

PENSAMIENTO Y RAZONAMIENTO

Orlando G. Espino Morales



PSICOLOGÍA PIRÁMIDE

PENSAMIENTO Y RAZONAMIENTO



ORLANDO G. ESPINO MORALES

PROFESOR TITULAR DE PSICOLOGÍA BÁSICA
DE LA UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

PENSAMIENTO Y RAZONAMIENTO



EDICIONES PIRÁMIDE

COLECCIÓN «PSICOLOGÍA»

Director:

Francisco J. Labrador

Catedrático de Modificación de Conducta
de la Universidad Complutense de Madrid

Diseño de cubierta: C. Carabina

Realización de cubierta: Anaí Miguel

Reservados todos los derechos. El contenido de esta obra está protegido por la Ley, que establece penas de prisión y/o multas, además de las correspondientes indemnizaciones por daños y perjuicios, para quienes reprodujeren, plagiaren, distribuyeren o comunicaren públicamente, en todo o en parte, una obra literaria, artística o científica, o su transformación, interpretación o ejecución artística fijada en cualquier tipo de soporte o comunicada a través de cualquier otro medio, sin la preceptiva autorización.



©Orlando G. Espino Morales

©Ediciones Pirámide (Grupo Anaya, S. A.), 2004

Juan Ignacio Luca de Tena, 15. 28027 Madrid

Teléfono: 91 393 89 89

www.edicionespiramide.es

Depósito legal: M. 919-2004

ISBN: 84-368-1860-1

Printed in Spain

Impreso en Lavel, S. A.

Polígono Industrial Los Llanos, Gran Canaria, 12

Humanes de Madrid (Madrid)

Índice

Introducción	11
El concepto de razonamiento	11
Tipos de razonamiento	12
Antecedentes históricos en psicología del razonamiento	12
Principales cuestiones en el razonamiento	14
Plan de la obra.....	15



PARTE PRIMERA **Razonamiento en tareas deductivas**

1. Razonamiento deductivo	19
1. La lógica formal	19
1.1. Lógica de proposiciones	19
1.2. Lógica de predicados	25
2. Principales teorías generales de razonamiento deductivo	27
2.1. Modelos de reglas formales de inferencia.....	27
2.1.1. PSYCOP	27
2.1.2. Lógica Mental	35
2.2. Teoría de los Modelos Mentales	40
3. Principales teorías específicas de razonamiento deductivo	45
3.1. Teorías de esquemas.....	45
3.1.1. Teoría de esquemas pragmáticos	45
3.1.2. Teoría de los contratos sociales	45
3.2. Modelo Heurístico-Analítico.....	46
4. Resumen	46
2. Razonamiento disyuntivo	49
1. Características formales de la disyunción	50
2. Principales resultados experimentales en tareas disyuntivas	51
2.1. Investigaciones con tablas de verdad	51
2.2. Investigaciones con reglas de inferencias	52
3. El problema THOG	53

4. Teorías de razonamiento	57
4.1. Modelos de Reglas Formales de Inferencia	57
4.1.1. Lógica Mental	57
4.1.2. PSYCOP	58
4.1.3. Teoría de los Modelos Mentales	59
5. Resumen	61
 3. Razonamiento condicional	63
1. Características formales del condicional	63
2. Resultados experimentales más relevantes en razonamiento condicional	65
2.1. Tareas inferenciales	66
2.2. Tablas de verdad	67
2.3. Influencia del contexto y del contenido	67
3. Modelos de razonamiento condicional	69
3.1. Modelos de reglas formales de inferencia	69
3.1.1. Lógica Mental	69
3.1.2. PSYCOP	72
3.2. Teoría de los Modelos Mentales	74
4. La tarea de selección	77
4.1. Teoría de esquemas	81
4.1.1. Teoría de esquemas pragmáticos	81
4.1.2. Teoría de los contratos sociales	83
4.2. PSYCOP	84
4.3. Teoría de los Modelos Mentales	85
4.4. Modelo probabilístico	86
4.5. Modelos heurísticos	87
5. Resumen	88
 4. Razonamiento silogístico	91
1. Características formales del silogismo	91
2. Principales resultados experimentales en razonamiento silogístico	93
3. Modelos de razonamiento silogístico	99
3.1. Modelos de reglas formales de inferencia	99
3.1.1. PSYCOP	99
3.1.2. Lógica Mental	104
3.2. Teoría de los Modelos Mentales	107
3.3. Modelo heurístico de probabilidades	115
4. Resumen	118
 5. Razonamiento sobre relaciones	119
1. Características formales de los silogismos relacionales	119
2. Principales resultados experimentales	120
3. Modelos de razonamiento relacional	121
3.1. Modelo operacional	121
3.2. Modelo de la imagen	122
3.3. Modelo lingüístico	124

4.	Modelos actuales	125
4.1.	Modelos de reglas formales de inferencia	126
4.2.	Teoría de los Modelos Mentales	127
5.	Resumen	128

PARTE SEGUNDA

Razonamiento en tareas no deductivas

6.	Razonamiento inductivo basado en categorías	131
1.	El concepto de razonamiento inductivo	131
2.	Inferencias inductivas basadas en categorías	132
3.	Modelos de razonamiento inductivo	136
3.1.	Modelo similitud-cobertura	136
3.2.	Modelo basado en características	141
4.	Resumen	144
7.	Razonamiento analógico	147
1.	Introducción	147
2.	Principales resultados experimentales	148
3.	Modelos de razonamiento analógico	149
3.1.	Modelo sintáctico	150
3.2.	Modelo pragmático	151
3.3.	Modelo de razonamiento analógico progresivo	154
4.	Resumen	155
8.	Razonamiento probabilístico	157
1.	El concepto de probabilidad	158
2.	Principales resultados experimentales con tareas probabilísticas	160
3.	Modelos de razonamiento probabilístico	162
3.1.	Teorías heurísticas	162
3.2.	Modelo frecuentista	165
3.3.	Teoría de los Modelos Mentales	168
4.	Resumen	175
9.	Razonamiento cotidiano y creatividad	177
1.	Razonamiento cotidiano	177
1.1.	Principales resultados experimentales	178
1.2.	Principales modelos de razonamiento cotidiano	180
1.2.1.	Modelos de reglas formales de inferencia	180
1.2.2.	Teoría de los Modelos Mentales	182
2.	Creatividad	183
2.1.	Teorías psicométricas y biográficas	184
2.2.	Modelos computacionales de creatividad: la teoría de la Imposibilidad y la teoría de los Modelos Mentales	184
3.	Resumen	186

10. Toma de decisiones	189
1. Teoría de la utilidad subjetiva esperada	190
2. Teoría de la perspectiva	194
3. Modelos multiatributivos	196
3.1. El modelo de utilidad multiatributiva	196
3.2. El modelo de eliminación por aspectos y el modelo de satisfacción	197
4. Resumen	198
11. Conclusiones generales	199
1. Una visión retrospectiva	199
2. Razonamiento, ¿Una o varias teorías?	201
3. La racionalidad humana	201
Referencias bibliográficas	205



Introducción

El razonamiento es uno de los procesos cognitivos superiores que más tardíamente ha sido objeto de investigación experimental y de reflexión teórica en psicología. Es a partir de las tres últimas décadas del siglo XX cuando comienza a recibir un tratamiento especial, y fruto de este interés es la creación a mediados de los años noventa de una revista internacional (*Thinking and Reasoning*) donde tienen cabida trabajos relacionados con los procesos de pensamiento y razonamiento. Asimismo, durante la década de los años noventa aparecieron gran cantidad de libros de texto en lengua anglosajona, entre los que podemos destacar *Deduction* (Johnson-Laird y Byrne, 1991), *Human Reasoning* (Evans, Newstead y Byrne, 1993), *Psychology of Proof* (Rips, 1994), *Mental Logic* (Braine y O'Brien, 1998), etc. También hay que hacer mención a la regularidad en la organización de congresos internacionales con gran afluencia de participantes. En el ámbito hispano, últimamente también ha habido un interés creciente por el razonamiento. La aparición de libros de texto sobre este tópico, entre los que podemos destacar *Introducción al razonamiento humano* (Santamaría, 1995) e *Introducción a la psicología del pensamiento* (González Labra, 1998), es una buena prueba de ello. Otro indicador de la importancia de este tópico es que actualmente forma parte de las asignaturas troncales de la licenciatura de Psicología de nuestro país. Por último, la reciente producción científica sobre razonamiento, tanto a nivel internacional como nacional, también pone de manifiesto la importancia de este tópico.

Este manual tiene como principal objetivo el de ofrecer al lector las investigaciones y los mo-

delos más recientes dentro del campo del razonamiento.

EL CONCEPTO DE RAZONAMIENTO

A pesar del interés en las últimas décadas por el razonamiento, su concepto es un punto de desacuerdo o fricción entre los investigadores. Como González Marqués subraya, «el concepto de razonamiento es sumamente vago e impreciso» (1991, p. 306). Históricamente ha sido entendido como una «facultad exclusivamente humana, que permite el conocimiento de lo universal y necesario» (Ferrater Mora, 1994, vol. III, p. 2998); es decir, una facultad que nos distingue de otras especies no humanas. Esta definición, a pesar de haber sido formulada hace aproximadamente 2.500 años, sigue siendo compartida por muchas personas. Otra forma de conceptualizar el razonamiento que relaja las diferencias entre la especie humana y otras especies animales es la que se enmarca dentro de la teoría de la evolución. Desde esta perspectiva se entiende que el razonamiento es una actividad inferencial más que compartimos con algunos animales de nuestra escala evolutiva. Algunas investigaciones han demostrado que determinados animales son capaces de elaborar inferencias elementales. Las investigaciones de Köhler (1925), por ejemplo, mostraron que los chimpancés eran capaces de desarrollar inferencias a la hora de resolver algunos problemas. Byrne (1995) ha encontrado que los primates tienen un conocimiento inferencial sobre la mente de los

otros primates o sobre la relaciones que ocupa cada miembro en la manada. Davis (1993) presenta evidencias de que las ratas son capaces de llevar a cabo inferencias transitivas. Además de estas investigaciones que relativizan la asignación de procesos inferenciales exclusivamente a los humanos, sabemos que existen máquinas (por ejemplo, los ordenadores) capaces de desarrollar muchas de las actividades inferenciales que nosotros realizamos (jugar al ajedrez, resolver un problema de lógica, etc.).

En este manual se entenderá por razonamiento aquel proceso cognitivo de naturaleza computacional que permite la elaboración de inferencias deductivas e inductivas, independientemente del substrato material de quien realiza la inferencia. Esta definición de razonamiento queda enmarcada dentro de la concepción funcionalista. Desde este acercamiento filosófico se asume que los procesos cognitivos son funciones computacionales, y el objetivo de los psicólogos es descubrir el programa que usa la mente humana para razonar.

TIPOS DE RAZONAMIENTO

Razonar es elaborar inferencias a partir de información previa. Sin embargo, no todas las inferencias tienen la misma naturaleza. Existen inferencias que dan lugar a conclusiones que se siguen necesariamente de las premisas, mientras que otras inferencias dan lugar a conclusiones que son sólo probables. Las conclusiones que se siguen necesariamente de las premisas son inferencias deductivas, mientras que las conclusiones que se siguen de modo probable de las premisas son inferencias inductivas. Una conclusión se sigue necesariamente de las premisas cuando no existe la posibilidad de que siendo verdaderas las premisas podamos obtener una conclusión falsa. Veamos un ejemplo de una inferencia deductiva:

- Todos los perros son mamíferos.
- Todos los mamíferos son mortales.

Si es el caso de que esas premisas son verdaderas en nuestro mundo, la única conclusión que se sigue y que es verdadera es «todos los perros son mor-

tales». En este caso sería imposible a partir de dichas premisas imaginar u obtener una conclusión que se corresponda con un hecho que sea falso en nuestro mundo (por ejemplo, imaginar la situación en la que «algunos perros no son mortales»). Sin embargo, a partir de premisas verdaderas no siempre se obtienen conclusiones necesariamente verdaderas. Hay ocasiones en las que la conclusión se deriva de las premisas de manera probable. Este tipo de razonamiento es conocido como razonamiento inductivo. Por ejemplo, ante el siguiente par de premisas:

- La mayoría de los estudiantes de psicología aprueban la asignatura de historia de la psicología,
- Ana es una estudiante de psicología,

la conclusión más probable que se deriva es que:

- Ana aprobará la asignatura de historia de la psicología.

Aunque esta conclusión es probable, no se sigue necesariamente de las premisas. Nada nos asegura que «Ana» definitivamente forme parte de esa mayoría que aprueba la asignatura. En este tipo de razonamiento cada nuevo caso que uno conozca sobre un hecho particular aumenta la posibilidad de que nuestra inferencia sea correcta, aunque nunca tendremos la certeza absoluta de que lo será.

ANTECEDENTES HISTÓRICOS EN PSICOLOGÍA DEL RAZONAMIENTO

En términos generales podemos distinguir dos etapas en el estudio del razonamiento: la etapa filosófica y la etapa experimental. La etapa filosófica abarca aproximadamente 2.500 años de la cultura occidental. Los orígenes de esta tradición los podemos situar en la Grecia clásica con la figura de Aristóteles, y su declive aconteció a mediados del siglo XIX con la aparición de la obra de Boole (1854) «Una investigación de las leyes del pensamiento». Dentro de esta etapa, el interés de los filósofos se situaba en descubrir cuáles eran las leyes

del pensamiento o del razonamiento correcto. Este interés por formalizar las leyes del buen pensar dio lugar a la disciplina de la lógica. Durante siglos de reflexión se fueron perfilando distintos modelos lógicos que mostraban cuáles debían ser las formas correctas del razonamiento. Este enfoque normativo aún hoy goza de adeptos. El modelo de razonamiento de Rips (1994) y el modelo de Braine y O'Brien (1998), entre otros, son dos muestras de este tipo de enfoque.

La etapa experimental en psicología se asocia al primer laboratorio de psicología experimental, fundado en 1878 por W. Wundt. A pesar de que fue uno de los primeros autores que llevaron la psicología al laboratorio, Wundt planteó que la forma adecuada de abordar los estudios de los procesos mentales superiores (tales como el razonamiento) era a través del análisis descriptivo de sus productos (lenguaje, mitos y costumbres) y no a través de la experimentación (introspección experimental). La exclusión de los procesos superiores de la experimentación la justificó argumentando que los procesos superiores, a diferencia de los inferiores, no estaban relacionados directamente con la estimulación física externa. A la hora de describir cómo operaban los procesos superiores mantuvo una clara postura antiasociacionista (Gondra, 1997). De forma alternativa, E. Titchener (1899) postuló que el pensamiento podía ser explicado en términos puramente de asociaciones de sensaciones elementales, planteamiento cercano al trabajo de L. Thorndike (1898), aunque este último habla de asociaciones entre respuestas y estímulos (recompensas).

La escuela de Würzburg supuso en su momento un gran avance en la psicología del pensamiento y, por ende, del razonamiento. De un lado, y a diferencia de Wundt, aborda de forma experimental el estudio de los procesos de pensamiento; de otro lado, en contraposición a Titchener, lo hace desde un marco teórico diferente al asociacionismo. El programa investigador realizado por Külpe, una de las figuras más representativas de esta escuela, dio lugar a dos resultados de interés, que fueron contestados agriamente por Titchener. Uno de estos resultados fue el haber demostrado que el pensamiento no era un proceso meramente asociativo. Las

investigaciones sobre todo de Marbe y Bühler constataron que el curso de pensamiento implicado en una tarea estaba determinado por el tipo de instrucción que la persona recibía. Las instrucciones preliminares de la tarea generaban tendencias determinantes hacia un tipo específico de respuesta frente a otras. Estas disposiciones o tendencias determinantes son contrarias a las explicaciones asociativas, ya que no eran sólo las características del estímulo lo que determinaba el tipo de respuesta que las personas daban.

El otro resultado de interés de la escuela de Würzburg fue proponer que los procesos de pensamiento ocurren de forma inconsciente. Este planteamiento fue de alguna manera determinante en el cambio de paradigma que va a acontecer a principios del siglo XX en psicología. La consecuencia de la propuesta de la escuela de Würzburg planteaba serias dudas de que el procedimiento experimental que usaba la psicología de aquella época, la introspección experimental, se mostrara como un procedimiento útil para descubrir su naturaleza. La psicología conductista, en parte, surgió como un intento de superar estos problemas metodológicos. Dentro del paradigma conductista watsoniano, el razonamiento y el pensamiento fueron concebidos como lenguaje subvocal; es decir, como movimientos condicionados de los músculos de la garganta y parte del pecho. Tampoco el fracaso de Watson por demostrar su teoría sobre el pensamiento fue un acicate para cuestionar su propio enfoque. Los archivos históricos nos muestran que su voz sonó alta y convincente llevando a la psicología académica, y en parte a la psicología aplicada, a obviar el estudio de los procesos de pensamiento durante décadas. Aun así algunos psicólogos en Europa (la escuela de la Gestalt, Piaget, etc.) disientían del planteamiento watsoniano.

La escuela de Gestalt, y más concretamente las investigaciones de Köhler en Tenerife durante los años 1913-1920, ofrecieron una visión alternativa a la concepción reduccionista de los procesos superiores que propugnaba la psicología conductista. Para Köhler, un problema se resuelve cuando las personas o los animales llevan a cabo una reestructuración de los elementos que intervienen en el problema. Esta

reestructuración implica apreciar nuevas relaciones entre los distintos elementos que intervienen en el problema. Esta concepción es radicalmente opuesta a la planteada por Thorndike, para quien los problemas son resueltos mediante un procedimiento de ensayo y error. Aunque la aportación más relevante de la psicología de la Gestalt fue el hecho de asumir que los sistemas cognitivos operan de forma no asociativa cuando resuelven problemas de razonamiento, no ofreció explicación alguna sobre cómo el sistema realiza este tipo de operaciones. Hemos de esperar, por tanto, hasta la llegada de la psicología cognitiva para ver los primeros modelos de razonamiento en los que se tienen en cuenta los procesos mentales.

PRINCIPALES CUESTIONES EN EL RAZONAMIENTO

Según Evans y col. (1993; Evans, 1991), las investigaciones en el razonamiento deductivo han generado un patrón de datos que ha llevado a los investigadores a centrarse en alguna de las siguientes cuestiones: *a)* la competencia, *b)* los sesgos y *c)* el contenido. En este manual se hace extensible este enfoque al razonamiento en general.

La cuestión acerca de la competencia ha surgido porque se ha observado que las personas resuelven algunos problemas de razonamiento con tasas de acierto superiores al azar. Por ejemplo, casi el 90% de las personas resuelven correctamente el siguiente silogismo (Johnson-Laird y Byrne, 1991, tabla 6.1):

- Todos los artistas son banqueros.
- Todos los banqueros son cantantes.

La pregunta que cabría formularnos a continuación es: ¿qué mecanismo usa nuestro sistema cognitivo cuando resuelve correctamente determinados problemas formales lógicos, probabilísticos o de toma de decisión? Algunos investigadores han propuesto que las personas son competentes en la realización de estos problemas formales de razonamiento porque disponen de un sistema de competencia deductiva e inductiva. Sin embargo, la naturaleza de esta competencia es un tema

de debate. Así, nos encontramos que algunos modelos de razonamiento propugnan que las personas disponen de un sistema de reglas formales para resolver estos problemas (Braine y O'Brien, 1998; Edwards, 1968; Edwards, Lindman y Savage, 1963; Rips, 1994; Savage, 1954). Desde estos modelos se postula que la inferencia inductiva o deductiva va a depender de la estructura lógica de los problemas. Desde un enfoque alternativo, la teoría de los modelos mentales (Johnson-Laird y Byrne, 1991), se plantea la posibilidad de que las personas pueden ser competentes sin necesidad de usar reglas formales de inferencia. Desde este enfoque se asume que el razonamiento consiste en la manipulación de las representaciones semánticas de las premisas del problema.

Un segundo factor que ha focalizado la atención de los investigadores es haber observado que las personas, de forma estable y frecuente, elaboran o evalúan determinadas respuestas que están relacionadas con alguna característica no lógica de la tarea. A este tipo de errores se le denomina sesgos (Evans, 1991). Uno de los sesgos mejor documentados dentro del razonamiento condicional es el «sesgo de emparejamiento». Este tipo de sesgo consiste en que las personas tienden a dar como respuesta correcta aquella en la que aparecen los valores que se mencionan en la regla. Este sesgo será comentado de forma más extensa en el capítulo 3. Dentro del razonamiento silogístico también podemos encontrar la presencia de otro sesgo. En este caso dicho sesgo es conocido como el «sesgo de la figura». Este tipo de sesgo lleva a las personas a dar preferentemente como válidas las conclusiones que van en un sentido. Este sesgo será comentado en el capítulo 4. Las principales teorías de razonamiento, como veremos a lo largo de los siguientes capítulos, han tratado de explicar la naturaleza de estos y otros sesgos que se presentaran más adelante.

Otro fenómeno que se ha observado es que el rendimiento de las personas en tareas de razonamiento se ve afectado por el contenido y por el contexto del problema. Así, por ejemplo, ante el siguiente problema:

- Todos los franceses son bebedores de vino,
- Algunos de los bebedores de vino son gourmets,

las personas suelen dar como conclusión válida «algunos franceses son gourmets», que es una conclusión inválida. Sin embargo, ante el mismo problema presentado como:

- Todos los franceses son bebedores de vino,
- Algunos de los bebedores de vino son italianos,

la conclusión general que dan las personas es que este silogismo no tiene conclusión válida (Johnson-Laird y Byrne, 1991). Como se ve, y a pesar de que ambos problemas son lógicamente equivalentes, el patrón de respuesta es claramente distinto. Para dar cuenta de la discrepancia en los resultados en estos dos problemas se han propuesto diferentes explicaciones. A lo largo de este manual se presentarán diferentes enfoques que tratarán de explicarnos por qué y cómo el contenido afecta al proceso deductivo.

PLAN DE LA OBRA

En esta obra se pretende abordar las diferentes manifestaciones del razonamiento, los principales modelos teóricos propuestos y las técnicas de investigación usadas. Se han elaborado once capítulos para cubrir este objetivo. En el primer capítulo se aborda el concepto de razonamiento deductivo y se examinan las relaciones entre algunas teorías de razonamiento y algunos sistemas lógicos. Estas indagaciones obedecen a que la mayoría de los modelos de razonamiento deductivo que se comentan en este capítulo y en los cuatro siguientes están relacionados conceptualmente con algún tipo de modelo lógico. Otro de los objetivos de este capítulo es la presentación de los principales modelos generales y específicos de razonamiento deductivo. En los capítulos 2, 3, 4 y 5 se comentan los principales resultados experimentales obtenidos en di-

ferentes tareas de razonamiento deductivo; así, por ejemplo, en el capítulo segundo se presenta el razonamiento disyuntivo y el problema THOG; en el tercero se aborda el razonamiento condicional y el problema de las cuatro tarjetas. En el cuarto se analiza una de las tareas más complejas del razonamiento deductivo: los silogismos. Ellos nos permitirán abordar el estudio de los procesos cognitivos implicados en tareas donde se usan cuantificadores (por ejemplo, todos, algunos, etc.). El capítulo 5 trata sobre las relaciones de transitividad. Los capítulos del seis al nueve abordan el estudio de otros tipos de razonamientos no deductivos. Al igual que en los capítulos anteriores, el principal objetivo que se persigue es el de cotejar los diferentes resultados experimentales con las predicciones de las distintas teorías de razonamiento. En el capítulo 6 se estudia cómo las personas evalúan o producen inferencias inductivas basadas en categorías. Dentro de este capítulo se presentarán el modelo de similitud-cobertura y el modelo basado en características. En el capítulo 7 nos ocuparemos del razonamiento basado en analogía. Como en casos anteriores, se hará una exposición tanto de los fenómenos más importantes como de las explicaciones que los distintos modelos ofrecen de ellos. El capítulo 8 trata del razonamiento implicado en tareas en las que las personas han de razonar a partir de probabilidades. En el capítulo 9 estudiaremos los procesos cognitivos implicados en el razonamiento cotidiano y la creatividad. En el capítulo 10 se abordarán los diferentes modelos de tomas de decisiones. Nos centraremos en modelos en los que las personas deben tomar decisiones que implican riesgo y en las que no lo implican. Y por último, en el capítulo 11, se ofrece una síntesis de los contenidos de los distintos capítulos. Asimismo, y dentro de este capítulo, se trata de dar respuesta a algunas de las principales cuestiones en el campo del razonamiento.

PARTE PRIMERA

Razonamiento en tareas deductivas



Dos objetivos se pretenden abarcar en este capítulo. El primero consiste en ofrecer al lector una visión general de la metodología que usan algunos sistemas lógicos para determinar si un argumento es correcto. La inclusión de este apartado se justifica porque la mayoría de los modelos actuales de razonamiento en psicología (Braine y O'Brien, 1998; Johnson-Laird y Byrne, 1991; Rips, 1994) están inspirados en algún modelo lógico o en algunos de sus aspectos. El segundo objetivo es presentar las principales teorías generales y específicas del razonamiento deductivo.

aplicación de axiomas y/o teoremas o reglas de derivación natural. Desde un punto de vista semántico, un argumento es válido cuando no es posible que las premisas sean verdaderas y la conclusión sea falsa. Hay que destacar que la validez sintáctica muestra la validez de un argumento atendiendo sólo a la estructura sintáctica-lógica del argumento. En el caso de la validez semántica, la corrección del argumento se realiza en función de los valores de verdad de las proposiciones del argumento. A continuación se detallan algunos de los procedimientos que se usan en lógica clásica para determinar si un argumento proposicional o predicativo es válido.

1. LA LÓGICA FORMAL

Como ya hemos comentado, la mayoría de los modelos actuales de razonamiento están inspirados en algunos de los modelos de la lógica clásica, por lo que un conocimiento sobre los aspectos teóricos y procedimentales de estos modelos permitirá al lector una mejor comprensión de algunos modelos actuales de razonamiento.

La lógica clásica es una disciplina que nos permite saber si un argumento deductivo es válido o inválido. ¿Qué es un argumento válido? Un argumento es válido cuando la conclusión es consecuencia lógica de las premisas. Dentro de la lógica se han desarrollado dos procedimientos para saber si un argumento es válido o inválido: sintáctica y semánticamente. Desde el punto de vista sintáctico, un argumento es válido si la conclusión se deriva de la

1.1. Lógica de proposiciones

La lógica proposicional tiene por misión formalizar los argumentos que dependen de las relaciones entre proposiciones. Una proposición es una expresión lingüística que designa un hecho, real o imaginario, y que está sujeta a un valor de verdad; es decir, que puede ser verdadera o falsa. Hemos de tener presente no confundir la proposición con la expresión lingüística que la designa. Por ejemplo, las siguientes expresiones lingüísticas:

- Antonio lavó el coche,
- El coche fue lavado por Antonio,

hacen referencia a la misma proposición. Por lo tanto, una proposición hace referencia al significado de

la expresión lingüística y no a la expresión lingüística (para una revisión véase De Vega, 1984).

Las proposiciones se pueden unir a otras mediante conectivas lógicas «y», «o», «si... entonces» dando lugar a proposiciones compuestas (por ejemplo, «Antonio compró un coche y una moto»). Aunque las conectivas lógicas guardan una relación bastante estrecha con las conjunciones gramaticales del lenguaje natural, la interpretación que las personas podemos hacer de ellas a veces difieren de las de la lógica. Los siguientes ejemplos:

- Juan apretó el interruptor de la luz y la luz se encendió,
- Juan compró un coche y una moto,

nos muestran cómo la conjunción «y» puede ser interpretada de forma distinta en función del contexto. En el primer caso, las personas podrían asignar la existencia de una relación causal entre la primera proposición y la segunda proposición, mientras que en el segundo caso la interpretación que las personas harían de la conjunción «y» sería similar al que prescribe la lógica para la conectiva lógica «y». Por lo tanto, no debemos confundir las conjunciones del lenguaje natural con las conectivas lógicas, porque éstas hacen mención al significado lógico de la proposición, y a diferencia de aquéllas no están sujetas a los usos y convenciones del lenguaje natural.

La lógica de proposiciones ofrece dos métodos, de interés psicológico, mediante los que averiguar si un argumento proposicional es correcto o no lo es: las tablas de verdad y el sistema de deducción natural.

El método de las tablas de verdad. El concepto de semántica que este método adopta es el estudio de las condiciones veritativas de las expresiones. La forma de operar consiste en determinar la validez de un argumento a partir de los valores de verdad de las proposiciones que la componen. En las tablas 1.1 y 1.2 se presentan los valores de verdad de cada uno de los principales conectores de la lógica proposicional.

- **La negación.** Este conector tiene el mismo significado que la partícula «no» del lenguaje

natural. A diferencia de los conectores que veremos después, este conector no sirve para unir proposiciones, sino que permite cambiar el valor de la proposición a la que antecede. Es decir, cuando «p» es verdadera, «no p» es falsa, y cuando «p» es falsa, entonces «no p» es verdadera.

- **La conjunción.** Este conector tiene un significado parecido a la partícula «y» del lenguaje natural. El valor de verdad que la conectiva conjuntiva asigna a la proposición compuesta es que ésta es verdadera cuando ambas proposiciones atómicas son verdaderas, y que es falsa cuando una o ambas son falsas. Por ejemplo, la regla «en la mesa hay un lápiz y hay una goma» es verdadera sólo en aquella situación en la que en la mesa hay un lápiz y hay una goma. En cualquier otra situación es falsa (véase tabla 1.2).
- **La disyunción incluyente.** Su significado es similar a la expresión del lenguaje natural «p o q, o ambas». La tabla de valores de verdad que asume una proposición disyuntiva incluyente es que será falsa cuando ambas proposiciones atómicas son falsas, y en cualquier otra situación será verdadera. Por ejemplo, la regla «en la mesa hay un lápiz o hay una goma, o ambas cosas» es falsa sólo en aquella situación en la que en la mesa no hay un lápiz y no hay una goma. En cualquier otra situación es verdadera (véase tabla 1.2).
- **La disyunción excluyente.** A diferencia de una disyunción incluyente, una proposición disyuntiva exclusiva («p o q, pero no ambas») sólo es verdadera cuando una de las proposiciones simples es verdadera y la otra falsa. En el resto de las situaciones es falsa.

TABLA 1.1

Valores de verdad para la negación

p	no p
Verdadero	Falso
Falso	Verdadero

Por ejemplo, la regla «en la mesa hay un lápiz o hay una goma, pero no ambas cosas» es verdadera sólo en aquella situación en la que en la mesa hay un lápiz y no hay una goma o cuando la mesa no hay un lápiz y hay una goma. En cualquier otra situación es falsa (véase tabla 1.2).

- El **condicional**. Se corresponde de forma parcial con la partícula del lenguaje natural «si... entonces...». Los valores de verdad obtenidos a partir de un condicional son que la proposición compuesta es falsa cuando el antecedente es verdadero y el consecuente es falso. En cualquier otra situación, la proposición condicional es verdadera. Por ejemplo, la regla «si en la mesa hay un lápiz entonces hay una goma» es falsa sólo cuando en la mesa hay un lápiz y no hay una goma. En cualquier otra situación es verdadera (véase tabla 1.2).
- El **bicondicional**. Se corresponde con la expresión del lenguaje natural «si y sólo si... entonces...». Los valores de verdad obtenidos a partir de un bicondicional arrojan una tabla en la que la proposición compuesta es verdadera cuando tanto el antecedente como el consecuente son verdaderos o cuando ambos son falsos; en el resto de las situaciones la proposición bicondicional es falsa. Por ejemplo, la regla «si y sólo si en la mesa hay

un lápiz, entonces hay una goma» es verdadera en aquellas situaciones en las que en la mesa o están ambas cosas o no está ninguna de ellas. En cualquier otra situación es falsa (véase tabla 1.2).

Con fines ilustrativos, a continuación se presenta un ejemplo de cómo operar con las tablas de verdad para decidir si un argumento es válido.

- Premisa: si llueve, entonces la calle se moja.
- Premisa: llueve.
- Conclusión: la calle se moja.

