

MODELOS MENTALES EN CONJUNCIONES, DISYUNCIONES Y CONDICIONALES: REPLICACIÓN DE UN ESTUDIO DE RIPS*

Nuria Carriedo, Sergio Moreno, Francisco Gutiérrez y Juan A. García-Madruga

Universidad Nacional de Educación a Distancia de Madrid

Resumen

En su reciente libro Rips (1994) presenta los datos de un estudio en el que utilizó los siguientes problemas:

Problemas de un modelo	p y q si p, entonces r si q, entonces r Luego, r	no-p y no-q si no-p, entonces r si no-q, entonces r Luego, r
Problemas de modelos múltiples	p ó q si p, entonces r si q, entonces r Luego, r	no-p ó no-q si no-p, entonces r si no-q, entonces r Luego, r

La teoría de los modelos mentales predice que los problemas de un modelo serán más fáciles que los de modelos múltiples. Rips no encontró que los problemas de modelos múltiples fueran significativamente más difíciles que los de un solo modelo. Una posible explicación de estos resultados proviene de la utilización de la tarea de evaluación. Asimismo, los resultados

* *Agradecimientos:* Este trabajo forma parte de del proyecto de investigación "Comprensión e inferencia en el razonamiento condicional", financiado por el Ministerio de Educación y Cultura (PB94-0394). Agradecemos a Phil Johnson-Laird la idea original del trabajo como parte de su colaboración en el mencionado proyecto. También agradecemos a Lance Rips el habernos facilitado una información precisa sobre su estudio y, en particular, sobre los problemas de relleno utilizados.

de Rips pueden estar afectados por el orden de presentación de las premisas provocando un efecto de focalización (focusing). En el experimento que presentamos, hemos manipulado el tipo de tarea (evaluación-construcción) y el orden de presentación de las premisas (focalización-no focalización). Los resultados confirman los de Rips con la tarea de evaluación y orden focalizado, pero en los otros tres grupos se confirman las predicciones de la teoría de los modelos mentales.

Palabras clave: Deducción, modelos mentales, reglas.

INTRODUCCIÓN

Dos son los principales enfoques psicológicos que compiten entre sí en el estudio psicológico del razonamiento, las teorías de reglas formales y las de modelos mentales.

Los teóricos de las reglas formales de inferencia sostienen que los seres humanos poseemos un conjunto de reglas o esquemas de inferencia semejantes a los de la lógica, a partir de las cuales somos capaces de derivar las conclusiones de los problemas deductivos con los que nos encontramos. Así, a partir de un enunciado conjuntivo del tipo:

Raquel está en León y Guillermo está en Oviedo

se puede concluir cualquiera de sus componentes; es decir, si nos preguntan tanto si Raquel está en León, como si Guillermo está en Oviedo, debemos contestar que sí. La explicación, según los teóricos de la lógica mental, consiste en que los seres humanos poseemos una regla del tipo: $A \& B$, luego: A .

Otra regla, en este caso sobre la disyunción, es la siguiente: $A \text{ o } B$, $\text{no-}A$, luego: B . A partir de esta regla se puede realizar la siguiente deducción válida:

Raquel está en León o Guillermo está en Oviedo

Raquel no está en León

Luego: *Guillermo está en Oviedo*

Ambas reglas están incluidas en las diversas teorías de reglas mentales existentes (ver, Braine, 1990, Braine y Rumain, 1984, O'Brien, Braine y Yang, 1994; Rips, 1983, 1994). Según estas teorías, la tarea del sujeto puede analizarse en tres momentos o fases diferenciadas: a) descubrir que los enunciados anteriores se refieren a las citadas reglas formales, extrayendo su significado abstracto; b) aplicar las reglas formales pertinentes, infiriendo así la conclusión válida; y c) volver a traducir la conclusión al contenido del problema (see, Evans, Newstead y Byrne, 1993). La clave de estas teorías está en la fase intermedia, la aplicación de las reglas o esquemas de inferencia: cuanto más largo sea el proceso de derivación de la conclusión, mayor será la dificultad del problema. Como

vemos la predicción fundamental de las teorías de reglas formales proviene de la cantidad de reglas o pasos intermedios necesarios para alcanzar la conclusión. A partir del principio anterior, los dos problemas que hemos visto más arriba serían de dificultad semejante ya que en ambos casos es necesario aplicar una única regla.

La teoría de los modelos mentales, por su parte, se enfrenta a la explicación de la actuación de los sujetos de forma claramente diferente. De acuerdo con la teoría, hay tres etapas en la deducción: a) Comprensión, en la cual las personas aplican su conocimiento para construir modelos que representen la información descrita en las premisas; b) Descripción, en la que los sujetos tratan de formular una conclusión parsimoniosa que se extraiga de los modelos construidos en la fase anterior; c) Validación, en la que los sujetos tratan de falsar sus conclusión previa mediante la búsqueda de modelos alternativos o contraejemplos (Johnson-Laird y Byrne, 1991).

