I Jornadas de Psicología del Pensamiento
Universidade de Santiago de Compostela, 1998 (79-96)

IMPORTANCIA DE FACTORES PRAGMÁTICOS EN INFERENCIA CONDICIONAL: UN ESTUDIO CRONOMÉTRICO

Montserrat Martín[1], Mario Carretero**, Mikel Asensio** y María Dolores Valiña**
* Universidade de Santiago de Compostela
** Universidad Autónoma de Madrid

Resumen

En los últimos años se han planteado dos alternativas teóricas que explican, desde perspectivas contrapuestas, la influencia del conocimiento en el razonamiento humano: (1) Teoría de Reglas y (2) Teoría de Modelos Mentales. Desde la Teoría de Reglas se defiende que el razonamiento humano se basa en la activación de una serie de reglas formales universales, de naturaleza abstracta y el papel del conocimiento estaría centrado fundamentalmente en el proceso de comprensión.

La Teoría de Modelos Mentales es una teoría semántica del razonamiento, que plantea que las personas razonan elaborando y manipulando representaciones o modelos mentales. El conocimiento estaría influyendo no sólo en la fase de elaboración de modelos mentales, sino también en la fase final de búsqueda de contra-ejemplos o modelos alternativos que puedan hacer falsa la conclusión planteada inicialmente. Desde nuestra perspectiva, este segundo planteamiento, así como la versión revisada de la Teoría de Modelos Mentales, son las alternativas teóricas que mejor permiten abordar el papel del conocimiento en razonamiento

[1] Esta investigación ha sido posible, en parte, gracias a la financiación de la Consellería de Educación y Ordenación Universitaria (Xunta de Galicia) y del Vicerrectorado de Investigación y del Tercer Ciclo de la Universidad de Santiago de Compostela.
La primera autora quiere agradecer la colaboración, en distintas fases de este trabajo, así como el ambiente intelectual y las discusiones que lo propiciaron, a los Profesores Manuel de Vega, Juan Antonio García-Madruga y Mario Carretero, en las estancias realizadas en las Universiades de La Laguna, U.N.E.D. de Madrid y Autónoma de Madrid.

condicional. Precisamente, el objetivo del trabajo que presentamos es profundizar en el estudio de cómo utilizamos nuestro conocimiento pragmático al resolver problemas de inferencia condicional.

En la línea de investigaciones previas (Valiña et al. 1996 a 1998) se ha planteado un diseño, en el que se manipularon las siguientes variables: (a) probabilidad de ocurrencia empírica de la relación existente entre el antecedente y el consecuente del enunciado condicional (determinista, probabilístico y sin relación), (b) accesibilidad (accesible vs. no accesible) y (c) tipo de regla (Modus Ponens, Modus Tollens, Afirmación del Consecuente y Negación del Antecedente). Se utilizaron una amplia gama de variables dependientes, incluyendo índices cronométricos.

Los resultados obtenidos indicaron influencia tanto del tipo de regla, como de la probabilidad de ocurrencia empírica de los enunciados, sobre la tasa de aciertos, seguridad de los sujetos en la corrección de su respuesta y latencias de selección de la conclusión. Se concluye que los resultados obtenidos son explicables desde la Teoría de Modelos Mentales y no apoyan los planteamientos sintácticos de razonamiento.

Palabras clave: Razonamiento deductivo, razonamiento condicional, modelos mentales, razonamiento pragmático.

INTRODUCCIÓN

La vida cotidiana, en la que los sujetos humanos nos desenvolvemos, está demandando constantemente una de nuestras capacidades esenciales: la capacidad para *razonar.* En líneas generales, cuando razonamos estamos elaborando una conclusión, a partir de una información previa, ya conocida. Este proceso de razonamiento no parece que sea ajeno a nuestro sistema conceptual; por el contrario, "*las inferencias son los medios por los cuales podemos emplear nuestros amplios almacenes de conocimiento y adaptarlos a situaciones particulares*" (Evans y cols., 1993, p. 1). El objetivo de este trabajo es profundizar en el estudio de *cómo* utilizamos nuestro conocimiento pragmático, para generar una conclusión, a partir de enunciados de la forma *"si ... entonces*".

Evans (1993), en su excelente revisión, señala que se han formulado cuatro alternativas teóricas, para explicar cómo razonamos los seres humanos: 1) reglas de propósito general, 2) reglas específicas de dominio (esquemas pragmáticos de Cheng y Holyoak, 1985; teoría del contrato social de Cosmides, 1989), 3) heurísticos que seleccionan la información relevante para el procesamiento analítico posterior (Evans, 1989) y 4) modelos mentales. Nosotros nos centraremos en dos de estas alternativas que, también en el ámbito de la inferencia condicional, ofrecen planteamientos teóricos diferentes y abordan, desde posiciones contrapuestas, la influencia del conocimiento sobre el razonamiento. Son las *Teorías de Reglas Formales* y la *Teoría de Modelos Mentales*.

Desde las *Teorías de Reglas Formales*, se plantea que el razonamiento humano se basa en la activación de una serie de reglas formales universales, de naturaleza abstracta. Tanto desde la versión más clásica de este enfoque (Inhelder y Piaget, 1958, Henle, 1962), como desde la versión defendida por autores como Braine o Rips (Braine, 1978; Braine y Rumain, 1983; Braine, Reiser y Rumain, 1984; Braine y O´Brien, 1991; Rips, 1983, 1994), la influencia del conocimiento de los sujetos estaría fundamentalmente relacionada con el proceso de comprensión de la información de las premisas, que sería una fase independiente y previa al proceso de inferencia.