A primera vista, y utilizando nuestro conocimiento del mundo, no tendríamos dificultad en catalogar este argumento como válido. Sin embargo, desde el punto de vista de la lógica sería un error emplear este conocimiento para decidir que un argumento es válido. La forma más conveniente sería seguir algunos de los procedimientos que nos ofrece la lógica. En la tabla 1.3 se presenta la formalización que se debe seguir cuando se usa el procedimiento de las tablas de verdad. La forma de proceder es:

- a) Descomponer las premisas en proposiciones atómicas. Cada proposición se representa mediante una variable (por ejemplo, p, q, r...), combinándose después los valores de verdad de las proposiciones. En nuestro

TABLA 1.2

Tabla de verdad para las conectivas de la lógica de proposiciones

p	q	Conjunción (p y q)	Disyunción excluyente (p o q, pero no ambas)	Disyunción incluyente (p o q, o ambas)	Condicional (si p entonces q)	Bicondicional (si y sólo si p entonces q)
V	V	V	F	V	V	V
V	F	F	V	V	F	F
F	V	F	V	V	V	F
F	F	F	F	F	V	V

V = Verdadero.

F = Falso.

ejemplo, «p» equivale a «llueve» y «q» equivale a «la calle se moja». Cada proposición puede tomar dos valores: verdadero (V) o falso (F). El número total de combinaciones de los valores de verdad es 2^n , donde «2» hace referencia a los valores de verdad de la proposición (verdadero o falso) y «n» al número de variables o proposiciones del argumento. En nuestro ejemplo, el número de combinaciones es 2^2 . En la primera y segunda columna de la tabla 1.3 se muestran estas combinaciones.

- b) Asignar el valor de verdad que corresponde a la primera premisa «si p entonces q» (tercera columna de la tabla 1.3).
- c) Hallar el valor de verdad entre la primera y segunda premisa «si p entonces q y p» (cuarta columna de la tabla 1.3). Aunque no se mencione explícitamente, las premisas están unidas por conjunciones, de forma que el argumento:

- Si llueve la calle se moja,
- Llueve,

debe ser formalizado de la siguiente manera: (si p entonces q) y (p).

- d) Hallar el valor de verdad entre las premisas y la conclusión «si [(p entonces q) y (p)] en-

tonces q (quinta columna de la tabla 1.3). En un argumento condicional, las premisas son tomadas como el antecedente y la conclusión como el consecuente.

El análisis resultante (quinta columna) da una tabla de valores en la que todas las situaciones posibles son verdaderas. Cuando se da este valor se concluye que este argumento es válido.

El principal problema que surge con las tablas de verdad es que si incrementamos el número de variables el cálculo crecería de forma exponencial. Con sólo introducir una proposición más en el ejemplo de la tabla 1.3, el número de combinaciones de los valores de verdad pasaría a ser 8 (2^3). Debido a este crecimiento desmesurado, ninguna teoría psicológica ha propuesto que las personas razonen usando los procedimientos de las tablas de verdad. Sin embargo, en años recientes ha surgido una teoría que mantiene cierto parecido con la teoría de las tablas de verdad. Esta teoría es la teoría de los Modelos Mentales (Johnson-Laird y Byrne, 1991), que propone que el razonamiento es un proceso parecido al que se lleva a cabo cuando se manipulan las tablas de verdad (Johnson-Laird, 1995). Sin embargo, la teoría de los Modelos Mentales se diferencia de las tablas de verdad en varios aspectos. Uno de ellos es que para la teoría de Modelos Mentales las personas elaboran modelos mentales a partir de las distintas posibilidades en que

TABLA 1.3

Análisis mediante tablas de verdad del ejemplo: si llueve la calle se moja; llueve, luego la calle se moja

Lenguaje natural		Análisis proposicional del argumento		
Si llueve, entonces la calle se moja. Llueve. Por tanto, la calle se moja.		Si p entonces q p q		
Donde p = llueve; q = la calle se moja.				
p	q	Si p entonces q	(si p entonces q) y (p)	Si [(p entonces q) y (p)] entonces q
V	V	V	V	V
V	F	F	F	V
F	V	V	F	V
F	F	V	F	V

una aserción es verdadera, mientras que en las tablas de verdad cada entrada representa la verdad y falsedad de una aserción dada una particular posibilidad. Es decir, mientras que en la teoría de Modelos Mentales se postula que la representación mental se hace sobre la posibilidad, en las tablas de verdad se opera con la verdad de esa posibilidad. Por lo tanto, y desde el punto de vista del lenguaje, en el último caso nos estamos situando al nivel de meta-lenguaje, mientras que en el primero estamos operando con el lenguaje objeto. Salvando esta distancia, podemos considerar que un modelo mental es equivalente a una entrada de las tablas de verdad.

Otra diferencia substancial entre ambos enfoques es que para la teoría de Modelos Mentales las personas tienden a representarse las posibilidades verdaderas (principio de verdad) y no las falsas. Posteriormente trataremos con más detalle los principios más importantes sobre los que se articula la teoría de Modelos Mentales.

El *método de la demostración* es un procedimiento alternativo al de las tablas de verdad que también nos permite saber si un argumento es válido. Aunque existen varios métodos de este tipo (método axiomático, método algebraico, etc.) nos centraremos en el método de la deducción natural por ser el que más influencia ha tenido en el desarrollo de modelos

psicológicos de razonamiento (Braine, 1978; Braine y O'Brien, 1998; Johnson-Laird, 1975; Rips, 1994). El método de deducción natural (Gentzen, 1935) nos permite saber si un argumento es válido atendiendo exclusivamente a su estructura sintáctica. Estos métodos operan con una o más reglas de inferencia para cada una de las conectivas. Por ejemplo, existen dos reglas para la conectiva «y». Una de ellas permite que una premisa se una a cualquier otra (introducción de la conjunción) siempre y cuando sea parte de la derivación. Por ejemplo, si alguien nos dice que encima de la mesa «hay un lápiz», y a continuación nos afirma que encima de la mesa «hay una goma», podemos concluir que encima de la mesa «hay un lápiz y hay una goma». La otra regla permite eliminar cualquier premisa que esté unida a otra (regla de eliminación de la conjunción). Por ejemplo, si sabemos que encima de la mesa «hay un lápiz y hay una goma», podemos afirmar que encima de la mesa «hay un lápiz», o también que encima de la mesa «hay una goma». En la tabla 1.4 se presentan algunas de las principales reglas que usan los sistemas de deducción natural. Los números que aparecen a la izquierda hacen referencia a las premisas, y el símbolo « \therefore » hace referencia a la conclusión que se puede extraer de las premisas. En la tabla 1.5 se ofrecen varios ejemplos de cómo se aplican dichas reglas.

TABLA 1.4

*Algunas de las principales reglas que usan los sistemas de deducción natural¹
(la notación \therefore equivale al concepto de conclusión)*

Introducción de la conjunción		Eliminación de la conjunción	
1. Hay un lápiz.	1. p	1. Hay un lápiz y hay una goma.	1. $p \wedge q$
2. Hay una goma.	2. q	\therefore Hay un lápiz.	$\therefore p$
\therefore Hay un lápiz y hay una goma.	$\therefore p \wedge q$	\therefore Hay una goma.	$\therefore q$
\therefore Hay una goma y hay un lápiz.	$\therefore q \wedge p$		
Introducción de la disyunción		Eliminación del condicional (<i>modus ponens</i>)	
1. Hay un lápiz.	1. p	1. Si hay un lápiz entonces hay una goma.	1. $p \rightarrow q$
\therefore Hay un lápiz o hay una goma.	$\therefore p \vee q$	2. Hay un lápiz.	2. p
		\therefore Hay una goma.	$\therefore q$

¹ El lector puede encontrar más información sobre los fundamentos de estas reglas en Deaño (1994, p. 153-158) y en Garrido (1981, capítulo 5).

TABLA 1.4 (continuación)

Eliminación de la disyunción (a)	Introducción del condicional (b)
<p>1. Hay un lápiz o hay una goma suponer hay un lápiz hay una tiza</p> <p>suponer hay una goma hay una tiza</p> <p>∴ Hay una tiza</p> <p>1. $p \vee q$</p> <p>$\begin{array}{ l} p \\ \hline \rightarrow z \end{array}$</p> <p>$\begin{array}{ l} p \\ \hline \rightarrow z \end{array}$</p> <p>∴ z</p>	<p>1. Suponer hay un lápiz p</p> <p>2. Concluir hay una goma q</p> <p>∴ Si hay un lápiz entonces hay una goma ∴ $p \rightarrow q$</p>

a) Esta regla es la más compleja de la expuesta aquí. Para poder eliminar la disyunción se requiere suponer cada uno de los elementos de la proposición compuesta (p o q) y obtener el mismo resultado.

b) Si a partir de una determinada hipótesis o supuesto se llega a una determinada proposición o premisa, es correcto construir una implicación que tenga como antecedente la hipótesis y como consecuente la premisa.

TABLA 1.5

Ejemplos de cómo un sistema de deducción natural resuelve problemas

En los siguientes ejercicios se trata de comprobar si aplicando determinadas reglas de deducción sobre las premisas podemos llegar a la conclusión. Cada problema se presenta en lenguaje natural y formal.

Ejercicio 1.

1. En la mesa hay un lápiz y hay una goma.
 2. En la mesa hay un bolígrafo y hay un libro.
- ∴ En la mesa hay un lápiz y hay un libro.

Paso 1.

— Representación de cada proposición mediante una variable.

Lápiz = p
goma = q
bolígrafo = r
libro = s

— Representación de la conectiva mediante un signo lógico.

y = \wedge

— Representación del problema mediante un lenguaje formal.

1. $p \wedge q$
 2. $r \wedge s$
- ∴ $p \wedge s$

Paso 2.

Aplicación de reglas lógicas.

3. p aplicación de la regla de eliminación de la conjunción en la premisa 1.
 4. s aplicación de la regla de eliminación de la conjunción en la premisa 2.
- ∴ $p \wedge s$ aplicación de la regla de introducción de la conjunción en la premisa 3 y 4.

TABLA 1.5 (continuación)

Ejercicio 2.

1. Si en la mesa hay un lápiz entonces hay una goma.
2. En la mesa hay un lápiz y hay un libro.
- \therefore En la mesa hay una goma y hay un libro.

Paso 1.

— Representación de cada proposición mediante una variable.

Lápiz = p
goma = q
libro = r

— Representación de la conectiva mediante un signo lógico.

si... entonces = \rightarrow ; y = \wedge

— Representación del problema mediante un lenguaje formal.

1. $p \rightarrow q$
2. $p \wedge r$
- $\therefore q \wedge r$

Paso 2. Aplicación de reglas lógicas.

3. p aplicación de la regla de eliminación de la conjunción en la premisa 2.
4. q aplicación de la regla de eliminación del condicional en las premisas 1 y 3.
5. r aplicación de la regla de eliminación de la conjunción en la premisa 2.
- $\therefore q \wedge r$ aplicación de la regla de introducción de la conjunción en las premisas 4 y 5.

Como ya hemos comentado, algunas teorías psicológicas (Braine, 1978, Braine y O'Brien, 1998; Rips, 1994) asumen que las personas, cuando razonan en su vida cotidiana, lo hacen de forma parecida a como prescriben los sistemas naturales de deducción. Desde estas teorías se asume que las personas poseen un grupo de reglas o esquemas abstractos de inferencias (como la regla *modus ponens*) y que las aplican de forma general en cualquier contexto. Sin embargo, estas teorías se diferencian de los modelos lógicos en varios aspectos. En los modelos lógicos de deducción natural podemos aplicar una regla tantas veces como queramos y la conclusión sigue siendo válida. Esta forma de proceder es difícilmente aceptable desde un punto de vista psicológico. Por ejemplo, desde un punto de vista de la lógica a partir de la siguiente premisa:

— En la mesa hay un lápiz y hay una goma,

podemos concluir (a través de la regla de eliminación de la conjunción y la posterior aplicación de la

regla de la introducción de la conjunción) que la siguiente conclusión es correcta.

— Hay un lápiz, y hay un lápiz, y hay un lápiz.

Sin embargo, es poco plausible que las personas hagan este tipo de inferencia. Debido a esto, los modelos psicológicos actuales imponen ciertas restricciones a la introducción y eliminación de determinadas reglas inferenciales. Asimismo, en los modelos lógicos a partir de una contradicción se sigue cualquier cosa, mientras que cuando una persona encuentra una contradicción en una línea de pensamiento concluye que nada se sigue.

1.2. Lógica de predicados

Existen algunos aspectos del lenguaje natural donde la lógica de proposiciones se muestra insuficiente.

ciente para determinar la validez de los argumentos. Por ejemplo, ante un argumento del tipo:

- Todos los atletas son banqueros,
- Todos los banqueros son cantantes,
- Por lo tanto, todos los atletas son cantantes,

o del tipo

- Carlos está a la izquierda de Manuel,
- Manuel está a la izquierda de Rosa,
- Por lo tanto, Carlos está a la izquierda de Rosa,

para poder determinar su validez se requiere de un cálculo que trate con la estructura interna de las proposiciones. Este nuevo tipo de cálculo es el cálculo de predicados, que es una extensión del cálculo de proposiciones, con la salvedad de que nos ofrece una maquinaria que permite analizar las relaciones internas de las proposiciones.

Al igual que en la lógica de proposiciones, en el cálculo de predicados existen métodos que operan de forma sintáctica o semántica a la hora de determinar si un argumento es válido. Uno de los métodos sintácticos más usuales consiste en añadir a las reglas de los sistemas de deducción natural las reglas de introducción y eliminación de los cuantificadores (Deaño, 1984, capítulo 3; Garrido, 1981 capítulo 7). En el cuadro inferior se expone un ejemplo de cómo se opera con el cálculo de predicados monádico.

El primer paso que se ha de seguir es transformar las premisas y la conclusión del lenguaje natural al lenguaje lógico. Así, la premisa «todos los atletas son banqueros» se representa dentro del lenguaje de la lógica de predicado como « $Ax (Ax \rightarrow Bx)$ », donde « A »² representa al cuantificador «todos»; « x » es una variable que designa individuos, y « A » y « B » son propiedades que caracterizan a los individuos. En nuestro ejemplo, « A » representa la propiedad de ser «atleta» y « B » la de ser «banquero». Una vez obtenida la formalización lógica de las premisas, el siguiente paso consiste en eliminar de las proposiciones los cuantificadores y sustituir las variables de individuos (« x ») por individuos (« a »). A partir de este momento podemos operar con las reglas del sistema de deducción natural. Una vez obtenida la conclusión se introduce el cuantificador (línea 6 del ejemplo). Es conveniente resaltar que el proceso de eliminación del cuantificador particular y la introducción del cuantificador universal es bastante complejo desde el punto de vista de los sistemas formales (Garrido, 1981, pp. 128-137), y esta complejidad no se equipara a la facilidad con que las personas operan cuando razonan con estos cuantificadores. Es por ello por lo que los modelos de razonamiento propuestos en psicología (Braine y O'Brien, 1998; Rips, 1994) no incorporan estas reglas. Al igual que en la lógica de proposiciones, en la lógica de predicados hay métodos semánticos. La única diferencia es que el pro-

Lenguaje natural	Lenguaje lógico
Todos los atletas son banqueros. Todos los banqueros son cantantes. Por lo tanto, todos los atletas son cantantes.	1. $Ax (Ax \rightarrow Bx)$ 2. $Ax (Bx \rightarrow Cx)$ $\therefore Ax (Ax \rightarrow Cx)$
3. $Aa \rightarrow Ba$ 4. $Ba \rightarrow Ca$ 5. $Aa \rightarrow Ca$ 6. $Ax (Ax \rightarrow Cx)$	Regla de eliminación del universal premisa 1. Regla de eliminación del universal premisa 2. Regla de transitividad entre 1 y 2. Regla de introducción del universal.

² En lógica existen varios signos para describir el mismo cuantificador.

cedimiento que se sigue en los modelos formales para saber si un argumento es válido es psicológicamente implausible (véase Johnson-Laird y Byrne, 1991, pp. 13-19); como consecuencia de esto, hasta la actualidad no se ha propuesto ningún modelo psicológico de esta naturaleza.

2. PRINCIPALES TEORÍAS GENERALES DE RAZONAMIENTO DEDUCTIVO

Dentro de este apartado, en un primer lugar se presentarán aquellas teorías que defienden la existencia de reglas mentales de inferencia, y dentro de éstas se examinará el modelo PSYCOP (Rips, 1994) y el modelo de la Lógica Mental (Braine y O'Brien, 1998). En un segundo lugar se tratará la teoría de Modelos Mentales (Johnson-Laird y Byrne, 1991).

2.1. Modelos de reglas formales de inferencia

Las principales teorías de razonamiento (PSYCOP y Lógica Mental) basadas en reglas formales de inferencia asumen una serie de supuestos que a continuación pasaremos a comentar. El primer supuesto hace referencia a cómo concibe la mente humana. Desde esta teoría se asume que la mente humana contiene reglas similares a las que poseen los sistemas de deducción natural de la lógica (Copi, 1981; Gentzen, 1935). Esta idea no es nueva, ya que se remonta hasta la Grecia clásica, pero aún hoy día sigue gozando del beneplácito de una gran cantidad de teóricos del razonamiento.

El segundo supuesto tiene que ver con los procesos implicados en el razonamiento deductivo. Estos modelos de razonamiento asumen que el proceso de razonamiento deductivo consiste en tres estadios:

- a) Descubrimiento de la estructura o forma lógica de las premisas.
- b) Búsqueda y aplicación de reglas de inferencia que permiten llevar a cabo la derivación.
- c) Traslado de la conclusión sin contenido al contenido de las premisas.

El último supuesto compartido por las teorías de razonamiento basadas en reglas formales hace referencia a cómo se deben articular los modelos de razonamiento. Tanto los modelos desarrollados durante los años setenta como los más actuales asumen que una teoría de razonamiento se debe articular en función de los siguientes componentes:

- a) Un repertorio de reglas de inferencia.
- b) Un programa de control (es el mecanismo encargado de realizar la derivación).
- c) Un componente de comprensión que permita la codificación (traducir el lenguaje natural a un lenguaje lógico) y decodificación (traducir el lenguaje lógico al lenguaje natural).

Los aspectos que diferencian a estos modelos es el tipo de reglas que usan y la forma de operar del mecanismo de control. Así, por ejemplo, mientras que el modelo de Braine y O'Brien (1998; Lógica Mental) dispone de esquemas que tienen como función comprobar si existen contradicciones entre las premisas y la conclusión, el modelo de Rips (1994; PSYCOP) carece de este mecanismo de control. Asimismo, mientras que en el modelo de Rips se usan reglas que van desde la conclusión a las premisas (reglas hacia atrás) y desde las premisas a la conclusión (reglas hacia delante), en el modelo de Braine y O'Brien (1998) usa sólo reglas hacia delante. De entre los modelos de razonamiento basados en reglas de inferencias formales nos centraremos en el modelo PSYCOP (Rips, 1994) y el modelo Lógica Mental (Braine y O'Brien, 1998), porque son los dos únicos modelos de razonamiento que se han hecho extensibles al cálculo de proposiciones y de predicado.

2.1.1. PSYCOP

Rips (1994) presenta un sistema natural de deducción que realiza inferencias deductivas. Éste se ha formalizado en un modelo computacional, realizado en un programa PROLOG (programación en lógica), denominado PSYCOP (Psicología de la

Prueba), que recoge muchas de las ideas de sus primeros trabajos (Rips, 1983). El procedimiento que sigue el sistema consiste en almacenar las premisas (y la conclusión si la hay) en la memoria de trabajo. A continuación se activa una regla que examina el contenido de la memoria, con el objeto de determinar si es posible sacar una inferencia. Si es así, el modelo añade la nueva proposición deductiva a la memoria y comienza a hacer deducciones a través de rutinas inferenciales hasta que la prueba haya sido terminada o cuando ya no se pueden aplicar más reglas. Este sistema es capaz de operar con tareas de razonamiento proposicional y de razonamiento silogístico y, a su vez, puede realizar inferencias evaluativas (decir si una conclusión se sigue necesariamente de las premisas) e inferencias productivas (derivar la conclusión que necesariamente se sigue de las premisas).

Desde un punto de vista estructural, el modelo propone tres mecanismos: la memoria, las reglas de inferencias y una estructura de control. En cuanto a la memoria, se proponen dos tipos clásicos de memoria: memoria a largo plazo y memoria de trabajo. Ambos tipos de memorias son similares en estructura, diferenciándose en la capacidad de almacenamiento. Dentro de los sistemas de memoria se pueden llevar a cabo dos tipos de enlaces: enlaces deductivos y enlaces dependientes. Los *enlaces deductivos* conectan sentencias a cualquier otra sentencia que haya sido extraída después de la aplicación de una regla. Cada enlace deductivo es el producto de una regla particular, y es usual que cuando se extraiga una sentencia aparezca a su lado el tipo de regla que se ha usado (véase tabla 1.7). Estos enlaces permiten al sistema conocer en cada momento qué regla ha permitido elaborar una nueva sentencia. Los *enlaces de dependencia* representan el modo en que las sentencias dependen de las premisas o de la suposición en la prueba mental. A diferencia de los enlaces deductivos, los enlaces de dependencia nos permiten diferenciar distintos dominios en el proceso deductivo. Estos enlaces tienen una función importante en el sistema porque, en caso de una equivocación al realizar

una línea argumental, podemos localizar todas las sentencias que están dentro de esta línea argumental y suprimirlas. Además, sin este tipo de enlaces el sistema se podría colapsar, porque podría confundir derivaciones de proposiciones de distintos dominios, lo que se traduciría en inconsistencias lógicas. En la tabla 1.7 se presenta un problema deductivo en el que podemos observar enlaces deductivos y de dependencia. A diferencia de Rips, he preferido usar la forma tradicional que se usa en el sistema de deducción natural para representar estos enlaces. El motivo que me ha llevado a usar este tipo de notación es que considero que el lector podrá más fácilmente distinguir ambos tipos de enlaces. Veamos primero un ejemplo de un enlace deductivo. Si el lector observa el ejemplo que aparece en la tabla 1.7 encontrará en la premisa 3 la sentencia «en la mesa hay un libro». Al lado de dicha sentencia hay un enunciado que especifica mediante qué regla ha sido obtenido, en este caso mediante la regla de la eliminación de la conjunción en la premisa 2 (en la mesa hay un libro y hay un bolígrafo). En cuanto a los enlaces de dependencia, podemos observar que a partir de la premisa 5 se inicia un dominio³ (éste ha sido representado mediante una línea acabada en flecha) que llega hasta la premisa 7. Ninguna de las sentencias o premisas que encontramos en este dominio pueden ser utilizadas fuera del dominio una vez cancelado. Por ejemplo, imaginémonos que ha sucedido un asesinato y que debemos descubrir cuál de los siguientes personajes es el asesino: Juan o José. Podríamos empezar suponiendo que es Juan el asesino ya que sabemos que Juan esa noche estuvo en la casa donde se cometió el asesinato. Además hemos descubierto que Juan es alcohólico y de carácter iracundo. Supongamos que aún no hemos podido concluir que Juan es el asesino. Si a continuación suponemos que José es el asesino no podemos atribuir a José información que hemos obtenido en el supuesto de Juan, como por ejemplo que es alcohólico e iracundo.

En cuanto a las *reglas de inferencias* que el sistema utiliza para llevar a cabo las deducciones, se proponen dos tipos de reglas: reglas hacia delante (*for-*

³ El término dominio se usa para designar un grupo de líneas de una prueba que están asociadas a una suposición.

ward rules) y reglas hacia atrás (*backward rules*). En la tabla 1.7 se presenta un ejemplo que es resuelto mediante la aplicación de reglas hacia delante y reglas hacia atrás. Las reglas hacia delante permiten al sistema avanzar desde las premisas a la conclusión, mientras que el avance de las reglas hacia atrás es desde la conclusión a las premisas. En tareas de construcción o producción (la persona debe generar la conclusión que necesariamente se sigue de las premisas) sólo se utilizan reglas hacia delante, ya que al no existir un conclusión-meta no se pueden activar las reglas hacia atrás. Por el contrario, en las tareas de evaluación (la persona decide si la conclusión propuesta se sigue necesariamente de las premisas) se pueden usar ambos tipos de reglas, aunque las reglas hacia delante siempre se emplean primero. No sólo las reglas se diferencian en la dirección en la que trabajan, sino además en la forma en que lo hacen. Las reglas hacia delante, además de operar de forma automática, lo hacen según el principio lo «primero en anchura» (*Breadth-first*). En este caso, el sistema va aplicando todas las reglas que la derivación permita hasta dar con la conclusión. Las reglas hacia atrás operan según el principio «lo primero en profundidad» (*Depth-first*). En este caso se toma la conclusión como una meta y se aplican las reglas en función de la meta. En caso de que no haya una forma

directa de acceder a la meta, el sistema va creando sub-metas (que hay que cumplimentar) hasta llegar a la meta. Para evitar caer en bucles iterativos infinitos en la creación de sub-metas, cuando se aplican las reglas hacia atrás, determinadas reglas como la introducción de la conjunción o la eliminación de la doble negación y la regla de Morgan están restringidas en su uso. Esta restricción consiste en que sólo pueden crear sub-metas que sean parte de las premisas o de la conclusión. Asimismo, en PSYCOP se restringe el uso de reglas que generan subdominios o supuestos⁴ (introducción del condicional, eliminación de la disyunción, introducción y eliminación de la negación...). Estas restricciones se imponen con el objeto de evitar que estas reglas caigan en búsquedas infinitas. En este caso, la restricción que se le impone a la regla es que éstas deben tener sub-metas distintas del dominio del que dependen. PSYCOP está compuesto por 10 reglas hacia delante y 14 hacia atrás, además de tres reglas hacia delante específicas para los silogismos (transitividad, exclusividad y conversión). En la tabla 1.6a se muestran las reglas hacia delante y en la tabla 1.6b se muestran las reglas hacia atrás con las que opera PSYCOP en el cálculo de proposiciones. Las reglas referidas a los silogismos se presentarán en el capítulo 4.

TABLA 1.6a

Reglas de inferencias hacia delante en PSYCOP (Rips, 1994) para el cálculo de enunciados

Eliminación del condicional	
Si P entonces Q P _____	a) Si una sentencia de la forma si P entonces Q se mantiene en algún dominio D, b) y P se mantiene en D, c) y Q aún no está en D, d) entonces añadir Q a D.
Q	
Eliminación de la conjunción	
P y Q P y Q _____	a) Si una sentencia de la forma P y Q se mantiene en algún dominio D, b) entonces si P aún no está en D, c) entonces añadir P a D, d) y si Q aún no está en D, e) entonces añadir Q a D.
P Q	

⁴ Una suposición es una línea argumental temporal que nos permite avanzar en la línea argumental. Siempre que se usa este

recurso en una derivación debemos cerrar o «descargar» la suposición.

TABLA 1.6a (continuación)

Eliminación de dobles negaciones		
No no P P	$a)$ Si una sentencia de la forma no no P se mantiene en algún dominio D, $b)$ y si P aún no está en D, $c)$ entonces añadir P a D.	
Silogismos disyuntivos		
P o Q P o Q No Q No P P Q	$a)$ Si una sentencia de la forma P o Q se mantiene en algún dominio D, $b)$ entonces si no P está en D y Q aún no está en D, $c)$ entonces añadir Q a D. $d)$ asimismo, si no Q está en D y P aún no está en D, $e)$ entonces añadir P a D.	
Modus ponens disyuntivo		
$\text{Si P o Q entonces R}$ P R	$\text{Si P o Q entonces R}$ Q R	$a)$ Si una sentencia de la forma si P o Q entonces R se mantiene en algún dominio D, $b)$ y P y Q además están en D, $c)$ y R aún no está en D, $d)$ entonces añadir R a D.
Modus ponens conjuntivo		
$\text{Si P y Q entonces R}$ P Q R	$a)$ Si una sentencia de la forma si P y Q entonces R se mantiene en algún dominio D, $b)$ y P está en D, $c)$ y Q está en D, $d)$ y R aún no está en D, $e)$ entonces añadir R a D.	
De Morgan (NO sobre Y)		
No (P y Q) (No P) o (No Q)	$a)$ Si una sentencia de la forma no (P y Q) se mantiene en algún dominio D, $b)$ y no P o (no Q) aún no está en D, $c)$ entonces añadir (no P) O (no Q) a D.	
De Morgan (NO sobre O)		
No (P o Q) No (P o Q) No P No Q	$a)$ si una sentencia de la forma no (P o Q) se mantiene en algún dominio D, $b)$ entonces si no P aún no está en D, $c)$ entonces añadir no P a D. $d)$ Y si no Q aún no está en D, $e)$ entonces añadir no Q a D.	
Silogismo conjuntivo		
No (P y Q) No (P y Q) P Q No Q No P	$a)$ Si una sentencia de la forma no (P y Q) se mantiene en algún dominio D, $b)$ entonces si P además está en D, $c)$ y no Q aún no está en D, $d)$ entonces añadir no Q a D. $e)$ Asimismo, si Q está en D, $f)$ y no P aún no está en D, $g)$ entonces añadir no P a D.	
Dilema		
P o Q Si P entonces R Si Q entonces R R	$a)$ Si una sentencia de la forma P o Q se mantiene en algún dominio D, $b)$ y si P entonces R está en D, $c)$ y si Q entonces R está en D, $d)$ y R aún no está en D, $e)$ entonces añadir R a D.	

TABLA 1.6b

Reglas de inferencias hacia atrás en PSYCOP (Rips, 1994) para el cálculo de enunciados

Introducción del condicional	
$+ P$ \vdots Q <hr/> Si P entonces Q	a) Establecer D un dominio de la meta actual. b) Si la meta actual es de la forma si P entonces Q, c) y ni D ni su superdominio ni sus inmediatos subdominios contienen la suposición P y submeta Q, d) y si P entonces Q es una subfórmula de las premisas o de la conclusión, e) entonces crear un subdominio de D, D', con suposición P. f) Añadir la submeta de proveer Q en D' a la lista de submetas.
Eliminación de la negación	
$+ \text{No } P$ \vdots Q y (no Q) <hr/> P	a) Establecer P a la meta actual y D a su dominio. b) Si P es una subfórmula de las premisas o de la conclusión, c) y Q es una subfórmula atómica en las premisas o en la conclusión, d) y ni D ni su superdominio ni sus inmediatos subdominios contienen la suposición no P y submeta Q y (no Q), e) entonces crear un subdominio de D, D', con suposición No P, f) y añadir la submeta de proveer Q y (no Q) en D' a la lista de submetas.
Introducción de la negación	
$+ P$ \vdots Q y No (Q) <hr/> No P	a) Establecer D un dominio de la meta actual. b) si la meta actual es de la forma no P, c) si P es una subfórmula de las premisas o de la conclusión, d) y Q es una subfórmula atómica en las premisas o en la conclusión, e) y ni D ni su superdominio ni sus inmediatos subdominios contienen la suposición P y submeta Q y (no Q), f) entonces crear un subdominio de D, D', con suposición P, g) y añadir la submeta de proveer Q y (no Q) en D' a la lista de submetas.
Eliminación de la disyunción	
$P \text{ o } Q$ $+ P$ \vdots R $+ Q$ \vdots R <hr/> R	a) Establecer D un dominio de la meta actual. b) Establecer R como la meta actual. c) Si una sentencia de la forma P o Q se mantiene en D, d) y tanto P y Q son subfórmulas o negaciones de las subfórmulas de las premisas o de la conclusión, e) y R es una subfórmula o negación de una subfórmula de las premisas o de la conclusión, f) y ni D ni su superdominio ni sus inmediatos subdominios contienen la suposición P y submeta R, g) y ni D ni su superdominio ni sus inmediatos subdominios contienen la suposición Q y submeta R, h) entonces crear un subdominio de D, D', con suposición P, i) y añadir la submeta de proveer R en D' a la lista de submetas. j) Si la submeta en i) es conseguida, k) entonces crear un subdominio de D, D'', con suposición Q, l) y añadir la submeta de proveer R en D'' a la lista de submetas.