Un supuesto fundamental de la teoría de los Modelos Mentales es que, dado la naturaleza limitada de los recursos de la memoria operativa, los sujetos tratan de representar explícitamente la menor cantidad de información posible, puesto que, a mayor cantidad de información representada explícitamente, mayor es la carga de la memoria operativa. Por lo tanto, cuando las personas razonan cotidianamente, realizan las inferencias a partir de representaciones o modelos de las premisas incompletos. Esta distinción entre la representación inicial y la representación totalmente explícita se aplica a las conectivas que requieren más de un modelo como las disyunciones y los condicionales. Por el contrario, en el caso de la conjunción, dado que la conectiva demanda sólo un modelo, las representaciones iniciales y explícitas coinciden. (Johnson-Laird, Byrne y Schaeken, 1992).

Veamos ahora como se aplica la teoría a los problemas anteriores.

En el primero de los problemas, la representación que construye la gente de un enunciado conjuntivo como *Raquel está en León y Guillermo está en Oviedo*, consistiría en un solo modelo como el siguiente:

L O

Donde "L" representa la primera de las proposiciones que forman el enunciado conjuntivo y "O" la segunda. A partir de esta representación se extrae obviamente la conclusión de que cualquiera de sus dos componentes (*Raquel está en León, Guillermo está en Oviedo*) son verdaderos.

En el segundo problema el proceso es algo más complicado. La primera proposición disyuntiva, *Raquel está en León o Guillermo está en Oviedo*, es representada inicialmente mediante estos dos modelos, situado cada uno de ellos en una línea diferente:

L

O

Ahora bien, esta representación inicial no da cuenta del significado completo de la disyunción, ya que ésta puede ser inclusiva o exclusiva. Así, los sujetos pueden verse obligados a precisar más su representación construyendo modelos explícitos como los siguientes:

<u>Inclusiva</u>	<u>Exclusiva</u>
L O	L ¬O
L ¬O	¬L O
¬L O	

La primera de estas representaciones incluye la posibilidad de que ambos componentes de la disyunción sean verdad, mientras que la segunda representación excluye esta posibilidad.

Si volvemos a la representación inicial de la disyunción veremos que la resolución de nuestro segundo problema no necesita una representación explícita completa que distinga entre disyunción exclusiva e inclusiva. La información que contiene la segunda premisa del problema, *Raquel no está en León*, (¬L), contradice y elimina el primer modelo de la representación inicial; sin embargo, puede incorporarse al segundo modelo completándolo (¬L O) e incorporándose a la representación final explícita de ambos tipos de disyunciones. A partir de este modelo se puede extraer directamente la conclusión válida: *Guillermo está en Oviedo*. Como vemos, según la teoría de los modelos mentales, la resolución de este segundo problema será más difícil que la del primero ya que requiere la construcción de un modelo más, y como consecuencia, esta mayor dificultad debería mostrarse en una disminución del porcentaje de aciertos.

Compartimos las dudas de Evans y Over (1997) sobre la capacidad de diseñar experimentos cruciales que permitan discernir entre ambos enfoques. No obstante, pensamos que existen algunos problemas empíricos, como el que presentaremos en este trabajo, que además de aportar la luz que toda investigación empírica proporciona, permite una clarificación suplementaria ya que se refiere a uno de los escasos resultados

experimentales presentados por los teóricos de las reglas que, hasta ahora, no habían sido replicados desde la teoría de los modelos mentales.

El objetivo de los experimentos que presentamos será tratar de replicar algunos de los resultados presentados por Rips (1990, 1994) en su estudio realizado con problemas de tres premisas que incluían como primera premisa una conjunción o una disyunción, seguida de dos condicionales. En nuestros estudios hemos controlado el tipo de tarea utilizada: evaluación o construcción, así como el orden de presentación de las premisas.

ESTUDIO DE RIPS CON PROBLEMAS DE CONJUNCIÓN/DISYUNCIÓN Y CONDICIONALES

En su estudio, Rips (1990, 1994, p. 365-369) pedía a los participantes que evaluaran la necesidad de una conclusión, en problemas como los siguientes:

(1)	$p \text{ Y } q$	(2)	$p \text{ O } q$
	SI p, r		SI p, r
	SI q, r		SI q, r
	-----		-----
	r		r

Probablemente, estos dos tipos de problemas fueron elegidos por Rips debido a que, de acuerdo con la teoría de los Modelos Mentales, su representación, y por lo tanto las predicciones que pueden hacerse, son bastante diferentes en cada tipo de problemas. Los problemas difieren sólo en su primera premisa, pero la teoría de los Modelos Mentales predice que el problema (1) probablemente resultará más fácil que el problema (2) ya que el problema 1 requiere para su resolución la construcción de un solo modelo mental, mientras que el problema (2), requería la construcción de múltiples modelos desde el principio (ver tabla 1)

Tabla 1. Representaciones iniciales y totalmente explícitas de las conectivas proposicionales (tomado de Johnson-Laird, Byrne y Schaeken, 1992).

