formulación del problema no aporta información acerca de la validez de este supuesto. Se producirá la correspondencia indeterminada si el sujeto tiene que determinar si los rayos son sumables o no. En el caso en el que la persona comprenda la importancia de la sumación en el problema militar, pero permanezca en la duda sobre la posibilidad de sumación de los rayos, entonces tenemos una correspondencia indefinida. También puede suceder que la persona se dé cuenta de que la solución en el problema militar depende del principio de sumación, pero si no hace las oportunas inferencias es posible que no lo tenga en cuenta; en este caso la correspondencia indeterminada permanece latente.

La taxonomía que acabamos de comentar permite dimensionar las analogías en cuanto a la semejanza y lo completivo. La distinción entre las comunalidades y las diferencias que preservan la estructura ayuda a explicar la idea intuitiva de que la base de la analogía y la imagen de la misma son semejantes. La semejanza entre cualquiera de los con-

ceptos proyectados incrementará en la medida en que la comunalidad proyectada recoja el significado (Tversky, 1977). En general, si los conceptos proyectados son idénticos o ejemplos de un concepto supraordenado, la base y la imagen de la analogía serán semejantes; de tal modo que una historia sobre un doctor que tratase un tumor cerebral con múltiples rayos láser obviamente sería más semejante al problema de la radiación que la historia militar. En el otro extremo están las analogías profundas, que son aquellas que a pesar de estar formadas por situaciones completamente dispares mantienen las relaciones causales, muy frecuentes en el ámbito científico.

La distinción entre proyecciones con éxito y proyecciones fallidas permite elucidar la dimensión completiva de las analogías. La analogía es tanto más completa cuanto más se acerca al isomorfismo, situación en la que en todas las proyecciones tienen lugar todas las comunalidades y las diferencias preservadas en la estructura. Por el contrario, una analogía es tanto más incompleta cuantos más fallos de proyección incluye. Por lo tanto la dimensión completiva de una analogía dependerá del nivel al que se establezcan las relaciones de correspondencia. Por ejemplo, la analogía entre la historia y el problema es completa en el nivel en que está representada en la tabla 2 y es incompleta al nivel más específico representado en la figura 2. En general, incrementando el nivel de *abstracción* representacional incrementa completivamente la analogía, mediante la supresión de detalles no equiparables. Sin embargo, que una analogía sea muy completa no necesariamente es una ventaja. Lo completivo de la analogía debe situarse al nivel óptimo de *abstracción* de modo que permita proyectar la base sobre la imagen con éxito.

## DIAGRAMAS ALTERNATIVOS

Después de analizar los datos de dos de nuestros experimentos (Sierra, 1985), realizados siguiendo el paradigma de Gick y Holyoak (1980, 1983) y con la pretensión de estudiar el proceso de inducción de los esquemas en el razonamiento analógico, llegamos a suponer que los sujetos de Gick y Holyoak (1983, exp. 3) no fueron capaces de abstraer el esquema de la historia con la ayuda del diagrama porque éste era incompleto.

La mayoría de los sujetos de nuestro experimento, que indicaron la semejanza entre las historias análogas, presentadas en diferentes contextos, mediante diagramas, lo hacían tal como se presenta en la figura 1a' y 1b'. Mediante la figura 1a' representaban el problema narrado en las historias en su estado inicial. La figura 1b' era la representación gráfica de la decisión tomada en las distintas historias para resolver el problema planteado.

La flecha de la figura 1a' representa el total de la fuerza disponible para atacar al círculo, que representa el objetivo a dominar o destruir en cada una de las historias. Las flechas de la figura 1b' representan la estrategia de dividir la fuerza inicial en fuerzas más pequeñas y dispuestas alrededor del objetivo con el propósito de destruirlo, haciendo que confluyan sobre él, sin destruir lo que está situado alrededor. Esta forma de representar gráficamente la relación de correspondencia abstraída —esquema— de las historias análogas no se corresponde con las representaciones gráficas empleadas por Gick y Holyoak (1983,

exp. 3) en su experimento. Ellos utilizaron los diagramas 1a y 1b, comentados en la primera parte.