TABLA 1.6b (continuación)

Introducción de la conjunción	
P	a) Establecer D un dominio de la meta actual.
Q	b) Si la meta actual es de la forma P y Q,
P y Q	c) y D no contiene la submeta P,
	d) entonces añadir la submeta de proveer P en D a la lista de submetas.
	e) Si la submeta en d) es conseguida,
	f) y D no contiene la submeta Q,
	g) Entonces añadir la submeta de proveer Q en D a la lista de submetas.
Introducción de la disyunción	
P	a) Establecer D un dominio de la meta actual.
P o Q	b) Si la meta actual es de la forma P o Q,
	c) y D no contiene la submeta P,
	d) entonces añadir la submeta de proveer P en D a la lista de submetas.
Q	e) Si la submeta en d) fracasa,
P o Q	f) y D no contiene la submeta Q,
	g) entonces añadir la submeta de proveer Q en D a la lista de submetas.
Eliminación del condicional (<i>modus ponens</i>)	
Si P entonces Q	a) Establecer D un dominio de la meta actual.
P	b) Establecer Q como meta actual.
Q	c) Si la sentencia si P entonces Q se mantiene en D,
	d) y D no contiene aún la submeta P,
	e) añadir P a la lista de submetas.
Eliminación de la conjunción	
P y Q	a) Establecer D un dominio de la meta actual.
P	b) Establecer P como meta actual.
Q y P	c) Si la sentencia P y Q es una subfórmula de una sentencia que se mantiene en D,
	d) y D no contiene aún la submeta P y Q,
	e) entonces añadir P y Q a la lista de submetas.
Q	f) Si la submeta en e) fracasa,
	g) y la sentencia Q y P es una subfórmula de una sentencia que se mantiene en D,
	h) y D no contiene aún la submeta Q y P,
	i) entonces añadir Q y P a la lista de submetas.
Eliminación de la doble negación	
No no P	a) Establecer D un dominio de la meta actual.
P	b) Establecer P como meta actual.
	c) Si la sentencia no no P es una subfórmula de una sentencia que se mantiene en D,
	d) y D no contiene aún la submeta P y Q,
	e) entonces añadir P y Q a la lista de submetas.

TABLA 1.6b (continuación)

Modus ponens disyuntivo	
Si $P \vee Q$ entonces R P _____	a) Establecer D un dominio de la meta actual. b) Establecer R como meta actual.
R	c) Si la sentencia si $P \vee Q$ entonces R se mantiene en D, d) y D no contiene aún la submeta P, e) entonces añadir P a la lista de submetas.
Si $P \vee Q$ entonces R Q _____	f) Si la submeta en e) fracasa, g) y D no contiene aún la submeta Q, h) entonces añadir Q a la lista de submetas.
R	
Silogismo disyuntivo	
$P \vee Q$ No P _____	a) Establecer D un dominio de la meta actual. b) Establecer Q como meta actual.
Q	c) Si una sentencia si $P \vee Q \vee Q \vee P$ se mantiene en D, d) y no P es una subfórmula de una sentencia que se mantiene en D, e) y D no contiene aún la submeta no P, f) entonces añadir no P a la lista de submetas.
$Q \vee P$ No P _____	
Q	
Silogismo conjuntivo	
No ($P \vee Q$) P _____	a) Establecer D un dominio de la meta actual. b) Si la meta actual es de la forma no Q, c) y ni la sentencia no ($P \vee Q$) o no ($Q \vee P$) se mantiene en D, d) y D no contiene aún la submeta P, e) entonces añadir P a la lista de submetas.
No Q	
No ($Q \vee P$) P _____	
No Q	
De Morgan (no sobre Y)	
No ($P \vee Q$) _____	a) Establecer D un dominio de la meta actual. b) Si la meta actual es de la forma $P \vee Q$,
(No P) o (No Q)	c) y no ($P \vee Q$) es una subfórmula de una sentencia que se mantiene en D, d) entonces añadir no ($P \vee Q$) a la lista de submetas.
De Morgan (no sobre O)	
No ($P \vee Q$) _____	a) Establecer D un dominio de la meta actual. b) Si la meta actual es de la forma $P \vee Q$,
(No P) y (No Q)	c) y no ($P \vee Q$) es una subfórmula de una sentencia que se mantiene en D, d) entonces añadir no ($P \vee Q$) a la lista de submetas.

PSYCOP dispone de un *mecanismo de control* que permite saber qué regla ha de ser aplicada, el orden en que ha de hacerse, comprueba si la sub-meta se empareja con la proposición derivada, etc. En relación con las reglas hacia delante y hacia atrás, PSYCOP siempre aplica en primer lugar las reglas hacia delante. El orden de aplicación de las reglas hacia atrás se hace en función de la complejidad: las reglas simples deben ser usadas en primer lugar. El sistema prefiere usar reglas que puedan ser satisfechas por una sola sub-meta a aquellas que requieren nuevos sub-dominios. PSYCOP usa reglas que tienen como función verificar si se ha empleado ya la premisa o el argumento en ciertas reglas, lo cual permite que el sistema no se entregue a un ejercicio repetido de aplicación de reglas de inferencia. Como ya hemos comentado, PSYCOP dispone de procedimientos para resolver tareas de evaluación y tareas de construcción. En el caso de una tarea de evaluación, el sistema usa reglas en un intento de construir una prueba interna de la conclusión de las premisas, mientras que en una tarea de construcción se usan reglas para generar pruebas de posibles conclusiones. Como podemos observar, en ambos tipos de tareas se trata de procesos iguales que sólo se distinguen en que en el segundo caso se avanza desde los enunciados hacia la conclusión, mientras que en el primer caso se retrocede desde la conclusión hasta los enunciados.

En la tabla 1.7 se presenta un problema resuelto mediante PSYCOP. Como ya se ha comentado, las primeras reglas en activarse en PSYCOP son las reglas hacia delante. En el problema de la tabla 1.7, de entre todas las posibles reglas propuestas en la tabla 1.6a sólo se puede usar la regla hacia delante «eliminación de la conjunción» sobre la premisa 2. La aplicación de esta regla da lugar a dos nuevas premisas: hay un libro y hay un bolígrafo (premisas 3 y 4 en la tabla 1.7). Como no se pueden aplicar más reglas hacia delante, PSYCOP comienza a trabajar en la dirección hacia atrás, tomando la conclusión como la meta a conseguir. En este caso, debido a que la conclusión es un argumento condicional, se introduce la regla hacia atrás de la «introducción del condicional». Mediante la aplicación de esta regla se tratará de deducir la conclusión. La forma de operar es crear un nuevo dominio mediante la suposición «en la mesa

hay un lápiz» (esta aserción es el antecedente de la conclusión) e intentar probar que de él se deduce que «hay una goma y un bolígrafo» (esta aserción es el consecuente de la conclusión) en ese dominio. A partir de la introducción del supuesto (premisa 5), podemos aplicar la regla hacia delante de la «eliminación del condicional» entre las premisas 1 y 5, obteniendo «en la mesa hay una goma» (premisa 6). A continuación se toma como submeta el consecuente de la conclusión «hay una goma y hay un bolígrafo». Para poder acceder a dicha submeta se debe aplicar la regla hacia atrás de la introducción de la conjunción. Esta regla nos permite unir la premisa 6 (hay una goma) y la premisa 4 (hay un bolígrafo). Una vez satisfecha esta submeta, comprobamos que

TABLA 1.7

Ejemplo de un problema resuelto por PSYCOP en el que se usan reglas hacia delante y reglas hacia atrás

1. Si en la mesa hay un lápiz entonces hay una goma.
2. En la mesa hay un libro y hay un bolígrafo.
 1. Si en la mesa hay un lápiz entonces hay una goma y hay un bolígrafo.
3. En la mesa hay un libro (regla hacia delante de eliminación de la conjunción en la premisa 2).
4. En la mesa hay un bolígrafo (regla hacia delante de eliminación de la conjunción en la premisa 2).
 - Meta: Si en la mesa hay un lápiz entonces hay una goma y hay un bolígrafo.
5. En la mesa hay un lápiz (regla hacia atrás de introducción del condicional).
6. En la mesa hay una goma (regla hacia delante de eliminación del condicional en las premisa 1 y 5).
 - Submeta: hay una goma y hay un bolígrafo.
7. En la mesa hay una goma y hay un bolígrafo (regla hacia atrás de introducción de conjunción en premisas 4 y 6).
8. Si en la mesa hay un lápiz entonces hay una goma y hay un bolígrafo (regla de introducción del condicional en las premisas 5 y 7).

La flecha hace referencia a los enlaces de dependencia, y la información que aparece a la derecha de las premisas hace referencia a los enlaces deductivos.

se ha satisfecho asimismo la meta (si en la mesa hay un lápiz entonces hay una goma y hay un bolígrafo) y, por lo tanto, el problema se da por finalizado.

Aquellas personas que estén familiarizadas con el sistema de deducción natural podrán observar las diferencias procedimentales entre PSYCOP y el sistema de deducción natural. En la tabla 1.8 se presenta la resolución de este problema mediante el sistema de deducción natural. En los sistemas de deducción natural, siempre que se abre un supuesto (premisa 4) se usa un marcador (en nuestro caso una flecha) para tener presente que las inferencias que se han extraído en ese supuesto no pueden posteriormente ser usadas en otros dominios. Una vez que hemos conseguido llegar a la inferencia deseada se cierra el supuesto (lugar en el que acaba la flecha).

En PSYCOP existe una serie de factores que predicen la dificultad y las fuentes de errores en las tareas deductivas. En cuanto a la dificultad, las deducciones más difíciles serán aquellas que requieran de reglas más complejas (por ejemplo, los problemas que usan reglas hacia atrás son más difíciles que los problemas que usan reglas hacia delante) y las que requieran mayor número de reglas (aunque esto

no siempre se cumple), así como la disponibilidad de la regla. Por ejemplo, Rips afirma que las reglas hacia atrás de la introducción de la negación o la regla del silogismo conjuntivo son las más difíciles de todas las reglas. Los errores pueden surgir debido a problemas de comprensión (implicaturas conversacionales) y al fracaso de aplicar una regla debido a restricciones de la memoria de trabajo o la posesión de una regla no lógica. Las implicaturas conversacionales son reglas que gobiernan el uso del lenguaje en las conversaciones cotidianas (Grice, 1975), si bien estos usos del lenguaje pueden ser incorrectos desde el punto de vista de la lógica. Por ejemplo, las personas suelen asumir que la premisa «algún a es b» implica que «algún a no es b», lo cual es incorrecto desde el punto de vista lógico. Existen evidencias experimentales que demuestran que las personas suelen interpretar los cuantificadores lógicos más en forma de implicatura conversacional que de forma lógica (Begg y Harris, 1982; Newstead y Griggs, 1983).

2.1.2. Lógica Mental

Recientemente, Braine y su grupo de colaboradores (1978, 1990; Braine y O'Brien, 1991; Braine y O'Brien, 1998; Braine, Reiser y Romain, 1984) han propuesto un modelo de razonamiento que, al igual que el de Rips (1994), permite resolver problemas de la lógica de enunciado y de la lógica de predicado. El modelo propuesto por estos autores consta de tres partes: una entrada léxica, un programa de razonamiento y unos principios pragmáticos de comprensión.

La *entrada léxica* hace referencia a la información contenida en la memoria semántica para las distintas partículas lógicas (por ejemplo, y, o, etc.). La información semántica de cada partícula lógica está formada por los distintos esquemas de inferencia que se aplican a dichas partículas. Al igual que en los sistemas de deducción natural (Gentzen, 1935; 1964) se proponen dos tipos de reglas para estos esquemas: uno permite la introducción del esquema y otra su eliminación. En cuanto al grupo de esquemas de inferencias, los autores postulan que éstos

TABLA 1.8

Ejemplo de cómo el sistema de deducción natural resuelve el problema de la tabla 1.7

1. Si en la mesa hay un lápiz entonces hay una goma.
2. En la mesa hay un libro y hay un bolígrafo.
- ∴ Si en la mesa hay un lápiz entonces hay una goma y hay un bolígrafo.
3. En la mesa hay un bolígrafo (regla de eliminación de conjunción en la premisa 2).
- 4. En la mesa hay un lápiz (supuesto) (regla de introducción del condicional).
5. Hay una goma (regla de eliminación del condicional en premisas 1 y 4).
- 6. Hay una goma y hay un bolígrafo (regla de introducción de conjunción en premisas 3 y 5).
7. Si en la mesa hay un lápiz entonces hay una goma y hay un bolígrafo (regla de introducción del condicional en premisas 4 y 6).

tienen la funcionalidad de decidir qué proposición(es) ha(n) de ser derivada(s) de una determinada proposición. Además, estos esquemas nos aseguran que si las proposiciones son verdaderas, la proposición que se derive de ellas también lo será. Asimismo, se propone que la mayoría de los esquemas inferenciales son primitivos, elementales (se realizan en un solo paso) y universales. La teoría distingue cuatro tipos de esquemas inferenciales: centrales, alimentadores, incompatibilidad y otros. En la tabla 1.9 se muestran los diferentes esquemas que usa la Lógica Mental cuando opera con cálculo de proposiciones. En el capítulo 4 se presentarán algunos de los esquemas que se usan en el cálculo de predicado. Los esquemas centrales y los alimentadores son aplicados de forma rutinaria y no requieren esfuerzos. Un esquema alimentador se diferencia de uno central en que el primero es aplicado sólo cuando su salida sirve para activar otros esquemas o bien en la evaluación de una conclusión. Esta forma de actuar de los esquemas alimentadores evita que el sistema caiga en bucles reiterativos infinitos.

Por ejemplo, en un sistema de lógica de deducción natural a partir del siguiente par de premisas:

1. Hay un lápiz y hay un bolígrafo,
2. Hay un lápiz,

podemos concluir mediante la regla de la introducción de la conjunción:

— Hay un lápiz y hay un bolígrafo y hay un lápiz.

Pero también (usando la misma regla) podríamos concluir:

— Hay un lápiz y hay un bolígrafo y hay un lápiz y hay un lápiz.

Y así hasta el infinito. Como ya se ha comentado, en Lógica Mental los esquemas alimentadores, entre ellos el esquema de la «introducción de la conjunción» (esquema 8 de la tabla 1.9), están limitados en su uso para evitar este tipo de respuesta.

Esquemas de inferencia en el sistema de lógica mental (Braine y O'Brien, 1998, p. 80-83)
para el cálculo de enunciado

Esquemas centrales	
Esquema 1 $\sim\sim p \equiv p$	Es falso que no hay un lápiz/ Luego hay un lápiz (b).
Esquema 2 Si p_1 o ... o p_n entonces q ; p_1 _____ q	Si hay un lápiz o un libro entonces hay una goma. Hay un lápiz/ Luego hay una goma.
Esquema 3 p_1 o ... o p_n ; $\sim p_1$ _____ p_2 o ... o p_{n-1} o p_n	Hay un lápiz o una goma. No hay un lápiz/ Luego hay una goma.
Esquema 4 $\sim (p_1 \text{ y } \dots \text{ y } p_n)$; p_1 _____ $\sim (p_1 \text{ y } \dots \text{ y } p_{i-1} \text{ y } p_{i+1} \text{ y } \dots \text{ y } p_n)$	Es falso que hay un lápiz y una goma. Hay un lápiz/ Luego no hay una goma.

TABLA 1.9 (continuación)

Esquema 5	
$p_1 \text{ o } \dots \text{ o } p_n$; si p_1 entonces q ; ...; si p_n entonces q_n	Hay un lápiz o una goma; si hay un lápiz entonces hay un libro; si hay una goma entonces hay un libro/ Luego hay un libro.
q	
Esquema 6	
$p_1 \text{ o } \dots \text{ o } p_n$; si p_1 entonces q_1 ; ...; si p_n entonces q_n	Hay un lápiz o una goma; si hay un lápiz entonces hay un libro; si hay una goma entonces hay un bolígrafo/ Luego hay un libro o un bolígrafo.
$q_1 \text{ o } \dots \text{ o } q_n$	
Esquema 7	
Si p entonces q ; p	Si hay un lápiz entonces hay una goma. Hay un lápiz/ Luego hay una goma.
q	
Esquemas alimentadores	
Esquema 8	
$p_1; p_2; \dots p_n$	Hay un lápiz; hay una goma/ Luego hay un lápiz y hay una goma.
$p_1 \text{ y } p_2 \text{ y } \dots \text{ y } p_n$	
Esquema 9	
$p_1 \text{ y } p_1 \text{ y } \dots \text{ y } p_n$	Hay un lápiz y hay una goma/ Luego hay un lápiz.
p_1	
Esquema de incompatibilidad	
Esquema 10	
$p; \sim p$	Hay un lápiz; no hay un lápiz/ Incompatible.
Incompatible	
Esquema 11	
$p_1 \text{ o } \dots \text{ o } p_n; \sim p_1 \text{ y } \dots \text{ y } \sim p_n$	Hay un lápiz o una goma; no hay un lápiz y no hay una goma / Incompatible.
Incompatible	
Otros esquemas	
Esquema 12	
Dada una cadena de razonamiento de la forma: supón p	
q	
Se puede concluir: si p entonces q	

TABLA 1.9 (continuación)

Esquema 13	
Dada una cadena de razonamiento de la forma: supón p	
Incompatible Se puede concluir: $\sim p$	
Esquema 14	
$p \text{ y } (q_1 \text{ o } \dots \text{ o } q_n) \text{ } \vdash \text{ } (p \text{ y } q_1) \text{ o } \dots \text{ o } (p \text{ y } q_n)$	Hay un lápiz (hay una goma o un libro); (hay un lápiz y hay una goma) y (hay un lápiz y hay un libro) (c)
^(b) Es un esquema alimentador cuando es aplicado de derecha a izquierda.	
^(c) Es un esquema alimentador.	

El programa de razonamiento es la parte del sistema que se encarga de aplicar los esquemas de inferencias, así como de ir adjuntando las derivaciones obtenidas tras la aplicación de un esquema a la cadena deductiva. El programa de razonamiento está compuesto de dos partes: la rutina directa de razonamiento y estrategias de razonamiento indirecto. La rutina directa de razonamiento es la parte del modelo que se asume que es universal, mientras que las estrategias de razonamiento indirecto pueden ser aprendidas (por ejemplo, mediante enseñanza de lógica) o descubiertas mediante reflexión. La rutina de razonamiento directo se encarga de aplicar los esquemas centrales, alimentadores, los esquemas de incompatibilidad y otros esquemas. Las estrategias de razonamiento indirecto sólo actúan cuando las rutinas de razonamiento directo son incapaces de generar una conclusión o de evaluar una conclusión.

Otro aspecto a tener en cuenta en relación con el programa de razonamiento es que su forma de operar viene condicionada por el tipo de tarea. Cuando la tarea es de construcción, el programa sólo usa el procedimiento inferencial (es decir, aquella parte del sistema que se encarga de activar los esquemas centrales y los esquemas alimentadores). La forma de operar del procedimiento inferencial consiste en aplicar los esquemas centrales si sus condiciones de aplicación son satisfechas o si sus condiciones de aplicación pueden ser satisfechas mediante la aplicación de una o más combinaciones de los esque-

mas alimentadores. A continuación se deben añadir las proposiciones deducidas al grupo de premisas.

Cuando la tarea es de evaluación, además de usar el procedimiento inferencial también se puede usar el procedimiento preliminar y el procedimiento de evaluación. La forma de operar del procedimiento de evaluación consiste en responder «verdadero» si la conclusión está en el grupo de premisas o puede ser inferida mediante la aplicación de uno o más esquemas alimentadores, y responder «falso» si la conclusión es incompatible (esquemas 10 y 11) con una de las proposiciones del grupo de premisas, o con una proposición que puede ser inferida del grupo de premisa mediante la aplicación de una o más combinaciones de esquemas alimentadores.

Cuando la tarea es de evaluación pero la conclusión es del tipo «si p entonces q », entonces debemos usar el procedimiento preliminar. La forma de operar de este procedimiento consiste en añadir el antecedente al grupo de premisas, y tratar el consecuente como la conclusión que ha de ser evaluada. A continuación se usa el procedimiento de evaluación para evaluar la conclusión. Con el objeto de aclarar la forma de operar de este procedimiento se expondrá un ejemplo. Sea el siguiente grupo de premisas:

- Si hay un lápiz entonces hay un bolígrafo.
- Si hay una goma entonces hay un bolígrafo.

Y nos piden que evaluemos si la siguiente conclusión: «si hay un lápiz o una goma entonces no

hay un bolígrafo» se sigue de las premisas. En este caso la forma de operar consiste en tomar como premisa el antecedente de la conclusión «hay un lápiz o una goma, y «hay un bolígrafo» como la conclusión a evaluar. Ahora el grupo de premisas satisface la condición de aplicación del esquema 5 de la tabla 1.9, y genera la inferencia. Como la premisa «hay un bolígrafo» contradice la conclusión a evaluar (aplicación del esquema 10 de la tabla 1.9), el procedimiento de evaluación concluye que la conclusión es «falsa».

Siempre que el sistema trata de resolver un problema, el programa de razonamiento comienza operando con la rutina directa de razonamiento. Esta rutina deja de operar bien cuando la conclusión ha sido evaluada, bien cuando no se pueden generar nuevas aserciones a la línea argumental por falta de reglas. Si se da la última situación, entonces se activa la rutina indirecta de razonamiento, que como ya hemos comentado son estrategias de resolución que aprenden las personas. Entre los tipos de estrategias que los autores proponen están: la estrategia de reducción al absurdo, la estrategia de enumeración de alternativas «a priori» y la estrategia de suposición de alternativas (Braine y O'Brien, 1998, tabla 6.1). Con el objeto de que el lector se familiarice con el sistema de Lógica Mental, en la tabla 1.10 se presenta un ejemplo de cómo opera con esquemas centrales y alimentadores.

En cuanto a los *principios pragmáticos*, los autores afirman que el contexto en que se presenta el

problema puede afectar a la interpretación que se haga de la partícula lógica. Por ejemplo, las personas interpretan de forma distinta el condicional cuando está en un contexto neutro («si p entonces q») que cuando está en un contexto significativo («si abres la llave entonces saldrá el gas»). Los autores distinguen tres fuentes posibles de errores que van a determinar el modo en el que entenderemos las partículas lógicas (scan conectivas o cuantificadoras) de los enunciados. Entre los factores de comprensión que los autores postulan está el principio de cooperación (Grice, 1975), las inferencias invitadas (Geis y Zwicky, 1971) y el principio de plausibilidad. Según el principio de cooperación, el hablante a la hora de comunicar un mensaje trata de ser informativo, relevante, veraz y claro, y el oyente asume que el hablante está adoptando esta postura, de forma que si alguien nos dice que «algunas cajas han sido sacadas del almacén» pensamos que nos quiere decir que no han sido sacadas todas las cajas, ya que en ese caso se esperaría que nos dijera que «todas las cajas han sido sacadas del almacén». Sin embargo, en lógica de predicado el cuantificador «algún» puede ser verdadero aun cuando nos refiramos a que todas las cajas han sido sacadas del almacén. Asimismo, sería un error lógico, aunque no desde el punto de vista de las implicaturas conversacionales, asumir que «algún a es b» implica que «algún a no es b». Algunas investigaciones nos muestran que las personas, a la hora de resolver problemas lógicos, se suelen guiar más por las prescripciones de las implicaturas conversacionales que por las de la lógica (Begg y Harris, 1982; Newstead y Griggs, 1983; Politzer, 1986, 1990).

Las inferencias invitadas son inferencias que suponemos que se derivan de determinadas proposiciones, debido a consideraciones pragmáticas. Es decir, son inferencias referidas a sus consecuencias prácticas. Por ejemplo, si alguien me dice que «si limpio la habitación me dará mil pesetas» infiero que «si no limpio la habitación entonces no me dará mil pesetas». Aunque esta forma de proceder se ajusta a las intenciones del hablante, desde un punto de vista lógico podría llevarnos a que aceptemos la negación del antecedente como inferencia válida. Aunque esta inferencia es válida si interpretamos el

TABLA 1.10

Ejemplo de cómo Lógica Mental resuelve un problema de lógica de proposiciones

1.	Si hay un lápiz o una goma entonces no hay un libro.
2.	Es falso que no hay un libro.
∴ No hay un libro.	
3.	Hay un lápiz se obtiene aplicando el esquema 1 a la premisa 2.
4.	No hay un libro se obtiene aplicando el esquema 2 a las premisas 1 y 3.
5.	No hay un libro se aplica los esquemas de incompatibilidad y se concluye que la conclusión es verdadera.

condicional desde el punto de vista de la equivalencia material (es decir, como bicondicional), es un error lógico cuando el condicional está expresado en términos de implicación material, que es la forma en la que se ha expresado el ejemplo.

El principio de plausibilidad permite explicar por qué el contenido de las premisas lleva a las personas a aceptar o rechazar determinados argumentos como válidos. Como veremos en el capítulo 4, aceptamos más frecuentemente un argumento inválido cuando es creíble que uno válido cuando es increíble.

Otras causas de errores, según Braine y col. (1998), son los errores de procesamiento y errores debido al uso inadecuado de un heurístico. Los errores debidos al procesamiento son errores que cometen las personas por falta de atención, por sobrecarga en la memoria de trabajo, etc. Los errores por una inadecuación heurística hacen referencia a aquellos errores que se cometen por incapacidad para encontrar la línea adecuada de argumentación. Braine y col. (1998), al igual que Rips (1994), sugieren la posibilidad de que las personas usen algún tipo de regla no lógica a la hora de resolver problemas deductivos.

En cuanto a la dificultad, para Braine y col. (1998) ésta se explica en función de la naturaleza del esquema que se ha de usar. Por ejemplo, una inferencia *modus ponens* es más fácil de realizar que una inferencia *modus tollens*, ya que la primera se realiza a partir de la rutina directa de razonamiento mientras que la segunda se realiza de forma indirecta.

2.2. Teoría de los Modelos Mentales

Para la teoría de los Modelos Mentales (Johnson-Laird, 1983; Johnson-Laird y Byrne, 1991), a diferencia de la teoría de Reglas Formales de Inferencia, no es necesario postular la existencia de reglas para explicar la competencia humana en el razonamiento deductivo. El supuesto básico de

esta teoría es que el razonamiento es un proceso de naturaleza semántica que no depende de reglas formales de inferencia, sino que se articula a partir de un procedimiento sistemático para construir y evaluar modelos mentales de naturaleza semántica. Un modelo mental lo podemos definir «como una representación de una posibilidad que tiene una estructura y un contenido que captura lo que es común a los diferentes modos en que la posibilidad puede ocurrir» (Johnson-Laird, Legrenzi, Girotto, Legrenzi y Caverni, 1999, p. 66).

El proceso de razonamiento, según esta teoría, se articula en tres fases, dos de las cuales son propiamente procesos verbales (comprensión y descripción) y una tercera que es deductiva (búsqueda de contraejemplos). La primera fase consiste en la interpretación y representación inicial de las premisas mediante un modelo mental. En ésta las personas usan su conocimiento del lenguaje y del mundo para entender las premisas. Esto se lleva a cabo mediante la construcción de modelos mentales, los cuales, en su estructura, recogen el estado de cosas que las premisas describen. Los autores resaltan que lo importante no es la experiencia subjetiva del modelo, sino su estructura. Ésta tiene una correspondencia isomórfica con el estado de cosas descrito en las premisas, de forma que las entidades descritas en las premisas están representadas por elementos (*tokens*). Las propiedades de estas entidades están representadas por las propiedades de las unidades, y las relaciones entre las entidades están representadas por relaciones entre las unidades. Por ejemplo, las personas, a la hora de representarse la proposición⁵ «si en la mesa hay rombo entonces hay un triángulo», construyen una representación mental formada por dos modelos:



donde «◊» representa un rombo y «Δ» un triángulo. La representación correspondiente a esta primera lí-

⁵ Asumimos que las personas han entendido el condicional como implicación material. Para la teoría de los Modelos

Mentales la representación inicial de un condicional puede ser interpretada como equivalencia o implicación material.

nea es el modelo inicial. La notación referida a los tres puntos suspensivos (...) es el modelo implícito, e indica que puede haber objetos que no están representados en el modelo, por ejemplo la existencia de miembros que no sean rombos y que sean triángulos. Si se hace explícita la información contenida en el modelo implícito obtendríamos una representación de las distintas posibilidades que son verdaderas para esta proposición. A continuación se muestra el modelo inicial y los modelos explícitos para la proposición «si en la mesa hay un rombo, entonces hay un triángulo»:

\Diamond	Δ
$\neg\Diamond$	Δ
$\neg\Diamond$	$\neg\Delta$

Para la teoría de los Modelos Mentales, al menos en razonamiento proposicional, cada línea es un modelo mental. En la tabla 1.11 se presentan los modelos iniciales y explícitos para las principales conectivas proposicionales (Johnson-Laird y Byrne, 1991). En el capítulo 4 se presentan los modelos mentales para el cálculo de predicado.

entretemas.com
Papeles JFC
TABLA 1.11

Modelos iniciales y explícitos para las principales conectivas proposicionales (Johnson-Laird y Byrne, 1991)

Conectivas	Modelos iniciales	Modelos explícitos	
$p \vee q$	$p \quad q$	$[p]$	$[q]$
$p \wedge q$	$p \quad q$	Incluyente	Excluyente
		$[p] \quad [\neg q]$	$[p] \quad [\neg q]$
		$[\neg p] \quad [q]$	$[\neg p] \quad [q]$
		$[p] \quad [q]$	
Si p entonces q	$p \quad q$	Condiciona	Bicondiciona
	...	$[p] \quad [q]$	$[p] \quad [q]$
		$[\neg p] \quad [q]$	$[\neg p] \quad [\neg q]$
		$[\neg p] \quad [\neg q]$	
p sólo si q	$[p] \quad q$	Condiciona	Bicondiciona
	$\neg p \quad [\neg q]$	$[p] \quad [q]$	$[p] \quad [q]$
	...	$[\neg p] \quad [q]$	$[\neg p] \quad [\neg q]$
		$[\neg p] \quad [\neg q]$	

La teoría de los Modelos Mentales se fundamenta en una serie de principios (Johnson-Laird, 2001) que pasamos a comentar.

1. *El principio de la posibilidad.* Según este principio, las personas se representan mediante modelos mentales las posibilidades de ocurrencia de un evento, y no necesariamente operan con los valores de verdad de las ocurrencias de esos eventos. Es decir, los modelos hacen referencia a posibilidades en las que un evento puede ocurrir y no a la verdad o falsedad de esa posibilidad. Ésta es la forma de operar de las tablas de verdad. Esta afirmación no excluye la posibilidad de que determinadas personas (quizás aquellas que han recibido formación en lógica) puedan razonar usando modelos que hacen referencia a la verdad o falsedad de las ocurrencias.
2. *El principio de verdad.* Es quizás el principio más importante de la teoría de los Modelos Mentales y está relacionado con el anterior. Este principio postula que las personas, con el objeto de reducir la carga en la memoria operativa, suelen representarse las posibilidades verdaderas y no las falsas. Veamos esto en más detalle, por ejemplo para una sentencia disyuntiva excluyente como la que sigue:

Hay un rombo o hay un triángulo, pero no ambos.

Tenemos la siguiente tabla de valores de verdad:

Proposición		Proposición compuesta o aserción. Hay un rombo o hay un triángulo, pero no ambos
Rombo	Triángulo	
Verdad	Verdad	Falso
Verdad	Falso	Verdad
Falso	Verdad	Verdad
Falso	Falso	Falso

Para esta sentencia existen dos posibilidades en las que es verdadera la sentencia disyuntiva excluyente (segunda y tercera línea) y dos en las que es falsa (primera y cuarta línea). Según la teoría de Modelos Mentales las personas se representarían mediante modelos mentales aquellas posibilidades que hacen verdadera la sentencia o aserción, de forma que elaborarían los siguientes modelos mentales para representar las posibilidades verdaderas:

$$\begin{array}{cc} \diamond & \neg\Delta \\ \neg\diamond & \Delta \end{array}$$

mientras que las situaciones que hacen falsa la aserción no se representarían:

$$\begin{array}{cc} \diamond & \Delta \\ \neg\diamond & \neg\Delta \end{array}$$

El principio de verdad opera a dos niveles de representación. En un primer nivel las personas se representan mediante modelos las proposiciones atómicas que son verdaderas en las posibilidades verdaderas. En este caso las situaciones que son verdaderas en las proposiciones atómicas son las siguientes:

$$\begin{array}{cc} \diamond & \Delta \end{array}$$

donde cada línea representa una de las dos posibilidades en las que la aserción es verdadera en la proposición atómica. El primer modelo representa la posibilidad de que en la mesa esté un rombo (y no se representa la posibilidad de que no esté un triángulo), mientras que el segundo modelo representa la posibilidad de que esté un triángulo (y no se representa la posibilidad de que no esté el rombo).