En otra dirección, la *Teoría de Modelos Mentales,* formulada por Johnson-Laird (1983; modificada por Johnson-Laird y Byrne, 1991 y propuesta como explicación del razonamiento proposicional por Johnson-Laird, Byrne y Schaeken 1992) supone una teoría semántica del razonamiento humano. Desde esta perspectiva, se plantea que cuando razonamos elaboramos, en primer lugar, representaciones o modelos mentales de las premisas, posteriormente los manipulamos mentalmente, para generar una posible conclusión y, finalmente, comprobamos la validez de esta conclusión, buscando modelos alternativos que puedan hacerla falsa. A diferencia del planteamiento teórico anterior, el conocimiento afectaría al proceso de razonamiento, facilitando la comprensión de la información descrita en los enunciados verbales con el fin de elaborar los modelos mentales necesarios para formular una conclusión parsimoniosa. Esta posible conclusión sería validada por el sujeto asegurándose de que no existe ningún contraejemplo a la misma, para lo cual acudiría y utilizaría su propio conocimiento.

A nuestro juicio, las predicciones que se hacen sobre procesamiento, desde la teoría de modelos mentales la hacen no sólo más plausible psicológicamente como alternativa teórica explicativa del razonamiento humano sino que, además, permiten su contrastación empírica. Algunas de estas predicciones son las siguientes: (a) el mayor número de modelos que se requieran para 1a resolución de una tarea aumentará la dificultad de la misma, debido a las limitaciones de la memoria operativa (b) toda deducción que se pueda hacer a partir de la representación inicial de la premisa facilitará la deducción y (c) la comprobación de inconsistencias en los modelos aumentará la dificultad de la tarea. Lógicamente, cuanto mayor sea la dificultad de la tarea, la ejecución será peor, con lo que cabe esperar un mayor número de errores, un mayor tiempo de procesamiento y, probablemente, una menor confianza subjetiva en la propia respuesta.

La Teoría de Modelos Mentales y la versión revisada de la misma planteada por Jonathan Evans (1993) son, desde nuestra perspectiva, las alternativas teóricas que mejor abordan cuestiones relacionadas con el papel del conocimiento sobre el razonamiento. Por lo tanto, nuestra investigación parte de presupuestos teóricos próximos a los de autores como Johnson-Laird y Jonathan Evans. Al mismo tiempo, trataremos de

analizar en qué medida los resultados obtenidos confirman o no las predicciones empíricas, realizadas desde las dos versiones de la Teoría de Modelos Mentales.

En concreto, el trabajo que presentamos es una réplica de una investigación anterior (Valiña, Seoane, Ferraces y Martín, 1996, 1998), en la que se manipularon las variables probabilidad de ocurrencia empírica, accesibilidad y tipo de regla, y se utilizaron como índices de medida la tasa de aciertos lógicos y la seguridad manifestada por los sujetos en sus respuestas. En esta nueva investigación, empleamos, además del porcentaje de aciertos según la Lógica y de la seguridad de respuesta, el tiempo de selección de la conclusión. Con la inclusión de medidas temporales, utilizadas en investigaciones previas sobre inferencia condicional (Marcus y Rips, 1979, expto. 2; Leahey, 1980; Wright y Hull, 1986; Seoane y Valiña, 1988; Ormerod, Manktelow y Jones, 1993; Toms, Morris y Ward, 1993, exptos. 2 y 3), obtendremos información mucho más rica y detallada sobre el propio *proceso* de razonamiento.

En la misma línea de los trabajos ya citados, nos planteamos la necesidad de analizar el papel del contenido sobre las inferencias generadas por los sujetos. Nuestro interés era estudiar en qué medida distintos tipos de contenido temático podían activar el sistema conceptual de los sujetos y contribuir a la elaboración de un marco mental sobre el que razonar. Con este objetivo, manipulamos el efecto del contenido sobre el razonamiento mediante la variable que denominamos *"Probabilidad de ocurrencia empírica"*. Este factor hacía referencia a la ocurrencia en el mundo real de la relación expresada entre el antecedente y el consecuente de las premisas, y presentaba tres niveles: Determinista, si la relación ocurre siempre en el mundo real, (por ejemplo*: "si la monja se mira al espejo, entonces se ve reflejada*"), y Probabilístico, en el caso de que la relación expresada sólo ocurra en algunas ocasiones, (por ejemplo: "*si el minero fuma mucho, entonces tendrá cáncer de pulmón*"). Finalmente, en el tercer nivel de la variable se incluyeron aquellos enunciados condicionales en los que no existe ninguna relación empírica entre los elementos de la regla, (por ejemplo, "*si el escultor se corta el pelo, entonces se casa*").

Con la manipulación de la variable *"Accesibilidad"* nuestro objetivo era analizar si el escenario en el que se desarrollaba la tarea podía modular el razonamiento de los sujetos y hasta qué punto la accesibilidad de un escenario constituye una condición "suficiente" (tal y como planteó Pollard, 1982), o "necesaria aunque no suficiente" (como señaló Evans, 1984, 1989) para influir sobre el razonamiento.