Conectiva	Modelo	
	Inicial	Explícito
$p \vee q$	$p \quad q$	$p \quad q$
$p \wedge q$	$p \quad q$	Inclusiva $p \quad q$ $p \quad \neg q$ $\neg p \quad q$
si p entonces q	$[p] \quad q$...	Condicional $p \quad q$ $\neg p \quad q$ $\neg p \quad \neg q$
		Exclusiva $p \quad \neg q$ $\neg p \quad q$
		Bicondicional $p \quad q$ $\neg p \quad \neg q$

Para llegar a una conclusión sobre el problema (1), no es necesaria la representación final de los condicionales, ya que a partir de la representación inicial de la segunda premisa, los sujetos pueden fácilmente construir una representación conjunta de ambas premisas en un solo modelo (ver el algoritmo psicológico en Johnson-Laird, Byrne y Schaeken, 1992).

P Q R

De esta representación se extrae directamente que “r” es necesariamente válida.

En el caso del segundo tipo de argumento (2), según la teoría de los modelos mentales, el proceso de razonamiento sería similar, aunque el resultado muy diferente. La clave está en que la representación de la primera premisa disyuntiva obliga a la construcción de dos modelos iniciales. El proceso de combinación de modelos conduciría a una representación conjunta como:

P R

 Q R

suponiendo que dado el principio de economía cognitiva, los sujetos no desplegaran totalmente los modelos. En el caso de que lo hicieran, una representación completamente explícita de la disyunción, exclusiva o inclusiva, sería la siguiente:

<u>Representación inclusiva</u>			<u>Representación exclusiva</u>		
P	Q	R	P	¬Q	R
P	¬Q	R	¬P	Q	R
¬P	Q	R			

Ahora bien, si para la teoría de los modelos mentales parece claro que los argumentos (1) y (2) deberían ser de dificultad diferente, para las teorías de reglas las predicciones no parece que fueran las mismas. El argumento (1) necesita la aplicación de dos reglas pertenecientes al conjunto básico de esquemas de inferencia propuestas por las principales teorías (see, Braine, 1990, Braine y Romain, 1984, Rips, 1983, 1994): el esquema de la conjunción y el del condicional. En el caso del argumento (2), las teorías de reglas tienen una única regla que se aplica directamente a su resolución. Veamos con más detalle cómo explica y analiza estos problemas la teoría de Rips.

Para la resolución del problema (1), la reciente teoría PSYCOP de Rips de razonamiento lógico postula la aplicación de las reglas "Forward AND IF Elimination" mientras que para la resolución del argumento (2) se utilizaría la regla de "Forward Dilemma rule" (Rips, 1994, p. 368). Estas reglas pueden verse en la tabla 2, donde se incluyen también otros dos argumentos (3) y (4), cuya única variación es la introducción de proposiciones negadas y para los que las predicciones básicas de ambas teorías no suponen ningún cambio.

Por lo tanto, los problemas de un solo modelo mental, requieren según la teoría de Rips la aplicación de dos reglas diferentes y los problemas de modelos múltiples requieren la aplicación de sólo una regla. A primera vista, parece como si ambas teorías hicieran predicciones opuestas, pero esto no es así exactamente, puesto que según Rips (1994, p. 368) la aplicación de la regla Dilema es "algo más difícil", ya que exige la coordinación de tres premisas, mientras que las reglas aplicables en los otros argumentos sólo necesitan coordinar una o dos premisas. Por tanto, como el propio Rips mantiene: "No hay razón para pensar que ninguno de los dos métodos fuera mucho más fácil que el otro" (1994, p. 368-369).

Tabla 2. Reglas PSYCOP para resolver los problemas de Rips de conjunción-disyunción y condicionales rules to solve Rips's conjunction-disjunction¹.

