

# Modelos mentales y razonamiento semántico: el silogismo

CARLOS SANTAMARIA  
Universidad Autónoma de Madrid



## Resumen

*Con la intención de determinar la influencia de las variables de contenido en el razonamiento silogístico, se ha llevado a cabo un experimento donde se contrasta la dificultad diferencial de una serie de problemas de este tipo, en los cuales se han manipulado las características semánticas para inducir o disuadir a los sujetos de la respuesta correcta. Estas características de tarea respectivamente mejoraron y empeoraron, en efecto, los resultados con respecto a una prueba abstracta. Los resultados se explican en términos del modelo de Johnson-Laird y Bara (1984).*

Palabras clave: Modelos mentales, razonamiento, silogismo, resolución de problemas.

## Abstract

*The influence of content variables on syllogistic reasoning was studied in an experiment which compared the differential difficulty of a series of problems of this kind. The semantic characteristics of the problems were manipulated in order to induce or dissuade the subjects from the correct answer. Compared to an abstract test, performance improved in the former case (inducing) and dropped in the latter (dissuading). The results are explained in terms of the model proposed by Johnson-Laird & Bara (1984).*

Keywords: Mental models, syllogism, reasoning, problems solving.

*Agradecimiento:* Los datos de este artículo pertenecen a la memoria de licenciatura del autor, el cual manifiesta su agradecimiento al profesor D. Alfredo Fierro por la atenta dirección de la misma, así como por sus comentarios al borrador de este trabajo. La concesión de una «Ayuda para estancias breves en centros de investigación extranjeros» de la Comunidad de Madrid me permitió discutir los resultados con el profesor Jonathan Evans al que expreso asimismo mi agradecimiento.

*Dirección del autor:* Carlos Santamaría. Departamento de Ps. Básica, Social y Metodología. Universidad Autónoma. Campus de Canto Blanco. 28049 Madrid.

*Manuscrito recibido:* 4 de abril de 1989. *Revisión aceptada:* 8 de septiembre de 1989.

## INTRODUCCION

El silogismo clásico o categórico constituye una clase fundamental entre las expresiones deductivas estudiadas por la lógica clásica. Todo silogismo cumple las siguientes características:

1. Se compone de tres juicios relacionados entre sí.
2. Incorpora cuantificadores como «Todo» y «Algún».
3. La relación es tal que puestos dos de los juicios el tercero se sigue necesariamente.

De la combinación de los cuantificadores universal («Todo») y particular («Algún») con sus correspondientes negados («Ningún» y «Algún no» respectivamente) se obtienen las cuatro relaciones básicas de los juicios.

- Universal afirmativa. (A): Todo A es B.
- Universal negativa. (E): Ningún A es B.
- Particular afirmativa. (I): Algún A es B.
- Particular negativa. (O): Algún A no es B.

Las combinaciones de estos cuatro tipos de relación en la premisa mayor, menor y en la conclusión dan lugar a los 64 modos del silogismo. El sujeto de la conclusión corresponderá con uno de los términos de la segunda premisa, y el predicado con uno de los de la primera. El otro término, que aparece repetido en las dos premisas y no en la conclusión, es el término medio. Al combinar la posición en que aparecen dichos términos, se originan las cuatro figuras:

I	II	III	IV
M - P	P - M	M - P	P - M
S - M	S - M	M - S	M - S
S - P	S - P	S - P	S - P

El razonamiento silogístico consistirá en encontrar la relación existente entre el sujeto y el predicado de la conclusión a partir de la que ambos mantienen con el término medio en las premisas.

El interés psicológico en esta tarea se centró, en un principio, en la explicación de los errores que cometían los sujetos en el razonamiento silogístico. Así nacieron hipótesis como la «interpretación errónea de las premisas», o «el efecto atmósfera», que basa la explicación del comportamiento de los sujetos en el hecho de que las premisas crean una atmósfera universal o particular y afirmativa o negativa, predominando lo particular sobre lo universal y lo negativo sobre lo afirmativo, lo que determina la naturaleza de la conclusión. De este modo, un problema con una premisa I y una premisa E dará lugar a una conclusión O que toma su tono particular de I y su carácter negativo de E. Otra hipótesis bien conocida sobre el error es la de «conversión ilícita» que postula que los sujetos interpretan las universales afirmativas y las particulares negativas como si fueran convertibles, es decir como si *todo A es B* implicase *todo B es A* y *algún A no es B* implicase que *algún B no es A* (para una revisión de estos postulados ver Evans, 1982, cap. 6).

Posteriormente, los investigadores se han interesado más por construir modelos que simulen el comportamiento de los sujetos que por descubrir un factor capaz de explicar los errores que éstos cometen ante enunciados categóricos cuantificados. Los primeros modelos se basan en las teorías clásicas sobre el

error; así el de Erickson (1974) parte de los postulados de Henle (1962) sobre la interpretación errónea de las premisas y el de Revlis (1975) del fenómeno de la conversión ilícita (Chapman y Chapman, 1959). Estos modelos se mantienen en la tradición racionalista y, desde el punto de vista metodológico, se basan en tareas de elección múltiple donde se presentan al sujeto las dos premisas y éste debe elegir la conclusión entre varias alternativas (generalmente las cuatro relaciones básicas y «no hay conclusión»). Erickson parte de la idea de que las personas manejan mentalmente círculos de Euler para resolver silogismos categóricos. Su modelo se estructura en tres fases: interpretación de las premisas, combinación de las interpretaciones de ambas premisas, y elección de una forma verbal adecuada para expresar la conclusión.