Finalmente, la variable *"Tipo de regla"* fue analizada con el fin de averiguar si la generación de las cuatro reglas de inferencia condicional propuestas por la Lógica proposicional estándard (Modus Ponens, Modus Tollens, Afirmación del Consecuente y Negación del Antecedente), podía estar modulada no sólo por la estructura sintáctica de la regla, sino también por el contenido semántico-pragmático incluído en la misma.

Retomemos el marco teórico de este trabajo, con el fin de analizar cuáles son las principales predicciones realizadas, tanto desde la Teoría de Modelos Mentales, como desde la versión revisada de la misma.

La Teoría de Modelos Mentales plantea que los sujetos razonan elaborando representaciones analógicas del mundo real, por ello, cabría esperar que manifestasen una ejecución diferente cuando razonen con enunciados condicionales que expresen *"posibilidades empíricas"*, que cuando lo hagan sobre *"necesidades empíricas"*. En concreto, dado que cuanto mayor sea el número de modelos mentales necesarios para elaborar la conclusión, más complejo será el razonamiento, esperamos obtener tasas de aciertos más elevadas y mayor seguridad de respuesta cuando los sujetos razonan con enunciados deterministas, frente a los probabilísticos. En estos últimos el sujeto debe tener en cuenta también la posibilidad de que el enunciado no ocurra y, por lo tanto, contemplar mayor número de modelos mentales para generar la conclusión.

Por otra parte, cuando una persona razona a partir de un argumento determinista, la fase de validación de la conclusión será más rápida al reducirse el número de contraejemplos o modelos alternativos de las premisas que el sujeto debe considerar. Esto supondría mayor rapidez en la selección de la conclusión ante enunciados deterministas, frente a los probabilísticos. Además, si tal y como plantean Handley, Dennis y Evans (1998), la tendencia hacia la búsqueda de contraejemplos sólo está relacionada con una mejor ejecución lógica en aquellos problemas en los que la consideración de alternativas es necesaria para generar la inferencia correcta, en el caso de los enunciados deterministas, los sujetos podrían estar menos motivados hacia la búsqueda de contraejemplos y ello no repercutiría en principio en una peor ejecución, aunque sí en una selección más rápida de la conclusión.

Por otra parte, si como señala la Teoría de Modelos Mentales los sujetos utilizan su conocimiento del mundo para elaborar modelos mentales de las premisas y generar la conclusión, la mayor facilidad para activar dicho conocimiento (relaciones deterministas y probabilísticas), se podría traducir en una mejor ejecución frente a los condicionales en los que no existe relación empírica entre su antecedente y consecuente. En este sentido, como han señalado Johnson-Laird, Byrne y Schaeken (1992), los sujetos *conocen* el nivel de *contingencia empírica* de las relaciones expresadas entre los elementos de la regla y pueden utilizar dicho conocimiento para razonar. Cuando no existe dicho conocimiento, como en el caso de un condicional neutral o, en nuestro caso, un condicional, sin *"ninguna relación"* entre antecedente y consecuente, los sujetos no podrán utilizar su conocimiento para razonar. Esto podría reflejarse en una pauta empírica, en que la ejecución fuese peor y la seguridad en la respuesta menor, al razonar con este tipo de enunciados condicionales, frente a los deterministas y/o probabilísticos.

Por otra parte, según la Teoría de Modelos Mentales, los sujetos representan las *posibilidades que son verdad*, razonando desde ellas, con el fin de reducir la carga en la memoria operativa. En esta línea, cabe esperar que cuando a los sujetos se les pida que razonen con condicionales, en los cuales no existe ninguna relación empírica entre el antecedente y el consecuente, presentarán una mayor tendencia a rechazar la tarea, lo cual se reflejará en un aumento en la selección de la alternativa no proposicional. En este sentido, es posible que la ausencia de la relación empírica entre los elementos de la regla lleve a los sujetos a generar directamente la respuesta, señalando que no es posible deducir ninguna conclusión desde las premisas. Esto podría reflejarse en una peor ejecución en las reglas de MP y MT frente a las reglas AC y NA, para esta condición.

Johnson-Laird y Byrne (1992) han señalado que cuando el sujeto razona a partir de un condicional deóntico, "*en muchos casos el conocimiento general lleva a una interpretación bicondicional*" (p. 181). En este sentido, cabría esperar que cuando el sujeto razona ante un enunciado determinista, se incremente la tasa de aciertos con respecto a los enunciados probabilísticos y sin relación, en las reglas de Modus Ponens y de Modus Tollens, aumentando también la generación de las inferencias de AC y NA.

En relación al *Tipo de regla* condicional, y de acuerdo con la Teoría de Modelos Mentales, el número de modelos que el sujeto necesita construir para elaborar la conclusión, modulará la frecuencia con la que son generadas las cuatro reglas de inferencia condicional (MP, MT, AC y NA). En concreto, la teoría realiza las siguientes predicciones:

1) La inferencia de Modus Ponens es elaborada con mayor frecuencia que la de Modus Tollens.

2) Las inferencias de Modus Ponens son generadas con similar frecuencia a las de Afirmación del Consecuente.

3) Las inferencias de Modus Ponens y Afirmación del Consecuente se elaboran con mayor frecuencia que las de Modus Tollens y Negación del Antecedente

4) La inferencia de Afirmación del Consecuente es más frecuente que la de Negación del Antecedente

Por su parte, la versión revisada de la Teoría de Modelos Mentales desarrollada por Evans (1993), plantea sus propias predicciones empíricas que en unos casos coinciden y en otros difieren de las realizadas desde la versión original. En concreto, las predicciones uno y tres de la Teoría de Modelos Mentales son compartidas por su versión revisada, mientras que en la segunda y cuarta predicción existen discrepancias

entre ambas. En particular, para Evans (1993), las inferencias de Modus Ponens son más frecuentes que las de Afirmación del Consecuente, mientras que las inferencias de Afirmación del Consecuente y de Negación del Antecedente son generadas con una frecuencia aproximada.