Si comparamos los diagramas utilizados por Gick y Holyoak (1983) con los diagramas generados por los sujetos de nuestro experimento, resulta que aquellos serían una representación incompleta de la estructura relacional implícita en la historia militar, ya que no recogen un elemento importante como es el objetivo central a destruir. La omisión de este elemento en el diagrama hace que se incumplan algunos de los supuestos mencionados para poder establecer una analogía.

Tal como tenían diseñado el experimento Gick y Holyoak (1983), suponemos que la historia y el diagrama eran los dos componentes entre los que se podía establecer la analogía para inducir el esquema. En principio, se supone que los sujetos no tenían dificultades para relacionar la historia y el diagrama en la condición en la que se presentaban juntos, ya que se indicaba explícitamente. En consecuencia, no habría razones para argumentar que la diferencia «semántica» entre los dos componentes fue la causa de que los sujetos no indujeran el esquema. Por ello entendemos que en dicha condición se cumplen los dos primeros supuestos para establecer una analogía. Existen los componentes, la base y la imagen, y la clave para relacionarlos. Luego, la causa que impidió la analogía hay que buscarla en el incumplimiento del tercer supuesto, en la relación de correspondencias.

Anteriormente, hemos apuntado que los diagramas de Gick y Holyoak eran incompletos si se comparan con los elaborados por nuestros sujetos. Dado que la analogía exige la proyección de la base sobre la imagen, la ausencia del componente que representa el objetivo a vencer en su diagrama habría alterado la relación de correspondencia. Como la alteración afecta a uno de los elementos necesario en las relaciones causales de uno de los componentes de la analogía, los sujetos no habrían podido establecer las relaciones de correspondencia entre la historia y el diagrama para abstraer el esquema, al que posteriormente habrían accedido para resolver el problema.

Si esto sucedió así, resulta que Gick y Holyoak (*op. cit.*) no habrían visto validada su hipótesis, no porque la representación diagramática no incidiese sobre los procesos de transferencia, sino porque los diagramas que ellos utilizaron eran incompletos. Este *carácter incompleto*, de acuerdo con la taxonomía mencionada en el apartado anterior, habría impedido la inducción del esquema al no permitir establecer la relación de correspondencias entre la historia y el diagrama. Es decir, los diagramas no habría facilitado el acceso al esquema implícito en la historia militar, en la condición en que se presentaban juntos, porque, dada su *naturaleza incompleta* habrían impedido la inducción del mismo.

En el caso en el que los diagramas se presentaron solos, es posible que una de las causas que contribuyó a que éstos no facilitasen la solución del problema de la radiación fuese la diferencia semántica entre los contextos. Pero a esta razón habría que añadir la que acabamos de señalar aquí el *carácter incompleto* de los diagramas, que impide establecer la analogía con el problema.

El objetivo del presente trabajo es, precisamente, constatar que el fallo de la transferencia en el caso de Gick y Holyoak (1983, exp. 3) podría atribuirse a que el diagrama que supuestamente representa el principio subyacente al problema es muy genérico e incompleto.

## METODO

*Sujetos.* En este experimento participaron cien estudiantes de ambos sexos, que cursaban el primer año de psicología. La participación fue voluntaria.

*Diseño.* Ochenta de los cien sujetos experimentales fueron asignados de forma aleatoria a cada uno de los cuatro grupos experimentales resultantes de combinar el tipo de diagrama (completo-incompleto) con la historia análoga (con historia-sin historia). Los veinte sujetos restantes fueron asignados a la condición en la que la historia se presentaba sola.

*Material.* Como material utilizamos la misma historia de Gick y Holyoak (1983, exp. 3) y el mismo problema, junto con el tipo de diagramas elaborados por los sujetos de nuestros experimentos.

*Procedimiento.* A los sujetos asignados al grupo en el que sólo recibían la historia y a los grupos en que recibían la historia más el diagrama (completo o incompleto), se les pedía que leyesen la historia y la resumieran. Una vez realizada esta tarea, se les presentaba el problema de la radiación para que lo solucionasen. A los dos grupos de sujetos que sólo recibían el diagrama, se les pedía que hiciesen una interpretación libre del mismo antes de presentarles el problema.