La segunda forma en que opera el principio de verdad consiste en hacer que las personas se representen el resto de las situaciones que son verdaderas en las posibilidades verdaderas. En el caso de la disyunción excluyente arriba mencionada, los modelos mentales que deberían desplegar las personas serían los que siguen:

$$\begin{array}{cc} \diamond & \neg\Delta \\ \neg\diamond & \Delta \end{array}$$

El primer modelo representa la situación en la que hay un rombo pero no hay un triángulo, mientras que el segundo modelo representa la situación en la que no hay rombo y hay un triángulo. Las otras dos posibilidades que hacen falsa la aserción (que no hay un rombo y no haya un triángulo o que hay un rombo y hay un triángulo) no son representadas.

En resumen, si el principio de verdad opera en el primer nivel llevaría a las personas sólo a elaborar una representación mental de las proposiciones atómicas que son verdaderas en las posibilidades verdaderas. Si embargo, si dicho principio opera en un segundo momento (o segundo nivel), la representación mental resultante se haría sobre las posibilidades que son verdaderas para la premisa, y no sobre las proposiciones atómicas que son verdaderas en las posibilidades verdaderas. Según la teoría de Modelos Mentales, y con el objeto de dejar espacio libre a la memoria de trabajo, las personas se representan inicialmente de forma parcial las proposiciones atómicas que son verdaderas en las posibilidades verdaderas para en un momento posterior hacer explícita el resto de la información. Sin embargo, a veces esta forma de operar tiene el inconveniente de que la información que no ha sido representada explícitamente puede ser olvidada.

Una serie de investigaciones realizadas por Johnson-Laird y varios colaboradores (Goldvarg y Johnson-Laird, 2000; Johnson-Laird, Legrenzi, Girotto y Legrenzi, 2000; Yang y Jonson-Laird, 2000) sirven de respaldo experimental al principio de verdad. Estos autores han mostrado que cuando las personas deben resolver un problema pensando en lo que es falso tienen bastante dificultades para dar con la conclusión correcta. Una forma de que el

lector se dé cuenta de lo difícil que es resolver un problema teniendo en cuenta lo que es falso es que él trate de resolver el problema que se le presenta a continuación. Suponga que está jugando a las cartas con otra persona y ésta le dice:

— «Voy a darle tres pistas sobre las cartas que tengo, pero sólo una de las pistas es verdadera, siendo las otras falsas. He aquí las pistas:

- Tengo un rey o un as, o ambos.
- Tengo una reina o un as, o ambos.
- Tengo una sota o un 10, o ambos.
- ¿Es posible que tenga un as?

Seguramente el lector haya contestado que «sí», que es lo que suelen contestar la mayoría de las personas cuando han resuelto este problema. Sin embargo esta respuesta es errónea. Esta respuesta es incorrecta porque si tuviera un as entonces las dos primeras premisas serían verdaderas, y como se le ha dicho, sólo una de ellas es verdadera, por lo tanto no puede tener un as.

Al igual que las teorías de Reglas Formales de Inferencia imponen ciertas restricciones al uso de determinadas reglas (como la regla de la introducción de la disyunción) para evitar que se saquen conclusiones implausibles, la teoría de los Modelos Mentales propone un mecanismo para evitar que se extraigan este tipo de conclusiones. Según Johnson-Laird y Byrne (1991, pp. 21-22) las personas no extraen determinadas conclusiones implausibles, aunque lógicas, porque usan tres principios extra-lógicos. El primer principio postula que la conclusión no debe contener menos información semántica⁶ que las premisas de las

⁶ El concepto de información semántica hace referencia a la proporción de estados posibles de cosas que una proposición o aserción descarta como falsos. Así, por ejemplo, la siguiente conjunción:

Antonio está en la playa y María está en el trabajo

descarta más estados de cosas falsas que la siguiente premisa disyuntiva:

*Antonio está en la playa o María está en el trabajo,
o ambas cosas*

que se deduce. Por ejemplo, las personas difícilmente extraen de la premisa «Juan está en el parque» la conclusión «Juan está en el parque o María en su trabajo, o ambas cosas». Aunque esta conclusión es válida, las personas no la suelen aceptar como tal.

El segundo principio postula que la conclusión debe ser más parsimoniosa que las premisas. Por ejemplo, a partir de las siguientes premisas:

- Si Juan está en el parque entonces María está en su trabajo,
- Juan está en el parque,

difícilmente se da como válida la conclusión: «Si Juan está en el parque entonces María está en su trabajo». Esta conclusión es válida, pero las personas asumen que le están pidiendo no que repita una premisa, sino que extraiga una inferencia a partir de esas premisas.

Por último, el tercer principio postula que una conclusión debería formular, si es posible, algo nuevo: es decir, algo que no está explicitado en las premisas. Por ejemplo, a partir del siguiente par de premisas:

- Todos los perros son mamíferos,
- Todos los mamíferos son animales,

se esperaría que uno concluyese que «todos los perros son animales». Esta conclusión está implícita en las premisas y la tarea de las personas cuando razonan es hacerla explícita.

Pasemos a continuación a exponer cómo se resuelve un problema condicional según la teoría de Modelos Mentales. Como ya hemos comentado, para la teoría de Modelos Mentales el proceso deductivo en el razonamiento condicional requiere de tres fases:

- a) Fase en la que se construyen los modelos correspondientes a la premisa condicional y a la premisa categórica. Por ejemplo, ante el siguiente problema:

- Si hay un rombo entonces hay un triángulo,
- Hay un rombo,

las personas elaborarían el siguiente modelo de la primera premisa:

◇ △

...

y el siguiente modelo para la segunda premisa (premisa categórica):

◇

- b) Fase de generación de inferencia mediante un procedimiento en el que se combinan ambos modelos. En este caso, el modelo de la segunda premisa categórica se incorporaría con el modelo de la primera premisa y se eliminaría el modelo implícito (los tres puntos). Esta combinación daría lugar a la siguiente representación:

◇ △

En esta fase se requiere un procedimiento que describa modelos. La conclusión putativa que se impondría a partir de esta representación es que «hay un rombo y hay un triángulo». Sin embargo, mediante la intervención de los principios extra-lógicos se obviaría la información referida al antecedente y se concluiría que «hay un triángulo».

c) Esta fase consistiría en buscar un contraejemplo de esta conclusión. En este caso, al no existir, se da como válida la conclusión putativa.

A continuación se presentan algunas de las principales predicciones de la teoría de los Modelos Mentales. Estas predicciones nos permitirán cotejar en qué medida esta teoría se ajusta al patrón de los resultados experimentales. La teoría, además, plantea predicciones específicas para determinadas tareas deductivas, que se presentarán en los capítulos correspondientes a dichas tareas. Por el momento sólo mencionaremos las de carácter general:

- A mayor número de modelos mentales que se requieran para elaborar una conclusión, mayor será la dificultad.
- Las conclusiones erróneas son más frecuentemente consistentes con las premisas que inconsistentes. Es decir, se predice que muchos de los errores que las personas cometen cuan-

do resuelven una tarea en la que hay problemas de múltiples modelos mentales se corresponden con uno de los posibles modelos mentales de estos problemas.

- El conocimiento general puede influir en los procesos de razonamiento. A diferencia de los modelos de reglas (Braine y col., 1998; Rips, 1994), esta teoría postula que los efectos del contenido no sólo se pueden dar durante la fase de comprensión de las premisas o de la formulación (o aceptación) de la conclusión, sino que además pueden darse durante el proceso de razonamiento.

Asimismo, y al igual que los modelos mencionados previamente, la teoría de los Modelos Mentales postula que las implicaturas griceanas y las limitaciones de la memoria de trabajo son fuentes potenciales de error.

3. PRINCIPALES TEORÍAS ESPECÍFICAS DE RAZONAMIENTO DEDUCTIVO

Para explicar algunos resultados en el razonamiento deductivo se han propuesto varias teorías específicas, tales como las teorías de esquemas (teoría de esquemas pragmáticos y la teoría de contratos sociales) y la teoría de sesgos y heurísticos. Mientras las teorías de esquemas ofrecen un marco explicativo de por qué el *contenido* afecta a los procesos inferenciales, las teorías de los sesgos han estado más preocupadas en explicar por qué las personas suelen cometer de forma sistemática determinados *sesgos*.

3.1. Teorías de esquemas

A mediados de los años ochenta surgen dos teorías, la teoría de esquemas pragmáticos (Cheng y Holyoak, 1985) y la teoría de los contratos sociales (Cosmides, 1989), que tenían como objeto responder a la cuestión de por qué en determinados contextos el *contenido* (no familiar) producía efectos de *facilitación* en algunas tareas deductivas (por ejemplo, la tarea de las cuatro tarjetas). Las respuestas

que dan estas teorías son que las personas poseen mecanismos específicos de razonamiento dependientes de dominio que les permiten resolver de forma eficiente determinadas tareas deductivas. Sin embargo, y como veremos en el próximo apartado, ambas difieren acerca de la naturaleza de estos mecanismos.

3.1.1. Teoría de esquemas pragmáticos

La teoría de los esquemas pragmáticos fue introducida por Cheng y Holyoak (1985) en un intento de explicar tanto los efectos de *facilitación* como la ausencia de éstos en tareas de razonamiento deductivo como la tarea de las cuatro tarjetas (capítulo 3). Cheng y Holyoak proponen que cuando razonamos podemos usar reglas de inferencias dependientes del contexto, denominadas «esquemas pragmáticos de razonamiento». Esta denominación de «pragmáticos» se debe a que son estructuras de conocimiento orientadas a la consecución de metas. Estos esquemas son aprendidos por las personas a partir de experiencias repetitivas sobre situaciones que comparten la misma clase de meta. Se postulan tres tipos de esquemas (permiso, obligación y causal), si bien en la mayoría de los experimentos se ha usado preferentemente el esquema de permiso. Este esquema se activa en situaciones donde antes de llevarse a cabo una acción deben satisfacerse determinadas condiciones. Según los autores, cuando en una tarea se plantea una regla en términos deónticos de permiso, estos esquemas se activarían y permitirían resolver el problema implicado en la tarea.

3.1.2. Teoría de los contratos sociales

Cosmides (1989) y Cosmides y Tobby (1992, 1994) presentan una teoría que trata de explicar los efectos de *facilitación* debido al contenido, pero desde un punto de vista teórico distinto al de Cheng y Holyoak. A diferencia de estos autores, que planteaban que los esquemas de conocimiento que usaban las personas para resolver la tarea deductiva eran adquiridos a través de la experiencia, para

Cosmides estos esquemas son innatos. Cosmides denomina a este tipo de esquemas «contratos sociales», y considera que estos contratos son importantes para la supervivencia de los grupos sociales humanos. Un contrato social es un esquema de conocimiento que hace referencia a una relación de beneficio-coste.

Para Cosmides, los efectos facilitadores obtenidos en determinadas tareas de razonamiento deductivo (como la tarea de las cuatro tarjetas) se deben a que la información contextual se ha expresado en términos de contrato social. Como podemos observar, tanto la teoría de esquemas pragmáticos como la teoría de los contratos sociales ofrecen una explicación de por qué el contenido afecta al proceso deductivo. Sin embargo, el problema radica en la imposibilidad de explicar por qué las personas obtienen a veces buenos resultados en tareas en las que no se usan esquemas.

3.2. Modelo Heurístico-Analítico

Evans (1984, 1989, 1991) ha propuesto este modelo para explicar por qué las personas cometen determinados sesgos en tareas deductivas. Según este modelo, el proceso de razonamiento deductivo consta de dos etapas denominadas heurística y analítica. La primera etapa se corresponde con la fase de comprensión del problema, y la segunda se corresponde con la fase deductiva. Los heurísticos actuarían durante la fase de comprensión, y se caracterizan por ser estrategias de actuación preconsciente y esencialmente pragmáticas. La función de estos heurísticos es la de representar selectivamente aspectos relevantes de la tarea. Uno de los heurísticos propuestos por Evans, y que permite explicar determinados resultados experimentales, es el «heurístico de emparejamiento». Cuando un problema es resuelto mediante este heurístico las personas tienden a seleccionar los ítems mencionados en el problema. Por ejemplo, si se le pide a las personas que falseen la siguiente regla:

- Si la letra es una A entonces el número no es un 7,

éstas suelen seleccionar de forma mayoritaria los ítems «A» y «7», ya que son los que se mencionan en la regla (Evans, 1972). La actuación de este heurístico se hace evidente cuando en una regla condicional se niega bien el antecedente bien el consecuente o ambos casos. La forma de actuación de este heurístico consiste en que las personas ignoran las negaciones y seleccionan los ítems mencionados en el problema. La segunda fase del proceso de razonamiento es la fase analítica, que se corresponde con la fase propiamente deductiva. Evans no ha articulado ningún modelo de competencia sobre esta fase, aunque ha manifestado repetidamente (Evans, 2000; Evans y Over, 1996) la complementariedad de la teoría de los Modelos Mentales con su modelo teórico.

4. RESUMEN

A lo largo de este capítulo se ha hablado de lógica y de modelos de razonamiento generales y específicos. Se ha justificado la introducción de un apartado sobre lógica debido a que ésta ha sido un antecedente intelectual de los principales modelos generales de razonamiento (Braine y O'Brien, 1998; Johnson-Laird y Byrne, 1991; Rips, 1994). Entre los principales modelos generales de razonamiento hemos destacado los modelos de regla de inferencia (el modelo PSYCOP y el modelo de Lógica Mental) y la teoría de los modelos mentales (Johnson-Laird y Byrne, 1991). Los modelos de razonamiento basados en reglas formales de inferencias están inspirados en el método lógico de la demostración (más concretamente en el sistema de deducción natural), y la teoría de los modelos mentales lo está en el método de las tablas de verdad. El método de la demostración se caracteriza porque nos permite conocer la validez de un argumento atendiendo exclusivamente a su forma lógica; es decir, es un procedimiento puramente sintáctico. El método de las tablas de verdad nos permite conocer la validez de un argumento en función de los valores de verdad de las premisas y sus conectores. En este caso la validez se halla de forma semántica. Las afinidades y disensiones existentes entre los modelos psicológicos de razonamiento y los modelos lógicos han sido

expuestas a lo largo de este capítulo. Sin embargo, mientras existe un gran solapamiento entre los modelos de razonamiento basados en reglas de inferencia y los modelos lógicos de prueba, la teoría de los modelos mentales tiene notables diferencias, que han sido extensamente expuestas a lo largo de este capítulo y que no permiten reducirla a cálculo de valores de verdad.

Este capítulo termina con un apartado dedicado a las principales teorías específicas de razonamiento. Se han comentado dos grupos de teorías: aquellas que se han centrado en explicar los efectos del contenido en determinadas deductivas y otras que se han centrado en explicar los sesgos. Con relación al primer grupo se han mencionado dos tipos de teorías basadas en esquemas. Una de ellas es la teoría de los esquemas pragmáticos (Cheng y Holyoak, 1985) y la otra la teoría de los contratos sociales (Cosmides, 1989). Ambas asumen que las personas, cuando ra-

zonan, usan reglas de inferencias dependientes del contenido. Mientras que para la teoría de los esquemas pragmáticos estos esquemas son aprendidos, para la teoría de los contratos sociales son innatos. Por último, y como segundo grupo de teorías específicas de razonamiento, se ha presentado el modelo Analítico-Heurístico. A través de este modelo, Evans (1989) pretende explicar por qué las personas cometen determinados sesgos cuando razonan. La actuación de determinados heurísticos serían los responsables de algunos errores que se suelen encontrar en el razonamiento deductivo. Aunque estos heurísticos tienen un rango de aplicación que abarcaría cualquier deductiva, la propuesta analítica del autor no ha sido aún materializada, aunque también es cierto que Evans ha reiterado varias veces que la teoría de Modelos Mentales es una buena candidata para realizar los procesos analíticos de su modelo.



Razonamiento disyuntivo

2

Sólo recientemente es cuando los psicólogos experimentales han prestado atención al razonamiento disyuntivo. Varios factores se apuntan como causantes de este desinterés. Uno es la mayor importancia

que ha tenido la conectiva condicional («si ... entonces») para los psicólogos experimentales; otro factor es la dificultad con la que los investigadores se han encontrado a la hora de diseñar experimentos con dis-

PRÁCTICA 2.1

Problemas disyuntivos

Problema 1. Si sabemos que a la hora de entrar en un determinado local rige la regla «para entrar en este local o tienes más de 18 años o debes venir con un adulto» y nos encontramos dentro del local con las siguientes situaciones:

	Inclusión	Exclusión
a) Juan tiene más de 18 años y ha venido con un adulto	F () V ()	F () V ()
b) Juan tiene más de 18 años y no ha venido con un adulto	F () V ()	F () V ()
c) Juan no tiene más de 18 años y ha venido con un adulto	F () V ()	F () V ()
d) Juan no tiene más de 18 años y no ha venido con un adulto	F () V ()	F () V ()

debes decir cuál o cuáles situaciones hace falsa (F) o verdadera (V) la regla cuando es interpretada de forma incluyente («para entrar en este local o tienes más de 18 años o debes venir con un adulto, o ambas cosas») y cuando es interpretada de forma excluyente («para entrar en este local o tienes más de 18 años o debes venir con un adulto, pero no ambas cosas»). Marca con una X la opción que consideres correcta.

Desde un punto de vista excluyente sólo las opciones «b» y «c» son verdaderas, mientras que las opciones «a» y «d» son falsas. Si se interpreta la disyunción como incluyente las opciones «a» «b» y «c» son verdaderas, mientras que la opción «d» es falsa.

Problema 2. A partir de las dos siguientes premisas:

- O te comes la sopa o te comes el helado,
- Te comes el helado,

debes decidir si se puede concluir válidamente «te comes la sopa». Si crees que sí, pon una X en el recuadro que sigue a sí y si crees que no pon una X en recuadro que sigue a no.

- Te comes la sopa Sí () No ()

Si has contestado «No» tu respuesta es correcta, independientemente de cómo interpretes la disyunción (exclusión e inclusión). En cambio la respuesta «Sí» no es válida, ya que en la interpretación excluyente sería falsa y en la incluyente es indeterminada.

yunciones que permitiesen contrastar distintos modelos de razonamiento. Sin embargo, hoy día, gracias a las aportaciones teóricas y experimentales de algunos autores (como Johnson-Laird), la disyunción ha comenzado a ser tenida en cuenta entre los psicólogos cognitivos. Antes de empezar con la lectura de este capítulo se pide al lector que trate de resolver los problemas que se le presentan en la tabla 2.1.

Este capítulo se articula de la siguiente manera. En un primer apartado se presentan las características formales de la disyunción. En un segundo apartado se comentan los distintos paradigmas experimentales usados, así como los principales resultados obtenidos. En un tercer apartado se presenta el problema THOG y las investigaciones y resultados obtenidos con esta tarea. Por último, en un cuarto apartado contrastaremos los principales resultados comentados con las predicciones de las principales teorías de razonamiento.

1. CARACTERÍSTICAS FORMALES DE LA DISYUNCIÓN

Desde un punto de vista lógico, una disyunción es una sentencia unida por dos proposiciones mediante la conectiva «o». Un ejemplo de una sentencia disyuntiva es:

— p o q .

Esta sentencia puede ser interpretada como disyunción incluyente o como disyunción excluyente. Para evitar esta confusión podemos expresarla formalmente de las siguientes maneras:

- p o q , o ambas.
- p o q , pero no ambas.

En el primer caso nos estamos refiriendo a la disyunción incluyente y en el segundo a la disyunción excluyente. Cuando nos referimos a la disyunción excluyente cuatro tipos de inferencias válidas pueden ser extraídas. Dos de éstas son conocidas como inferencias negadas y las otras dos como inferencias afirmadas. Por inferencias negadas se entienden las in-

ferencias generadas a partir de la negación de uno de los términos de la regla disyuntiva. Por inferencias afirmadas se entiende aquellas inferencias que pueden ser extraídas a partir de la afirmación de uno de los disyuntivos. Veamos las dos posibles inferencias válidas que pueden ser extraídas de una disyunción excluyente cuando se niega uno de los disyuntivos:

<i>O te comes la sopa o te comes el helado.</i>	<i>O te comes la sopa o te comes el helado.</i>
<i>No te comes la sopa;</i>	<i>No te comes el helado;</i>
<i>por tanto, te comes el helado.</i>	<i>por tanto, te comes la sopa.</i>

Las dos posibles inferencias que pueden ser extraídas de una disyunción excluyente cuando se afirman sus disyuntivos son:

<i>O te comes la sopa o te comes el helado.</i>	<i>O te comes la sopa o o te comes el helado.</i>
<i>Te comes la sopa;</i>	<i>Te comes el helado;</i>
<i>por tanto, no te comes el helado.</i>	<i>por tanto, no te comes la sopa.</i>

Cuando la regla disyuntiva es incluyente sólo son válidas las inferencias que pueden ser extraídas de la negación de uno de sus disyuntivos:

<i>O te comes la sopa o te comes el helado.</i>	<i>O te comes la sopa o te comes el helado.</i>
<i>No te comes la sopa;</i>	<i>No te comes el helado;</i>
<i>por tanto, te comes el helado.</i>	<i>por tanto, te comes la sopa.</i>

En el caso en que se afirme uno de sus disyuntivos, como por ejemplo:

<i>O te comes la sopa o te comes el helado.</i>	<i>O te comes la sopa o te comes el helado.</i>
<i>Te comes la sopa;</i>	<i>Te comes el helado;</i>
<i>por tanto, te comes el helado.</i>	<i>por tanto, te comes la sopa.</i>

el problema es inválido. Si se afirma la premisa categórica «te comes la sopa» se puede concluir «te comes el helado» o bien «no te comes el helado». Lo mismo sucedería si se afirma la premisa categórica «te comes el helado». En este caso se podría concluir «te comes la sopa» o bien «no te comes la sopa».

Otra forma de saber qué tipo de inferencias podemos extraer de una disyunción nos los ofrece el método de las tablas de verdad. En la tabla 2.1. presentamos las tablas de verdad para ambos casos. Como podemos observar, siempre que sólo uno de los disyuntivos es falso (f) la regla disyuntiva es verdadera. Asimismo, siempre que sólo uno de los disyuntivos es verdadero (v) la regla disyuntiva es verdadera. Cuando ambos disyuntivos son falsos la regla disyuntiva es falsa. Sin embargo, cuando ambos disyuntivos son verdaderos, en unos casos la regla disyuntiva es verdadera (disyunción incluyente) y en otros es falsa (disyunción excluyente).

2. PRINCIPALES RESULTADOS EXPERIMENTALES EN TAREAS DISYUNTIVAS

Inicialmente, la mayoría de las investigaciones sobre razonamiento disyuntivo estuvieron centradas en saber qué interpretación hacían las personas de esta conectiva (Fillenbaum, 1974a, 1974b). Este autor encontró, entre otras cosas, que la disyunción era interpretada preferentemente como exclusión y que el orden de las proposiciones y el contenido de estas podía hacer que la disyunción resultase extraña,

es decir, no natural. Por ejemplo, las personas que participaron en sus experimentos consideraban que la frase «o pagas la entrada o te vas del estadio» suena mejor que «o te vas del estadio o pagas la entrada». Asimismo, resultaba más natural la frase «mañana lloverá o hará viento» que la frase «mañana lloverá o el zapato está en el suelo». Aunque estos resultados mostraban que la interpretación que las personas hacían de la disyunción se veía afectada por una serie de factores (como por ejemplo, el contenido), deben ser tomados con cautela por varias razones. Una de ellas es que la metodología usada fue la aplicación de autoinformes, y la otra razón es que las tareas no eran propiamente de razonamiento sino de comprensión. Sin embargo, a partir de mediados de los años setenta el interés de los investigadores no sólo se centró en conocer cómo las personas interpretan la disyunción, sino además en conocer qué procesos cognitivos estaban implicados en el razonamiento disyuntivo. Para abordar ambas cuestiones, comprensión y deducción, se han usado dos procedimientos experimentales (las tablas de verdad y las tareas de inferencia) que pasamos a comentar a continuación.

2.1. Investigaciones con tablas de verdad

Entre los principales procedimientos experimentales que se han usado con las tablas de verdad están las tareas de evaluación y de construcción. En una tarea de construcción las personas, a partir de una regla disyuntiva (p o q), deben elaborar la o las situaciones que hacen verdadera o falsa la regla. En la tarea de evaluación las personas deben evaluar qué o cuáles situaciones hacen verdadera o falsa la regla disyuntiva. En la tabla 2.2 se presenta un ejemplo con ambos tipos de tareas en los que se usa el paradigma experimental de las tablas de verdad.

Las investigaciones desarrolladas mediante este paradigma han mostrado que la edad de las personas y el tipo de material afecta a la interpretación que hacen de la disyunción y al porcentaje de inferencia que elaboran correctamente. En una serie de investigaciones en las que se ha usado material abstracto o concreto (por ejemplo, «la carta tiene una letra o tiene un número»), algunos autores (Braine y Rumin,

TABLA 2.1

Tabla de verdad para la disyunción

p	q	Disyunción excluyente (p o q, pero no ambas)	Disyunción incluyente (p o q, o ambas)
v	v	f	v
v	f	v	v
f	v	v	v
f	f	f	f

TABLA 2.2

Ejemplos de problemas disyuntivos en los que se usan tareas de construcción y de evaluación usando el paradigma experimental de las tablas de verdad

Tarea de construcción

A partir de la siguiente regla «En la mesa hay un lápiz o hay un bolígrafo, pero no ambas cosas», debes indicar cuál de las siguientes premisas hace verdadera o falsa la regla. Marca con un X la opción que consideres que es la correcta.

— Hay un lápiz y hay un bolígrafo.	Verdadero ()	Falso ()
— Hay un lápiz y no hay un bolígrafo.	Verdadero ()	Falso ()
— No hay un lápiz y hay un bolígrafo.	Verdadero ()	Falso ()
— No hay un lápiz y no hay un bolígrafo.	Verdadero ()	Falso ()

Tarea de evaluación

A partir de la siguiente regla:

- En la mesa hay un lápiz o hay un bolígrafo,

debes decidir si la siguiente situación «no hay un lápiz y no hay un bolígrafo» hace falsa o verdadera la regla. Señala con una X la opción que consideres correcta:

Verdadera () Falsa ()

1981; Paris, 1973) han encontrado que los niños entre 5 y 11 años interpretan la disyunción mayoritariamente de forma incluyente, pero que a medida que aumenta la edad, la interpretación va tornándose excluyente. Evans, Newstead y Byrne (1993) han sugerido que los niños no están haciendo una interpretación de la conectiva «o» en términos de disyunción, sino que la están interpretando como conjunción, ya que han observado que para los niños una frase disyuntiva es verdadera sólo cuando ambas partes son verdaderas y, en caso contrario, la consideran falsa. Esta forma de interpretar la disyunción se corresponde con la tabla de verdad de la conjunción. En relación con los adultos se ha encontrado que, en términos generales, éstos suelen interpretar la disyunción en mayor medida como excluyente que como incluyente (Braine y Romain, 1981; Roberge, 1978).

Aunque existe una interpretación mayoritaria hacia interpretaciones excluyentes con materiales realistas, Newstead, Griggs y Chrostowski (1984) han observado que esto no siempre ocurre. Estos autores específicamente encontraron que cuando el contenido hacía referencia a cualificaciones, como por ejemplo «para entrar en este club o la persona debe ganar 20.000 dólares o debe ser distinguida en su profesión»,

las personas hacían más interpretaciones incluyentes (65 por 100) que excluyentes (34 por 100), mientras que si el contenido era abstracto («o el triángulo es verde o el cuadrado es rojo») o de amenaza («o te comes la cena o te vas a la cama»), las personas hacían más interpretaciones excluyentes (en la condición abstracta 58 por 100 y en la condición de amenaza 95 por 100) que incluyentes (en la condición abstracta 31 por 100 y en la condición amenaza 2 por 100). Una posible explicación de por qué las personas optan por una interpretación excluyente con los materiales abstractos se puede deber a que éstas están usando las interpretaciones que son más comunes en las situaciones reales. En las situaciones cotidianas, las interpretaciones excluyentes son más usuales que las incluyentes. Una forma de comprobar esto es que el lector trate de escribir cinco situaciones disyuntivas incluyentes y otras tantas excluyentes sobre situaciones reales.

2.2. Investigaciones con reglas de inferencias

Cuando se ha usado el paradigma experimental de reglas de inferencia con inferencias negadas se

ha encontrado (Roberge, 1976a, 1976b) que las personas elaboran más inferencias válidas con la disyunción excluyente que con la incluyente. Por ejemplo, las personas elaboran más inferencias válidas con este problema:

- Juan está en Barcelona o Teresa está en Madrid, pero no ambas cosas,
- Juan no está en Barcelona,
- ¿Qué conclusión se sigue?,

que con el siguiente:

- Juan está en Barcelona o Teresa está en Madrid, o ambas cosas,
- Juan no está en Barcelona,
- ¿Qué conclusión se sigue?

En investigaciones con inferencias afirmadas (es decir, en las se afirma uno de los disyuntores) se han encontrado resultados similares (Evans, Newstead y Byrne, 1993). Sin embargo, en este último caso hemos de ser cautos a la hora de interpretar los resultados, porque en el caso de la disyunción incluyente las personas evalúan inferencias indeterminadas y no falsas.

Un resultado más esclarecedor es el ofrecido por Johnson-Laird, Byrne y Schaeken (1992). En un experimento (experimento 4) utilizando dobles disyunciones, como por ejemplo:

- Juan está en Barcelona o Teresa está en Madrid, o ambas cosas,
- Teresa está en Madrid o Carlos está en Málaga, o ambas cosas,

se encontró que las dobles disyunciones incluyentes eran más difíciles que las dobles disyunciones excluyentes y, además, que el tipo de respuesta errónea se correspondía con alguno de los modelos de las premisas. Como veremos más adelante, estos resultados no pueden ser explicados en términos de las teorías de Reglas Formales de Inferencia (Braine y O'Brien, 1998; Rips, 1994), y sí en términos de la teoría de los Modelos Mentales (Johnson-Laird y Byrne, 1991).

3. EL PROBLEMA THOG

El problema THOG es una tarea en la que se debe razonar comprobando varias hipótesis a partir de una regla disyuntiva excluyente. Esta tarea fue diseñada por Peter Wason en 1977 y ha generado una gran cantidad de investigación en las últimas décadas. La tarea, en su versión original, se presenta en la tabla 2.3.

Antes de seguir leyendo sería conveniente que el lector tratara de resolver el problema. Quizás concluya que el diseño «círculo-negro» y el diseño «diamante-blanco» sean un THOG. Esta respuesta no es correcta, pero es la más usual. La respuesta correcta es que el diseño «círculo-blanco» es definitivamente un THOG y que el diseño «diamante-blanco» y el círculo-negro no son definitivamente un THOG. Veamos por qué esto es así. Tenemos que el experimentador o bien escribió «diamante-blanco» o «círculo-negro». Si asumimos que el experimentador ha escrito «diamante-blanco», el diseño «diamante-blanco» no podría ser un THOG, ya que un THOG debe compartir un solo atributo con lo que el experimentador haya escrito (en este caso comparten los dos atributos). El diseño «círculo-negro» no podría ser un THOG, pues no comparte ninguno de los atributos con lo que puede haber escrito el experimentador. El diseño «círculo-blanco» sería un THOG, ya que comparte una de las características (el color blanco) con lo que puede haber escrito el experimentador. De otro lado, si asumimos que el experimentador ha escrito «círculo-negro», el diseño «círculo-negro» no podría ser un THOG, ya que un THOG debe compartir un solo atributo con lo que el experimentador haya escrito. En este caso comparten ambas propiedades. El diseño «diamante-blanco» no podría ser un THOG, pues no comparte ninguno de los atributos que puede haber escrito el experimentador. El diseño «círculo-blanco» sería un THOG, ya que comparte una de las características (ser un círculo) con la que puede haber escrito el experimentador. Por lo tanto, cualquiera de estas posibilidades nos llevaría a concluir que «el círculo-blanco es definitivamente un THOG» y que «el círculo-negro y el diamante-blanco definitivamente no serían un THOG».

TABLA 2.3
Versión original del problema

Enfrente de ti tienes cuatro diseños: diamante blanco, diamante negro, círculo blanco y círculo negro:



Debes asumir que he escrito debajo uno de los colores (negro y blanco) y una de las formas (diamante o círculo). Ahora lee con atención la siguiente regla:

«Si y sólo si cualquiera de los diseños incluye el color o la forma que yo he escrito, pero no ambos, entonces se denomina un THOG».

Te diré que el diamante negro es un THOG.