En primer lugar, desde ambas versiones de la Teoría de Modelos Mentales se predice que la inferencia de MP será elaborada con mayor frecuencia que la de MT. En concreto, uno de los presupuestos básicos de la teoría hace referencia a la minimización de la carga en la memoria operativa por parte de los sujetos, representando implícitamente tanta información como sea posible. A su vez, el razonamiento más sencillo será aquél en el cual el sujeto no necesite desarrollar la información implícita y pueda generar la conclusión directamente, desde la representación explícita inicial. Así, cuando los sujetos razonan a partir de una regla de MP, elaboran únicamente un modelo explícito y uno implícito, y pueden generar la conclusión directamente desde el modelo explícito. En este sentido, cabría esperar que las inferencias de MP sean realizadas con mayor frecuencia que las de MT (por lo tanto, esperamos obtener tasas más elevadas de aciertos en la inferencia de MP). A su vez, dado que el MT requiere el desarrollo posterior de los modelos implícitos para poder realizar la inferencia y esta información implícita no está directamente accesible para su procesamiento, ese proceso de transformación de la información para hacerla explícita y poder generar la conclusión, llevará consigo una mayor dificultad e inseguridad en la respuesta y un mayor tiempo de procesamiento con reglas de MT frente a reglas de MP.

Por otra parte, si tal y como plantearon Johnson-Laird y Byrne (1992) y Byrne y Johnson-Laird (1992) el "marco deóntico", que representa una situación *permisible,* frente al "marco epistémico" que indica una situación *posible,* puede invitar a los sujetos a realizar con mayor frecuencia interpretaciones bicondicionales de los enunciados, cabe esperar que la *probabilidad de ocurrencia empírica* module el tipo de interpretación (condicional o bicondicional de los enunciados) y, en definitiva, el tipo de inferencia realizada por los sujetos.

Desde ambas versiones de la Teoría de Modelos Mentales, se predice que las inferencias de MP y AC son generadas con mayor frecuencia que las de MT y NA. La explicación que aporta la versión original, es que este resultado es debido a la representación explícita en el modelo inicial de los valores afirmativos pero no de los negativos. Evans explica la mayor frecuencia del MP y de la regla de AC, frente al MT y la de NA, señalando que en las dos primeras reglas, las condiciones para la inferencia se hallan en la representación implícita inicial y en este caso, las inferencias se realizan con mayor frecuencia que si se requiere su desarrollo (Principio P2, formulado por el autor).

Finalmente, con respecto a las reglas de AC y NA, las dos versiones de la teoría realizan diferentes predicciones. Por una parte, la versión original predice que la infe-

rencia de AC será generada con mayor frecuencia que la de NA, mientras que en la versión revisada se plantea que ambas reglas se generan con una frecuencia aproximada.

El experimento del que informamos a continuación, trata de profundizar en el estudio de la importancia de la probabilidad de ocurrencia empírica, la accesibilidad y el tipo de regla sobre el razonamiento condicional y fue diseñado para permitir contrastar algunas de las predicciones empíricas de la teoría de reglas y las dos versiones de la teoría de modelos mentales.

MÉTODO

Sujetos

Participaron en este experimento 28 estudiantes de la Facultad de Psicología de la Universidad de La Laguna, de los cuales 19 eran mujeres y 9 varones, con una media de edad de 21 años. Todos ellos participaron de forma voluntaria y se les concedieron créditos por su colaboración. Ninguno de ellos tenía conocimientos previos de Lógica Formal.

Diseño

Se utilizó un diseño 3 x 2 x 4 de medidas repetidas. Se trata de una réplica de una investigación previa (Valiña, Seoane, Ferraces y Martín, 1996a), en la que se manipularon, de forma intra-grupo, tres factores: (a) la probabilidad de ocurrencia empírica, (b) la accesibilidad y (c) el tipo de regla.

La *probabilidad de ocurrencia empírica* se refiere a la frecuencia con la que ocurre, en el mundo real, la relación expresada entre el antecedente y el consecuente del enunciado condicional. Esta relación podía ser: a) *determinista*, en el caso de que la relación expresada entre los dos elementos del enunciado condicional ocurra siempre en el mundo real (p. ej. "*si metes la mano en el fuego entonces te quemas*"), b) *probabilística*, cuando la relación expresada en el condicional no sucede necesariamente en el mundo real, sino que algunas veces ocurre y otras veces no; esto es, si tiene un cierto grado de probabilidad empírica (p. ej. "*si escribes una novela entonces te la publicarán*" y c) *sin relación específica*, cuando entre el antecedente y el consecuente del condicional no existe ninguna relación empírica determinada (p. ej. "*si vas al cine entonces te casas*"). La *accesibilidad* hace referencia al tipo de profesión de los personajes que aparecían en los problemas de razonamiento condicional. En unos casos, la profesión que se incluía en el problema era *accesible* para los sujetos (p. ej. *albañil*) y en otros casos era no accesible (p. ej. *enfoscador*).