	<i>Argumentos</i>		<i>Reglas</i>
Problemas de un modelo	(1) p Y q SI p, r SI q, r ----- r	(3) NO p Y NO q SI p, r SI q, r ----- r	Forward AND Elimination <u>P Y Q</u> P Forward IF Elimination SI P THEN R <u>P</u> R
Problemas de múltiples modelos	(2) p O q SI p, r SI q, r ----- r	(4) NO p O NO q SI p, r SI q, r ----- r	Forward Dilemma P O Q SI P THEN R <u>SI Q THEN R</u> R

En su estudio Rips presentó a diferentes tipos de problemas a distintos grupos de participantes: uno de los grupos recibió dos problemas que incluían una conjunción afirmativa y una disyunción afirmativa, mientras que el segundo grupo recibió problemas que incluían en una de sus premisas una conjunción negada y una disyunción negada. Además los participantes recibían asimismo dos argumentos de relleno no válidos. Por lo tanto, cada grupo realizaba 4 problemas (dos válidos y dos no válidos) y uno de los grupos realizaba problemas con premisas negativas y el otro con afirmativas.

La tarea de los participantes consistía en decidir si una conclusión dada era “necesariamente verdadera” o “no necesariamente verdadera”. Como puede verse en la tabla 3, Rips no encontró diferencias significativas entre los problemas afirmativos que contenían conjunciones y disyunciones. En el caso de los problemas con negaciones, las diferencias encontradas, aunque en la dirección predicha por la teoría de los modelos, eran sólo marginalmente significativas ($p < 0.10$). De mismo modo, la diferencia global entre los problemas de un solo modelo y de modelos múltiples no fue significativa

¹ El estudio de Rips incluía también una tercera clase de problemas en los cuales la primera premisa consistía tanto en una conjunción como en una disyunción negada, pero con un rango amplio de la negación NO (p y q) y NO (p o q), respectivamente. Nosotros no investigamos este tipo de problemas debido a que no afectan a nuestro objetivo fundamental.

(Rips, 1990, p. 297). En resumen, los resultados encontrados por Rips parecen ir en contra de la predicción realizada por la teoría de los Modelos Mentales para este tipo de argumentos.

Un rasgo general de los estudios de los teóricos de reglas, y en particular de los de Rips, es la utilización de tareas de evaluación, en la que a los participantes se les presenta la conclusión y tienen evaluar su verdad o falsedad. La utilización de tareas de evaluación puede hacer más fácil los problemas ya que los sujetos se ven liberados del requisito de expresar la conclusión lingüísticamente, reduciendo así la dificultad que puede implicar la formulación de la conclusión. No obstante, como Johnson-Laird (en prensa) ha resaltado, uno de los rasgos característicos del razonamiento de los seres humanos es su habilidad para generar por sí mismos las conclusiones. Además, la utilización de tareas de construcción resulta muy informativa ya que permite un análisis preciso de las características lingüísticas de las respuestas (erróneas o no) que dan los sujetos, lo que ha permitido establecer fenómenos de gran interés, como es el caso del efecto de la figura en el razonamiento silogístico. En cualquier caso, la utilización de tareas de evaluación por parte de Rips tiene una importancia central en su teoría ya que en estas tareas es posible aplicar no sólo el conjunto de las reglas básicas hacia delante (forward), sino también otro tipo de reglas hacia atrás (backward). Las primeras se aplican de forma casi automática, por lo que “parece razonable activarlas tan pronto como sea posible siempre que una afirmación desencadenante aparece en su base de datos” (Rips, 1994, p. 122).

Las reglas “hacia atrás” se aplican después de las reglas “hacia delante” y, además, son más complejas ya que requieren procesos de control específicos. Sin embargo, como se ha señalado anteriormente, la solución de estos problemas demanda sólo el uso de reglas “hacia delante”. Además, aparte del hecho de la dificultad mínima de formulación de la conclusión, el cambio de una tarea de construcción a una tarea de evaluación, no es relevante para la teoría de Rips. Lo mismo podría decirse con respecto a la teoría de los modelos mentales, la conclusión se extrae de los modelos que construyen los sujetos, por lo que no habría una dificultad suplementaria importante, si exceptuamos la de la formulación lingüística de la conclusión.

El objetivo del experimento 1 es comprobar la ejecución de los objetos con los mismos problemas utilizados por Rips (ver tabla 2), utilizando tanto tareas de evaluación como construcción, con la finalidad de hacer un poco más compleja la tarea, puesto que pensamos que la ausencia de diferencias significativas encontrada por Rips, puede deberse a la gran facilidad de los problemas propuestos.

EXPERIMENTO 1

Participantes.

Participaron en el experimento 91 estudiantes voluntarios de 1º de Psicología de la Universidad Autónoma de Madrid. Ninguno de ellos había recibido previamente entrenamiento en lógica formal. De los 91 estudiantes, 52 realizaron la tarea de evaluación y 39 la de construcción.

Materiales.