Ahora puedes clasificar cada uno de los diseños en una de las siguientes categorías:

- a) Definitivamente es un THOG.
- b) No hay suficiente información para decidir.
- c) Definitivamente no es un THOG.

Cuando se realizó este experimento por primera vez (Wason y Brooks, 1979), alrededor de un tercio de las personas que participaron lo resolvieron correctamente. En posteriores investigaciones se ha encontrado un porcentaje de aciertos similar (Griggs y Newstead, 1983; Newstead y Griggs, 1992).

El problema con el que se enfrentaron y se enfrentan aún los investigadores, es el de explicar la dificultad del problema y los errores que cometen las personas. Ya desde sus inicios, Wason y Brooks (1979) se plantearon estas cuestiones, y aún hoy día sigue generando una gran polémica teórica. En cuanto a la dificultad, no parece que la tarea sea muy compleja si la analizamos en función de los requisitos que comportan cada una de sus partes. Griggs y Newstead (1992) destacan que las operaciones cognitivas necesarias para resolver el problema THOG son las siguientes:

1. Comprensión de una regla disyuntiva excluyente.
2. Generación de hipótesis (lo que puede haber escrito el experimentador) basada en el ejemplar positivo (THOG). En nuestro ejemplo existen dos posibles hipótesis (diamante blanco y círculo negro).

3. Comparación de cada diseño (diamante blanco, diamante negro, círculo negro y círculo blanco) en cada una de las hipótesis (diamante blanco, círculo negro).

Diversas investigaciones han mostrado que la dificultad del problema THOG no se puede atribuir a que las personas tengan dificultad para comprender la regla disyuntiva excluyente (Wason y Brooks, 1979), ni a que carezcan de la habilidad para generar hipótesis a partir de las combinaciones que el experimentador pudiera haber escrito (Giroto y Legrenzi, 1989; Smyth y Clark, 1986) ni para comprobar la hipótesis (Wason y Brooks, 1979). Si las personas son capaces de llevar a cabo todas estas actividades, ¿por qué fracasan a la hora de realizar la tarea?

Una de las primeras hipótesis que los investigadores barajaron fue la de comprobar si la dificultad se debía al empleo de materiales abstractos. Con tal fin, durante la década de los ochenta, en las investigaciones se utilizó material realista, siendo los resultados inconsistentes (Griggs y Newstead, 1982; Newstead, Griggs y Warner, 1982; Smyth y Clark, 1986; O'Brien, Noveck, Davidson, Lea, Freitag, 1990). La primera investigación que mostró que el

material realista facilitaba el rendimiento fue realizada por Griggs y Newstead (1982). Estos autores encontraron que aproximadamente el 70 por 100 de las personas resolvían correctamente el problema THOG. En la tabla 2.4 se muestra el problema (materiales realistas) que los autores presentaron en su experimento. Sin embargo, Griggs y Newstead (1982) también encontraron que con el material abstracto se producía una mejora en la ejecución. Esto les llevó a plantearse la posibilidad de que la dificultad del problema THOG podría estar relacionada con la complejidad de la tarea y no con el tipo de material. Más concretamente, para Griggs y Newstead (1982) esta dificultad radica en que las personas tienen problemas o dificultad para representarse las posibles hipótesis que el experimentador ha anotado (círculo-negro y diamante-blanco).

De forma alternativa, Girotto y Legrenzi (1989) formulan la *hipótesis de la confusión* para explicar los resultados que se han obtenido en la tarea

THOG. Para ellos, la dificultad se debe a que las personas confunden las propiedades de los datos (ser THOG) con las propiedades de la hipótesis (lo que puede haber escrito el experimentador). Y añaden que lo que había contribuido a mejorar el rendimiento de los participantes en el experimento de Newstead y Griggs (1982) era que la manipulación experimental les permitía discriminar las propiedades de los datos de las propiedades de la hipótesis. En una investigación donde se separaban ambas propiedades, Girotto y Legrenzi (1989) encontraron que las personas mejoraron significativamente su rendimiento. Similares resultados obtienen O'Brien y col. (1990, experimento 4).

Newstead y Griggs (1992) no aceptan del todo la hipótesis de la confusión de Girotto y Legrenzi y formulan una versión modificada de esta teoría. Según esta nueva formulación se asume que la dificultad se debe tanto a la confusión entre niveles como a la necesidad de hacer explícitas las hipóte-

TABLA 2.4

Problema THOG con material realista usado por Griggs y Newstead (1982)

El Dr. Robinson estaba instruyendo a algunas enfermeras novatas sobre cómo administrar medicinas. Estaba hablando sobre enfermedades renales y dijo a las enfermeras que los pacientes renales requerían que se les administrase cuidadosamente calcio y potasio. La mejor forma de administrarlo era mediante dos inyecciones diarias, pero los pacientes quedaban muy doloridos con el número de inyecciones. Así, era costumbre del hospital administrar un fármaco de forma intravenosa y otro oralmente. El doctor resaltó: «deben dar a los pacientes el potasio o bien en inyección o bien oralmente todos los días, pero por supuesto no deben darles la inyección de potasio y la píldora de potasio a la vez. De igual modo deben darles a los pacientes calcio, pero no conjuntamente la inyección y la píldora de calcio».

A las enfermeras se les dijo que decidiesen alguna combinación de «Deroxín» y «Altanín» (que son drogas intravenosas, una contiene calcio y la otra potasio) con los fármacos «Prisone» y «Triblomate» (que son fármacos administrados oralmente, uno contiene calcio y la otra potasio). En la clase siguiente, el Dr. Robinson se sorprendió al encontrar que la clase había elaborado como respuesta todas las posibles combinaciones de medicinas:

Respuesta 1	Deroxín	Prisone
Respuesta 2	Deroxín	Triblomate
Respuesta 3	Altanín	Prisone
Respuesta 4	Altanín	Triblomate

El Dr. Robinson llegó a decir a la clase que la combinación de la primera respuesta estaba de acuerdo con sus instrucciones, cuando fue llamado para hacer una operación de emergencia. Las enfermeras tenían que solucionar por sí mismas si eran correctas o no las otras respuestas. Tu tarea será la misma que la de las enfermeras. Se trata de clasificar las tres combinaciones restantes para ver si:

1. Si estaban conformes con las instrucciones del Dr. Robinson.
2. No estaban conformes con las instrucciones del Dr. Robinson.
3. Había insuficiente información para decidir.

sis que el experimentador ha anotado. Sin embargo, poco después Girotto y Legrenzi (1993) llevaron a cabo una nueva investigación en la que ratificaron su teoría de la confusión y cuestionaron la versión modificada de la teoría propuesta por Newstead y Griggs.

En un intento de explicar el patrón de respuesta en la tarea THOG, Newstead, Girotto y Legrenzi (1995) reformulan la teoría de la confusión en términos de razonamiento no consecuencial (Shafir y Tversky, 1992). El consecuencialismo es un principio que subyace a cualquier teoría de toma de decisiones que establece que nuestras decisiones deben estar determinadas por sus consecuencias y por su probabilidad percibida, de forma que si he decidido irme mañana de vacaciones a Marbella tanto si apruebo el examen de conducir como si no, y se da el caso de que mañana no sé la nota del examen, seré consecuente con mi decisión inicial si me voy de vacaciones. Curiosamente, y quizás violando el sentido común, algunos autores (Shafir y Tversky, 1992) han encontrado que las personas tienden a posponer su decisión cuando no saben si han aprobado o no el examen. Es decir, ante eventos inciertos las personas tienen dificultades para considerar las consecuencias que se derivan de éstos. Para Newstead y col. (1995) el problema THOG podría ser categorizado como un problema de razonamiento no consecuencial. Según los autores las personas cometen errores en el problema THOG porque tienen que razonar a partir de un evento incierto (lo que ha escrito el experimentador). Ante esta situación incierta las personas tienen dificultades para separar el nivel de los datos (las características del THOG) del nivel de la hipótesis (lo que ha escrito el experimentador). Cuando se da esta situación las personas deciden no evaluar las hipótesis y dan como conclusiones posibles aquellos diseños que comparten alguna característica con el ejemplar positivo (THOG). Cuando las personas perciben la situación como cierta, es decir, si no confunden las propiedades de la hipótesis con las de los datos, entonces pueden resolver el problema correctamente. En este último caso, la respuesta correcta es el fruto de un análisis combinatorio para cada una de las hipótesis y de las propiedades del THOG. Como podemos

apreciar, esta nueva reformulación añade a la anterior, hipótesis de la confusión, sólo una explicación de por qué ocurre la confusión.

A diferencia de Girotto y Legrenzi (1993), Griggs, Platt, Newstead y Jackson (1998) encontraron que la separación de las características de las propiedades de la hipótesis y de los datos no mejoraba la ejecución de las personas. Lo que sí encontraron era que el factor facilitador estaba relacionado con el tipo de cuestión que el experimentador hacía a las personas (indicar si además del diamante-negro había otros THOGs o clasificar cada uno de los otros diseños). Según Griggs y col. (1998), el tipo de pregunta orientaba o focalizaba a las personas hacia la conclusión correcta sin necesidad de realizar ningún tipo de análisis combinatorio entre las hipótesis y las propiedades de los datos. Por tanto, para estos autores las respuestas correctas surgen más de factores superficiales (los autores hablan de factores atencionales) que de un proceso de razonamiento lógico.

En un trabajo reciente, Marek, Griggs y Kocning (2000) comprobaron que si se reducía la complejidad de la tarea las personas podían dar con la respuesta correcta mediante un análisis combinatorio adecuado entre las hipótesis y las propiedades de los datos. Es decir, se podía resolver la tarea mediante un verdadero proceso de razonamiento. Sin embargo, y al igual que Griggs y col. (1998), encontraron que cuando no se reducía la complejidad de la tarea el tipo de respuesta correcta respondía más a procesos superficiales que a un verdadero proceso de razonamiento. Para Marek y col. (2000) reducir la complejidad del problema permitía a las personas no caer en razonamientos no-consecuenciales. Como argumentan Evans, Newstead y Byrne (1993), las investigaciones realizadas con el problema THOG nos han permitido entender más sobre los aspectos generales de la cognición en razonamiento que sobre los procesos de razonamiento disyuntivo.

Como resumen de los resultados experimentales comentados en los dos apartados anteriores nos centraremos en dos fenómenos de interés. El primero se refiere al hecho de que las personas tienen más dificultad con las disyunciones incluyentes dobles que con las disyunciones excluyentes dobles (Johnson-Laird, Byrne y Schaeken, 1992), y el segundo de es-

tos fenómenos es que las personas tienen bastantes dificultades para resolver el problema THOG. En el apartado que sigue cotejaremos los distintos modelos de razonamiento en función de estos resultados.

4. TEORÍAS DE RAZONAMIENTO

Antes de someter a prueba los distintos modelos de razonamiento, comentaremos las principales características de estos modelos en tareas de razonamiento disyuntivo. En este apartado nos ocuparemos de los modelos de reglas formales de inferencia y de la teoría de los Modelos Mentales. Dentro de los modelos de reglas formales de inferencia trataremos el modelo de la Lógica Mental (Braine y O'Brien, 1998) y el modelo PSYCOP (Rips, 1994).

4.1. Modelos de Reglas Formales de Inferencia

4.1.1. Lógica Mental

Resolución de un problema disyuntivo mediante Lógica Mental. Como ya hemos comentado en el capítulo 1, el modelo de la Lógica Mental (Braine y O'Brien, 1998) asume que los procesos cognitivos que llevan a cabo las personas cuando razonan con proposiciones lógicas, como las disyunciones, son parecidos al procedimiento que se sigue en los sistemas de deducción natural. El ejemplo siguiente muestra cómo Lógica Mental opera con un problema disyuntivo.

1. Si llueve o hace frío entonces Juan no sale.
2. Es falso que no llueve, luego

¿Juan no sale?

El primer paso a seguir es el de descubrir la forma lógica de las premisas. En este caso, el problema tiene la siguiente forma lógica:

1. Si p o q entonces $\sim r$
2. $\sim \sim p$ (no no p)

$\therefore \sim r$ (no r)

A continuación se aplica un esquema (esquema número 1 de la tabla 1.9) que cancela las dobles negaciones sobre la segunda premisa y obtenemos:

3. p

Ahora podemos aplicar un esquema entre la premisa 1 y la premisa 3 (esquema número 2 de la tabla 1.9), y obtenemos como conclusión:

4. $\therefore \sim r$

Por último se activan los esquemas que detectan contradicciones o incompatibilidades en la derivación (esquemas 10 y 11 de la tabla 1.9). En nuestro ejemplo, al no encontrar ninguna contradicción, se asume que la conclusión es verdadera. Seguidamente se traslada esta expresión al lenguaje natural y se concluye:

5. La conclusión «Juan no sale» es verdadera.

Resultados experimentales y Lógica Mental: disyunciones incluyentes y excluyentes. Una vez consideradas las principales características procedimentales de la Lógica Mental pasaremos a considerar si este modelo se adecua a los principales resultados obtenidos en disyunciones. Como ya hemos comentado, un resultado de interés que permite contrastar los distintos modelos de razonamiento deductivo son las diferencias encontradas entre disyunciones incluyentes y excluyentes dobles (Johnson-Laird y col., 1992). A este respecto, Braine (1990) ha postulado que la disyunción excluyente debe ser más difícil que la incluyente, porque la primera conlleva un paso más que la última. Para Braine (1990) una disyunción excluyente «hay una p o hay una q » tiene la siguiente representación lógica « $(p \vee q)$ y no $(p \wedge q)$ », mientras que una disyunción incluyente tiene la siguiente forma lógica « $p \vee q$ ». Sin embargo, los resultados experimentales obtenidos en la investigación de Johnson-Laird y col. (1992) son contrarios a esta predicción. Aunque se diese el caso de que los partidarios del modelo de Lógica Mental propongán la existencia de esquemas específicos para ambos tipos de disyunciones, aún quedaría por saber por qué una inferencia es más compleja que otra.

Resultados experimentales y Lógica Mental: el caso del problema THOG. En cuanto a los resultados obtenidos en el problema THOG, la Lógica Mental no ofrece una explicación del patrón de datos obtenidos en esta tarea. El único pronunciamiento que han realizado los autores hasta la fecha es que esta tarea requiere de habilidades que van más allá de las características recogidas en su modelo.

4.1.2. PSYCOP

Resolución de un problema disyuntivo mediante PSYCOP. PSYCOP, al igual que el modelo de Lógica Mental (Braine y O'Brien, 1998), asume que el proceso de razonamiento deductivo consiste en la aplicación de reglas formales de inferencia sobre la estructura lógica de las premisas. Sin embargo existen varios factores que les diferencia. De un lado PSYCOP utiliza reglas que operan hacia delante y reglas hacia atrás (tablas 1.6a y 1.6b); de otro, difiere en el uso de algunos esquemas de inferencia.

En cuanto a los esquemas de inferencia, PSYCOP dispone, en general, de reglas para la introducción y eliminación de cada una de las conectivas de la lógica proposicional. Respecto a las reglas hacia delante, en PSYCOP está ausente la regla de introducción de la disyunción. La omisión de estas reglas se debe a que la introducción permitiría la generación de conclusiones, que aunque válidas, pueden ser extrañas. Por ejemplo, a partir de la siguiente premisa:

- Si hay un lápiz entonces hay una goma,
- Hay un lápiz,

uno podría concluir que «hay una goma o hay un libro». Es decir, mediante la regla de eliminación del condicional concluiríamos «hay una goma», y mediante la regla de introducción de la disyunción concluiríamos «hay una goma o hay un libro». Esta conclusión, aunque válida, no es aceptada por la mayoría de las personas (Rips y Conrad, 1983).

¹ En general, cualquier regla que produce sub-dominios se ve enfrentada con este problema.

En relación con las reglas hacia atrás, en PSYCOP la regla de la eliminación de la disyunción está restringida en su uso para evitar que genere infinitas suposiciones o sub-dominios¹. Ante este caso, la restricción que se le impone a la regla de eliminación de la disyunción es que el nuevo dominio debe tener una suposición y una sub-meta distinta de la del dominio del que depende o de su superdominio.

A continuación mostraremos cómo PSYCOP opera para resolver un problema disyuntivo. El problema que presentaremos es bastante sencillo, ya que sólo se requiere de una regla hacia delante.

1. Llueve o hace frío.
2. No llueve.

— ¿Qué conclusión se sigue?

En este problema, primero hay que descubrir la estructura lógica de las premisas. En este caso, la estructura lógica sería del siguiente tipo:

- $p \vee q$.
- $\neg p$.

Esta estructura lógica se corresponde con la estructura de la regla lógica del silogismo disyuntivo (ver tabla 1.6a). El sistema, por tanto, aplicaría dicha regla y concluiría que:

- q .

Este enunciado equivale en el lenguaje natural a la conclusión «hace frío».

Resultados experimentales y PSYCOP: disyunciones incluyentes y excluyentes y el caso del problema THOG. Al igual que Lógica Mental, PSYCOP no ofrece una explicación de por qué las inferencias elaboradas a partir de disyunciones excluyentes son más fáciles que las disyunciones incluyentes. En relación con el problema THOG, hasta la fecha Rips no ha mostrado ningún interés por este problema.

4.1.3. Teoría de los Modelos Mentales

Resolución de un problema disyuntivo mediante Modelos Mentales. Como ya hemos comentado en el capítulo 1, para la teoría de los Modelos Mentales el razonamiento depende principalmente de tres procesos. En un primer momento, las personas construyen un grupo de modelos iniciales a partir de las premisas. Una característica importante de esta primera fase es que las personas se representan de forma explícita la menor cantidad posible de información. El factor determinante que lleva a esta representación de información es la limitación en la capacidad de la memoria de trabajo. La información implícita, aunque no está disponible inicialmente para ser procesada, puede estar disponible cuando se hace explícita. En la tabla 1.11 se presentan los diferentes modelos mentales, iniciales y explícitos, para el cálculo de enunciado (Johnson-Laird y Byrne, 1991). Por ejemplo, la premisa «en la mesa hay un círculo o no hay un triángulo» da lugar a dos modelos mentales iniciales que representan dos posibilidades:

Círculo

→ triángulo

El símbolo «→» hace referencia a la negación. La primera línea denota el modelo de la posibilidad en la cual hay un círculo pero no hace explícito para esta posibilidad lo que es falso, es decir, que no hay un triángulo (principio de verdad). De forma similar, la segunda línea representa el modelo de la posibilidad en la que es verdad que no existe un triángulo pero no hace explícito lo que es falso, es decir, que no hay un círculo. Hemos de no confundir lo que se niega con lo que es falso, ya que los modelos mentales representan las negaciones cuando son verdaderas, pero no representan las cláusulas falsas sean afirmativas o negativas. Como podemos observar, la información representada es aquella que es verdadera para cada una de las posibilidades verdaderas (actuación del principio de verdad en el primer nivel; véase capítulo anterior). La información que es falsa, y que no es representada inicialmente, puede ser capturada mediante *footnote* o marcadores. Estas *footnote*, cuando

son usadas, pueden hacer explícita toda la información de cada una de las posibilidades verdaderas (actuación del principio de verdad en el segundo nivel; véase capítulo anterior). En el ejemplo anterior, los modelos mentales explícitos que son verdaderos en cada posibilidad son:

Círculo

→ círculo

triángulo

→ triángulo

O bien, la siguiente:

Círculo

círculo

→ círculo

triángulo

→ triángulo

→ triángulo

En el primer caso las personas habrían hecho una interpretación excluyente de la disyunción, mientras que en el segundo una interpretación incluyente.

La generación o evaluación de la conclusión corresponde al segundo momento del proceso deductivo. Como ya hemos comentado en el capítulo anterior, la conclusión deberá expresar información que no ha sido evaluada directamente por las premisas. Si no hay conclusiones que expresen algo que no ha sido explicitado en las premisas, se concluye que «no hay conclusión válida».

Por último, las personas tratan de evaluar la validez de la conclusión. Si no hay modelos de las premisas que hagan falsa la conclusión elaborada en el estadio segundo, entonces se concluye que es válida. Si hay tal modelo, entonces hay que volver al segundo estadio y determinar si hay alguna conclusión que se mantenga en todos los posibles modelos que se puedan construir a partir de las premisas. En caso de existir incertidumbre acerca de la existencia del modelo, las personas pueden seleccionar una conclusión de forma probable.

Veamos con más detalle cómo la teoría de Modelos Mentales opera cuando trata con disyunciones. Como ya hemos comentado, el primer paso es la construcción de un grupo de modelos que representen las premisas. Así, ante el siguiente problema:

- En la mesa hay un círculo o no hay un triángulo, pero no ambos,
- En la mesa hay un círculo,

las personas construirían dos modelos para la primera premisa (o premisa disyuntiva).

[Círculo] [¬ triángulo]

Estos modelos representan explícitamente que todas las situaciones que contienen círculos y que contienen no-triángulos han sido exhaustivamente representadas. Es decir, un no-triángulo no puede ser añadido al primer modelo.

A continuación, las personas elaboran un modelo de la segunda premisa:

Círculo

El modelo de la segunda premisa puede ser integrado en los modelos iniciales de la premisa disyuntiva, lo que nos llevaría a concluir que «no hay un triángulo». Sin embargo, ante el siguiente problema:

- En la mesa hay un círculo o no hay un triángulo, o ambos,
- En la mesa hay un triángulo,

el proceso de integración de las premisas es más difícil, ya que no podemos integrar la representación del modelo mental de la segunda premisa (hay un triángulo):

Triángulo

con la representación de los modelos de la primera premisa.

[Círculo] [¬ triángulo]
[Círculo] [¬ triángulo]

Ante esta situación, los modelos que representan que no hay triángulo deben ser eliminados, ya que es inconsistente con la premisa categórica, y la información de que hay un círculo debe ser incorporada dentro del modelo que permanece. Esto daría lugar a la siguiente representación:

Círculo triángulo

A continuación se concluye que «hay un círculo». El último paso es comprobar si hay algún modelo alternativo de las premisas que haga falsa esta conclusión. Para ello debemos hacer explícitos los modelos implícitos. La representación total de los modelos sería la siguiente:

<i>Círculo</i>	<i>¬ triángulo</i>
<i>círculo</i>	<i>triángulo</i>
<i>¬ círculo</i>	<i>¬ triángulo</i>

En este ejemplo se da el caso que cuando hay un triángulo hay un círculo (segundo modelo). Ante esta situación la respuesta correcta es concluir que «hay un círculo».

Resultados experimentales y Modelos Mentales: disyunciones incluyentes y excluyentes. Como ya se ha comentado, uno de los principales resultados en disyunción es que las personas no interpretan de forma estable la disyunción. En algunos casos, la interpretación de la disyunción es incluyente («p o q, o ambas») y en otros casos es excluyente («p o q, pero no ambas»). Para la teoría de los Modelos Mentales, los modelos iniciales son consistentes con esta doble interpretación. Sin embargo, cuando explícitamente se afirma que la premisa es incluyente («p o q, o ambas») o es excluyente («p o q, pero no ambas»), los modelos mentales iniciales son distintos. Es el desarrollo de los modelos implícitos lo que llevaría a interpretar la disyunción como incluyente o excluyente. Un aspecto de interés de la teoría de los Modelos Mentales es que, a diferencia de los modelos de reglas formales de inferencia, propone la posibilidad de tratar con disyunciones excluyentes e incluyentes sin necesidad de representarlas explícitamente.

Otro resultado de interés ya comentado es que la inferencia incluyente es más difícil que la excluyente (Johnson-Laird, Byrne y Schaeken, 1992). Para la teoría de los Modelos Mentales esta dificultad se debe a que la disyunción incluyente requiere hacer explícitos más modelos que la disyunción excluyente (tabla 1.11).

Resultados experimentales y Modelos Mentales: el caso del problema THOG. El último resultado experimental que nos queda por comentar es el patrón

de respuesta y el nivel de dificultad asociado al problema THOG. Recientemente, la teoría de los Modelos Mentales ha ofrecido una explicación de por qué las personas tienen dificultad con este problema (Johnson-Laird, 2000). Según la teoría de los Modelos Mentales, el patrón de respuesta erróneo en el problema THOG se debe a que las personas razonan a partir de los modelos iniciales que representan las características del THOG (diamante-negro) en modelos mentales separados. Veamos con detalle este proceso. Si como ya hemos comentado las personas llevan a cabo una representación inicial de las características del THOG en modelos separados, el tipo de representación resultante sería el que sigue:

Negro
diamante

A partir de esta representación inicial, las personas estarían tentadas a inferir que un «diamante-blanco» podría ser un THOG, ya que comparte una de las características de la representación inicial (diamante), pero también es cierto que podrían pensar que la característica «negro» es la crítica (la que ha escrito el experimentador), lo cual les llevaría a concluir que podría o no podría ser un THOG. De forma parecida, las personas estarían tentadas a inferir que un «círculo-negro» podría ser un THOG, ya que comparte una de las características de la representación inicial (negro), pero podrían dudar de ello al darse cuenta de que la característica «diamante» es la crítica, y concluirían que podría o no podría ser un THOG. Asimismo, las personas inferirían que el círculo-blanco no es un THOG porque no comparte ninguna de las características de la representación inicial. Este hipotético patrón de respuesta se ha encontrado en varias investigaciones (Griggs y Newstead, 1983; Newstead y Griggs, 1992).

Como ya hemos comentado anteriormente, un tercio de las personas son capaces de dar con la respuesta correcta en el problema THOG. La pregunta que requiere de una respuesta es ¿qué tipo de operaciones cognitivas deben llevar a cabo las personas para dar con la respuesta correcta según la teoría de Modelos Mentales?

Según esta teoría, la forma de dar con la respuesta correcta consiste en desplegar los modelos iniciales y hacer explícito lo que es falso en los dos casos, lo cual daría lugar a los siguientes modelos:

Negro *no diamante*
No negro *diamante*

A partir de aquí, y basándonos en el hecho de que hay sólo dos posibles formas y dos posibles colores, reemplazaríamos los casos falsos por sus correspondientes características positivas:

Negro *círculo*
Blanco *diamante*

Un diseño será un THOG si tiene una de las características en cada uno de estos modelos, no será THOG si tiene ambas características en cualquiera de ambos modelos y será indeterminado si tiene una característica en sólo uno de estos modelos. Un «círculo-blanco» es un THOG porque tiene una característica en cada uno de los modelos, mientras que el «círculo-negro» y el «diamante-blanco» no pueden ser THOG porque tienen las dos características en ambos modelos. Para la teoría de los Modelos Mentales el patrón de datos erróneos en el problema THOG se debe a que las personas emiten sus conclusiones a partir de la representación inicial. La mejora en la actuación debida al contenido se debe a que éste permite hacer explícita la información implícita.

5. RESUMEN

A través de este capítulo se han recogido los resultados experimentales más relevantes relacionados con el razonamiento disyuntivo. Aunque no se dispone de una gran cantidad de resultados, como es el caso del razonamiento condicional y de los silogismos, los presentados aquí nos han permitido contrastar las distintas teorías generales de razonamiento deductivo. Uno de los resultados experimentales a destacar es que las personas elaboran más inferencias con una disyunción excluyente (p o q, pero no

ambas/ r o s, pero no ambas) que con una disyunción incluyente (p o q, o ambas/ r o s, o ambas). Este resultado, al menos por ahora, se ajusta mejor a las predicciones de la teoría de Modelos Mentales que a la de los modelos de Reglas Formales de Inferencia (PSYCOP y Lógica Mental). Otro asunto que ha sido tratado en este capítulo es el relativo a la tarea THOG. En este problema, para dar con la solución correcta, se debe razonar a partir de varias hipótesis y de una regla disyuntiva excluyente. La principal

aportación teórica de este problema está más relacionada con la cognición en general que con el razonamiento disyuntivo. Es decir, este problema nos ha permitido conocer las dificultades que tiene el sistema cognitivo humano para razonar con tareas en las que hay que manejar varias hipótesis a la vez. De entre las principales teorías generales de razonamiento deductivo sólo la teoría de los Modelos Mentales ofrece una explicación del patrón de resultados obtenidos en el problema THOG.



Razonamiento condicional

3

El condicional ha llamado la atención de los psicólogos, lógicos, filólogos, etc., durante décadas. Sin embargo, aún seguimos sin conocer con certeza cómo las personas lo interpretan, cómo extraen las inferencias y por qué cometen errores (Evans y col., 1993). El problema principal con el condicional radica en que la interpretación que los sistemas formales de la lógica asignan al condicional no se suele ajustar a la forma como las personas lo interpretan. Así, mientras que desde el punto de vista de los sistemas formales de la lógica un condicional es verdadero siempre que su antecedente sea falso, las personas ante esta situación suelen concluir que nada se concluye. Las principales teorías de razonamiento sobre condicionales deben tratar estos y otros problemas (Johnson-Laird y Byrne, 1991). La forma de afrontar el carácter polisémico del condicional es objeto de un debate actual, aún no resuelto y en el que no entraremos aquí.

Este capítulo se ha articulado en cuatro apartados. En el primero se presentarán las características formales del condicional y los principales paradigmas de investigación. Seguirá un apartado en que se comentarán los principales resultados experimentales. Dentro de este apartado se han seleccionando determinadas investigaciones con el objeto de contrastar las predicciones de los distintos modelos que comentaremos en el apartado siguiente. En el tercer apartado se presentarán los principales modelos actuales de razonamiento condicional. Dos objetivos se persiguen en este apartado; uno, mostrar cómo operan los modelos cuando se resuelven problemas

condicionales, y el otro es contrastar las predicciones de los modelos y los resultados experimentales obtenidos en diferentes investigaciones. El último apartado del capítulo está dedicado a la tarea de selección o tarea de las cuatro tarjetas, debido al gran impacto que ha tenido en los investigadores del razonamiento durante las últimas tres décadas.

1. CARACTERÍSTICAS FORMALES DEL CONDICIONAL

Desde un punto de vista lógico, un condicional es una sentencia declarativa en la que se unen dos proposiciones mediante la conectiva «si ... entonces». Un ejemplo de una sentencia condicional es:

— si p, entonces q,

donde «p» hace la función de antecedente y «q» de consecuente. Existen cuatro tipos de inferencias que pueden ser obtenidas a partir de este condicional: afirmación del antecedente o *modus ponens* (MP), afirmación del consecuente (AC), negación del antecedente (NA) y negación del consecuente o *modus tollens* (MT).

Interpretación del condicional. El condicional puede ser interpretado como equivalencia o implicación material, y la validez de estas inferencias dependerá del tipo de interpretación que las personas hagan del condicional. De acuerdo con una interpretación de «implicación material» del condicio-

nal, es decir, cuando las personas interpretan que el antecedente es condición suficiente pero no necesaria para el consecuente, MP y MT son inferencias válidas, mientras que NA y AC son inferencias no válidas. Se dice que el antecedente es condición suficiente del consecuente cuando el consecuente debe ocurrir siempre que ocurra el antecedente. Se dice que el antecedente es condición necesaria del consecuente sólo cuando si ocurre el antecedente ocurre el consecuente. Si las personas interpretan el condicional como «equivalencia material», es decir, si interpretan que el antecedente es condición necesaria y suficiente para el consecuente, las cuatro inferencias son válidas. En la tabla 3.1 se presentan las cuatro inferencias que se pueden extraer a partir de un condicional.

Un método alternativo al de reglas de inferencia es el método de las tablas de verdad (tabla 3.2). Este método nos permite saber si un argumento condicional es válido en función de los valores de verdad de las proposiciones. Si el condicional es entendido en términos de implicación material sólo es falso cuando el antecedente es verdadero y el consecuente falso; en el resto de las situaciones es verdadero. Si el condicional es interpretado como equivalencia material o como bicondicional, será verdadero cuando tanto el antecedente y el consecuente son verdaderos como cuando ambos son falsos, y en el resto de las situaciones será falso.

Durante los años sesenta y setenta algunos psicólogos comenzaron a investigar si las inferencias que las personas aceptaban como válidas o si las tablas de verdad que manejaban cuando tenían que razonar a partir de un argumento condicional se ajustaban a las prescripciones de los sistemas lógicos. Los primeros resultados obtenidos mostraron que el comportamiento de los sujetos cuando razonaban con sentencias condicionales difería en parte de las prescripciones de los sistemas normativos lógicos. Uno de los resultados más importantes fue el descubrir que las personas consideraban que cuando el antecedente de la implicación era falso nada se podía concluir. Esto llevó a autores como Wason (1966) a proponer una tabla de verdad de tres valores: verdadero, falso e irrelevante. Esta tabla es conocida como «tabla defectiva».