El último factor manipulado fue el *tipo de regla*. Los cuatro niveles de esta variable se correspondían con los cuatro tipos de reglas de inferencia condicional: Modus Ponens (MP), Modus Tollens (MT), Afirmación del Consecuente (AC) y Negación del Antecedente (NA).

Como variables dependientes se utilizaron diferentes índices: Indices de precisión, como la tasa de respuestas correctas, índices cronométricos como el tiempo de selección de la conclusión y variables de seguridad o confianza subjetiva en la corrección de la respuesta.

Materiales

Se utilizaron los mismos problemas que en el estudio ya citado (Valiña y cols., 1996a), con la diferencia de que la presentación de los ítems se hizo, en este experimento, a través de la pantalla de un ordenador.

Los sujetos debían resolver un total de 48 problemas de inferencia condicional, de los cuales 16 expresaban relaciones *deterministas*, que ocurren siempre en el mundo real, 16 eran *probabilísticos*, y en los otros 16 enunciados condicionales *no existía una relación específica* entre el antecedente y el consecuente. Estos enunciados condicionales fueron seleccionados de un estudio normativo realizado previamente (Martín, 1992; Martín y Valiña, 1993). A su vez, para cada una de las tres posibilidades de frecuencia empírica, entre los dos términos del condicional, había 8 problemas con contenido accesible y otros 8 con contenido no accesible. La accesibilidad de las profesiones empleadas fue seleccionada de un estudio normativo llevado a cabo por una de las autoras (Valiña, 1985; Valiña y De Vega, 1988).

Finalmente, para cada uno de los dos contenidos había 2 problemas de cada tipo de inferencia condicional (Modus Ponens, Modus Tollens, Afirmación del Consecuente y Negación del Antecedente). Los problemas fueron aleatorizados y se presentaron, la mitad de ellos en un orden aleatorio y, la otra mitad, en el aleatorio inverso.

El paradigma experimental utilizado fue el de selección de respuesta. Esto es, la tarea de los sujetos fue seleccionar la conclusión que, a su juicio, se deducía lógicamente de las premisas. Además tenían que señalar, en una escala de seguridad de 7 puntos, la confianza subjetiva que tenían en la corrección de su respuesta.

Procedimiento

El experimento se llevó a cabo en el Laboratorio de Psicología Cognitiva de la Universidad de la Laguna. Los sujetos eran recibidos, en grupos de cinco, por el experimentador, quien les leía en voz alta las instrucciones escritas, mientras ellos debían leerlas, al mismo tiempo, en voz baja. Se les explicaba la forma en que iban a aparecer los problemas en la pantalla del ordenador y en qué consistía su tarea. En las instrucciones se hacía énfasis tanto en la rapidez como en la precisión y se les recordaba que, para resolver los problemas, debían considerar que las premisas eran siempre verdaderas. Una vez leidas las instrucciones, se resolvían todas las dudas que podían surgir. Seguidamente los sujetos hacían dos problemas de inferencia condicional similares a los que deberían hacer posteriormente.

La tarea experimental se realizaba de forma individual, en cabinas aisladas. Todos los participantes resolvieron los mismos problemas, pero en dos versiones diferentes, cuya única diferencia era el orden de presentación de los mismos, que para la mitad de la muestra fue en un orden aleatorio y en la otra mitad en el aleatorio inverso.

El programa registraba, para cada problema, el tiempo de selección de la conclusión, así como la conclusión seleccionada. Además se registraba en un folio aparte la seguridad en la respuesta para cada problema.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A) Selección de respuesta

Como ya hemos indicado, la tarea de los sujetos consistía en seleccionar la conclusión que, a su juicio, se deducía lógicamente a partir de las premisas. Además, debía indicar el grado de seguridad en su respuesta.

En cada ítem se presentaban tres conclusiones (afirmativa, negativa y la alternativa no proposicional). En la tabla 1 se recoge la frecuencia de selección de respuesta, para cada uno de los cuatro tipos de regla y para cada una de las condiciones de probabilidad de ocurrencia empírica entre el antecedente y el consecuente de los enunciados condicionales (determinista, probabilística, ninguna relación).

Tabla 1. Frecuencia (%) de selección de cada tipo de respuesta.

	MP			MT			AC			NA		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Determinista	94.5	1.0	3.0	3.0	71.0	24.0	51.0	1.0	46.0	1.0	56.5	41.5
Probabilístico	81.0	2.0	15.0	0.0	63.0	35.5	58.5	3.0	36.5	4.0	56.0	40.0
Ninguna relación	74.0	4.0	20.0	2.0	57.5	40.0	46.0	1.0	51.5	2.0	52.0	45.0

MP: Modus Ponens
MT: Modus Tollens
AC: Afirmación del Consecuente
NA: Negación del Antecedente

1: Conclusión Afirmativa
2: Conclusión Negativa
3: Conclusión No Proposicional

Como se puede apreciar en la tabla, en la regla de MP, la respuesta más seleccionada es la respuesta lógicamente correcta (conclusión afirmativa). Esta selección decrece a medida que disminuye la probabilidad de ocurrencia empírica del enunciado condicional. En concreto, en los enunciados *Deterministas* se registra la mayor frecuencia de selección de respuestas correctas (94.5%), y la menor frecuencia se observa en los enunciados *Sin relación* específica entre el antecedente y el consecuente de la regla (74%). Con problemas de MT, la respuesta más seleccionada también es la correcta (que en este caso es la conclusión negativa), aunque la tasa de aciertos es menor que en el MP.