Revlis distingue tres fuentes de error en el razonamiento silogístico: la codificación incorrecta del significado de las premisas, escasa habilidad para distinguir entre la información contenida en las premisas y la almacenada en la memoria a largo plazo, y falta de aceptación de la tarea lógica cuando implica una condición motivacional previa. A partir de aquí y con la intención de preservar la competencia lógica humana compone un modelo que se estructura en cuatro estadios: codificación de las premisas, compuesto de ambas premisas, codificación de la conclusión, comparación del resultado del compuesto con la conclusión generada en el tercer estadio.

Johnson-Laird y Steedman (1978) elaboran el primer modelo analógico frente a los modelos analíticos anteriormente mencionados. Estos autores rompen con el paradigma de elección múltiple y piden a sus sujetos que «construyan» una conclusión para las premisas que se les presentan. La teoría postula cuatro estadios secuenciales en el proceso del razonamiento silogístico: interpretación de las premisas, combinación heurística de las representaciones de las premisas, formulación de una conclusión y prueba lógica de una conclusión inicial.

García Madruga (1983) plantea dos críticas a las predicciones del modelo de Johnson-Laird y Steedman; en primer lugar, que según la formulación del modelo las conclusiones no proposicionales («no hay conclusión») deberían ser las más fáciles en algunos modos del silogismo, pues no es necesario construir una nueva representación proposicional una vez descartada la primera. Por otra parte, aquellos problemas que incluyen al menos una proposición «universal afirmativa» y no tienen conclusión proposicional válida son bastante más difíciles que el resto de los problemas sin conclusión, lo que no queda explicado por el modelo y sí por la hipótesis de la conversión ilícita.

Johnson-Laird y Bara (1984) proponen una reformulación más profunda del modelo original de Johnson-Laird y Steedman. Se basan fundamentalmente para ello en los resultados de dos experimentos, en el primero de los cuales, mediante la manipulación del tiempo de presentación de los problemas a los sujetos, descubren un incremento en la dificultad de los silogismos a lo largo de las cuatro figuras, especialmente cuando el tiempo de exposición era muy corto (10 segundos). La teoría anterior no era capaz de dar cuenta de estos resultados pues postulaba que el efecto de la figura sólo incide en la fase de comprobación de la conclusión. La hipótesis alternativa que introducen los autores consiste en que el efecto figura surge del proceso de integrar las premisas en la memoria en funcionamiento y, por tanto, no debería ser exclusivo de los silogismos. Esta hipótesis dirige la línea de experimentación hacia el segundo experimento en que se constata el efecto de la figura para los problemas de series de tres términos. A partir de aquí formulan una teoría general de la competencia deductiva que

distingue fundamentalmente tres pasos en el proceso de la deducción: la interpretación de las premisas como un «modelo mental», la formulación de una conclusión informativa y la búsqueda de modelos alternativos de las premisas que refuten la conclusión.

*Primer paso: la interpretación de las premisas.* Tres innovaciones fundamentales encontramos aquí, todas ellas referidas al papel de la memoria operativa en el proceso de razonamiento. En primer lugar, la idea de que la capacidad limitada de la memoria en funcionamiento dificultará el procesamiento conjunto de las dos premisas; ambas premisas deben representarse simultáneamente en la memoria operativa para poder integrarlas; sin embargo, la información en memoria, tiende a desvanecerse.

Por otra parte, la información en la memoria operativa sigue el principio de «lo primero que entra es lo primero que sale» («first in, first out», Cf. Broadbent, 1958). El orden en que los términos aparecerán en la conclusión tenderá a ser el que ocupaban en las premisas.

En tercer lugar, los autores apuntan una probable preferencia de los sujetos por construir un modelo mental de la primera premisa para integrar en él, posteriormente, el de la segunda premisa, cuando la figura de las premisas hace difícil llevar a cabo una integración inmediata. Las premisas que requieren estas operaciones serán más difíciles de integrar debido al incremento de la carga en la memoria operativa (Johnson-Laird y Bara, 1984). A raíz de esto, la interpretación de una premisa puede renovarse, lo que daría lugar a un reordenamiento de las premisas y, por tanto, la interpretación de una premisa deberá ser cambiada de sitio en el espacio de trabajo cognitivo («cognitive workspace»); una premisa del tipo A-B tomaría la forma B-A. Sin embargo, según aclaran estos autores, no debemos confundir este proceso con la clásica hipótesis de la conversión. Ya que cambiar de sitio una interpretación concierne solamente al orden de accesibilidad de la información en la memoria operativa. Si tomamos como ejemplo la interpretación de «todo A es B».

a = b  
a = b  
Ob

Al producirse un cambio de sitio tomaría la forma:

b = a  
b = a  
Ob

Lo cual es igualmente correcto, desde el punto de vista lógico, que la expresión anterior. Sin embargo, en este caso, las «b» accederían antes a la memoria operativa que las «a»; y «Ob» podría omitirse por olvido, dando lugar a la representación:

b = a  
b = a

que sí es incorrecta y lleva a los sujetos a admitir la proposición «todo B es A». Este proceso ocurriría con mayor frecuencia en unas figuras que en otras, lo que

explicaría el incremento a lo largo de las cuatro figuras de las conclusiones no proposicionales y de los errores.

*Segundo paso: la formación de conclusiones informativas.* Los sujetos maximizan el carácter informativo de los enlaces entre las proposiciones a la hora de construir sus modelos mentales, tratando de asignar la mayor carga semántica posible en el menor número de miembros del conjunto. La teoría distingue cuatro posibles enlaces entre los términos separados por barreras negativas «impenetrables», otros que lo están por barreras «penetrables» y relaciones indeterminadas sin barreras positivas ni negativas claras. La formulación de la conclusión dependerá de la naturaleza de los enlaces establecidos entre los términos extremos: si todos los enlaces son positivos, la conclusión será universal afirmativa; si existe como mínimo un enlace positivo (pero no lo son todos), será particular afirmativa. Si todos los componentes de A están separados por al menos una barrera negativa de los componentes de C, la conclusión será universal negativa; si la barrera negativa es penetrable, la conclusión será particular negativa. Por último, si sólo aparecen relaciones indeterminadas, no habrá conclusión posible.