TABLA 3.1

Inferencias condicionales

<i>Modus ponens</i>	<i>Modus tollens</i>
Si p entonces q p Luego: q	Si p entonces q no q Luego: no p
<i>Negación del antecedente</i>	<i>Afirmación del consecuente</i>
Si p entonces q no P Luego: no q	Si p entonces q q Luego: p

En la tabla 3.2 se presentan los valores verdad para la implicación defectiva.

Principales tareas usadas con condicionales. A la hora de abordar el estudio de los condicionales se han usado diferentes tipos de tareas: tarea de inferencia condicional, tablas de verdad y la tarea de selección. La tarea de inferencia condicional se ha usado para saber con qué frecuencia las personas aceptan los cuatro posibles tipos de inferencias que se pueden extraer de un condicional (MP, MT, AC y NA). La forma de proceder con este tipo de metodología consiste en presentar un enunciado condicional o una premisa principal (por ejemplo, «si p entonces q») junto con una premisa categórica (p), y pedir a las personas que evalúen si una determinada conclusión es válida (tarea de evaluación), que elaboren la conclusión válida (tarea de construcción), o bien que seleccionen la conclusión válida de entre varias conclusiones (tarea de selección). En la tabla 3.3 se presentan los diferentes tipos de tareas que se suelen usar en problemas inferenciales condicionales.

TABLA 3.2

Tabla de verdad para el condicional

P	q	Implicación material	Equivalencia material	Implicación defectiva
v	v	v	v	v
v	f	f	f	f
f	v	v	f	i
f	f	v	v	i

v = verdadero; f = falso; i = irrelevante

TABLA 3.3

Tipos de tareas en problemas inferenciales condicionales

	Construcción	Evaluación	Selección
Premisa principal	Si p entonces q	Si p entonces q	Si p entonces q
Premisa categórica	p	p	p
Conclusión	¿Qué sigue?	q (verdadero) q (falso)	a) q b) no q c) puede que q o puede que no q

La tarea de tablas de verdad tiene como objetivo saber qué conocimiento tienen las personas sobre las propiedades lógicas de los condicionales. La tarea que las personas deben llevar a cabo con este procedimiento es la de evaluar o construir tablas de verdad. En la tarea de construcción, las personas deben generar o producir los casos o situaciones que hacen que una sentencia condicional sea verdadera. En la tarea de evaluación se presenta una premisa condicional junto con las distintas situaciones de la tabla de verdad del condicional, y las personas deben decidir si el caso o la situación hacen falsa la regla condicional, o bien si esa situación se sigue de la regla. En la tabla 3.4 se expone un ejemplo de cada uno de estos tipos de tarea.

Por último, otro tipo de tarea que se ha usado para investigar el condicional ha sido la tarea de selección o el problema de las cuatro tarjetas de Wason. Este tipo de tarea será descrita en un próximo apartado.

2. RESULTADOS EXPERIMENTALES MÁS RELEVANTES EN RAZONAMIENTO CONDICIONAL

A continuación comentaremos los resultados más interesantes obtenidos en tareas inferenciales y en tareas de tablas de verdad. En primer lugar se presentarán las investigaciones realizadas con tareas de inferencias y después las realizadas con tablas de verdad.

TABLA 3.4

Ejemplo de tareas en las que se debe evaluar o construir tablas de verdad

Tarea de evaluación

A partir de la siguiente regla «Si en la mesa hay un lápiz, entonces hay un bolígrafo», debes indicar cuál de las siguientes premisas hace verdadera o falsa la regla. Marca con una X la opción que consideres que es la correcta.

Hay un lápiz y hay un bolígrafo.	Verdadero ()	Falso ()
Hay un lápiz y no hay un bolígrafo.	Verdadero ()	Falso ()
No hay un lápiz y hay un bolígrafo.	Verdadero ()	Falso ()
No hay un lápiz y no hay un bolígrafo.	Verdadero ()	Falso ()

Tarea de construcción

A partir de la siguiente regla:

«Si en la mesa hay un lápiz, entonces hay un bolígrafo»

debes escribir las diferencias situaciones que hacen falsa o verdadera la regla.

2.1. Tareas inferenciales

El objetivo que las investigaciones en tareas de inferencias persiguen es conocer con qué frecuencia las personas elaboran inferencias condicionales y qué factores influyen a la hora de elaborar dichas inferencias.

Investigaciones con adultos. Los resultados obtenidos en muestras de adultos (Evans, 1977; Kern, Mirels y Hinshaw, 1983; Romain, Connell y Braine, 1983; Markovits, 1988; Marcus y Rips, 1979; Taplin, 1971; Wildman y Fletcher, 1977) con material concreto o abstracto (por ejemplo, «si la letra es una A entonces el número es un 7») muestran que los adultos aceptan más MP (cercano al 100 por 100) que MT (cercano al 60 por 100). El porcentaje de aceptación de AC y NA es bastante parecido (cercano al 40 por 100). Estos resultados excluyen la posibilidad de que las personas estén haciendo exclusivamente una interpretación del condicional como implicación material o equivalencia material. Si fuese el caso de que interpretan el condicional en términos de equivalencia material, el porcentaje de respuestas NA y AC debería ser cercano o igual al 100 por 100, y si lo interpretasen exclusivamente en términos de implicación debería ser cercano o igual al 0 por 100. Los datos experimentales mencionados parecen apuntar la idea de que algunas personas lo interpretan como equivalencia material y otras como implicación material.

Investigaciones evolutivas. Cuando la muestra utilizada son niños, el patrón de datos que se ha obtenido en diversas investigaciones (Evans, Newstead y Byrne, 1993, tabla 2.5) nos muestra que los niños más pequeños (aproximadamente 5 o 6 años) elaboran pocas inferencias MP, pero que éstas van creciendo a medida que la edad de los niños se acerca a la de los adultos. En cuanto a las inferencias AC y NA, los niños pequeños las evalúan como válidas, pero a medida que la edad se acerca a la de los adultos va decreciendo su porcentaje. El dato más curioso es que en algunos estudios (Markovits, 2000; Wildman y Fletcher, 1977) se ha encontrado que los niños más pequeños (6 años) generan más inferencias MT que niños de más edad o que adultos. Algunas investigaciones (O'Brien y col., 1998;

Paris, 1973) que han estudiado este fenómeno han llegado a la conclusión de que el alto porcentaje de inferencias MT se debe a que los niños pequeños están haciendo una interpretación de la regla condicional en términos conjuntivos. Paris (1973), por ejemplo, usando una tarea de tablas de verdad, encontró que los niños evalúan como verdadera sólo la situación en la que se afirma el antecedente y el consecuente de la regla; en el resto de los casos decían que la regla era falsa.

Investigaciones con el condicional «p sólo si q». Una línea de investigación con interés teórico es la que ha usado una premisa condicional de la forma «p sólo si q». A pesar de que este condicional tiene la misma tabla de verdad que el condicional «si p entonces q», los resultados obtenidos en diferentes investigaciones muestran que las personas aceptan o generan más inferencias MT y AC y menos inferencias MP con la regla condicional «p sólo si q» que con la regla condicional «si p, entonces q» (Evans, 1977a; Johnson-Laird y Byrne, 1991; Roberge, 1978; Santamaría y Espino, 2002), aunque siempre el porcentaje de MP ha sido mayor que el de MT en ambas condiciones. Evans, Clibbens y Rood (1995) presentan resultados en los que se obtienen sólo diferencias significativas para la regla de inferencia MT, pero no para las falacias. Por lo tanto, estos datos sugieren que factores como la presentación lingüística afectan al tipo de inferencia que las personas extraen. Como veremos posteriormente, los distintos modelos de razonamiento dan explicaciones alternativas a este resultado.

Investigaciones con bicondicionales. Una línea de investigación bastante fructífera en el ámbito teórico es aquella en la que se han usado bicondicionales. La importancia de estas investigaciones radica en que las principales teorías psicológicas basadas en reglas formales de inferencia (Lógica Mental y PSYCOP) postulan que no deben darse diferencias significativas entre la elaboración de MT en un bicondicional en un condicional. Y si es el caso de que hay diferencias, desde las teorías de reglas formales de inferencia siempre se predeciría que sería más difícil elaborar un MT desde una sentencia bicondicional que condicional, ya que una sentencia bicondicional está formada por dos proposiciones

condicionales [(si p entonces q) y (si q entonces)]. La teoría de Modelos Mentales, a diferencia de las teorías de reglas formales de inferencia, plantea que la elaboración del MT es más sencilla en un bicondicional que en un condicional. En una investigación realizada por Johnson-Laird, Byrne y Schaeken (1992), encontraron que en varios de los experimentos (segundo y tercero) las personas aceptan más inferencias MT cuando las sentencias eran bicondicionales («si y sólo si Antonio está en Madrid, entonces Teresa está en Barcelona») que cuando las sentencias eran condicionales («si Antonio está en Madrid, entonces Teresa está en Barcelona»).

2.2. Tablas de verdad

La tarea de tablas de verdad ha sido menos usada que la tarea de inferencia en la investigación experimental. Cuando se ha usado este paradigma, el patrón de datos es similar al obtenido con el de tareas de inferencia. Los resultados, en general, muestran que: a) las personas consideraban que el MT es una inferencia falsa, pero no el MP (Johnson-Laird y Targat, 1969); b) las personas consideraban que cuando el antecedente es falso no se podía saber el valor de verdad de la regla (Johnson-Laird y Targat, 1969). Estos resultados corroboran la hipótesis ya adelantada por Strawson (1950) y Wason (1966) según la cual la interpretación de la implicación material no se ajusta a las prescripciones de la lógica.

Evans (1972) ha replicado el experimento de Johnson-Laird y Targat (1969) con una tarea de construcción con el mismo resultado. Sin embargo, también encontró un sesgo de respuesta que denominó «sesgo de emparejamiento». Este sesgo fue encontrado también en una tarea de evaluación y generalizado a la regla condicional «p sólo si q» (Evans, 1975; Evans y Newstead, 1977). Este sesgo consiste en que los sujetos prefieren seleccionar los ítems mencionados en la regla condicional a la hora de falsear un argumento condicional. Por ejemplo, si se le pide a las personas que falseen la siguiente regla «si la letra es una A, entonces el número no es un 3», éstas suelen seleccionar de forma mayoritaria los ítems «A» y «3». Según Evans (1989, 1995;

Evans y Over, 1996), el sesgo de emparejamiento está determinado por la intervención de heurísticos preconscientes que seleccionan la información que parece ser relevante. Los heurísticos que determinan la relevancia son el «heurístico-emparejamiento» y el «si-heurístico». Según Evans y cols. (1993) la intervención de estos dos factores podría explicar el alto porcentaje de MP en tareas de inferencias y el incremento de inferencias AC y MT con la regla «p sólo si q». En este último caso la partícula «si» dirige la atención de las personas hacia el consecuente.

2.3. Influencia del contexto y del contenido

Aunque el volumen de investigación que ha estudiado la influencia del contenido y el contexto en el condicional es reducido, no por ello los resultados obtenidos dejan de ser interesantes. En una de las primeras investigaciones en las que se manipulaba el contenido de la tarea, Fillenbaum (1975, 1976) encontró que las personas interpretaban los condicionales en función del contenido. Aunque el método usado por Fillenbaum no era muy ortodoxo, sus investigaciones sirvieron como acicate para otros investigadores. En un intento de replicar estos datos, Newstead, Ellis, Evans y Dennis (1997) llevaron a cabo una serie de investigaciones en las que usaron la tarea de las tablas de verdad (experimentos 1 y 2) y la tarea de inferencia (experimento 4). En la tabla 3.5 se presentan los materiales usados en el experimento 1 por Newstead y col. (1997), así como las respuestas dadas en una tabla de verdad. Como podemos observar en dicha tabla, se encontró que la tabla de verdad que las personas asignaban a los condicionales y el tipo de inferencia que sacaban estaba en función del contenido. Por ejemplo, las personas asignaban una tabla de verdad correspondiente a la equivalencia material a los condicionales de promesa («si lavas el coche te lo prestaré esta noche») y a los de amenaza («si pierdes el próximo juego entonces te sacaré del equipo»), mientras que los condicionales sobre advertencias («si tiras de la cola del perro entonces te morderá») eran interpretados de acuerdo a la tabla defectiva. En cuanto a las inferencias, encontraron, en-

tre otras cosas, que las personas asignaban más MP, AC, NA y MT en un condicional de amenaza que en un condicional de advertencia.

Supresión de inferencias. Otra línea de investigación que ha cobrado gran interés recientemente fue la iniciada por Romain, Connell y Braine (1983). Estos autores, usando condicionales, encontraron que el contenido de las premisas afectaba al tipo de respuestas que las personas evaluaban como válidas. Más concretamente, encontraron que cuando se añadía una premisa secundaria condicional a la premisa principal condicional se supri-

mían las inferencias no válidas (NA y AC). Por ejemplo, cuando se presentaban premisas como las que siguen:

- Si Lisa encuentra a su amiga, entonces va al teatro,
- Si Lisa encuentra a su hermano, entonces va al teatro,
- Lisa no encuentra a su amiga,

se encontró que el porcentaje de inferencias NA era de un 25 por 100. Es decir, las personas acep-

TABLA 3.5

Materiales y resultados usados en el experimento 1 de Newstead y col. (1997)

Materiales

Promesa

Si lavas el coche te lo prestaré esta noche.

Amenaza

Si pierdes el próximo juego entonces te sacaré del equipo.

Indicación

Si espera en la cola será atendida inmediatamente.

Advertencia

Si tiras de la cola del perro entonces te morderá.

Temporal

Si el próximo tren que va en dirección sur va a Ealing entonces el siguiente irá a Wimbledon.

Causal

Si el camión es más pesado que el límite legal entonces la alarma sonará.

Universal

Si el estudiante está haciendo económicas entonces es socialista.

Resultados

Caso	Respuesta	Temporal	Causal	Promesa	Amenaza	Indicación	Advertencia	Universal	Total
VV	V	100	100	100	100	100	100	99	100
	F	0	0	0	0	0	0	1	0
	I	0	0	0	0	0	0	0	0
VF	V	0	0	0	0	0	0	0	0
	F	99	99	99	98	98	96	98	98
	I	1	1	1	3	3	4	3	2
FV	V	0	0	0	0	0	1	0	0
	F	79	48	56	50	26	30	36	46
	I	21	53	44	50	74	69	64	54
FF	V	43	60	68	70	51	58	38	55
	F	1	0	2	0	0	1	0	0
	I	56	40	30	30	49	41	63	44

V = soporta el estamento; F = contradice el estamento; I = no nos dice nada acerca del estamento.

taban como válida, con un porcentaje de un 25 por 100, la conclusión «Lisa no va al teatro». Sin embargo, cuando se presentaba sólo la premisa principal y la categórica:

- Si Lisa encuentra a su amiga, entonces va al teatro,
- Lisa no encuentra a su amiga,

el porcentaje de inferencia NA llegaba hasta el 73 por 100. En este caso, las personas aceptaron como válida, con un porcentaje de un 73 por 100, la conclusión «Lisa no va al teatro». El patrón de datos obtenido para la inferencia AC fue similar. Con el mismo procedimiento experimental que Romain y cols. (1983), Byrne (1989) demostró que no sólo las inferencias no válidas NA y AC podían ser suprimidas, sino también las inferencias válidas MP y MT. En uno de sus experimentos, Byrne presentó a los sujetos una premisa principal y una secundaria acompañada de una premisa categórica:

- Si Lisa encuentra a su amiga, entonces va al teatro.
- Si Lisa tiene suficiente dinero, entonces va al teatro.
- Lisa encuentra a su amiga.

Y encontró que el porcentaje de inferencia válida MP era sólo de un 38 por 100. Sin embargo, cuando presentó sólo la premisa principal y la categórica:

- Si Lisa encuentra a su amiga, entonces va al teatro,
- Lisa encuentra a su amiga,

dicha opción fue elegida en un 96 por 100. Asimismo, Byrne, en similares circunstancias, encontró que las personas evitan dar como válida la inferencia MT. Este mismo resultado se ha encontrado en investigaciones en las que no se hace explícita una premisa extra (Cummins, Lubart, Alksnis y Rist, 1991; Ellio, 1997; Markovits, 1984; Thompson, 1994, 1995; Staudenmayer, 1975).

3. MODELOS DE RAZONAMIENTO CONDICIONAL

En este apartado vamos a destacar las características procedimentales de cada uno de los modelos actuales de razonamiento deductivo. También trataremos de comprobar si las predicciones de estos modelos se ajustan a los resultados experimentales comentados. Debido a la enorme cantidad de datos ofrecidos, y con el objeto de ser concisos, a continuación se comentarán aquellos resultados que permitan cubrir los objetivos arriba mencionados. Entre los resultados a comentar están los siguientes:

- a) Las personas elaboran más inferencias válidas MP que MT. Asimismo, las personas en un argumento condicional suelen dar como válidas las inferencias AC y NA.
- b) Las personas elaboran más inferencias MT con el bicondicional que con el condicional.
- c) Las personas elaboran más inferencias MT con la sentencia condicional «p sólo si q» que con la sentencia condicional «si p entonces».
- d) Las inferencias condicionales se ven afectadas por el contenido y el contexto.

3.1. Modelos de reglas formales de inferencia

3.1.1. Lógica Mental

Resolución de un problema condicional mediante Lógica Mental. Antes de comentar los resultados experimentales presentados en el apartado anterior se presentará un ejemplo de cómo Lógica Mental (Braine y O'Brien, 1998) opera con condicionales. El problema elegido tiene la particularidad de que requiere tanto el uso de la rutina directa de razonamiento como de la estrategia indirecta de razonamiento. Se ha elegido este ejemplo porque ni en el capítulo anterior ni en los que siguen se presentarán ejemplos en que se tengan que resolver problemas mediante este último procedimiento. La pre-

sentación de estos ejemplos permitirá un mejor conocimiento del modelo, al menos desde el punto de vista procedimental. En la tabla 3.6 se presenta el ejemplo seleccionado.

Inicialmente, Lógica Mental no puede aplicar la «rutina directa de razonamiento», por lo cual es posible que las personas infieran que la conclusión es falsa (lo cual es falso). Este problema se puede resolver utilizando la estrategia de la enumeración de alternativas «a priori»¹ sobre la línea 1 y la línea 2. Este esquema permite generar la línea 4. Sobre las líneas 2, 3, y 4 aplicamos el esquema número 5 y obtenemos la línea 5. Luego se aplica sobre estas líneas el procedimiento de evaluación (usando los esquemas de incompatibilidad), y al no detectar ningún tipo de contradicción en la derivación, se evalúa como válida la conclusión propuesta.

Resultados experimentales y Lógica Mental: el caso del condicional «si p entonces q». Una vez expuesto el ejemplo, pasemos a analizar el ajuste de las predicciones de Lógica Mental con los resultados experimentales obtenidos en diferentes investigaciones. En cuanto al primero de los re-

sultados comentados en el apartado anterior, para Lógica Mental las personas elaboran más inferencias MP (si p entonces q; p, luego q) que MT (si p entonces q; no q, luego no p), porque el MP puede ser conseguido a partir de la rutina directa de razonamiento, mientras que para conseguir el MT se debe operar con las estrategias de razonamiento indirecto. Como ya se ha comentado en el capítulo 1, una de las predicciones fuertes de Lógica Mental es que los problemas que puedan ser resueltos mediante la rutina directa de razonamiento serán más fáciles que los que se resuelven mediante las estrategias indirectas. En la tabla 3.7 se muestra cómo Lógica Mental resuelve una inferencia MT. Un resultado que se comentará a continuación hace referencia a las falacias AC y NA. Según Lógica Mental, las personas llevan a cabo estas inferencias no-válidas porque nuestros usos del lenguaje nos llevan a introducir premisas (inferencias invitadas). De forma que ante el siguiente argumento:

— «Si en la carta hay una A entonces hay un 7»,

TABLA 3.6

Ejemplo de un problema válido resuelto mediante la rutina de razonamiento directo y estrategias indirectas de razonamiento

Lenguaje natural	Lenguaje formal o lógico
1. Si en la mesa hay una pera entonces hay un limón	1. Si P entonces Q
2. Si en la mesa no hay una pera entonces hay un limón	2. Si no P entonces Q
3. Si en la mesa hay un limón entonces hay una naranja	3. Si Q entonces R
∴ ¿Hay una naranja?	∴ ¿R?
4. En la mesa hay una pera o en la mesa no hay una pera	4. P o no P (esquema estrategia de enumeración de alternativas a priori)
5. En la mesa hay un limón (esquema 5).	5. Q
∴ En la mesa hay una naranja (esquema 7).	∴ R
La conclusión es verdadera (Procedimiento de evaluación de la conclusión).	

¹ La estrategia de enumeración de alternativa a priori dice que si un grupo de premisas contiene uno o más condicionales de la forma «si p entonces... o si no p entonces», entonces se

debe añadir la proposición «p» o «no p» al grupo de premisas y volver a usar el procedimiento inferencial (Braine y O'Brien, 1988, p. 82).

uno supone que también es cierto:

- «Si en la carta no hay una A entonces no hay un 7»,

y si a continuación se nos presenta como premisa categórica «en la carta no hay una A», uno realiza la inferencia MP sobre la premisa añadida y concluiría que «no hay un 7». Algunas investigaciones realizadas (Byrne y col., 1998, 1999; Romain y col., 1983) han mostrado que cuando se bloquea la introducción de las inferencias invitadas el porcentaje de AC y NA decrece de forma significativa.

Resultados experimentales y Lógica Mental: el caso del bicondicional. Un resultado que presenta serias dificultades para Lógica Mental es que las personas elaboran más inferencias MT con un bicondicional que con un condicional (Johnson-Laird y col., 1992, experimentos 2 y 3). Según Lógica Mental, el bicondicional es tratado como una conjunción de dos condicionales [(si p entonces q) y (si q entonces p)], por lo que no habría diferencias en la cantidad de pasos que requieren estos problemas para dar con la conclusión MT. Una forma que tiene Lógica Mental de hacer frente a estos resultados contradictorios con sus predicciones es postular que determinadas reglas son más fáciles de aplicar o están más disponibles que otras. Por ejemplo, sería más fácil aplicar la reducción al absurdo (estrategia

de razonamiento indirecto) en un bicondicional que en un condicional. Aunque esta argumentación permite justificar un resultado, no explica por qué una misma regla con las mismas características representacionales y procedimentales resulta más difícil en un problema que en otro.

Resultados experimentales y Lógica Mental: el caso de p sólo si q. Otro resultado que hemos adelantado es que las personas elaboran más inferencias MT en un condicional de la forma «p sólo si q» que en un condicional de la forma «si p entonces q». La explicación que nos ha propuesto Braine (1978) para explicar este resultado no deja de ser paradójica. Para Braine, el enunciado «p sólo si q» es transformado en un enunciado condicional del tipo «si no q entonces no p». Esta nueva expresión, transformada la inferencia MT, equivale a la inferencia MP de la expresión original (p sólo si q), mientras que la inferencia MP corresponde a la inferencia MT de la expresión original. Este hecho permite explicar por qué hay un aumento de MT. Sin embargo, una consecuencia que limita el alcance de esta explicación es que se debería predecir que el porcentaje de MP debería ser equivalente al porcentaje de MT en la expresión «si p entonces q». Los datos actuales refutan estas predicciones (Santamaría y Espino, 2002).

Resultados experimentales y Lógica Mental: efectos del contenido. Para Lógica Mental los efectos del contenido en las tareas condicionales se explican como efectos de comprensión. En algunos casos, el contenido del material dificulta que las personas descubran la estructura lógica del problema, mientras que otros materiales la pueden facilitar. Así, por ejemplo, un problema del tipo «si aprietas el interruptor entonces se enciende la luz» suele interpretarse como bicondicional, mientras que cuando se usa un condicional del tipo «si este animal es un perro entonces es un mamífero» se suele entender como implicación material. Sin embargo, una crítica (Evans, 1989; Johnson-Laird y Byrne, 1991) que se le hace a este modelo es que, aún hoy día, no se han especificado los procesos implicados en dicha comprensión.

Resultados experimentales y Lógica Mental: supresión de inferencias. Un resultado que ya hemos

TABLA 3.7

Procedimiento usado por Lógica Mental para derivar una inferencia MT

1. Si p entonces q
2. No q
∴ ¿conclusión?
3. p (suposición, esquema 13)
4. q (aplicación del esquema 7 en premisas 1 y 3)
5. q y no q (aplicación del esquema 8 en premisas 2 y 4)
∴ no p (reducción al absurdo en premisas 3 y 5)
La conclusión es verdadera (procedimiento de evaluación de la conclusión).

comentado anteriormente, y que supone un gran reto para el modelo Lógica Mental, es el efecto de supresión de inferencias válidas. Para O'Brien (1993) y Politzer y Braine (1991), la supresión de inferencias válidas se debe a que los sujetos dudan de la primera premisa. Byrne, Espino y Santamaría (1999, experimento 1) pusieron a prueba esta hipótesis. Los resultados cuestionan la posibilidad de que la supresión de las inferencias válidas se deba a que las personas duden de la primera premisa. El hecho de que las inferencias válidas puedan ser suprimidas plantea un serio problema a las teorías de reglas formales de inferencia (Lógica Mental y PSYCOP), porque estos enfoques asumen que las personas poseen reglas mentales, como es el MP, que son indiferentes al contenido. En cambio, algunos autores (Byrne, 1989; Byrne, Espino y Santamaría, 1998; Espino, Santamaría y Byrne, 2001) consideran que desde la teoría de los Modelos Mentales se puede explicar estos resultados. En un próximo apartado comentaremos cómo la teoría de los Modelos Mentales explica este patrón de datos.

3.1.2. PSYCOP

Resolución de un problema condicional en PSYCOP. Antes de comentar los resultados experimentales y su adecuación con las predicciones del modelo PSYCOP, examinaremos el ejemplo de la tabla 3.8 para comprobar cómo opera PSYCOP con sentencias condicionales. Al igual como se ha hecho en los capítulos previos, aquí numeraremos las premisas y las sentencias derivadas de la aplicación de reglas, y asimismo los enlaces deductivos serán sustituidos por un comentario al final de cada línea. Por ejemplo, al final de la línea 4 aparece un comentario que dice «eliminación del condicional entre las líneas 1 y 3». Este comentario nos indica que la línea 4 procede o se ha derivado de la línea 1 y de la 3, a partir de la aplicación de la regla de la eliminación del condicional. Los enlaces de dependencia los representaremos mediante flechas, y todo lo que abarca la extensión de la flecha pertenece a esa derivación exclusivamente. Esta forma de proceder es equivalente a como opera PSYCOP, con la única sal-

vedad que la que se presenta aquí resulta más simple y clara. Se le recuerda al lector que las reglas inferenciales que se usan en este problema las puede encontrar en la tabla 1.6a y 1.6b.

Como en este problema inicialmente no se pueden aplicar reglas hacia delante, debemos fijarnos en la conclusión para ver qué regla deberíamos aplicar. En este caso, al ser la conclusión (o meta) una sentencia condicional, debemos usar como primera regla hacia atrás «la introducción del condicional». Esta regla nos permite introducir «P» en la línea 3. A continuación usamos la regla hacia delante «eliminación del condicional». Esta regla se aplica sobre la premisa 1 y la 3 y obtenemos «Q». Sobre las premisas 2 y 4 usamos la misma regla y obtenemos en la línea 5 la premisa «S y R». Sobre la premisa 5 aplicamos la regla hacia delante de eliminación de la conjunción, y obtenemos en la línea 6 «R». Como suponiendo «P» (línea 3) hemos llegado a «R» concluimos mediante la regla de introducción del condicional «Si P entonces R». Una vez comentados los aspectos procedimentales, pasaremos a analizar si los principales resultados obtenidos en distintas investigaciones se ajustan a las predicciones de PSYCOP.

Resultados experimentales y PSYCOP: el caso del condicional «si p entonces q». El primer resultado que vamos a tratar es cómo PSYCOP explica por qué las personas elaboran más inferencias MP

TABLA 3.8

Ejemplo de un problema condicional resuelto por PSYCOP

- | | |
|---|---|
| 1. | Si P entonces Q |
| 2. | Si Q entonces (S y R) |
| ∴ ¿Si P entonces R? | |
| 3. | P (regla hacia atrás, introducción del condicional) |
| 4. | Q (regla hacia delante, eliminación del condicional entre premisas 1 y 3) |
| 5. | S y R (regla hacia delante, eliminación del condicional entre premisas 2 y 4) |
| 6. | R (regla hacia delante, eliminación de la conjunción en premisa 5) |
| ∴ Si P entonces (regla hacia delante, introducción del condicional desde premisa 3 a 6) | |

que MT en una sentencia condicional. Para PSYCOP, las personas elaboran más inferencias válidas MP que MT debido a que éstas poseen una regla para el MP pero no para el MT. Según PSYCOP, para poder encontrar la conclusión válida MT se debe operar de forma indirecta, usando la regla de la introducción de la negación y la regla de eliminación del condicional. Veamos más detenidamente cómo PSYCOP opera cuando se debe extraer una inferencia MT. Sea el siguiente problema:

- Si Juan viene, entonces cenaremos pescado.
- No cenaremos pescado.
- ¿Qué se deduce?

La estructura lógica de este problema es la siguiente:

- Si P entonces Q.
- No Q.
- ¿Qué se deduce?

Esta estructura lógica no tiene correspondencia con ninguna de las reglas propuestas por PSYCOP, por lo cual es probable que las personas concluyan que nada se deduce, que es una de las conclusiones que las personas suelen dar de forma frecuente. Sin embargo, según PSYCOP, hay un procedimiento que nos permite dar con la conclusión válida. Este procedimiento es conocido como «reducción al absurdo». En la tabla 3.7 se ha ejemplificado en qué consiste este procedimiento. De todas formas, veamos qué reglas usa PSYCOP y cómo opera:

- | | | |
|----|-----------------|---|
| 1. | Si P entonces Q | |
| 2. | No Q | |
| 3. | P | Supuesto (regla hacia atrás de la introducción de la negación). |
| 4. | Q | Regla hacia delante de eliminación del condicional, línea 1-3. |
| 5. | Q y no Q | Contradicción. |
| 6. | No p | |

En la línea 3 introducimos el supuesto «P» (éste es el primer paso a seguir cuando se aplica la regla hacia atrás de la introducción de la negación). A continuación aplicamos la regla hacia delante de la eliminación del condicional entre las líneas 1 y 3; el resultado es la obtención de «Q» en la línea 4. En este momento podemos observar que en nuestra derivación obtenemos dos premisas contradictorias («q y no q»). Debido a que el supuesto «P» ha dado lugar a una contradicción (línea 5 del ejemplo), entonces negamos dicho supuesto, y, por lo tanto, concluimos que la conclusión válida que se deduce es «no P». En cuanto a las inferencias AC y NA, para PSYCOP las personas generan estas inferencias porque interpretan el condicional como un bicondicional, de modo que ante una sentencia condicional del tipo «si p entonces q», las personas asumen que su conversa también es cierta («si q entonces p»). Si las personas razonan a partir de un bicondicional, AC y NA son inferencias válidas. Aunque esta explicación es plausible quedaría por explicar por qué algunas personas cometen estas transformaciones.

Resultados experimentales y PSYCOP: el caso del bicondicional y del condicional «p sólo si q». Otro resultado de interés que se ha presentado es que las personas elaboran más inferencias MT con el bicondicional que con el condicional (Johnson-Laird y col., 1992, experimentos 2 y 3). PSYCOP, al igual que Lógica Mental, no dispone de reglas que permitan explicar por qué se da este resultado. Tal y como está diseñado PSYCOP actualmente, ambos problemas se deberían resolver con la misma regla, y, por lo tanto, no se debería esperar diferencias en el porcentaje de inferencias válidas MT entre ambos problemas. Pero la realidad es otra. Igualmente, PSYCOP no nos explica por qué las personas elaboran más inferencias MT con una sentencia condicional del tipo «p sólo si q» que con una sentencia condicional del tipo «si p entonces q».