Se elaboraron dos cuadernillos que contenían 8 problemas distribuidos de la siguiente manera: 4 problemas con conclusión válida y 4 problemas de relleno (con conclusión inválida). En cada grupo de 4, dos problemas eran de disyunción (1 afirmativo y 1 negativo) y 2 de conjunción (1 afirmativo y 1 negativo). En la primera página del cuadernillo se presentaron las instrucciones de la tarea y un ejemplo en el que se demostraba a los participantes cómo realizar la inferencia Modus Ponens. En la segunda página del cuadernillo, se presentaron los 8 problemas aleatorizados. Los problemas utilizados fueron de la misma estructura utilizada por Rips (ver tabla 2) y el contenido de los mismos hacía referencia a personas y lugares.

Procedimiento

Las variables manipuladas en el experimento fueron el tipo de enunciado (disyunción o conjunción) como variable intragrupo, y el tipo de tarea (construcción o evaluación) como variable intergrupo.

Los participantes fueron evaluados en una sesión colectiva de una duración aproximada de 20 minutos. Los participantes en cada grupo tenían que resolver cuatro problemas, en los que existe una conclusión válida, junto con otros cuatro problemas de relleno con conclusión no válida. De los 91 participantes, 52 fueron asignados a la condición "tarea de evaluación", y 39 a la "tarea de construcción". En ambas condiciones (tarea de evaluación y de construcción) los sujetos recibían un cuadernillo en el que se les explicaba la tarea, resaltándose la importancia del concepto de necesidad y poniendo un ejemplo con el modus ponens, con el fin de asegurarnos la comprensión de la tarea. En la segunda hoja del cuadernillo los sujetos encontraban los 8 problemas presentados en orden aleatorio. En el caso de la tarea de evaluación, los sujetos tenían evaluar la necesidad de una conclusión dada, respondiendo si o no. En la tarea de construcción los sujetos tenían que escribir una conclusión necesariamente válida a partir de la información de los enunciados.

Resultados

Para analizar los datos utilizamos la prueba no paramétrica de Wilcoxon. Todos los contrastes presentados son unilaterales a no ser que se especifique lo contrario.

Los resultados de este experimento (ver tabla 3) mostraron que con la tarea de evaluación no había diferencias significativas en la precisión con que los participantes realizaban problemas de un modelo y de múltiples. Tampoco se encontraron diferencias significativas ni en el caso de los argumentos afirmativos ni con los argumentos que incluían la negación (Wilcoxon: $N = 52, z = 1.21, p > .10$; y $N = 52, z = .73, p > .20$, dos colas). Sin embargo, utilizando la tarea de construcción, las conjunciones eran significativamente más fáciles que las disyunciones, tanto con argumentos afirmativos como con negativos (Wilcoxon: $N = 39, z = 2.24, p < .02$; y $N = 39, z = 2.35, p < .01$, dos colas).

Tabla 3. Porcentaje de respuestas correctas en cada uno de los tipos de tarea. (Los resultados obtenidos por Rips se incluyen entre paréntesis).

	Argumento	% Correcto		Argumento	% Correcto	
		Eval.-	Construct.		Eval.-	Construct
One model problems	p Y q	94.2	97.4	NO p Y NO q	88.5	92.3
	SI p, r			SI p, r		
	SI q, r	(89.2)		SI q, r	(94.6)	
	-----			-----		
	r			r		
Multiple model problems	p O q	86.5	76.9	NO p O NO q	82.7	66.7
	SI p, r			SI p, r		
	SI q, r	(89.2)		SI q, r	(81.1)	
	-----			-----		
	r			r		

Discusión

Estos resultados replican claramente los obtenidos por Rips en la tarea de evaluación: Las diferencias entre argumentos van en la dirección de las predicciones realizadas por la teoría de los modelos mentales, pero no son significativas. En el caso de la tarea de construcción, los resultados confirman la teoría de los modelos mentales. Los argumentos que incluyen como primera premisa una disyunción son significativamente más difíciles que los que incluyen una conjunción. Estos resultados nos hacen pensar que en el caso de la tarea de evaluación con estos argumentos, la ausencia de diferencias entre ambos tipos de problemas se debe probablemente a un efecto techo. La introducción de una tarea ligeramente más difícil, como es la de construcción, permite que aparezcan las diferencias, hasta entonces ocultas por la gran facilidad de los problemas. Además cabe

resaltar que si hay diferencias en los porcentajes de aciertos son siempre en la dirección predicha por la teoría de los modelos.

Una manera de corroborar esta explicación sería introduciendo otra modificación que no afecta al contenido lógico del problema, pero que ha demostrado ser de gran interés en otras tareas de razonamiento proposicional. Nos referimos a la manipulación del orden de presentación de las premisas.