De hecho, si el número de modelos mentales que se construyen es suficiente y se opera con ellos del modo adecuado, no tienen porqué producirse errores. Pero la complejidad del proceso incorpora una carga en la memoria operativa que en ocasiones supera su capacidad limitada.

*Tercer paso: la búsqueda de modelos alternativos de las premisas.* La teoría parte de la hipótesis de que la búsqueda de modelos alternativos ayuda a determinar que una conclusión previa es falsa. Según el número de modelos que los sujetos tengan que construir y rechazar, la carga de la memoria en funcionamiento será mayor o menor y los problemas más o menos difíciles.

A nivel general, la teoría predice dos factores determinantes de la dificultad de un silogismo:

1. La figura de las premisas. Que dificultará la construcción del modelo inicial y podrá sesgar el orden de formulación de la conclusión.
2. El número de modelos mentales. Cuantos más sea necesario construir, mayor será la carga de memoria.

La influencia de estos factores aparece claramente corroborada en un tercer experimento llevado a cabo por Johnson-Laird y Bara, y da lugar a tres niveles ordinales de dificultad determinados por el segundo factor citado (número de modelos mentales) y otros dos añadidos al primero y al tercero en función del primer factor (la figura del silogismo). Los problemas de un modelo mental en los que además coincida la respuesta correcta con la inducida por el efecto de la figura serán los más fáciles, mientras que los de tres modelos mentales con efecto figura contrario a la respuesta correcta serán los más difíciles (nivel 5).

Tal como queda expresado aquí, el modelo da cuenta de forma bastante ajustada del comportamiento de los sujetos en los problemas de razonamiento. Y es capaz incluso de explicar las diferencias individuales entre los sujetos, puesto que la habilidad de construir modelos mentales, como cualquier otra, debe adquirirse. (Cf. Johnson-Laird, 1982).

El concepto de «cambio de sitio» resuelve la primera crítica de García Madruga (citada más arriba) sin recurrir, como este último propone, a la hipótesis de conversión de las premisas, la cual es incompatible con el efecto de la figura dado que la conversión identificaría respectivamente las figuras uno y cuatro y dos y tres.

Por otra parte, la manipulación de los modelos mentales tiene la ventaja de constituir un sistema integral de inferencia que permite la generación de conclusiones válidas por parte de los sujetos, sin recurrir a las reglas de la lógica ni de la sintaxis, sino al empleo de entidades explicativas de orden estrictamente psicológico, susceptibles de manipulación experimental.

Pese a que la teoría de los modelos mentales de Johnson-Laird se define como teoría semántica, el modelo que se acaba de exponer no incluye variables de esta naturaleza. Esto es bastante común en la investigación sobre razonamiento silogístico, donde a diferencia del campo del razonamiento condicional, es extraño encontrar trabajos que manipulen las variables semánticas como independientes. A partir del trabajo pionero de Wilkins (1928) los estudios se centraron en la comprobación del «sesgo de las creencias» (Henle y Michael, 1956; Kaufman y Goldstein, 1967 y, Revlin y Leirer, 1978). Sobre todo, se trató de demostrar que las creencias de los sujetos distorsionaban la información procesada, con lo que podría reforzarse la postura racionalista de la interpretación errónea de las premisas. Puede calificarse, al menos, de curioso el hecho de que los defensores del racionalismo, es decir, de que las personas disponen de una capacidad lógica natural que aplican con mayor o menor éxito a los ambientes naturales y experimentales, busquen apoyo experimental para sus teorías en el hecho de que los sujetos obtienen mejores resultados en tareas con contenido concreto.

Recientemente se han llevado a cabo varios experimentos incluyendo como variable independiente la manipulación del contenido semántico de la tarea. Por ejemplo Oakhill y Johnson-Laird (1985) encontraron diferencias significativamente favorables a la condición de conclusión «creíble» frente a «increíble», pero esto solamente cuando la conclusión «increíble» era falsa por definición (en su caso: algunas de las actrices no son mujeres) y no con conclusiones empíricamente falsas (algunos de los atletas no son sanos). Evans, Barston y Pollard (1983) comprobaron la existencia de diferencias entre problemas con conclusión creíble e increíble en una tarea de verificación (los sujetos tenían que señalar la veracidad o falsedad de la conclusión en lugar de deducirla ellos), especialmente en los problemas con conclusión no proposicional («no hay conclusión»). Sin embargo, Barston (1986) no encontró diferencias con el mismo tipo de problemas en una tarea de construcción. Valiña y Vega (1988, experimento 1) tampoco encontraron diferencias significativas entre una presentación formal y temática de los problemas.

El objetivo fundamental de la investigación que se expone a continuación es comprobar los matices que introduce el contenido de los problemas en la operación de los modelos mentales por parte de las personas. Para ello se plantearon a los sujetos problemas cuyo contenido inducía a la conclusión lógicamente correcta (positivos); problemas en que la conclusión correcta era, por su contenido, intuitivamente poco aceptable; y problemas abstractos. Se trató de que el mayor número posible de respuestas inválidas fuesen poco creíbles en los problemas positivos y muy creíbles en los negativos. En primer lugar, se predice que los problemas negativos serán más difíciles que los abstractos y éstos más que los positivos. Por otro lado, el efecto del contenido deberá manifestarse de forma más acusada en los modos del silogismo que dan lugar a más de un modelo mental, dado que los sujetos en la última fase del proceso tenderán a elegir el modelo que coincida con sus creencias.