Resultados experimentales y PSYCOP: efectos del contenido. PSYCOP, al igual que Lógica Mental, explica los efectos del contenido apelando a factores de comprensión (por ejemplo, inferencias invitadas e implicaturas conversacionales). A la hora de responder por qué en algunos condicionales las personas dan como válidas las inferencias AC y NA,

PSYCOP postula que el contenido de las premisas les puede llevar a interpretar el condicional como implicación material o como equivalencia material. Asimismo, si la conclusión es poco creíble es posible no aceptarla y concluir que nada se deduce. La idea básica es que el proceso de razonamiento es insensible a los efectos del contenido, ya que el razonamiento se lleva a cabo con la estructura sintáctico lógica del problema, y si se da el caso de que el contenido afecta, estos efectos hemos de localizarlos o antes del proceso deductivo o una vez acabado. Otro resultado de interés que se ha comentado previamente es que el contenido de las premisas puede dar lugar a la supresión de inferencias válidas (Byrne, 1989). La postura de Rips ante estos resultados, al menos hasta la fecha de hoy, ha sido de indiferencia.

3.1.3. Teoría de los Modelos Mentales

Resolución de problemas condicionales mediante Modelos Mentales. Para la teoría de los Modelos Mentales, el proceso deductivo en el razonamiento condicional requiere de tres fases:

- a) Construcción de los modelos correspondientes a la premisa condicional y a la premisa categórica. Por ejemplo, ante el siguiente problema:

- Si hay un rombo, entonces hay un triángulo,
- Hay un rombo,

las personas elaborarían los siguientes modelos mentales para la primera premisa:

◇ △
...

En el primer modelo se representa explícitamente el hecho de que hay un triángulo y un rectángulo, y en el segundo modelo (correspondiente a los puntos suspensivos) se representa la información implícita (otras si-

tuaciones que son verdaderas para esta conectiva). En un segundo momento, las personas elaborarían un modelo mental para la segunda premisa (o premisa categórica), que en este caso tendría la siguiente representación:

◇

- b) Generación de inferencia mediante un procedimiento en el que se combinan ambos modelos. En este caso, el modelo de la premisa categórica se incorporaría con el modelo explícito de la primera premisa y se eliminaría el modelo implícito (las *footnotes* o información implícita). Esta combinación daría lugar a la siguiente representación:

◇ △

En esta fase se requiere de un procedimiento que describa modelos. La conclusión putativa que se impondría a partir de esta representación es que «hay un rombo y hay un triángulo». Sin embargo, mediante la intervención de los principios extra-lógicos (capítulo 1), se obviaría la información referida al antecedente y se concluiría que «hay un triángulo».

- c) Búsqueda de un contraejemplo de la conclusión putativa. En este caso, al no existir una conclusión que haga falsa la conclusión putativa, se acepta ésta como válida. El proceso deductivo implicado en *modus tollens* para la teoría de los Modelos Mentales es más complejo. Por ejemplo, dadas las premisas:

- Si hay un rombo, entonces hay un triángulo,
- No hay un triángulo,

las personas construirían el siguiente grupo de modelos iniciales para la primera premisa:

◇ △
...

A continuación construirían el modelo mental de la segunda premisa:

$$\neg \Delta$$

e intentarían integrar ambos modelos. En este caso no se pueden integrar, lo cual llevaría a muchas personas a concluir que nada se deduce. Gran número de investigaciones han constatado que esta respuesta es bastante usual (Evans y cols., 1993). Sin embargo, si las personas desarrollan el modelo implícito de la representación inicial, entonces obtendrían la siguiente representación:

$$\begin{array}{cc} \Diamond & \Delta \\ \neg \Diamond & \Delta \\ \neg \Diamond & \neg \Delta \end{array}$$

Ahora sí se puede combinar la representación de la segunda premisa con la representación de los modelos de la primera premisa. En este caso se eliminarían los dos primeros modelos y quedaría la siguiente representación:

$$\neg \Diamond \quad \neg \Delta$$

que sustenta la conclusión válida «no hay un rombo». Como en el caso anterior, los principios extralógicos actuarían eliminando la información redundante.

Resultados experimentales y Modelos Mentales: el caso del condicional «si p entonces q». La teoría de los Modelos Mentales postula que la inferencia MP es más fácil que la inferencia MT, porque la primera puede ser extraída desde los modelos iniciales, mientras que extraer la inferencia MT requiere hacer explícito el modelo implícito. Tanto las teorías de Reglas Formales de Inferencia (PSYCOP y Lógica Mental) como la teoría de los Modelos Mentales explican la diferencia entre las inferencias MP y MT, bien mediante el número de modelos o el número de pasos en la derivación. Girotto, Mazzocco y Tasso (1997) llevaron a cabo una in-

vestigación para contrastar las distintas teorías de razonamiento. Encontraron que cuando la premisa categórica es presentada en primer lugar («no q; si p, entonces q») las personas realizaban más inferencias *modus tollens* que cuando la premisa categórica es presentada en segundo lugar («si p entonces q; no q»). Las teorías de Reglas Formales de Inferencia (PSYCOP y Lógica Mental) tienen dificultades para explicar este resultado, ya que tales diferencias no deberían darse. La teoría de los Modelos Mentales puede explicar estas diferencias en función del modelo inicial. Cuando la premisa categórica es presentada en primer lugar provee un modelo negativo inicial que posibilita (e induce a) que las personas desarrollen los modelos implícitos, mientras que cuando es presentada en segundo lugar esto no ocurre.

A la hora de explicar por qué algunas personas cometen las falacias AC y NA en una sentencia condicional, la teoría de Modelos Mentales postula que es debido a que éstas están haciendo una interpretación bicondicional. Sin embargo, la explicación que nos ofrece la teoría de los Modelos Mentales es algo imprecisa a este respecto. Veamos por qué esto es así. Según Johnson-Laird (1995, pág. 130) la inferencia AC puede ser extraída del modelo inicial. Por ejemplo, el modelo mental inicial de una representación bicondicional para la premisa «si hay un rombo, entonces hay un triángulo» sería del siguiente tipo:

$$\begin{array}{cc} [\Diamond] & [\Delta] \\ \dots & \end{array}$$

mientras que la inferencia NA debe ser extraída de los modelos desarrollados. Los modelos desarrollados serían los siguientes:

$$\begin{array}{cc} [\Diamond] & [\Delta] \\ [\neg \Diamond] & [\neg \Delta] \end{array}$$

Si la argumentación de Johnson-Laird (1995) es correcta, entonces se debería esperar que el porcentaje de AC fuese mayor que el porcentaje NA, lo cual no es el caso. Johnson-Laird (1995, p. 131) plantea la posibilidad de que la ausencia de estas di-

ferencias de porcentajes sea debida al efecto de la figura² (capítulo 4). Sin embargo, aunque esta hipótesis es plausible, debería ir acompañada de investigación experimental. Se podría dar el caso de que el efecto de desarrollar los modelos implícitos demande muchos más recursos cognitivos que los que demanda el efecto de la figura, o quizás podría ocurrir al revés o no ocurrir.

Resultados experimentales y Lógica Mental: el caso del bicondicional. Para la teoría de los Modelos Mentales, las personas elaboran más inferencias MT a partir de un bicondicional que de un condicional porque en una sentencia bicondicional sólo se requieren dos modelos explícitos para inferir el MT, mientras que con una sentencia condicional se requiere hacer explícitos tres modelos. Por ejemplo, los modelos explícitos para la siguiente premisa bicondicional «si y sólo si hay un rombo, entonces hay un triángulo» son:

$$\begin{array}{cc} \Diamond & \Delta \\ \neg\Diamond & \neg\Delta \end{array}$$

mientras que los modelos explícitos para la premisa condicional «si hay un rombo, entonces hay un triángulo» son:

$$\begin{array}{cc} \Diamond & \Delta \\ \neg\Diamond & \Delta \\ \neg\Diamond & \neg\Delta \end{array}$$

El que las personas elaboren más inferencias MT con una sentencia bicondicional que con una sentencia condicional confirma una de las predicciones de la teoría de los Modelos Mentales: cuantos más modelos se necesite hacer explícitos para hacer una deducción más difícil será hacerla.

Resultados experimentales y Modelos Mentales: el caso del condicional «p sólo si q». Otro de los resultados que se ha comentado, y que nos permitirá cotejar las distintas teorías de razonamiento entre sí, es el que muestra que las personas elaboran más in-

ferencias MT con una sentencia condicional del tipo «p sólo si q» que del tipo «si p entonces q». Para la teoría de los Modelos Mentales, las divergencias se deben a que la representación inicial para cada uno de estos enunciados es distinta. La teoría de los Modelos Mentales propone que la representación inicial para el enunciado «p sólo si q» es la siguiente:

$$\begin{array}{cc} \Diamond & \Delta \\ \neg\Diamond & \neg\Delta \\ \dots \end{array}$$

A partir de esta representación, si nos presentan como premisa categórica «no hay un triángulo» podemos concluir, sin hacer explícito el modelo implícito, que «no hay un rombo». Es decir, para la teoría de Modelos Mentales la inferencia MT puede ser extraída de los modelos iniciales. Como hemos comentado más arriba, para la teoría de Modelos Mentales la inferencia MT en una sentencia condicional del tipo «si hay un rombo, entonces hay un triángulo» debe ser extraída de los modelos implícitos. Según la teoría de Modelos Mentales, aquellas conclusiones que deben ser extraídas de los modelos implícitos serán más difíciles que las que pueden ser extraídas de los modelos iniciales.

Resultados experimentales y Modelos Mentales: efectos del contenido. Para explicar los efectos del contenido, la teoría de Modelos Mentales (Johnson-Laird y Byrne, 2002) incorpora el principio de modulación semántica y el de modulación pragmática. El primero de ellos permite explicar cómo el significado de las cláusulas constituyentes de un condicional influye en su interpretación, mientras que el segundo permite explicar cómo el contexto y el conocimiento influyen en la interpretación del condicional.

Desde el principio de modulación semántica se asume que el significado del antecedente y el consecuente, y las uniones co-referenciales entre ambas cláusulas, pueden añadir información a los mo-

² El principio del efecto de la figura postula que las personas tienden a dar las conclusiones en el mismo orden en

que han entrado en la memoria de trabajo (ver próximo capítulo).

delos, prevenir la construcción de otros modelos y ayudar al proceso de construcción completa de los modelos implícitos. Veamos mediante un ejemplo cómo la información semántica puede prevenir la construcción de modelos. Consideremos la siguiente premisa:

- Si esto es un juego, entonces no es un partido de tenis.

Los modelos explícitos de esta premisa son:

Esto	juego	no partido de tenis
	no juego	no partido de tenis
	no juego	partido de tenis

Los tres modelos representan las diferentes posibilidades para el referente «esto» en el caso que asumamos que sus dos ocurrencias (antecedente y consecuente) en el condicional son co-referenciales. Sin embargo, a nadie se le escapa que el significado de «partido de tenis» hace alusión a que es un juego. Por lo tanto, la posibilidad de que las personas construyan el tercer modelo es escasa, debido a que el tercer modelo daría lugar a una inconsistencia, ya que «esto» hace referencia a algo que es un juego (partido de tenis) y que no es un juego. Se prevé que ante este tipo de situaciones los modelos que las personas construirían serían del siguiente tipo:

Esto	juego	no partido de tenis
	no juego	no partido de tenis

El principio pragmático postula que el contexto de un condicional va a depender del conocimiento general en la memoria a largo plazo y del conocimiento de las circunstancias específicas de su pronunciación o preferencia. Este contexto es normalmente representado mediante modelos explícitos y puede afectar a la interpretación del condicional. Al igual que en el caso de la modulación semántica, la pragmática puede llevar a que se favorezca o se dificulte la construcción de los modelos implícitos.

La teoría de Modelos Mentales explica los efectos de supresión de inferencias mediante la actua-

ción del principio de modulación pragmática. La idea general es que la modulación pragmática, al igual que la semántica, puede dar lugar a modelos que nos hacen dudar de la suficiencia o necesidad del antecedente para la ocurrencia del consecuente. Así, por ejemplo, ante las siguientes premisas:

- Si Lisa encuentra a su amiga, entonces va al teatro,
- Si Lisa tiene suficiente dinero, entonces va al teatro,
- Lisa encuentra a su amiga,

la actuación del principio de modulación pragmática (en este caso, referido a nuestro conocimiento de los teatros) daría lugar a modelos que nos muestran que no basta encontrar a la amiga para poder ir al teatro. Uno debe tener suficiente dinero para la entrada. Y, como consecuencia, las personas se resisten a dar como válidas las inferencias *modus ponens* y *modus tollens*. Es decir, lo que sucede es las personas asumen que el antecedente de la primera premisa no es suficiente aunque sí necesario para la ocurrencia del consecuente (Byrne y col., 1999; Espino y col., 2000).

4. LA TAREA DE SELECCIÓN

Este problema, que fue diseñado por Wason (1966) para comprobar cómo las personas ponen a prueba sus hipótesis mediante una regla condicional, se ha convertido en el problema más investigado en la historia de la psicología del razonamiento. El aspecto más fascinante de esta tarea radica en el contraste entre su simplicidad y la dificultad que existe para dar con la solución.

En su versión clásica, esta tarea consiste en la presentación de cuatro tarjetas. Antes de seguir la lectura de este apartado se ruega al lector que trate de resolver el problema que aparece en la figura 3.1. A continuación se expone cuál es la solución correcta y por qué. Como puede observarse en la figura 3.1, por un lado de la tarjeta aparece una letra (vocal o consonante) o un número (par o impar), y por el otro lado el valor está oculto. La regla condicional que se pre-

senta es «si una tarjeta tiene una vocal por un lado, entonces tiene un número par por el otro lado». Las personas deben decidir sólo aquella/s tarjeta/s a la que habría que dar la vuelta para determinar si la regla es verdadera o falsa. La respuesta es correcta si se selecciona la tarjeta que tiene una vocal visible por un lado (p) y que tiene un número impar visible por el otro (no q). Veamos por qué esto es así. Se ha de seleccionar la carta que tiene una vocal (p) por el lado visible para comprobar que por el lado oculto tiene un número par (q). En caso de que no lo tuviera y hubiese un número impar (no q) haría falsa la regla. También deberíamos seleccionar la carta que tiene un número impar (no q) por el lado visible, pues se podría dar el caso que al darle la vuelta encontremos que la carta tiene una vocal (p), lo cual haría falsa la regla. No sería necesario dar la vuelta a la carta que tiene una consonante (no p) por el lado visible, ya que si tuviese por el lado oculto tanto un número par (q) como un número impar (no q) no falsearía la regla. Tampoco sería necesario seleccionar la carta que tiene un número par (q) por su lado visible, ya que si tuviese por el lado oculto una vocal (p) confirmaría la regla, pero si tuviese una consonante (no p) no falsearía la regla.

Cuando Wason y Johnson-Laird (1972) llevaron a cabo este experimento encontraron que menos del 10 por 100 de las personas seleccionaban la opción correcta «E y 7» (p y no q), mientras que el 33 por 100 de las personas seleccionaban sólo la tarjeta con la letra E (p), y el 46 por 100 seleccionaba la tarjeta con la letra E y 4 (p y q). Estos resultados, con muy ligeras variaciones, se ha mantenido constante en posteriores investigaciones cuando se ha usado

la versión abstracta (véase Evans, Newstead y Byrne, 1993). Desde el primer momento, dos resultados centraron el interés de los investigadores. De un lado se interesaron en comprender por qué las personas seleccionaban de forma innecesaria «q» y, de otro lado, por qué tenían tantas dificultades para seleccionar «no q». Estas preocupaciones dieron lugar a una gran cantidad de investigaciones en las que se llevaron a cabo todo tipo de manipulaciones experimentales (véase Griggs, 1995, para una revisión exhaustiva de estudios). A continuación expondremos los principales resultados experimentales en la tarea de las cuatro tarjetas para materiales abstractos o concretos (por ejemplo cuando se usan letras o números) y materiales familiares. En un posterior apartado se expondrán cómo los distintos enfoques teóricos afrontan el patrón de datos obtenidos en las investigaciones aquí comentadas.

Investigaciones con material abstracto

Con el objeto de descubrir las causas de este patrón de datos se comenzaron a realizar distintas manipulaciones experimentales. En Griggs (1995) podemos encontrar una revisión exhaustiva de las principales manipulaciones que se han llevado a cabo con la versión abstracta de la tarea de Wason. Griggs agrupa estas manipulaciones en tres categorías: clarificación de las sentencias, justificación de la decisión y manipulación referida a las instrucciones. A continuación se van a exponer los principales resultados obtenidos siguiendo la clasificación propuesta por Griggs.

A continuación te mostramos las siguientes cuatro tarjetas:

E K 4 7

Estas tarjetas tienen letras (consonante o vocal) por un lado y números (par o impar) por el otro lado. Si la tarjeta tiene una letra por el lado visible, entonces debe tener un número por el lado oculto. Asimismo, si una tarjeta tiene un número por el lado visible, entonces debe tener una letra por el lado oculto. Tu tarea consiste en indicar cuál o cuáles tarjetas habría que dar la vuelta para saber que la regla que presentamos a continuación es verdadera o falsa:

Regla: si una tarjeta tiene una vocal por una cara, entonces tiene un número par por la otra cara.

Figura 3.1.—Ejemplo de un ensayo con la tarea de selección de Wason en su versión abstracta.

Investigaciones referidas a la clarificación de la regla. En un intento de desechar la hipótesis de que el bajo rendimiento de las personas en la tarea de Wason podría deberse a que las personas no estaban entendiendo correctamente la regla condicional, se llevaron a cabo una serie de investigaciones que tenían como objeto clarificar la regla del condicionamiento. A través de esta manipulación los investigadores pretendían asegurarse de que las personas, cuando ejecutasen la tarea de Wason de las cuatro tarjetas, estuviesen interpretando la regla condicional como una implicación material. La forma más generalizada de llevar a cabo esta manipulación consistía en adjuntar una sentencia a la regla condicional. Veamos uno de los procedimientos usados por Bracewell (1974). En uno de sus experimentos presentó, entre otras cosas, la regla «si una J está en un lado de la carta entonces el 2 está en el otro lado» acompañada de la sentencia «no debes interpretar que la hipótesis significa que si hay un 2 en un lado de la carta entonces hay una J en el otro lado» (para más detalles sobre las características de este experimento véase Griggs, 1995, pp. 19-21). En algunas investigaciones se ha encontrado que este tipo de manipulación tiene un efecto facilitador en la tarea (Bracewell, 1974, experimento 1; Mosconi y D'Urso, 1974; Hoch y Tschirgi, 1983, 1985; Griggs, 1989), pero en otras no se ha encontrado dicho efecto facilitador (Bracewell, 1974; exp. 2; Kroeger, Cheng y Holyoak, 1993). Este patrón de datos contrapuestos se debe a que se han usado distintas formas de esclarecimiento de la regla y a que en algunas investigaciones han estado presentes una serie de factores (por ejemplo, algunas investigaciones a parte de esta manipulación incorporan que las personas justificasen la decisión que habían tomado) que en otras habían estado ausentes. Como puntualiza Griggs (1995), lo que ha dejado claro este tipo de manipulación es que la facilitación no ocurrirá con cualquier tipo de sentencia que clarifique la regla.

Investigaciones referidas a la justificación de la decisión. Esta línea de manipulación experimental consistió en que las personas justificasen por qué habían elegido las cartas que habían elegido. El objeto de esta manipulación era identificar qué procesos

psicológicos eran responsables de la ejecución de las personas en la tarea de Wason y conseguir que las personas se sintiesen motivadas a realizar la tarea. A diferencia de otras manipulaciones experimentales, este tipo de manipulación se ha usado muy poco debido a los problemas que entraña. El patrón general de resultados que se ha encontrado con este tipo de manipulación en la versión abstracta en la tarea de Wason es que no se han obtenido efectos facilitadores. Cuando se han usado materiales realistas algunos autores han encontrado una cierta mejora en la ejecución (Dominowski, 1990).

Investigaciones referidas a la manipulación de las instrucciones. Durante los años 70 y principios de los 80, diversas investigaciones con materiales realistas mostraron que el rendimiento de las personas en la tarea de Wason estaba en función del tipo de instrucción que se usaba. Cuando en las instrucciones se les pedía a las personas que seleccionasen aquella o aquellas cartas que fuesen necesarias darles la vuelta para saber si violan la regla, el porcentaje de acierto (p y no q) se incrementaba notablemente, mientras que cuando se les pedía que seleccionasen qué carta o cartas era necesario dar la vuelta para saber si se confirmaba o se falseaba la regla, el rendimiento era similar a la versión abstracta. A partir de este descubrimiento se comenzaron a realizar investigaciones con el objeto de comprobar si el rendimiento de las personas en la versión abstracta podía mejorarse cuando se les presentase la tarea como identificar la o las cartas que violaban la regla. Este tipo de manipulación en la versión abstracta de la tarea de Wason, contrariamente a lo esperado, no generó efectos facilitadores (Chrostowski y Griggs, 1995; Griggs, 1984; Kroeger y col., 1993; Valentine, 1993; Yachanin, 1986). Y cuando se obtuvo algún efecto facilitador se debió a que aparte de esta manipulación concurrían otros factores. Así por ejemplo, los resultados facilitadores que obtuvieron Dominowski (1989) y Platt y Griggs (1993) se ha debido a que aparte de esta manipulación experimental las personas debían justificar por qué habían seleccionado la carta o cartas. Platt y Griggs (1993, exp. 3) han encontrado que cuando se presentan estos tres factores juntos (clarificación de la regla, seleccionar la carta o cartas que violen la re-

gla y justificar la carta o cartas que se ha elegido), en la versión abstracta aproximadamente el 80 por 100 de las personas seleccionan las opciones correctas (p y no q).

Las primeras explicaciones teóricas: el sesgo de verificación y el heurístico de emparejamiento. Para explicar el patrón de datos obtenido con la tarea de Wason en su versión abstracta se han propuesto varias teorías. La primera teoría propuesta fue la de Wason y Johnson-Laird (1970). Según estos autores, las personas seleccionaban las tarjetas (p; p y q) porque trataban de verificar la regla (*sesgo de verificación*) y no de falsearla (p y no q). Si las personas hacen una interpretación bicondicional de la regla, entonces eligen «p y q», pero si la interpretan como implicación material eligen sólo «p». Esta hipótesis fue cuestionada por el trabajo de Evans y Lynch (1973), quienes encontraron que cuando la regla condicionada estaba negada en algunos de sus componentes o en los dos el patrón de respuesta no se ajustaba a las predicciones del sesgo de verificación. Evans y Lynch encontraron que cuando se presentaba la regla de la siguiente forma:

— «Si hay una E, entonces no hay un siete».

las personas seleccionaban preferentemente «E y 7» como las tarjetas a las que se debía dar la vuelta para saber si se verificaba o se falseaba la regla. Según la hipótesis del *sesgo de verificación*, las personas deberían de seleccionar «E», o «E y 4» (p y q), que serían las tarjetas que verifican la regla.

Aunque las opciones «E y 7» representan la respuesta correcta, para Evans (1989) las personas no han seleccionado esta tarjeta porque hayan razonado (aunque algunas veces esto pueda ocurrir), sino que su selección viene determinada por el «*heurístico de emparejamiento*». Este heurístico «consiste en una tendencia a preferir seleccionar (o evaluar como relevante) los ítems que emparejan los valores nominales en la regla (Evans y cols., 1993, p. 50). En el ejemplo arriba citado, en la regla se menciona la letra «E» y el número «7», y es por ello por lo que las personas (mediante el heurístico de emparejamiento) la eligen. En un próximo apartado retomaremos la propuesta de Evans y explicaremos la naturaleza de la intervención de los heurísticos.

Investigaciones con material realista o familiares

El bajo porcentaje de respuestas correctas que las personas conseguían en la tarea de las cuatro tarjetas llevó a algunos autores (Johnson-Laird, Legrenzi y Legrenzi, 1972; Wason y Shapiro, 1971, etc.) a plantearse la posibilidad de que la dificultad con esta tarea se debiese a que las personas estaban razonando con material abstracto. Quizá si la tarea fuese presentada con materiales significativos o familiares la ejecución podría mejorarse. Con esta idea en mente, durante los años sesenta se llevaron a cabo las primeras investigaciones con materiales familiares. Los primeros resultados mostraron que cuando el contenido hacía referencia a situaciones reales o familiares, el porcentaje de respuesta correcta se incrementaba de forma notable (Bracewell y Hidi, 1974; Johnson-Laird, Legrenzi y Legrenzi, 1972; Van Duyne, 1974; Wason y Shapiro, 1971). Sin embargo, otras investigaciones no replicaron estos resultados (Griggs y Cox, 1982; Leahey, 1977; Manktelow y Evans, 1979; Yachanin y Tweney, 1982). Algunos autores sugieren que los efectos facilitadores del contenido podrían deberse a que las personas conocían de memoria la solución correcta del problema (Griggs, 1983; Griggs y Cox, 1982, *Hipótesis de las claves de memoria*). Según los partidarios de estas hipótesis, cuando la solución correcta del problema (p y no q) se corresponde con una experiencia previa, entonces las personas pueden resolver correctamente la tarea, y en caso contrario fracasarían.

Según Griggs y cols. (Griggs, 1983; Griggs y Cox, 1982), el fracaso en replicar los resultados obtenidos previamente se debió a que las personas que participaban en los experimentos no tenían experiencia previa con la regla. Para demostrar este hecho, en una serie de experimentos Griggs y Cox (1982) encontraron que cuando las personas no tenían experiencia con una determinada regla (experimento 1 y 2) el porcentaje de respuestas correctas era menor que cuando tenían experiencia con la regla (experimento 3). Esta hipótesis fue cuestionada en investigaciones posteriores en las que el contenido no aludía a situaciones familiares (Cheng y

Holyoak, 1985; Cheng, Holyoak, Nisbett y Oliver, 1986; D'Andrade mencionado por Rumelhart, 1980) con buenos resultados.

Para responder a la cuestión de por qué en determinados contextos el contenido no familiar produce efectos de facilitación se han propuesto dos teorías, las cuales postulan que las personas poseen mecanismos de razonamiento específicos dependientes de dominios: la teoría de esquemas pragmáticos (Cheng y Holyoak, 1985) y la teoría de los contratos sociales (Cosmides, 1989). Ambas proponen que es el entendimiento de la regla condicional como una regulación (lo que uno debe o puede hacer) lo que permite explicar los efectos facilitadores en la tarea de selección.

4.1. Teoría de esquemas

4.1.1. Teoría de esquemas pragmáticos

Para los partidarios de la teoría de esquemas pragmáticos (Cheng y Holyoak, 1985; Cheng y Holyoak, 1989; Holyoak y Cheng, 1995), el patrón de datos en la tarea de las cuatro tarjetas se puede explicar en función de la activación de esquemas de conocimiento dependientes del contexto. Estos esquemas están estructurados en términos de reglas. Según los autores, la activación del esquema de permiso permite explicar por qué las personas obtienen buenos resultados en la tarea de las cuatro tarjetas. Cheng y Holyoak proponen que el esquema de permiso incluye las siguientes cuatro reglas de producción o de inferencia:

- Regla 1: Si se va a llevar a cabo la acción, entonces la condición previa debe estar satisfecha.
- Regla 2: Si no se va a llevar a cabo la acción, entonces la condición previa no tiene que estar satisfecha.
- Regla 3: Si se ha satisfecho la condición previa, entonces puede llevarse a cabo la acción.
- Regla 4: Si no se ha satisfecho la condición previa, entonces no debe llevarse a cabo la acción.

Según los autores, cuando en la tarea de las cuatro tarjetas se nos plantea una regla en términos de permiso, se activarían las reglas arriba mencionadas. Veamos con un ejemplo por qué los esquemas de permiso contribuyen a resolver de forma efectiva la tarea de las cuatro tarjetas. Supongamos que nos presentan la siguiente regla de permiso:

— «Si bebes cerveza, entonces debes tener más de 18 años».

Y a continuación se nos presentan las siguientes cartas:

<i>Bebes cerveza (acción)</i>	<i>Bebes refresco (no acción)</i>	<i>19 años (condición satisfecha)</i>	<i>16 años (condición no satisfecha)</i>
---------------------------------------	---	---	--

Y nos piden que seleccionemos qué cartas violan la regla arriba mencionada. Con el objeto de facilitar la tarea al lector, debajo de cada carta aparece entre paréntesis la función que desempeña en la regla de permiso. Según la teoría de esquemas pragmáticos deberíamos seleccionar la carta «bebes cerveza» y «16 años» para asegurarnos de que la regla no ha sido violada.

La regla 1 nos dice que debemos seleccionar la carta en la que si se lleva a cabo la acción (beber cerveza) la condición previa debe estar satisfecha (tener más de 18 años). Sólo la carta «bebes cerveza» se ajusta a esta regla, ya que explícitamente hace referencia a que la acción se ha llevado a cabo. A continuación debemos dar la vuelta a esta carta para saber si se satisface la condición previa (tener más de 18 años).

La regla 4 nos dice que si no se ha satisfecho la condición previa (16 años) entonces no se debe llevar a cabo la acción (beber cerveza). La carta «16 años» nos permite satisfacer esta regla, ya que si le damos la vuelta podemos comprobar si se ha violado la regla (en este caso beber cerveza).

La regla 2 nos dice que si no se va a llevar a cabo la acción (beber refresco) entonces la condición previa no tiene que estar satisfecha (tener más de 18 años). La carta «bebes refresco» no debería ser seleccionada porque la acción no se ha llevado a cabo.

La regla 3 nos dice que si se ha satisfecho la condición previa (tener 18 años) entonces puede llevarse a cabo la acción (beber cerveza). La carta «19 años» cumple con la condición previa, y por lo tanto, independientemente de lo que encontremos por el otro lado, no violaría la regla. Como podemos observar, la aplicación del esquema de permiso da lugar a las mismas inferencias válidas que las postuladas por la lógica de predicado: la regla 1 nos permitiría extraer la inferencia *modus ponens*, la regla 2 permite bloquear la falacia de la negación del antecedente, la regla 3 bloquearía la falacia de la afirmación del consecuente y la regla 4 nos permitiría extraer la inferencia *modus tollens*. Sin embargo, esta coincidencia no implica que las personas estén operando de la misma manera. Ya se ha comentado que los esquemas pragmáticos son reglas sensibles al contexto, mientras que las teorías de reglas formales de inferencia operan de forma sintáctica.

La aplicación del esquema pragmático de permiso permite hacer frente a las dificultades con las que se encontraba la hipótesis de las claves de memoria. Para dar con la respuesta correcta, no es condición necesaria que las personas tengan experiencias directas con el problema, sólo es suficiente que el problema sea entendido en términos de esquema de permiso. Cheng y Holyoak (1985, experimento 2) llevaron a cabo un experimento en el que encontraron que cuando se presentaban problemas abstractos y no familiares con una regla de permiso el rendimiento de las personas era superior (61 por 100 de aciertos) que cuando el problema no se presentaba con dicha regla (19 por 100 de aciertos). Otros investigadores han aportado evidencias experimentales de que cuando los problemas se presentan como un esquema de permiso las personas adultas obtienen mejores resultados que cuando no se presentan de esta forma (Giroto, Mazzocco y Cherubini, 1992; Griggs y Cox, 1993; Jackson y Grigg, 1990; Kroeger, Cheng y Holyoak, 1993). Resultados similares han sido corroborados por otros autores en niños (Giroto, Gilly, Blay y Light, 1989; Light, Giroto y Legrenzi, 1990).

La teoría de los esquemas pragmáticos no está exenta de críticas metodológicas. O'Brien (1995) señala que muchos de los experimentos en los que

se ha usado el esquema de permiso presentan varias deficiencias metodológicas. Una de las críticas es que en los problemas de permiso las personas tienen que asumir el rol de una autoridad que está comprobando si se viola una regla, mientras que en el grupo control no se les pide que asuman este rol. O'Brien subraya que otras deficiencias metodológicas que podemos encontrar en los problemas en los que se usa el esquema de permiso son que las instrucciones son más extensas, se usan más palabras que en el grupo control, y que el orden de presentación de las tarjetas y las sentencias es distinto en ambos grupos.