Los criterios de corrección para evaluar si los sujetos habían aplicado una estrategia análoga a la de la historia militar o a la representada en el diagrama fueron los siguientes. Se consideraba que un sujeto había solucionado el problema por analogía con la historia o el dibujo siempre que su estrategia, implícita o explícitamente, recogiese los siguientes procesos: a) dividir los rayos de baja intensidad, b) distribuirlos alrededor del tumor, y c) hacer que todos convergiesen simultáneamente en el tumor de tal forma que la fuerza resultante de su suma lo destruyese.

Por otra parte, se consideraba que un sujeto había recurrido de hecho a la historia o al dibujo presentados con anterioridad si en un cuestionario posterior manifestaban que los habían utilizado para generar las soluciones.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En la tabla 3 se recoge el número de sujetos que consiguió solucionar el problema de la radiación recurriendo a la historia y/o a los diagramas, según las condiciones experimentales. En la figura 3 están representados las proporciones de sujetos que resolvieron el problema en cada condición. Para efectuar el análisis de estas proporciones aplicamos la prueba de  $X^2$ . De un primer análisis resultó que la solución de los problemas era independiente de las condiciones experimentales ( $X^2 = 7,045$ ; g.l. 4;  $p < 0,10$ ).

Dado que los resultados obtenidos, a pesar de no ser significativos, apuntaban en la dirección predicha, decidimos efectuar comparaciones dos a dos. De las distintas comparaciones efectuadas, encontramos diferencias significativas entre el grupo de sujetos que recibió el diagrama completo y el grupo de sujetos que recibió el diagrama incompleto ( $z = 2$ ;  $p < 0,05$ ). Esta diferencia se puede interpretar como que el diagrama completo permite establecer la relación de correspondencias con el problema más fácilmente que el diagrama utilizado por Gick y Hol-

FIGURA 3

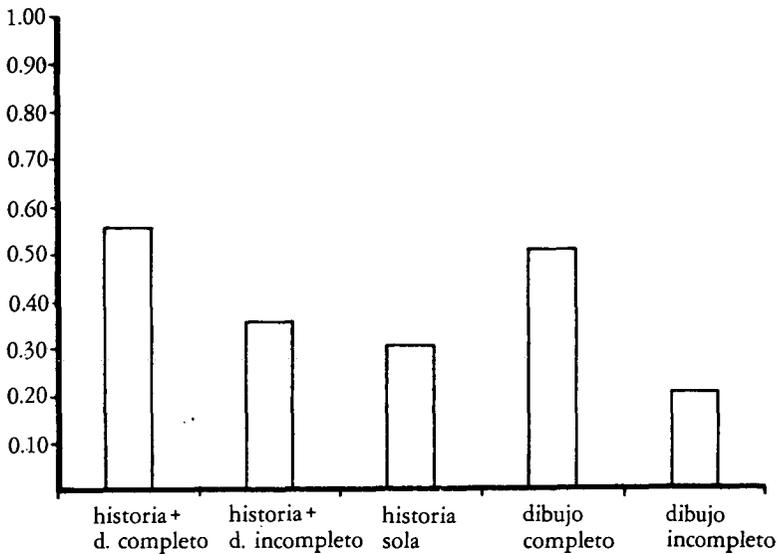


TABLA 3

SOLUCION	11	7	6	10	4	38
NO SOLUCION	9	13	14	10	116	62
	20	20	20	20	120	100

$$X^2 = 7,045; g. 1.4; p > 0,10$$

yoak (1983, exp. 3). Por lo tanto, cabe pensar que, en parte, los sujetos de su experimento no recurrían a los diagramas para solucionar el problema porque dicho diagrama, al ser incompleto, no les permitía solucionar el problema.

La argumentación anterior parece reforzarse si comparamos la proporción de sujetos que solucionan el problema después de recibir la historia con el diagrama completo con las proporciones de aquellos sujetos que solucionan el mismo problema con el diagrama incompleto. Aunque las diferencias no son significativas, la proporción de sujetos que solucionan el problema recurriendo a la historia con diagrama completo es claramente superior. Esto se podría interpretar como que los sujetos habrían inducido, a partir de la analogía entre la historia y el diagrama, el esquema al que posteriormente recurren los sujetos.