## METODO

### Sujetos

Doscientos ochenta y nueve alumnos (154 mujeres y 135 varones) de segundo y tercer curso de Bachillerato del I.N.B. «El Palo» de Málaga participaron voluntariamente, en horas lectivas, en el experimento. El centro escogido, por sus características y ubicación, puede considerarse de clase media.

### Pruebas

Los sujetos cumplieron un cuadernillo compuesto por 36 silogismos, en doce de los cuales los tres términos se representaban por letras (condición abstracta). Otros doce problemas incluían palabras cuyo significado y relación inducían a una conclusión concordante con la lógicamente válida (empíricamente y no por definición según la definición de Oakhill y Johnson-Laird; es decir, no existían conclusiones incompatibles sino tan solo «poco o muy plausibles»). El resto de ellos, por el contrario, promovían la aceptación de una conclusión inadecuada desde el punto de vista lógico. (Las pruebas íntegras pueden encontrarse en el anexo). En las tres pruebas el modo de los silogismos utilizados fue el mismo. Se seleccionaron tres silogismos, con conclusión proposicional válida, de cada una de las cuatro figuras.

En concreto, los problemas utilizados fueron (las letras representan la relación lógica de cada una de las premisas —A, I, E, O—, los números, la figura del silogismo): AA1, AE2, AA4, OA2, IE3, AE3, AO2, EI4, EA1, AI3, IA4 y AI1. La elección de estos silogismos se debió al hecho de que tanto las premisas como la conclusión válida que generan cubren las cuatro posibles relaciones proposicionales categóricas.

El formato de respuesta utilizado se diferenciaba del de «construcción» empleado originalmente por Johnson-Laird y Steedman (1978) (los sujetos debían escribir la conclusión completa y no elegirla de entre varias), en que los sujetos debían únicamente rellenar las líneas de puntos con los términos de sujeto y predicado en un formato que presentaba ya las cuatro expresiones relacionales posibles:

Todos .....	son .....
Algunos .....	son .....
Ningún .....	es .....
Algunos .....	no son .....

Esta disposición permite ahorrar la carga innecesaria que supone para la memoria mantener todas las relaciones posibles en funcionamiento mientras opera con los datos del problema concreto y, además, evita la aparición de los errores misceláneos, y difícilmente interpretables, frecuentes en los datos de Johnson-Laird y sus colaboradores. Los resultados de un estudio previo en el que numerosos sujetos generaron conclusiones «extrañas» (p. e. «universal afirmativa»), nos indujo definitivamente a adoptar este formato de respuesta.

También se pidió a los sujetos que después de resolver cada uno de los problemas indicasen en una escala del 1 al 5 el nivel de dificultad que le atribuían.

## Procedimiento

El orden de presentación de cada uno de los problemas dentro de las pruebas fue aleatorio. También se encomendó al azar el orden en que los sujetos debían resolver cada problema de las dos pruebas con contenido concreto, que se presentaron como pertenecientes a la misma prueba. No fue posible mezclar con éstos los silogismos abstractos, por requerir una explicación e instrucciones independientes. Para evitar que en su resolución se vieran afectados por los efectos del contenido del resto de los problemas, se presentó, en todos los casos, la prueba abstracta en primer lugar.

Las pruebas se administraron a los sujetos en grupos de 25-30 alumnos respetando la disposición original que ocupaban en las aulas.

## RESULTADOS

Se confirmaron en el presente estudio las diferencias postuladas en cuanto al tipo de conclusión que los sujetos derivan de los problemas correspondientes a las figuras 1 y 4. En la tabla I se presentan estos resultados en los tres tipos de problema: abstractos, positivos y negativos.

TABLA I

*Porcentaje de aparición de las dos formas de conclusión: A-C y C-A en las figuras 1 y 4 de los silogismos.*

*(Percentages for A-C and C-A conclusions in figures 1 and 4 of the sillogisms)*

	Figura 1 (Figure 1)		Figura 4 (Figure 4)	
	A-C	C-A	A-C	C-A
Abstractos Abstract				
AA	40,59	59,41	AA	82,78
EA	46,69	53,31	EI	69,66
AI	25,37	74,63	IA	78,00
Positivos Positive				
AA	39,41	60,59	AA	92,25
EA	49,42	50,58	EI	72,76
AI	31,68	68,32	IA	77,41
Negativos Negative				
AA	27,54	72,46	AA	75,66
EA	24,62	75,38	EI	64,39
AI	19,05	80,95	IA	86,74

Como puede apreciarse en la tabla, se demostró que los silogismos de la figura 1 tienden a producir conclusiones de la estructura C-A ( $z = 16,882$ ;  $p < 0,0001$ ) mientras que los de la figura 4 inducen a respuestas de la forma A-C ( $z = 34,884$ ;  $0,0001$ ), lo que favorece la aceptación de la hipótesis del efecto figura.

La tabla II representa el porcentaje de respuestas que coinciden con las formas relacionales que el modelo predice para los silogismos abstractos, positivos y negativos.