En el caso de las reglas de *Afirmación del Consecuente y de Negación del Antecedente,* las conclusiones más seleccionadas son la conclusión afirmativa, en el caso de la regla de Afirmación del Consecuente y la negativa para la regla de Negación del Antecedente.

Si comparamos estos resultados, para la frecuencia de selección de respuestas, con los de investigaciones previas, en los cuales la presentación de los problemas no se hizo por ordenador (Valiña y cols., 1996, 1998), podemos señalar que:

1) Existe coincidencia en que con problemas de *Modus Tollens* y, en mayor medida, con problemas de *Modus Ponens*, la conclusión más seleccionada es la correcta. Además, para ambas reglas (MP y MT) se registró que la frecuencia de generación de las inferencias sigue la misma progresión decreciente, en función de las condiciones de probabilidad de ocurrencia empírica: Determinista - Probabilísitica -Sin Relación.

2) Con las reglas de *Afirmación del Consecuente* y *Negación del Antecedente* hemos registrado un resultado discrepante, con relación a investigaciones anteriores. En ambos

trabajos, en la condición determinista y probabilística la respuesta más seleccionada en las dos reglas (AC y NA) pone de manifiesto una tendencia a realizar interpretaciones bicondicionales de los enunciados, tendencia que se reduce en la condición *Sin Relación*.

Sin embargo, si bien en los trabajos anteriores, cuando los sujetos realizaban la tarea experimental con lápiz y papel, se registraba una mayor frecuencia de generación de la inferencia de AC frente a la de NA, en este trabajo, cuando se presentan los problemas por ordenador se generan más inferencias de NA que de AC.

B) Tasa de aciertos

Se realizó un ANOVA 3 x 2 x 4, de medidas repetidas, para esta variable dependiente. Los resultados indicaron un efecto del *tipo de regla* sobre la tasa de aciertos (F (3, 19) = 8.42; p < .001). La mejor ejecución se registró cuando los sujetos razonaban con reglas de Modus Ponens (M = 82.8), seguidas de la regla de Modus Tollens (M = 63.8). La peor ejecución lógica fue registrada cuando los sujetos razonaban con reglas de Negación del Antecedente (M = 42.1).

Igualmente, la *probabilidad de ocurrencia empírica* influía significativamente sobre la tasa de aciertos: F (2,20) =4.52; p <.024. En concreto, la tasa más elevada de respuestas correctas se registró con enunciados deterministas (M=63.62), mientras que la tasa más baja se registró con enunciados probabilísticos (M=54.50).

Estos resultados son difícilmente explicables desde la Teoría de Reglas Formales. Sin embargo, confirman una de las principales predicciones de la Teoría de Modelos Mentales. En concreto, el mayor número de modelos necesarios desde un enunciado probabilístico condicional *posible*, supone una mayor carga en la memoria operativa, que una relación determinista o *necesaria*, que facilita la generación de la conclusión desde un modelo explícito inicial. Ello hace que en el primer caso, el razonamiento sea menos preciso y, por consiguiente, el número de errores cometidos sea mayor.

C) Seguridad

Se llevó a cabo un ANOVA 3 x 2 x 4, con medidas repetidas, para la seguridad en la respuesta. Igual que ocurría con la tasa de respuestas correctas, el *tipo de regla* influyó significativamente en la confianza manifestada por los sujetos en su razonamiento (F (3,19)=7.46; p<.002). En concreto, los sujetos manifestaban sentirse completamente seguros en sus juicios, cuando razonaban con reglas de MP (M=7), mientras que mostraban mayor incertidumbre con reglas de MT (M=6.4) y de *NA* (M=6.3).

Por otra parte, la *probabilidad de ocurrencia empírica* también influyó significativamente sobre la seguridad manifestada por los sujetos en su razonamiento ($F(2,20)=4.50$; $p < .024$). Con enunciados que expresaban una relación determinista, los sujetos se sentían más seguros en la correccción de su respuesta ($M=6.1$), mientras que la mayor inseguridad en el razonamiento fue observada con enunciados probabilísticos ($M=5.4$).

D) Latencias de selección de la conclusión

En los ANOVAS 3 x 2 x 4, de medidas repetidas, tomando como variable dependiente el tiempo utilizado por los sujetos en seleccionar la conclusión, se han registrado efectos principales, tanto del *tipo de regla* ($F(3, 19) = 7.87$; $p < .001$) como de la *probabilidad de ocurrencia empírica*: $F(2, 20) = 11.14$; $p < .001$.

Por una parte, como se puede observar en la tabla 2, los sujetos invertían menos tiempo en generar la conclusión a partir de una regla de Modus Ponens ($M = 2.010$ milisegundos), mientras que en los problemas de Modus Tollens eran en los que se precisaba más tiempo ($M = 2.743$ mseg.). Además, los sujetos empleaban significativamente menos tiempo en seleccionar una conclusión en la regla de Afirmación del Consecuente que en la de Negación del Antecedente ($F(1,21)= 8.94$; $p < .007$).

Por otra parte, el mayor tiempo de selección fue registrado con los enunciados probabilísticos ($M = 2.644$ mseg.).

Tabla 2. Medias de los Tiempos de Selección de la Conclusión (en milisegundos).