EXPERIMENTO 2: EL ORDEN DE LAS PREMISAS

A partir de los enunciados condicionales se pueden realizar dos tipos de inferencias llamadas “modus ponens” y el “modus tollens”. Uno de los resultados realmente robustos del razonamiento deductivo es precisamente la diferencia en dificultad hallada entre estas dos reglas de inferencia, a partir de formulaciones “Si entonces” (ver, Evans, Newstead y Byrne, 1993). El modus ponens es resuelto de forma prácticamente universal, mientras que el modus tollens plantea notables dificultades a los sujetos. Ambos enfoques teóricos, las teorías de reglas y las de modelos, explican adecuadamente esta diferente dificultad. Lo que nos interesa ahora es que, a partir de la explicación de los modelos mentales, se puede predecir que un cambio en el orden de las premisas puede afectar a uno de estos argumentos y no al otro.

El modus ponens es un argumento como el siguiente:

Si Raquel está en León, entonces Guillermo está en Oviedo

Raquel está en León

Luego: *Guillermo está en Oviedo*

La teoría de los modelos mentales postula que para resolver este argumento los sujetos no tienen que utilizar la representación final totalmente explícita, sino que pueden hacerlo a partir de la representación inicial del condicional:

[L] O

En esta representación inicial, la premisa menor categórica (L) hace referencia directa al modelo explícito, permitiendo eliminar el modelo implícito y extraer, por tanto, la conclusión correcta.

Por el contrario, si utilizamos un argumento del tipo del modus tollens como el siguiente:

Si Raquel está en León, entonces Guillermo está en Oviedo

Guillermo no está en Oviedo

Luego: *Raquel no está en León*

según los teóricos de los modelos mentales, para poder extraer la conclusión válida los sujetos deben realizar un mayor trabajo mental y desplegar completamente los modelos:

L	O
¬L	O
¬L	¬O

En esta representación totalmente explícita la premisa menor categórica ($\neg O$) elimina los dos primeros modelos, permitiendo por tanto a partir del tercero obtener la conclusión correcta. En este caso, de acuerdo con Girotto, Mazzoco y Tasso (1997; ver también Legrenzi, Girotto y Johnson-Laird, 1993) la presentación de la premisa categórica ($\neg O$) antes del enunciado condicional, hace que los sujetos focalicen su atención sobre el consecuente negado ($\neg O$) desde el principio, y como consecuencia puedan realizar un despliegue más fácil de los modelos. Estos autores afirman que cuando se presenta la premisa categórica en el orden tradicional, los sujetos han recibido previamente la premisa condicional, con lo que su memoria operativa estaría cupada por la representación del modelo inicial del condicional. Sin embargo, al cambiar el orden y presentar en primer lugar la premisa categórica, uno puede representarse el consecuente negado desde el principio, de tal manera, que cuando reciben el condicional, pueden eliminar la representación del antecedente y del consecuente, y por lo tanto “liberar” su memoria operativa, resultando así más fácil la inferencia (Girotto, Mazzoco y Tasso, 1997, p. 4).

En resumen, el cambio de orden en la presentación de la premisa categórica debería producir una facilitación del modus tollens, mientras que no debería afectar al modus ponens ya que en este caso la conclusión se extrae a partir de la representación inicial y los sujetos han focalizado su atención en el modelo correcto desde el principio.

Volviendo a los problemas de Rips, vemos que las premisas condicionales son presentadas después de la premisa conjuntiva o disyuntiva, es decir la focalización del problema está en la conjunción o en la disyunción. En el caso de los argumentos conjuntivos (1, 3), al modelo simple de la conjunción se puede incorporar la información que proveen los condicionales de forma directa y sencilla. En el caso de los argumentos disyuntivos (2, 4) el sujeto tiene que construir una representación inicial de dos modelos a la que también puede incorporar en forma sencilla la información que contienen los condicionales. El cambio de orden de las premisas, poniendo la conjunción o la disyunción *después* del condicional no debe suponer ningún cambio en el caso de los argumentos conjuntivos ya que requieren un solo modelo, pero sí pueden afectar algo a los argumentos disyuntivos ya que cuando el sujeto tiene que construir una representación de dos modelos su memoria operativa puede estar pre-ocupada con los modelos de los condicionales.

El objetivo del experimento 2 era probar esta hipótesis usando los mismos problemas que en el experimento 1, pero introduciendo el cambio de orden de las premisas y por lo tanto, presentando la conjunción-disyunción como premisa final de los argumentos.

Participantes

Participaron en el experimento 92 estudiantes voluntarios de 1º de Psicología de la Universidad Autónoma de Madrid. Ninguno de ellos había recibido previamente entrenamiento en lógica formal. De los 92 estudiantes, 44 fueron asignados aleatoriamente a la condición "tarea de evaluación" y 48 la condición "tarea de construcción".