TABLA II

*Porcentajes de relaciones coincidentes con las predicciones del modelo  
(Percentages of observed relations predicted by the model)*

<b>Modos</b>	<b>Abstractos Abstract</b>	<b>Positivos Positive</b>	<b>Negativos Negative</b>
Grupo A Group A			
AA-1	85,66	79,24	75,35
AA-4	86,46	89,62	75,09
Grupo I Group I			
AI-1	78,29	69,10	81,94
AI-3	79,09	75,43	61,81
IA-4	79,51	75,78	73,70
Grupo E Group E			
EA-1	78,91	78,75	63,41
AE-2	85,71	86,51	63,99
Grupo O Group O			
AO-2	62,85	58,18	43,51
OA-2	59,23	40,77	47,75
Grupo X Group X	E      O	E      O	E      O
AE-3	81,75/ 4,21	58,33/14,93	56,84/10,88
IE-3	50,35/16,32	31,82/30,42	35,44/22,11
EI-4	53,19/18,79	42,66/15,73	47,92/18,40

Los grupos A, I, E y O contienen los problemas para los que el modelo predice respectivamente conclusiones mayoritarias de los tipos A, I, E y O. El grupo X incluye los silogismos en los que según el modelo elegido darán lugar a conclusiones universales o particulares negativas; por tanto, en él se incluyen las conclusiones de las formas E y O.

Los porcentajes se calcularon sobre el total de respuestas emitidas, teniendo por tanto en cuenta las respuestas no válidas que incluyen el término medio en la conclusión (se incluyeron en el tanto por ciento de error), y no los problemas que se dejaron en blanco.

En líneas generales, los datos se ajustan a las predicciones puesto que en todos los casos la forma predicha supone, al menos, una mayoría relativa entre las relaciones posibles.

En la Tabla III se representa el porcentaje medio de respuestas correctas emitidas por los sujetos en los problemas utilizados en el experimento. Los problemas se han agrupado según los cinco niveles de dificultad predichos por el modelo y las tres filas representan a la modalidad abstracta (A), positiva (+) y negativa (-) de los problemas.

Para facilitar la comprensión de los datos se ha calculado la media aritmética de las frecuencias de respuestas correctas. A partir de estas medias se han calculado los porcentajes de respuestas correctas que corresponden por término medio a cada uno de los niveles teóricos de dificultad.

Como puede apreciarse en dicha tabla, existe un fuerte incremento en la dificultad de las pruebas a lo largo de los niveles 2, 3 y 4, lo que dice mucho a favor de la hipótesis de la influencia del número de modelos mentales. Sin embargo, no se registra tal progresión entre los niveles 1 y 2, y 4 y 5 que son en los que habría de marcarse la influencia del sentido en que opere el efecto de la figura.

TABLA III

*Porcentajes de las respuestas correctas observadas por término medio para cada uno de los niveles teóricos de dificultad.*

*(Mean percentages of observed correct responses for each theoretic level of difficulty)*

Nivel Level	1	2	3	4	5
+	11,28	12,69	6,85	3,41	1,79
A	11,02	12,72	7,69	1,46	2,00
-	10,44	9,77	5,36	1,62	1,89

Las dos filas representan los cinco niveles de dificultad postulados. Las columnas el carácter positivo, abstracto o negativo de los silogismos representados.

El valor de chi-cuadrado calculado sobre la relación de contingencia reflejada en la tabla III es de 21,586 ( $G. L. = 8; p = 0,0057$ ) lo que demuestra el incremento general de la dificultad en función de los niveles predichos teóricamente, así como en relación con las características semánticas de las tareas. Sin embargo, podemos constatar la diferencia señalada anteriormente con respecto a la claridad con que se verifican las hipótesis referentes al número de modelos y no así las del efecto de la figura.

Para verificar las hipótesis referentes a las influencias de los factores semánticos se agruparon los problemas de cada uno de los tres tipos señalados (abstractos, positivos y negativos) y se sumaron las puntuaciones de cada sujeto en cada uno de los items pertenecientes a la misma categoría (recordemos que los doce silogismos que componen cada una de estas tres pruebas son estructuralmente idénticos y sólo se diferencian en sus características semánticas). De aquí se obtuvieron tres variables con trece niveles posibles (0-12) que se tomaron como continuas para incluirlas en un contraste de medias (prueba t de Student).

Tal como se predijo, los silogismos de contenido positivo resultaron más fáciles. Los sujetos obtuvieron en su resolución puntuaciones superiores a las registradas en los silogismos negativos. Esta predicción se confirmó con un nivel de significación muy alto ( $T = 8,1168, p < 0,0001$ ).

Los silogismos abstractos adoptaron un valor intermedio entre los positivos y los negativos (la media de la prueba de silogismos positivos fue de 6,654, para los abstractos 6,446 y para los negativos 5,599). Entre los silogismos abstractos y positivos se encontró una moderada pero significativa diferencia ( $T = 1,7965; p < 0,036$ ). Entre los silogismos abstractos y los negativos la diferencia fue muy superior aunque en sentido contrario; es decir, podemos afirmar que los silogismos abstractos incluidos son más fáciles que los negativos ( $T = 6,3461, p < 0,0001$ ).

Pese a las diferencias observadas entre las pruebas, las correlaciones obte-

nidas entre ellas fueron bastante altas; entre la prueba abstracta y la positiva, .606; entre la abstracta y la negativa, .608 y entre la positiva y la negativa, .620. Estas correlaciones son altamente significativas, pues debemos tener en cuenta que con 289 sujetos las correlaciones son significativas a partir de .11 (a un nivel de 0,05, dos colas).

En cuanto al efecto diferencial del contenido en función del número de modelos mentales posibles que genera cada problema, encontramos parcialmente cumplida nuestra predicción. Existen diferencias significativas (chi-cuadrado = 6,947; g.l. = 2;  $p < 0,031$ ) entre el número de respuestas acertadas en silogismos positivos y abstractos cuando son posibles, uno dos y tres modelos. Sin embargo, la diferencia no alcanza la significación al contrastar silogismos abstractos y negativos. En la Tabla IV se representan los porcentajes de las respuestas correctas que, por término medio, emitieron los sujetos en los silogismos de 1, 2 y 3 modelos mentales cuando éstos eran de contenido abstracto, positivo y negativo.