	MP	MT	AC	NA	Media Total
Determinista	2.218	2.675	2.783	2.472	2.537
Probabilístico	2.174	3.315	2.441	2.647	2.644
N. Relación	1.640	2.241	1.867	2.950	2.174
Media Total	2.010	2.743	2.363	2.689	

MP: Modus Ponens
MT: Modus Tollens
AC: Afirmación del Consecuente
NA: Negación del Antecedente

Discusión general y Conclusiones

Los resultados obtenidos indican que los problemas de *Modus Ponens* son los que registran tasas más elevadas de aciertos, mayor seguridad de respuesta y además el menor tiempo en generar la inferencia. Desde la Teoría de Modelos Mentales, estos resultados pueden ser explicados teniendo en cuenta que cuando los sujetos razonan con un MP, seleccionan directamente la respuesta desde el modelo explícito que elaboran inicialmente para razonar. Por otra parte, también en la regla de *Afirmación del Consecuente* los sujetos podrían razonar directamente desde el modelo explícito inicial, si realizan una interpretación bicondicional del enunciado. En la regla de AC se registró una elevada frecuencia de selección de la respuesta "tipo 2", es decir, un elevado porcentaje de sujetos que generan la inferencia, seleccionando la conclusión directamente desde el modelo explícito inicial. Esto podría explicar que sea la regla de AC la que registra, tras el MP, el tiempo de selección de la conclusión más bajo.

La mayor frecuencia en la generación del *Modus Ponens* sobre la *Afirmación del Consecuente*, es una de las predicciones de la versión revisada de la Teoría de Modelos Mentales, que ha sido confirmada por nuestros resultados.

Desde ambas versiones de la Teoría de Modelos Mentales, se predice que el *Modus Tollens* se genera con menor frecuencia que el *Modus Ponens*. El número de modelos mentales necesarios para generar la inferencia correcta es superior en el caso del MT con respecto al MP. Eso podría traducirse en la regla de MT en una mayor facilidad para cometer errores debido a una mayor carga en la memoria operativa y en un tiempo superior en la selección de la conclusión.

Con relación al tipo de regla, hemos vuelto a registrar un resultado inesperado, para el que no tenemos explicación de momento y que no se predice desde ninguna de las versiones de la Teoría de Modelos Mentales, hace referencia a la mayor frecuencia de generación del MP y MT sobre la AC y NA. En el futuro habrá que plantear nuevos diseños experimentales, que nos permitan comprobar la consistencia de este resultado empírico, que aparecía igualmente en investigaciones previas (Valiña y cols, 1996, 1998).

Sin embargo, a nuestro juicio, la principal aportación de esta investigación es la importancia de la probabilidad de ocurrencia empírica sobre el razonamiento condicional, confirmándose los resultados obtenidos en investigaciones previas (Valiña et al. 1992a,b; Valiña, Seoane, Ferraces y Martín, 1996a,b, 1998) y aportando nuevo apoyo empírico, con datos cronométricos.

La sensibilidad del razonamiento, en tareas de inferencia condicional, no parece que pueda ser explicable desde planteamientos sintácticos como las teorías de reglas o las lógicas naturales. Sin embargo, sí se puede explicar desde la Teoría de Modelos Mentales,

ya que, tal y como plantean Johnson-Laird y Byrne (1992), y Byrne y Johnson-Laird (1992), el carácter *necesario* (Determinista) o *posible* (Probabilístico) de una relación, determina el número de modelos mentales que el sujeto necesita elaborar para generar la conclusión.

En el futuro, pues, creemos que los teóricos que defienden la Teoría de Modelos Mentales deberán contemplar la importancia de variables de tipo pragmático, como la que nosotros hemos denominado *probabilidad de ocurrencia empírica.*

Recientemente, ha llegado a nuestras manos el interesante trabajo de Bell y Johnson-Laird (1998), en el que afirman que *"la teoría de modelos mentales ofrece una justificación del razonamiento sobre lo que es necesario, probable y posible"* (p. 50). De hecho, creemos que podríamos estar completamente de acuerdo con los autores si hubiesen escrito *"puede llegar a ofrecer..."*. Al menos, los resultados empíricos de nuestra investigación permiten apoyar esa perspectiva de futuro, con tareas de razonamiento condicional.

REFERENCIAS

Bell, V.A., y Johnson-Laird, P.N. (1998). A modal theory of modal reasoning. *Cognitive Science, 22*, 25-51

Braine, M.D.S. (1978). On the relation between the natural logic of reasoning and the standard logic. *Psychological Review*, *85*, 1-21

Braine, M.D.S. y Rumain, B. (1983). Logical reasoning. En J. H. Flavell y E.M. Markman (Eds.). *Handbook of child psychology, vol. 3: Cognitive development* (4ª ed.). Nueva York: Wiley.

Braine, M.D.S., Reiser, B.J., y Rumain, B. (1984). Some empirical justification for a theory of natural propositional logic. En G.H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation*, vol. 18. New York: Academic Press.

Braine, M.D.S., y O´Brien, D.P. (1991). A theory of If: A lexical entry, reasoning program, and pragmatic principles. *Psychological Review*, *98*, 182-203.

Byrne, R.M.J., y Johnson-Laird, P.N. (1992). The spontaneous use of propositional connectives. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *45A*, 89-110.

Cheng, P.W., y Holyoak, K.J. (1985). Pragmatic reasoning schemas. *Cognitive Psychology*, *17*, 391-416.