Materiales y Procedimiento

Los materiales y procedimiento utilizados en el experimento 2 fueron idénticos a los del experimento 1, con la única variación de la presentación de las premisas que incluían la conjunción o la disyunción después del condicional.

Resultados

Para analizar los resultados utilizamos la prueba no paramétrica de Wilcoxon. Todos los contrastes son unilaterales a no ser que se especifique lo contrario.

Los resultados del experimento se presentan en la tabla 4. Se confirman, utilizando tanto tareas de evaluación como de construcción, las predicciones de la teoría de los modelos mentales. En el caso de la tarea de evaluación, los problemas de un modelo eran significativamente más fáciles que los problemas de modelos múltiples, tanto en el caso de los argumentos afirmativos como en el de los negativos (Wilcoxon $N = 44$, $z = 2.80$, $p < .005$; y $N = 44$, $z = 2.66$, $p < .005$). Del mismo modo, utilizando la tarea de construcción, los problemas que incluían conjunciones eran significativamente más fáciles que los que incluían disyunciones, tanto con argumentos afirmativos como con negativos (Wilcoxon: $N = 48$, $z = 1.87$, $p < .05$, y $N = 48$, $z = 2.04$, $p < .025$).

Tabla 4. Porcentaje de respuestas correctas para cada tipo de tarea.

	Argumento	% Correcto		Argumento	% Correcto	
		Eval.-	Construct.		Eval.-	Construct
Problemas de un modelo	SI p, r	100	95.8	SI NO p, r	100	93.7
	SI q, r p Y q ----- r			SI NO q, r NO p Y NO q ----- r		
Problemas de múltiples modelos	SI p, r	77.3	81.3	SI NO p, r	79.6	77.1
	SI q, r p O q ----- r			SI NO q, r NO p O NO q ----- r		

Discusión

Como vemos a partir de los resultados obtenidos, el cambio del orden de premisas parece haber producido los efectos que esperábamos: la evaluación de la respuesta como necesariamente verdadera, ha sido significativamente más difícil para los sujetos en el caso de los problemas que incluían una disyunción, que en los que tenían una conjunción. Con la tarea de construcción se producen también los resultados previstos. Si exceptuamos la aparición de diferencias significativas en la tarea de evaluación, sin embargo, no parece que el cambio de orden de las premisas haya afectado especialmente a la actuación de los sujetos. Algo que preveíamos ya que, incluso en el caso de la disyunción, los sujetos pueden alcanzar la conclusión válida a partir de la representación inicial. Un efecto más pronunciado del cambio de orden se podría encontrar en condiciones de mayores requerimientos de procesamiento, donde existiera una mayor carga de la memoria operativa.

Sin embargo, podemos realizar un análisis más global de los resultados, si consideramos los dos experimentos conjuntamente, dado a que las muestras de participantes fueron extraídas de la misma población. Quizá lo más importante es que agrupando los resultados encontrados para los argumentos afirmativos y negativos, los problemas conjuntivos son significativamente más fáciles que los disyuntivos tanto en la tarea de evaluación (95.8% versus 81.8%; Wilcoxon: $N = 96$, $z = 3.03$, $p < .002$), como en la de construcción (94.8% versus 75.7%; Wilcoxon: $N = 87$, $z = 3.18$, $p < .001$). Asimismo, los problemas de un modelo fueron más fáciles que los de modelos múltiples tanto utilizando el orden de premisas de Rips (conjunción-disyunción primero) (93.4% versus 79.1%; Wilcoxon: $N = 91$, $z = 2.78$, $p < .003$), como en el orden inverso (conjunción-

disyunción después) (97.3% versus 78.8%; Wilcoxon: $N = 92$, $z = 3.29$, $p < .0005$). Parece, por tanto, que no se confirman los resultados y predicciones de la teoría de Rips. Por el contrario, hemos encontrado resultados robustos que confirman la predicción básica de la teoría de los modelos mentales sobre la dificultad diferente de ambos tipos de argumentos. Además, la manipulación de variables (tarea y orden de premisas) que ha permitido sacar a la luz estos resultados surge directamente de los planteamientos teóricos de la teoría de modelos.

Conclusiones

Decíamos anteriormente, siguiendo a Evans y Over (1997) que, a partir de bases empíricas, resulta difícil decidir entre ambos enfoques teóricos, reglas y modelos mentales. También estamos de acuerdo en que es prácticamente imposible diseñar un experimento "crucial" que permita falsar cualquiera de estos enfoques ya que como mucho determinados resultados empíricos podrían afectar a una versión o una teoría concreta (Johnson-Laird, Byrne y Schaeken, 1994). Partiendo de estas limitaciones, los resultados de los estudios que hemos presentado nos parecen, en algunos aspectos, bastante concluyentes.