TABLA IV

*Porcentajes sobre el total de respuestas correctas para los silogismos abstractos, positivos y negativos que dan lugar a 1, 2 y 3 modelos mentales.*

*(Percentages out of all correct responses for abstract, positive and negative syllogisms of 1, 2 and 3 mental models)*

	1 modelo	2 modelos	3 modelos
Aabstractos Abstract.	19,32	12,91	2,76
Positivos Positive	19,62	11,50	4,82
Negativos Negative	17,20	9,00	2,88

Para verificar la relación existente entre la dificultad que los sujetos señalaron en los problemas (recordemos que los sujetos recibieron junto a cada problema una escala del 1 al 5 para señalar la dificultad que habían encontrado al resolverlo), y su actuación real en esos mismos silogismos se recogió en una tabla (Tabla V) la relación de contingencia entre la elección de cada uno de los 5 niveles de dificultad y haber hecho bien o mal el correspondiente problema.

TABLA V

*Dificultad percibida por los sujetos en los problemas que realizaron correcta o incorrectamente. Porcentajes sobre el total.*

*(Perceived difficulty in correct and incorrect problems. Percentages out of total responses)*

Dif. percibida:	1	2	3	4	5
Incorrectos Incorrect	9,49	12,92	14,01	6,76	2,79
Correctos Correct.	18,02	14,97	12,04	7,70	1,33

(La tabla, y el cómputo correspondiente, solamente excluye los casos en que los sujetos dejaron sin contestar el nivel de dificultad. Cuando el problema estaba en blanco y si se rellenó el apartado de dificultad, se consideró respuesta incorrecta.)

Las diferencias resultaron ser altamente significativas tras la aplicación del coeficiente Chi-cuadrado (307,377; g.l. = 4;  $p < 0,0001$ ). Es decir, parece ser que los sujetos son, hasta cierto punto, conscientes de la dificultad de los problemas que realizan, reconociendo generalmente la dificultad de los silogismos que hacen mal y la facilidad de los que hacen bien.

Los sujetos aprecian la dificultad real de los problemas más correctamente cuando el número de modelos mentales que estos problemas pueden producir es menor. En general, cuando existen tres modelos mentales los sujetos no aprecian la dificultad de los silogismos que, por otra parte, es mayor en estos casos.

También podemos ver que el contenido dificulta la claridad con que los sujetos aprecian la dificultad de los problemas.

Hemos tenido oportunidad de verificar, asimismo, que los sujetos encontraron más difíciles los silogismos negativos que los abstractos y positivos, y a su vez, estos últimos les parecieron más fáciles que los abstractos.

En la Tabla VI se recogen los porcentajes de respuestas que corresponden a cada uno de los cinco niveles de dificultad percibida en las tres pruebas utilizadas.

TABLA VI

*Porcentajes de estimaciones de dificultad correspondientes a los 5 niveles en las pruebas de silogismos abstractos, positivos y negativos.*

*(Percentages of estimations of difficulty for the five proposed levels in abstract, positive and negative syllogisms)*

	1	2	3	4	5
Aabstractos Abstract	10,58	9,07	8,04	6,73	1,32
Positivos Positive	8,80	9,92	8,73	3,55	1,18
Negativos Negative	8,13	8,91	9,27	4,18	1,58

Las diferencias introducidas por el diferente contenido de las pruebas resultaron altamente significativas (chi-cuadrado = 154,980; g.l. = 8;  $p < 0,0001$ ). El contraste efectuado sobre la contingencia entre el hecho de haber realizado correctamente o no cada problema y la dificultad asignada por el sujeto a ese mismo problema resultó significativa en las tres condiciones experimentales (Abstracta: chi-cuadrado = 162,986; g.l. = 4;  $p < 0,0001$ . Positiva: chi-cuadrado = 106,027; g.l. = 4;  $p < 0,0001$ . Negativa: chi-cuadrado = 154,769; g.l. = 4;  $p < 0,0001$ ).

## DISCUSION

En general, en este estudio hemos tenido ocasión de ver cumplidas la mayor parte de las predicciones del modelo de Johnson-Laird y Bara (1984), tanto en lo que respecta a las relaciones proposicionales inducidas en la conclusión por los diferentes tipos de problemas, como a las formas C-A o A-C elicidadas por las figuras 1 y 4. Y lo que, por novedoso, es más interesante, hemos visto que

estas predicciones se siguen cumpliendo pese a las distorsiones introducidas por la manipulación del contenido.

Lo mismo podemos decir de los niveles de dificultad predichos en función del número de modelos mentales que cada silogismo es capaz de generar.

No se han cumplido, sin embargo, las predicciones hechas por el modelo en relación con la capacidad del efecto de la figura para facilitar o dificultar el proceso de obtención de una respuesta correcta. Estos resultados pueden constatar en la tabla III. Debería esperarse, a expensas de la teoría y en función del efecto de la figura, que los problemas del nivel 1 de dificultad produjesen mejores resultados que los del nivel 2 y los del nivel 5 peores que los del nivel 4. No obstante, esto no ocurre, e incluso, en este último caso, la tendencia de los datos apunta en sentido contrario. Tenemos que decir que estos datos no son exclusivos de este experimento y que en los resultados de Johnson-Laird y Bara (1984, experimento 3) puede constatar este mismo problema; la media allí para los que aquí hemos llamado problemas de nivel cuatro (IE2, EI2, AE3, IE3) fue de 1 acierto y de 2 para los de nivel cinco (EA4, EI4, IE4, AE1, IE1, EI1) de dificultad. Hay que destacar que la muestra de problemas de uno y otro tipo es muy reducida en ambos estudios y que la gran dificultad de estos problemas podría producir un efecto suelo que distorsione los resultados acercándolos a los que se obtendrían por mero azar. No obstante, debe considerarse éste un resultado adverso a la supuesta influencia directa de la figura del silogismo sobre su dificultad.