Por otra parte, estos mismos resultados dejan entrever que quizá un sistema representacional basado enteramente en las proposiciones resulte incompleto para modelar el sistema humano de representación del conocimiento. Si mantenemos este sistema representacional se nos hace difícil explicar, por ejemplo, las diferencias que se dan entre la condición en la que se presenta sola la historia y la condición en la que se presenta solo el dibujo. Aunque el diseño del experimento nos permite afirmarlo directamente, estas diferencias vienen a indicar que la imagen mental del diagrama juega una función cognitiva en la solución del problema (Riviere, 1986).

# Referencias

- GENTNER, D., y GENTNER, D. R. «Flowing waters or teeming crowds: Mental model of electricity.», en D. GENTNER y A. STEVENS (Eds.): *Mental models*. Hillsdale, N. J.: Lawrence Erlbaum Associates, 1983.
- GICK, M. L. y HOLYOAK, K. J. «Analogical problem solving». *Cognitive Psychology*, 1980, 12, 306-355.
- GICK, M. L. y HOLYOAK, K. J. «Schema induction and the analogical transfer». *Cognitive Psychology*, 1983, 15, 1-38.
- HOLYOAK, K. L. «Analogical Thinking and Human Intelligence», en R. J. Sternberg (Ed.): *Advances in the psychology of human intelligence*. Hillsdale, N. J., Lawrence Erlbaum Associates, 1984.
- KOHLER, W. *Dinamics in psychology*. Nueva York: Liveright, 1940.
- MACKIE, J. L. *The cement of de universe*. Oxford: Oxford University Press, 1974.
- PYLYSHYN, Z. «What the mind's eye tells the mind's brain: a critique of mental imagery». *Psychological Bulletin*, 1973, 80, 1-24.
- RIVIERE, A. *Razonamiento y Representación*. Madrid: Siglo XXI de España Editores, 1986.
- SIERRA DIEZ, B. *Inducción y transferencia de esquemas en el procesamiento humano de la información*. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid, 1983.
- TVERSKY, A. «Feature of similarity». *Psychological Review*, 1977, 84, 327-352.

## APENDICE I

### «EL GENERAL»

Había un pequeño país donde gobernaba un dictador desde su fortaleza, la cual estaba situada en el centro de la nación y circundada por granjas y pequeños poblados. Desde todas las partes partían caminos hacia la fortaleza. Un General rebelde había jurado tomar la fortaleza. Sabía que con un ataque de sus soldados podía conquistarla. Entonces, reunió a su ejército a la cabecera de una de las rutas preparándolo para lanzar un ataque directo, pero el General se enteró de que el dictador había puesto minas en cada uno de sus caminos. Las minas estaban colocadas de modo que podían pasar sobre ellas pequeños grupos de hombres sin ningún peligro, puesto que el dictador necesitaba que sus tropas y trabajadores entraran y saliesen de la fortaleza. Ahora bien, cualquier grupo un poco grande, podría hacer estallar la mina, y esto no solo cortaría el camino, sino que destruiría muchos poblados cercanos. De aquí, que tomar la fortaleza parecía imposible. Pero al General se le ocurrió un plan simple: dividió a su ejército en pequeños grupos, y mandó a cada uno de ellos a un camino diferente. Cuando todos estuvieron preparados, dio la señal y cada grupo avanzó por una ruta distinta. El avance se realizó de modo que el ejército completo llegó a la fortaleza al mismo tiempo. De esta forma, el General tomó la fortaleza y derrotó al Dictador.

## APENDICE II

### «PROBLEMA DE LA RADIACION»

Suponga que es usted un doctor y tiene un paciente con un tumor maligno en el estómago. Resulta que es imposible operar al paciente, pero si el tumor no se destruye a tiempo este morirá. Existe un tipo de rayos que puede utilizarse para destruir el tumor. Si estos rayos llegan al tumor todos a la vez y con una intensidad lo suficientemente alta, el tumor será destruido. Desafortunadamente, con esta intensidad los rayos destruyen los tejidos sanos que tienen que atravesar hasta llegar al tumor. Con una intensidad más baja los rayos son inofensivos al tejido sano, pero no afectan al tumor. ¿Qué tipo de procedimiento podría seguirse para destruir el tumor con los rayos y al mismo tiempo evitar la destrucción de los tejidos sanos?