Cosmides, L. (1989). The logic of social exchange: Has natural selection shaped how humans reason?. Studies with the Wason selection task. *Cognition*, *31*, 187-276.

Evans, J. St.B.T. (1984). Heuristic and analytic processes in reasoning. *British Journal of Psychology*, *75*, 451-468.

Evans, J. St. B.T. (1989). *Bias in human reasoning: Causes and consequences*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.

Evans, J.St.B.T. (1993). The mental model theory of conditional reasoning: Critical appraisal and revision. *Cognition, 48*, 1-20.

Evans, J.St.B.T., Newstead, S.E., y Byrne, R.M.J. (1993). *Human Reasoning: The psychology of deduction*. Hove, UK: Lawrence Erlbaum Associates Ltd.

Handley, S.J., Dennis, I., y Evans, J. St. B. T. (1998, Marzo). *Individual differences and the search for counter-examples in syllogistic reasoning*. Comunicación presentada en Deductive Reasoning and Strategies , Bruselas.

Henle, M. (1962). On the relation between logic and thinking. *Psychological Review*, *69*, 366-378. (Trad. cast.: Sobre la relación entre la lógica y el pensamiento. En J.A. Del Val (Ed.). Investigaciones sobre lógica y psicología. Madrid: Alianza Universidad, 1977).

Inhelder, B., y Piaget, J. (1958). *The growth of logical thinking*. New York: Basic Books.

Johnson-Laird, P.N. (1983). *Mental Models. Towards a Cognitive Science of Language, Inference and Consciousness*. Cambridge: Cambridge University Press.

Johnson-Laird, P.N., y Byrne, R.M.J. (1991). *Deduction*. Hove, UK: Lawrence Erlbaum Associates.

Johnson-Laird, P.N., y Byrne, R.M.J. (1992). Modal reasoning, models, and Manktelow and Over. *Cognition, 43*, 173-182.

Johnson-Laird, P.N., Byrne, R.M.J., y Schaeken, W. (1992). Propositional reasoning by model. *Psychological Review*, *99*, 418-439.

Leahey, T. H. (1980). A chronometric analysis of simple deductive reasoning. *The Journal of General Psychology*, *102*, 225-232.

Marcus, S.L., y Rips, L.J. (1979). Conditional Reasoning. *Journal of verbal learning and verbal behaviour*, *18*, 199-224

Martín, M. (1992). U*na aproximación experimental al razonamiento pragmático en tareas de inferencia condicional.* Memoria de licenciatura. Universidad de Santiago de Compostela.

Martín, M., y Valiña, Mª.D. (1993). *Procesos de inferencia condicional. Una aproximación al razonamiento cotidiano*. Santiago de Compostela: Tórculo.

Ormerod, T.C., Manktelow, K.I., y Jones, G.V. (1993). Reasoning with three types of conditional: Biases and mental models. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *46A*, 653-677.

Pollard, P. (1982). Human reasoning: Some possible effects of availability. *Cognition*, *12*, 65-96.

Rips, L.J. (1983). Cognitive Processes in propositional reasoning. *Psychological Review, 90,* 38-71

Rips, L.J. (1994). *The psychology of proof. Deductive reasoning in human thinking*. Cambridge, MA: MIT Press, Bradford Book.

Seoane, G., y Valiña, Mª.D. (1988). Efecto del contenido y microgénesis de la tarea en inferencia condicional. *Cognitiva*, *1*, 217-298.

Toms, M., Morris, N., y Ward, D. (1993). Working memory and conditional reasoning. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *46A*, 679-699.

Valiña, Mª.D. (1985). *Una exploración del razonamiento cotidiano con lenguaje natural: Silogismos con cuantificadores probabilísticos*. Tesis Doctoral no publicada. Universidad de La Laguna.

Valiña, Mª.D., Seoane, G., Ferraces, Mª.J., y Martín, M. (1996a, Septiembre). Pragmatic factors in conditional reasoning. Proceedings *The Ninth Conference of the European Society for Cognitive Psychology.* Legerich, Pabst Science Publishers. Würzburgo, Alemania. P. 142.

Valiña, Mª.D., Seoane, G., Ferraces, Mª.J., y Martín, M. (1996b, Agosto). Wason´s selection task: Content effect, instruction effect or both?. Proceedings *The Third International Conference on Thinking.* British Psychological Society. Cognitive Psychology Section. University College London. P. 11.

Valiña, Mª.D., Seoane, G., Ferraces, Mª.J., y Martín, M. (1998, en prensa). The importance of pragmatic factors in conditional reasoning. *The Spanish Journal of Psychology*.

Valiña, Mª.D., Seoane, G., Gehring, S., Ferraces, Mª.J., y Fernández-Rey, J. (1992a, Septiembre). Conditional reasoning: Scenario or context effects. Presentado en *The Fifth Conference of the European Society for Cognitive Psychology*, París.

Valiña, Mª.D., Seoane, G., Martín, M., Fernández-Rey, J., y Ferraces, Mª.J. (1992b, Septiembre). The role of content and context in pragmatic reasoning. Presentado en The *Fifth Conference of the European Society for Cognitive Psychology*, París.

Valiña, Mª.D., y Vega, M. de (1988). Un estudio experimental del razonamiento cotidiano en tareas de silogismos: Una aproximación pragmática. *Cognitiva*, *1*, 33-62.

Wright, P., y Hull, A.J. (1986). Answering questions about negative conditionals. *Journal of Memory and Language*, *25*, 691-709.