Se han constatado unos importantes efectos a partir de la manipulación del contenido de las pruebas, pero estos efectos, como indicábamos más arriba, no interfieren en la influencia de las características estructurales del modo concreto del silogismo con que se está trabajando. Esto, unido a la alta correlación encontrada entre las tres pruebas indica que los sujetos no resuelven los problemas con contenido tendencioso por un mero procedimiento de búsqueda en su memoria semántica. Más bien, habría que pensar que en los últimos estadios del proceso de deducción, los sujetos eligen prioritariamente la respuesta que concuerda con sus creencias. Esta conclusión se ve afianzada por el hecho de que los silogismos con contenido negativo dificultan mucho más la tarea de lo que la facilitan los silogismos positivos. Si los sujetos han adoptado durante el proceso una conclusión errónea, es difícil que un contenido concordante con sus ideas previas en una conclusión alternativa les haga cambiar de opinión, puesto que en este caso dicha respuesta no se encuentra disponible. Sin embargo, cuando la respuesta concreta extraída durante el proceso no concuerda con los contenidos de su memoria semántica, tienden a rechazarla. Estos resultados concuerdan con los de Evans et al. (1983) pero aquí aparecen corroborados en una tarea de construcción.

Por otra parte, podemos ver que el contenido positivo mejora especialmente la resolución de los problemas que generan varios modelos mentales; podemos pensar que es en estos casos cuando el sujeto puede apreciar la posibilidad de emitir una respuesta alternativa (por tener varias posibilidades activas) y comprobar que concuerda con sus ideas previas. El contenido negativo no dificulta en estos casos especialmente la resolución de los problemas, porque los sujetos pueden perfectamente desechar una respuesta obtenida por el proceso deductivo aunque sea la única generada, si no concuerda con los contenidos de su memoria semántica.

Es curioso observar cómo los sujetos son, hasta cierto punto, conscientes de

la dificultad de los problemas a los que se enfrentan. Parece quedar claro que, al menos, no todos los procesos implicados en el razonamiento silogístico son de naturaleza inconsciente. Sin embargo, ya en el apartado de resultados indicamos un matiz que parece interesante destacar. Los problemas que, a nivel general, son más difíciles, no son evaluados como tales por los sujetos que los realizan. Puede pensarse que los procesos que dificultan especialmente este tipo de problemas son inconscientes, mientras que los de comprensión de las instrucciones y errores en los primeros estadios del procesamiento, que condicionan el éxito en las silogismos más fáciles son hasta cierto punto, conscientes.

El recurso a modelos mentales o a esquemas de razonamiento de carácter general así como el postulado de pautas de influencia de las variables semánticas de una u otra índole satisface un imperativo general de la ciencia, más interesada esencialmente por la regularidad que por la disparidad. No resulta, desde luego, difícil encontrar diferencias entre el modo de resolver los problemas de razonamiento por parte de sujetos distintos, e incluso en los mismos sujetos sobre problemas de diferente estructura lógica; ni tampoco introducir variaciones en las pruebas, ya sea manipulando el contenido, el contexto o cualquier otra variable de tarea, de forma que obtengamos resultados muy dispares. Sin embargo, poco aportan al interés científico este tipo de empeños si no se consigue trazar un cauce regular que prediga el discurso de los errores, aciertos y, en definitiva, de las respuestas de los sujetos. Tal es el sentido que tiene crear modelos teóricos de razonamiento abstracto y tal la finalidad de determinar a priori el sentido de las tendencias de respuesta que generará una manipulación concreta del contenido.

## Referencias

- BARSTON, J. L. (1986). An investigation into belief biases in reasoning. Tesis doctoral no publicada, *Plymouth Polytechnic*.
- BROADBENT, D. E. (1958). *Perception and Communication*. Londres, Pergamon Press. Traducción castellana en: Madrid, Debate, 1984.
- CHAPMAN, I. V. Y CHAPMAN, J. P. (1959). Atmosphere effect re-examined. Traducción castellana en: J. A. Delval (comp.) *Investigaciones sobre lógica y psicología*. Alianza Editorial, Madrid.
- ERICKSON, J. R. (1974). A set analysis theory of behaviour in formal syllogistic reasoning tasks. En R. L. Saldo (ed.), *Theories of Cognitive Psychology*. Erlbaum: New Jersey.
- ERICKSON, J. R. (1978). Research on syllogistic reasoning En R. Revlin y R. E. Mayer, *Human Reasoning*. Wiley: New York.
- EVANS, J. ST. B. T. (1982). *The Psychology of Deductive reasoning*. London: Routledge and Kegan Paul.
- EVANS, J. ST. B. T., BARSTON, J. L. Y POLLARD, P. (1983). On the conflict between logic and belief in syllogistic reasoning. *Memory & Cognition*, 11 (3), 295-306.
- GARCÍA MADRUGA, J. A. (1983). Un modelo general sobre el razonamiento silogístico: doble procesamiento y fase de comprobación con verificación. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 38, 439-46.
- HENLE, M. (1962). On the relation between logic and thinking. Traducción castellana en: J. A. Delval (comp.). *Investigaciones sobre lógica y psicología*. Alianza Editorial, Madrid.
- HENLE, M. Y MICHAEL, M. (1956). The influence of attitudes on syllogistic reasoning. *Journal of Social Psychology*, 44, 115-127.
- JOHNSON-LAIRD, P. N. (1982). Ninth Bartlett Memorial Lecture. Thinking as a Skill. The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 34 A. 1-29. Versión castellana en: M. Carretero y J. A. García Madruga *Lecturas de psicología del pensamiento*. Alianza Universidad. Madrid.
- JOHNSON-LAIRD, P. N. Y BARA, B. G. (1984). Syllogistic Inference. *Cognition*, 16, 1-61.
- JOHNSON-LAIRD, P. N. Y STEEDMAN, M. (1978). The psychology of syllogisms. *Cognitive Psychology*, 10, 64-98.
- KAUFMAN, H. Y GOLDSTEIN, S. (1967). The effect of emotional value of conclusions upon distortion in syllogistic reasoning. *Psychonomic Science*, 7, 367-368.
- OAKHILL, J. V. Y JOHNSON-LAIRD, P. N. (1985). The effects of belief on the spontaneous production of syllogistic conclusions. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 37 A. 553-569.