Los problemas que hemos analizado afectan a un aspecto clave de las teorías de reglas, la diferencia en el razonamiento humano entre la conjunción y la disyunción. Existe una considerable cantidad de datos, entre los que destacan los evolutivos, que ponen de manifiesto que la disyunción es más difícil, y más tardía en su adquisición. Hemos mostrado que esta diferencia se produce también en sujetos adultos cuando se les presentan a los sujetos argumentos de tres premisas que incluyen, además, dos condicionales. Para la resolución de estos problemas las dos principales teorías de reglas postulan la actuación de una sola regla básica en el caso de los argumentos disyuntivos y de dos reglas en el caso de los conjuntivos. Mientras que la teoría de los modelos mentales hace la predicción opuesta, un modelo para la conjunción y dos modelos para la disyunción. La precisión que hace Rips (1994) de que la regla de los argumentos disyuntivos es más compleja ya que debe coordinar tres premisas, creemos que es algo "ad hoc". El número de premisas es exactamente igual en ambos tipos de problemas, mientras que lo que los distingue es el número de reglas o modelos que se postulan. Tenemos, por tanto, unos problemas experimentales bastante decisivos ya que las dos teorías de reglas postulan la actuación inmediata y directa de reglas básicas, y además las predicciones de las teorías de reglas y de modelos son no sólo diferentes, sino tal como acabamos de argumentar, opuestas. Pues bien, los resultados con respecto a la dificultad de ambos tipos de argumentos parecen claros y robustos. Los sujetos encuentran más difíciles los argumentos disyuntivos que los conjuntivos, confirmando la teoría de los modelos mentales.

La ausencia de diferencias confiables en los resultados encontrados por Rips con estos argumentos, puede ser explicada por un efecto techo como ponen de manifiesto los experimentos 1 y 2. De las cuatro condiciones que analizan estos experimentos sólo en una las tendencias hacia la mayor dificultad de los argumentos disyuntivos no alcanzan el nivel de significación.

REFERENCIAS

- Braine, M. D. S. (1990). The "Natural Logic" Approach to Reasoning. In W.F. Overton (Ed.), *Reasoning, Necessity y Logic: Developmental Perspectives*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum.
- Braine, M. D. S., Reiser, B. J., y Rumin, B. (1984). Some empirical justification for a theory of natural propositional reasoning. G. H. Bower (ed.), *The psychology of learning y motivation*. Vol. 1. New York: Academic Press.
- Evans, J. St. B. T. y Over, D. (1997). Rationality in reasoning: The problem of deductive competence. *Cahiers de Psychologie Cognitive/Current Psychology of Cognition*, 16, 3-38.
- Evans, J. St. B. T., Newstead S. E. y Byrne R. M. J. (1993). *Human Reasoning*. Hove (UK): Lawrence Erlbaum Associates, Publisher (LEA).
- Giroto, V., Mazzocco, A. y Tasso, A. (1997). The effect of premise order in conditional reasoning: a test of the mental model theory. *Cognition*, 63, 1-28.
- Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental Models*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Johnson-Laird, P. N. (in press). A Critical Review of Lance J. Rips: The Psychology of Proof.
- Johnson-Laird, P. N. y Byrne, R. M. J. (1991). *Deduction*. Hillsdale, New Jersey: LEA.
- Johnson-Laird, P.N., Byrne, R. y Schaeken, W. (1992). Propositional reasoning by model. *Psychological Review*, 99, 418-439.
- Johnson-Laird, P.N., Byrne, R. y Schaeken, W. (1994). Why Models Rather Than Rules Give a Better Account of Propositional Reasoning: A Reply to Bonatti y to O'Brien, Braine y Yang. *Psychological Review*, 101, 734-739.
- Legrenzi, P., Giroto, V. y Johnson-Laird, P.N. (1993). Focussing in reasoning y decision-making. *Cognition*, 49, 37-66.

- O'Brien, D. P. (1997). The criticisms of mental-logic theory miss their target. *Cahiers de Psychologie Cognitive/Current Psychology of Cognition*, 16, 173-180.
- Rips, L. J. (1983). Cognitive processes in propositional reasoning. *Psychological Review*, 90, 38-71.
- Rips, L.J. (1990). Paralogical reasoning: Evans, Johnson-Laird, y Byrne on liar y truth-teller puzzles. *Cognition*, 36, 291-314.
- Rips, L.J. (1994). *The Psychology of Proof. Deductive reasoning in Human Thinking*. Cambridge, Mass.: MIT Press.