- REVLIN, R. Y LEIRER, V. O. (1978). The effect of personal biases on syllogistic reasoning: rational decisions from personalized. En R. Revlin and R. E. Mayer (eds.), *Human Reasoning*. Wiley: New York.
- REVLIS, R. (1975). Two models of syllogistic reasoning: Feature Selection and Conversion. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*. 14. 180-195.
- VALIÑA, M. D. Y VEGA, M. DE (1988). Un estudio experimental del razonamiento cotidiano en tareas de silogismos: una aproximación pragmática. *Cognitiva*. 1, 33-62.
- WILKINS, M. C. (1928). The effect of changed material on the ability to do formal syllogistic reasoning. *Archives of Psychology*, New York. 102.

## *Extended summary*

Classical syllogism constitutes a fruitful task for research in human reasoning. When solving this sort of problems people exhibit a wide range of responses depending on the structure of the syllogism. There are some very easy modes in which almost everybody arrives to the correct conclusion, and very difficult ones that drive most subjects to wrong conclusions. The first theories about syllogistic reasoning tried to explain the errors by identifying sources of error like the well known *erroneous interpretation of premises*, *illicit conversion*, *atmosphere effect*, etc. Recently, cognitive scientists have focused their line of research and theorization on the construction of models to represent human performance in syllogistic reasoning. One of the most important models is the analogical model proposed by Johnson-Laird and Bara (1984). This model is based on semantic rather than syntactic variables and explains the process of syllogistic reasoning in three steps: I) the interpretation of premises in which subjects construct a mental model of both premises; II) the formation of informative conclusions; and III) the search for alternative models to falsify previous conclusions. The two main factors that determine the difficulty of syllogisms are the figure of premises and the number of mental models required to solve the problem. Thus, there are five levels of difficulty for the number of mental models (one, two, or three), and two more in the cases in which the influence of figural effect either facilitates a one model problem or makes a three model problem more difficult. This model, despite being a semantic one, does not make use of the semantic nature of the terms in the syllogism.

The most relevant work manipulating semantic variables as independent is that which is interested on belief bias (Henle and Michael, 1956; Kaufman and Goldstein, 1967; Revlin and Leirer, 1978; and, Wilkins, 1928). Some recent experiments have proved the effect of beliefs on syllogistic reasoning; Evans, Barston and Pollard (1983) demonstrated the differential difficulty between problems having believable or unbelievable conclusions in a verification task but failed to find any effect in a construction task (Barston, 1986). Oakhill and Johnson-Laird (1985) found a significant effect only when the believable or unbelievable conclusions were by definition, but they found no effect with empirically observed believability.

In the present experiment I tried to find the shades due to the content in the manipulation of mental models when people solve syllogisms. Two hundred and eighty-nine high school students were tested in groups of about twenty five. The modes of the syllogism employed were AA1, AE2, AA4, OA2, IE3, AE3, AO2, EI4, EA1, AI3, IA4 and AI1. Each problem was presented in an *abstract form*, in a *positive* form and in a *negative* form. The positive form produce a believable valid conclusion, and the negative form produced an unbelievable valid

conclusion. It was controlled for most of the alternative invalid conclusions, i.e., to be unbelievable in positive forms and believable in negative forms. Believability and unbelievability was always empirically and never definitionally manipulated (the whole tasks can be found in the appendix). Subjects were asked to evaluate the subjective difficulty of each problem in a one to five scale.

As Tables 1 and 2 show, the predictions of the model in relation to the figural effect and relational forms were confirmed for the three kinds of problems. There is a strong increment of difficulty through levels two, three, and four, but not between levels one and two, and four and five (see table 3). So the results support the hypothesis of number of mental models and not that of figural effect as determinants of difficulty.

The contrast between positive and negative problems confirmed that positive problems were easier than negative ones ( $T = 8.1168$ ;  $p < 0.0001$ ). Positive problems were better solved than abstract ones ( $T = 1.7965$ ;  $p = 0.036$ ) and abstract problems better than negative ones ( $T = 6.3461$ ;  $p < 0.0001$ ). The means were: 6.654 for positive problems, 6.446 for abstract problems, and 5.599 for negative problems. The correlations found between the three tasks were always over 0.60. Table 4 shows the differences that content manipulation introduces in problems of 1, 2 or 3 mental models. These differences became significant between positive and abstract problems ( $\text{chi-square} = 6.947$ ;  $p = 0.031$ ).

Table 5 includes the contingency between the difficulty found in each problem and the actual performance of subjects in the same problem. In general, subjects found easy the problems they solve correctly and difficult the problems that they failed to solve ( $\text{chi-square} = 307.377$ ;  $p < 0.0001$ ). However, problems that need three mental models are more difficult to evaluate. Subjects found negative problems more difficult than abstract ones and abstract problems more difficult than positive ones.