O'Brien, por último, señala que en el grupo del problema de permiso se usan negaciones explícitas, mientras que en el grupo de control se usan negaciones implícitas. Holyoak y Cheng (1995) han contestado a esta crítica argumentando que un contexto que incentive la búsqueda de violaciones constituye la principal señal para evocar un esquema de permiso. Asimismo, los autores argumentan que las negaciones explícitas permiten el emparejamiento directo con el antecedente de la regla 4, mientras que las negaciones implícitas no lo permiten. Giroto, Mazzocco y Cherubini (1992) ponen de manifiesto que la presencia de negaciones explícitas no es condición necesaria para producir efectos facilitadores en problemas de permiso. Griggs y Cox (1993) y Kroeger y col. (1993) han encontrado que estos factores, las negaciones explícitas y la búsqueda de violaciones, sólo ejercen efectos facilitadores cuando van acompañados de una regla de permiso, pero no cuando van acompañados de una regla abstracta. O'Brien (1995), sin embargo, argumenta que las manipulaciones experimentales llevadas a cabo por Kroeger y col. (1993) no son equiparables a las de Jackson y Griggs (1990), y asimismo subraya que el porcentaje de aciertos encontrado por Griggs y Cox (1993) es mucho más bajo (35 por 100) que los obtenidos en la tarea originaria de Cheng y Holyoak (1985, 61 por 100). Noveck y O'Brien (1996), en una serie de experimentos, encontraron que cuando los factores anteriormente mencionados fueron controlados, el efecto de facilitación del esquema pragmático era pequeño.

Otra crítica con la que se enfrenta la teoría de esquemas pragmáticos es que sus resultados sólo pue-

den ser aplicados a la tarea de selección (Johnson-Laird, 1995; O'Brien, 1995; Santamaría, 1995). En este sentido, Markovits y Savary (1992) no han encontrado efectos facilitadores de la regla de permiso cuando la premisa condicional estaba cuantificada. Las investigaciones de Griggs (1989) y Platt y Griggs (1993) relativizan aún más el efecto de los esquemas pragmáticos, al encontrar que un alto porcentaje de personas resolvía eficientemente una tarea abstracta cuando no se habían usado esquemas pragmáticos.

4.1.2. Teoría de los contratos sociales

Para Cosmides (1989) y Cosmides y Tobby (1989; 1992) los efectos facilitadores obtenidos en la tarea de las cuatro tarjetas se deben a que la información contextual se ha expresado en términos de contrato social. Un contrato social es una estructura de conocimiento heredada filogenéticamente que regula las relaciones de intercambio social. Estas estructuras de conocimiento pueden ser expresadas mediante reglas de costo-beneficio. Asimismo se postula que estas reglas están vinculadas a determinados algoritmos que permiten detectar las personas (tramposos) que violan las reglas. La regla estándar que formaliza las relaciones de intercambio social es la siguiente:

- Si una persona recibe un beneficio, entonces paga el coste.

Y el algoritmo destinado a la detección de tramposos nos indicaría que si una persona recibe el beneficio pero no ha pagado el coste, entonces ha violado la regla. Veamos cómo desde la teoría de los contratos sociales se explican los efectos facilitadores del contenido en la tarea de las cuatro tarjetas. Supón que se te presenta la siguiente tarea (tomada de Cosmide, 1989, pp. 263-264):

Eres un Kaluame, un miembro de una cultura polinesia que sólo se encuentra en la isla de Maku, en el Pacífico. Los Kaluames tienen muchas leyes estrictas que han de ser acatadas, y

los ancianos te han encomendado que las hagas cumplir. Un error hará que caigas en desgracia con tu familia.

Entre los Kaluame, cuando un hombre se casa, se le graba un tatuaje en la cara; solamente los hombres casados llevan tatuajes en el rostro. Un tatuaje facial significa que un hombre está casado, una cara sin marca significa que es un hombre soltero.

La raíz de casava es un poderoso afrodisíaco. Convierte al hombre que lo come en irresistible para las mujeres. Más aún, es deliciosa, nutritiva y muy escasa.

Al contrario que la raíz de casava, las nueces de molo son muy abundantes, pero es un pobre alimento. Las nueces de molo saben mal, no son muy nutritivas, y no tienen otras interesantes propiedades «medicinales».

A pesar de que todo el mundo ansía la raíz de casava, comerla es un privilegio que tu pueblo raciona severamente. Vosotros sois personas muy sensuales, incluso sin las propiedades afrodisíacas de la raíz de casava, pero tenéis unas costumbres sexuales muy estrictas. Los ancianos desapruueban enérgicamente las relaciones sexuales entre personas solteras, y desconfían especialmente de las motivaciones y de las intenciones de los jóvenes solteros.

Por lo tanto tendrás que cumplir el siguiente acuerdo: «Si un hombre come raíz de casava, entonces tiene que tener un tatuaje en la cara».

La raíz de casava es un afrodisíaco tan potente, que muchos hombres están tentados de burlar esta ley cuando los ancianos no están mirando. Las tarjetas de abajo contienen información sobre cuatro jóvenes varones Kaluames establecidos en un campamento; no hay ancianos a su alrededor. Una bandeja llena de raíz de casava y de nueces de molo se ha dejado para ellos. Cada tarjeta representa a un hombre. Una cara de las tarjetas representa la comida que ese hombre está comiendo, y la otra cara de la tarjeta indica si el hombre tiene o no un tatuaje en la cara.

Tu tarea consiste en descubrir a los hombres cuyos deseos sexuales les han tentado a violar

la ley. Si alguno se te escapa, tú y tu familia caeréis en desgracia. Indica solamente la tarjeta o tarjetas que estés seguro que necesitas volver para comprobar si alguno de estos hombres Kaluames están violando la ley.

come raíz de casava	come nuez de molo	lleva tatuaje	no lleva tatuaje
------------------------	----------------------	------------------	---------------------

Las cartas «come raíz de casava» y «no lleva tatuaje» son las que nos pueden indicar si se ha violado la regla. Si seleccionas la carta que por la parte visible indica que «come raíz de casava» y por la parte oculta aparece que «no tienes un tatuaje» estás violando la regla. Si seleccionas la carta que por la parte visible indica que «no tienes un tatuaje» y por la parte oculta aparece que «comes raíz de casava» entonces estás violando la regla. Es por ello, según los autores, por lo que las personas seleccionan estas cartas. En la investigación de Cosmides (1989) se encontró que cuando se usa una regla en términos de coste-beneficio había un porcentaje de respuestas correctas mayor (p y no q) que cuando la regla no está conceptualizada en dichos términos. Esto ha llevado a proclamar que sólo aquellos problemas que hacen referencia a relaciones de contratos sociales son los que producen una mejora en la ejecución de la tarea de las cuatro tarjetas. Para Cosmides y Tooby, los problemas en los que Cheng y Holyoak (1985) obtuvieron efectos de facilitación se debieron a que la información contextual convirtieron las normas de permisos en contratos sociales.

Cheng y Holyoak (1989) han respondido a las críticas de Cosmides. Estos autores señalan que Cosmides hace un uso ambiguo del concepto de contrato social para poder conceptualizar sus problemas como problemas de contratos sociales. En unos casos, Cosmides entiende por contrato social una relación en la que hay que cumplir un requisito para obtener un beneficio; en otros casos se entiende por contrato social una situación en la que hay que pagar un costo para obtener un beneficio. También señalan algunas deficiencias metodológicas en los experimentos realizados por Cosmides. Por ejemplo, cuando las personas recibían los problemas de contratos sociales se les pedía que bus-

casen violaciones, y cuando se les presentaban problemas con reglas de permisos se les pedía comprobar si se cumplía la regla. Para González Labra y Arias «esta diferencia en el tipo de instrucciones constituye un error metodológico importante e imposibilita la correcta contrastación entre ambas versiones de la tarea» (1995, p. 102).

Este intercambio de críticas entre ambos enfoques generó una serie de investigaciones en las que se trataba de contrastar las predicciones de ambas teorías. Entre las investigaciones que apoyan las predicciones de la teoría de contratos sociales están las de Gigerenzer y Hug (1992), mientras que las investigaciones de Politzer y Nguyen-Xuan (1992), Girotto, Blaye y Farioli (1989), Platt y Griggs (1993) y Markovits y Lesage (1990) dan respaldo experimental a la teoría de esquemas pragmáticos y cuestionan la teoría de esquemas de contratos sociales. Un aspecto que pone en situación de inferioridad a la teoría de contratos sociales frente a la teoría de esquemas pragmáticos es que de un lado la mayoría de las investigaciones que han arrojado resultados a su favor presentan algún tipo de deficiencia metodológica (Cosmides, 1989; Gigerenzer y Hug, 1992), así como que se maneja un concepto de contrato social demasiado laxo.

4.2. PSYCOP

En este apartado sólo comentaremos la aportación del modelo de Rips (1994), debido a que Lógica Mental no ofrece una explicación del patrón de respuestas en la tarea de selección. Para PSYCOP, el patrón de respuesta en la tarea de las cuatro tarjetas se explica en función del número de reglas que se han de usar y del modo en que se han de aplicar. A la hora de explicar el patrón de errores, PSYCOP trata cada tarjeta como una oportunidad para usar una regla que permita sacar una conclusión. Por ejemplo, dada la tarjeta «p» y la regla «si p, entonces q», PSYCOP infiere vía *modus ponens* que debe de haber una «q» en el reverso de la tarjeta. Debido a que en la tarea de selección no se explicitó cuáles son los valores de las tarjetas en el lado oculto, PSYCOP no puede aplicar reglas hacia

atrás para trabajar desde la conclusión hacia las premisas. Por lo tanto, sólo la tarjeta «p» se puede seleccionar porque permite el emparejamiento de una regla. Para explicar por qué las personas seleccionan también la tarjeta «q», PSYCOP postula que algunas personas interpretan el condicional como bicondicional. Estas explicaciones permiten explicar por qué las personas seleccionan de forma mayoritaria «p» y «p y q».

Con relación al bajo porcentaje de personas capaces de resolver la tarea, para PSYCOP esto se debe a que las personas son capaces de suponer el posible valor oculto detrás de cada carta, y a partir de él, pueden aplicar reglas hacia atrás. La explicación de Rips (1994) a los efectos facilitadores del contenido es que éstos facilitan el proceso inferencial.

4.3. Teoría de los Modelos Mentales

En este apartado se presentará la explicación que la teoría de Modelos Mentales ofrece sobre el patrón general de resultados encontrado en la tarea de selección o de las cuatro cartas. Además se presentarán cuáles son las principales causas de dificultad, según la teoría de Modelos Mentales, en dicha tarea. Por último comentaremos cómo esta teoría explica los efectos de facilitación debidos al contenido.

Selección de la tarjeta «p» y de las tarjetas «p y q». Como ya hemos comentado, el patrón usual de respuesta en la tarjeta de selección es elegir «p» o «p y q». Para abordar este objetivo retomemos de forma simplificada la tarea de selección (ver figura 3.1). Supongamos que nos presentan las siguientes tarjetas sobre una mesa:

E	K	4	7
---	---	---	---

Y nos dan la siguiente regla: «si una tarjeta tiene una E por un lado entonces tiene un 4 por el otro». A continuación nos piden que indiquemos cuál o cuáles tarjetas habría que dar la vuelta para saber si la regla que presentamos a continuación es verdadera o falsa. Según la teoría de los Modelos

Mentales, esta regla puede ser interpretada como implicación material o como equivalencia material. Cuando la regla es interpretada como implicación material los modelos mentales iniciales que las personas elaborarían serían los siguientes:

E	4
---	---

...

Si las personas elaboran la conclusión a partir de esta representación inicial seleccionarían sólo la tarjeta con la letra «E». Esto es debido a que en un condicional interpretado como implicación material sólo la situación en la que el antecedente «E» es verdadero y el consecuente «7» es falso hace falsa la regla. Si seleccionamos la tarjeta «E» podemos saber si es falsa o no la regla; en cambio no seleccionaríamos la tarjeta «4» porque en un condicional (implicación material), cuando el consecuente es verdadero (independiente del valor del antecedente), la regla siempre es verdadera. Esto explica por qué un alto porcentaje de personas selecciona sólo la tarjeta «p». Cuando la regla es interpretada como bicondicional, la representación de los modelos mentales iniciales sería la siguiente:

[E]	[4]
[¬E]	[¬4]

...

Si las personas elaboran la conclusión a partir de estos modelos entonces seleccionarían las tarjetas «E y 4» («p y q»). En un bicondicional, cuando el antecedente «E» es verdadero y el consecuente «7» es falso, la regla es falsa. Por tanto, si seleccionamos la tarjeta «E» podemos saber si es falsa o no la regla. Asimismo, en un bicondicional, cuando el consecuente «4» es verdadero y el antecedente «K» es falso, la regla es falsa. Por tanto, si seleccionamos la tarjeta «4» podemos saber si es falsa o no la regla. Esto explica por qué un alto porcentaje de personas selecciona sólo la tarjeta «p y q».

Causas de dificultad en la tarea de selección. Para la teoría de los Modelos Mentales hay varias causas que explican la dificultad en la tarea de las

cuatro tarjetas o tarea de selección. Una de ellas es que las personas pueden no darse cuenta de que necesitan buscar un contraejemplo para la regla condicional, y otra es que las personas pueden tener dificultad para entender las negaciones. En el ejemplo arriba mencionado, las personas deben darse cuenta de que el «7» es la negación del «4».

Factores que favorecen la resolución de la tarea de selección. Para la teoría de Modelos Mentales sólo cuando las personas son capaces de desarrollar los modelos implícitos es cuando dan con la conclusión correcta. En este sentido, los efectos facilitadores (reglas deónticas, instrucciones específicas sobre buscar lo falso, etc.) que anulen el principio de verdad mejorarán la ejecución en la tarea de selección; es decir, aquellas manipulaciones que llevan a las personas a hacer explícitos los modelos implícitos mejoran el rendimiento de las personas en la tarea de selección.

Asimismo, a la hora de explicar los efectos de contenido en esta tarea, la teoría de Modelos Mentales postula que la modulación pragmática y semántica puede favorecer la búsqueda de contraejemplos (Johnson-Laird y Byrne, 2002). Veamos mediante un ejemplo cómo la teoría de Modelos Mentales explica los efectos de facilitación temática mediante la intervención del principio de modulación pragmática. Retomemos el ejemplo anteriormente comentado que tenía regla condicional:

— «Si bebes cerveza, entonces debes tener más de 18 años».

Según la teoría de Modelos Mentales, las personas, a partir de su conocimiento del mundo, construirían los siguientes modelos iniciales:

Bebe cerveza	tiene más de 18 años
No bebe cerveza	tiene más de 18 años
No bebe cerveza	no tiene 18 años
Bebe cerveza	no tiene 18 años

Como las personas conocen el hecho de que «beber cerveza y tener menos de 18 años» implica una violación de la normativa, usarían este modelo (línea cuarta) para evaluar las cartas que se le ofrecen,

seleccionando sólo aquellas que sean una violación de la regla deóntica. La idea básica de la teoría de Modelos Mentales es que no se necesita usar ni esquemas de permiso (Chang y Holyoak, 1985) ni detectar defraudadores (Cosmides, 1989) para mejorar la ejecución de la tarea de selección. El factor relevante, según la teoría de Modelos Mentales, es que cualquier manipulación experimental que contribuya a que las personas se representen en los modelos explícitos los contraejemplos permitirá que la ejecución en la tarea sea óptima, independientemente del tipo de material. Diversas investigaciones han validado las predicciones de la teoría de Modelos Mentales (Griggs y Cox, 1983; Griggs, 1993; Dominowski, 1995). Como ya hemos comentado, cuando en las instrucciones de la tarea se pide a las personas que seleccionen las cartas que violan la regla, las personas obtienen un resultado óptimo. Para la teoría de Modelos Mentales, esto se debe a que este tipo de instrucciones permite la construcción de modelos explícitos que funcionan como contraejemplo. En algunas investigaciones en las que se han usado condicionales factuales (determinar la verdad o falsedad de la regla), y se les han presentado instrucciones que facilitan la imaginación de un contraejemplo, el rendimiento de las personas es tan óptimo como cuando se usan instrucciones en las que se debe comprobar si se ha violado la regla (Green, 1995; Green y Larking, 1995). Por lo tanto, el rendimiento óptimo se debe a la disponibilidad de un contraejemplo, y existen muchas formas de que esto sea así.

4.4. Modelo probabilístico

Un planteamiento alternativo a los ya comentados son los modelos que consideran la tarea de selección desde un punto de vista probabilístico (Chater y Oaksford, 2001; Kirby, 1994; Klauer, 1999; Oaksford y Chater, 1994, 1995a, 1995b, 1996, 1998). En general, para estos modelos, más que cometer errores en la tarea de selección (Braine y O'Brien, 1998; Rips, 1994), las personas seleccionan las tarjetas más útiles desde un punto de vista probabilístico.

Kirby (1994) plantea que la tarea de selección puede ser explicada no sólo en términos de probabilidades sino también de utilidad. Según Kirby, en la versión estándar de la tarea de las cuatro tarjetas (ver figura 3.1) el tamaño de «p» (grupo de vocales) es relativamente pequeño en comparación a «no p» (grupo de consonantes). Como hay pocas vocales, las personas podrían pensar que es inadecuado volver la tarjeta que tiene un número impar para ver si hay una vocal. En función de este argumento, Kirby propone que el fracaso a la hora de seleccionar la tarjeta «no q» (que equivale a la tarjeta con el número 7) se debe a que las personas consideran que es poco probable que esta tarjeta tenga una «p» (equivale a la tarjeta con la letra E) en el lado contrario, debido a que el tamaño de «p» es pequeño. Kirby llevó a cabo una investigación con el objeto de mostrar que cuando la probabilidad de «p» es grande las personas seleccionarían la tarjeta «no q». Su primer experimento mostró que cuando el tamaño de «p» era grande las personas seleccionaban más tarjetas «no q».

Para el modelo de ganancia de información (Oaksford y Chater, 1994), el patrón de resultados obtenido en la tarea de las cuatro tarjetas se debe explicar en función de la cantidad de información que las personas obtienen al volver cada tarjeta. Por ejemplo, si en la tarea de las cuatro tarjetas presentamos la siguiente regla:

— Si has comido callos, entonces has enfermado.

y pedimos a las personas que seleccionen la/s tarjeta/s que hacen verdadera o falsa la regla, seleccionar la tarjeta «p» (has comido callos) es bastante informativo, ya que si le damos la vuelta podemos encontrar el caso de que «has enfermado» (q) o que «no has enfermado» (no q). En ambos casos la información es relevante, ya que el primero de ellos confirma la regla, y el segundo la falsea. Seleccionar la tarjeta «q» (has enfermado) es también una tarjeta informativa, ya que si encontramos en el otro lado de la tarjeta la información «has comido callos» (p) se confirma la regla, y en caso de encontrar «no has comido callos» la información es irrelevante para la tarea. Seleccionar la tarjeta «no

has comido callos» (no p) es una elección poco útil, porque la regla no dice nada acerca de qué sucede si no comes callos. Por último, seleccionar la tarjeta «no has enfermado» (no q) ofrece información útil cuando se encuentra en el otro lado de la tarjeta que «has comido callos» (p), ya que en este caso se falsea la regla. Sin embargo, si se encuentra la información «no has comido callos» (no p), ésta es irrelevante a la hora de resolver la tarea. Entonces, desde el punto de vista de la teoría de la ganancia de la información, el orden de selección de las tarjetas en función de la información ganada sería el siguiente: p, q, no q y no p.

Si asumimos que las personas cuando realizan la tarea de las cuatro tarjetas de Wason están seleccionando aquellas cartas más informativas (mediante análisis de probabilidades), se debería esperar que cuando se varían las probabilidades del antecedente y del consecuente en un condicional, entonces la ejecución se vería afectada. Sin embargo, Johnson-Laird y Byrne (2002) y Santamaría, Espino y Johnson-Laird (enviado para publicación) ofrecen resultados experimentales que cuestionan la hipótesis de la ganancia esperada en información.

4.5. Modelos heurísticos

Existen dos modelos de razonamiento según los cuales cuando las personas resuelven la tarea de las cuatro tarjetas no están razonando del todo, sino realizando las selecciones de las tarjetas en función de la relevancia asociada a cada tarjeta. El primero de los modelos que se verá es el de Evans (1989), y el segundo modelo es el de Sperber y col. (Sperber y Wilson, 1986; Sperber, Cara y Girotto, 1995).

Para Evans (1989), la relevancia asociada a cada tarjeta está en función de la actuación de dos heurísticos lingüísticos: el si-heurístico y el heurístico de emparejamiento. El si-heurístico focaliza la atención en los casos que satisface el antecedente, sesgando a las personas a que seleccionen la tarjeta que satisface el antecedente. El sesgo de emparejamiento focaliza la atención en los ítems mencionados en la regla, sesgando a las personas a seleccionar aquellas tarjetas que se mencionan en la

regla. La actuación de estos heurísticos permite explicar por qué en el problema de la figura 3.1, cuando se usa la regla:

— Si no hay una E entonces hay un 4,

las personas generalmente deciden que las cartas «K y 4» son las cartas que pueden hacer verdadera o falsa la regla. Si la actuación de las personas se rigiese exclusivamente por el heurístico de emparejamiento, se debería esperar que seleccionasen las cartas «E y 4». Según la propuesta de Evans, una vez que han operado los heurísticos, la información seleccionada pasa a ser tratada por los procesos analíticos. Como ya hemos comentado en el capítulo 1, el autor nos propone una teoría en la que se explicita qué tipos de procesos analíticos actuarían una vez que se han llevado a cabo los procesos heurísticos. La postura actual de Evans es la de reconciliar su modelo con los procesos analíticos de la teoría de los Modelos Mentales.

Otra explicación alternativa que se basa en el concepto de relevancia es el modelo que proponen Sperber y Wilson (1986) y Sperber, Cara y Girotto (1995). Para Sperber y cols. (1995), la relevancia es resultado de procesos de inferencias no-conscientes. Ésta viene determinada por el esfuerzo cognitivo que implica procesar el problema y el efecto cognitivo de dicha información. Lo relevante es aquello que tiene un bajo esfuerzo cognitivo y un gran efecto cognitivo. Los autores postulan que el razonamiento se encuentra determinado por las expectativas que tienen las personas sobre la relevancia generada por el contexto y el contenido de la tarea. Desde la teoría de Modelos Mentales se asume que los resultados obtenidos en los experimentos de Sperber (1986) y Sperber y col. (1995) se deben a que las instrucciones usadas permitían la búsqueda de contraejemplos (Johnson-Laird y Byrne, 2002).

El problema de estas teorías heurísticas, al igual que las teorías de esquemas, es que tienen un alcance limitado, ya que sólo pueden explicar algunos resultados que se obtienen con un condicional, como es la tarea de las cuatro tarjetas, pero no otros resultados en los que se opera con tareas deductivas, tales como razonamiento sobre relaciones, silogismos, disyunciones, etc.

5. RESUMEN

A lo largo de este extenso capítulo se han presentado las principales investigaciones realizadas en tareas de razonamiento condicional así como los principales modelos de razonamiento. En cuanto a las investigaciones, hemos podido observar que la interpretación que las personas hacen del condicional es bastante laxa. Además, se ha observado que las personas suelen contestar que nada se deduce cuando se pregunta por inferencias en las que se niega el antecedente. En un intento de dar respuesta a este patrón de datos, algunos autores han propuesto una tabla defectiva para el condicional (Wason, 1966). Los distintos modelos de razonamiento han tratado de dar respuesta a este patrón de datos. Para las teorías basadas en reglas formales de inferencia (Lógica Mental y PSYCOP), las diferentes interpretaciones del condicional se deben a que algunas personas los interpretan como implicación material y otros los interpretan como equivalencia material. Un argumento similar plantea la teoría de Modelos Mentales para explicar esta variabilidad en los condicionales. Sin embargo, la forma en que se lleva a cabo la deducción es totalmente distinta para estos modelos. Para los modelos de reglas formales de inferencia el proceso deductivo consiste en la aplicación de reglas de inferencia sobre la estructura lógica del problema. Para la teoría de Modelos Mentales, las personas elaboran modelos mentales sobre las distintas posibilidades en las que la sentencia condicional puede ocurrir. A continuación construyen una conclusión a partir de estas representaciones. El último paso, que es propiamente deductivo, consiste en buscar un contraejemplo que haga falsa esta conclusión; si es el caso se acepta, y en caso contrario se repite el proceso.

Aunque los resultados experimentales obtenidos con la sentencia condicional «si p entonces q» no nos permiten discriminar entre los distintos modelos teóricos de razonamiento, otros resultados son más clarificadores. Usando otros condicionales con el caso de «p sólo si q» se han obtenido resultados que nos permiten contrastar las predicciones de las teorías de razonamiento. Asimismo, otras investigaciones nos muestran que las personas elaboran más

MT con un bicondicional (si y sólo si p entonces q) que con un condicional (si p entonces q). Por último, algunas investigaciones han demostrado que el contenido de las premisas condicionales puede llegar a suprimir las inferencias válidas (MP y MT). Las teorías de reglas formales de inferencia han ofrecido explicaciones para cada uno de estos resultados. Sin embargo, los argumentos ofrecidos por estos modelos para explicar el patrón de datos del condicional « p sólo si q » y del bicondicional dan lugar a predicciones que no se ajustan a los datos experimentales. En cuanto a la supresión de inferencias válidas, recientes investigaciones (Byrne y col., 1998) han puesto en duda las argumentaciones que los modelos basados en reglas formales de inferencias nos han ofrecido (Politzer y Braine, 1991). A diferencia de estos modelos, hemos podido observar que existe un gran ajuste entre las predicciones de la teoría de Modelos Mentales y los resultados encontrados en diferentes investigaciones.

Otro objeto de interés en este capítulo ha sido la tarea de selección de Wason (1966). Desde los distintos marcos teóricos se ha tratado de dar una explicación de la variabilidad de los resultados. Quizás el resultado más relevante es que existen determinados factores que facilitan la ejecución de la tarea,

como por ejemplo, que las personas están familiarizadas con la regla, que la regla sea un enunciado deóntico, etc. Las teorías generales de razonamiento se han enfrentado a este problema y han tratado de dar una explicación de la ejecución de las personas en esta tarea, aunque con desigual interés. Así, mientras que Lógica Mental no nos puede ofrecer una explicación de estos resultados, ya que el sistema no dispone de regla para resolver este problema, PSYCOP y la teoría de Modelos Mentales nos ofrecen una explicación viable de estos resultados.

Un acercamiento teórico distinto que trata de explicar el patrón de datos en la tarea de selección es el ofrecido por las teorías específicas de razonamiento (teoría de esquemas, teoría heurística y teoría probabilística). Estas teorías, aunque son capaces de explicar los efectos del contenido en la tarea de las cuatro tarjetas, tienen la dificultad de que su marco explicativo se restringe a esta tarea. Además, y como han resaltado algunos autores (O'Brien, 1995), muchos de los resultados obtenidos en estos experimentos pueden ser achacados a las manipulaciones experimentales y no al tipo de material usado. Estas circunstancias deberían llevarnos a adoptar una visión provisional y cauta sobre los efectos del material en determinados tipos de tareas de razonamiento.

El silogismo ha sido utilizado durante muchos años como el paradigma de investigación más representativo de los procesos cognitivos que subyacen al razonamiento deductivo. Los motivos que han llevado a la mayoría de los investigadores a utilizar el silogismo como tarea experimental, frente a otro tipo de tareas de razonamiento, es que presenta una serie de características que lo hacen deseable desde un punto de vista experimental: sencillez en la presentación, amplia variedad de problemas, diferentes grados de dificultad y fácil catalogación de las respuestas.

En la investigación del razonamiento silogístico encontramos dos momentos diferentes. En el primer momento, que abarca desde finales de los años veinte hasta mediados de la década de los setenta, los investigadores se centraron en estudiar los errores que las personas cometían cuando resolvían tareas silogísticas. A su vez, dentro de este primer momento encontramos dos concepciones teóricas distintas. Una de ellas defendía la racionalidad lógica del ser humano; la otra la cuestionaba. Esta última atacó la supuesta racionalidad, demostrando que, o bien la forma del silogismo afectaba al proceso deductivo (Begg y Denny, 1969; Sells, 1936; Woodworth y Sells, 1935) o bien a su contenido (Janis y Frick, 1943; Kaufmann y Goldstein, 1967; Lefford, 1946; Morgan y Morton, 1944; Wilkins, 1928). Ambas posturas fueron contestadas por quienes creían en la racionalidad lógica del ser humano (Dickstein, 1975; Henle, 1962; Henle y Michael, 1956). En el segundo momento, a partir de los años sesenta, el interés

recayó en la elaboración de modelos psicológicos que explicasen tanto los aciertos como los errores. Un aspecto común a todos los modelos que se desarrollaron a partir de esta fecha, y que se han mantenido hasta la actualidad, es la consideración de tres estadios en el proceso de razonamiento silogístico:

1. Interpretación de las premisas.
2. Combinación de las premisas.
3. Elaboración o evaluación de la conclusión.

Este capítulo lo dedicaremos al estudio de los principales modelos actuales de razonamiento silogístico. Se obviará toda una serie de micro-modelos en razonamiento silogístico (Evans, 1989; García Madruga, 1984; Polk y Newell, 1995), ya que éstos sólo explican algún que otro resultado experimental. Esto nos llevará a considerar los modelos de reglas formales de inferencia (Braine y O'Brien, 1998; Rips, 1994), la teoría de los Modelos Mentales (Johnson-Laird y Byrne, 1991) y el modelo heurístico de probabilidades (Chater y Oaksford, 1999).

1. CARACTERÍSTICAS FORMALES DEL SILOGISMO

En su forma tradicional, el silogismo categórico consiste en un argumento condicional formado por dos proposiciones denominadas *premisas*, y una tercera denominada *conclusión*. La primera premisa se denomina «mayor» y contiene el predicado (P) de la

conclusión; la segunda premisa se llama «premisa menor» y contiene el sujeto (S) de la conclusión. El término que se repite en la premisa mayor y en la premisa menor se llama término medio (TM). Este término no debe aparecer en la conclusión, y su función consiste en permitir establecer una relación entre el sujeto y el predicado que aparece en la conclusión; es decir, las personas, a la hora de resolver un silogismo, deben relacionar los dos términos extremos de las premisas (sujeto y predicado) basándose en la relación que cada uno de ellos mantiene con el término medio (TM). Por ejemplo, ante la siguiente combinación de premisas:

- Todos los canarios son pájaros,
- Todos los pájaros son mortales,

las personas, a la hora de elaborar, evaluar o elegir una conclusión, deben relacionar el término extremo «canarios» con el término extremo «mortales». La manera como se relacionan ambos términos viene dada por la relación que «canarios» y «mortales» mantienen con «pájaros», que es el término medio.

En los silogismos existen dos variables formales que determinan su configuración, y que son el *modo* y la *figura*. El modo hace referencia a la cantidad (universal-particular) y a la cualidad (afirmativa-negativa). La combinación de cantidad y cualidad da lugar a cuatro tipos de enunciados, que se corresponden tradicionalmente con las letras mayúsculas A, E, I y O¹ (tabla 4.1).

TABLA 4.1

Los cuatro cuantificadores tradicionales del silogismo

Modo	Ejemplo	Código convencional
Universal-Afirmativo	Todos los A son B	A
Universal-Negativo	Ningún A es B	E
Particular-Afirmativo	Algunos A son B	I
Particular-Negativo	Algunos A no son B	O

¹ Las letras A, E, I y O se derivan de las dos primeras vocales de las palabras latinas *Affirmo* y *neggo*.

Las combinaciones posibles entre los modos de las premisas y el modo de la conclusión arrojan un total de 64 silogismos con diferentes modos ($4 \times 4 \times 4$). La figura hace referencia al orden que ocupan los términos en las premisas y en la conclusión. Dependiendo del lugar que ocupe el término medio en las dos premisas son posibles cuatro tipos de figuras (tabla 4.2).

Si multiplicamos estas cuatro figuras por los 64 posibles modos obtenemos un total de 256 silogismos ($64 \text{ modos} \times 4 \text{ figuras}$). Este número podría ascender a 512, ya que desde un punto de vista psicológico la restricción que algunos autores han impuesto a la colocación de los términos en la conclusión (el sujeto debe aparecer en primer lugar y el predicado en segundo lugar) no tiene justificación. En este sentido, Johnson-Laird y Steedman (1978) han descubierto que cuando las personas deben construir la(s) conclusión(es) que se deriva(n) de dos premisas, pueden tomar como sujeto de la conclusión tanto el término que aparece en la premisa menor (sujeto), como el que aparece en la premisa mayor (predicado). Debido a que nuestro interés es más psicológico que lógico, cuando hagamos referencia a los términos de las premisas usaremos la terminología propuesta por Johnson-Laird (Johnson-Laird, 1983; Johnson-Laird y Bara, 1984; Johnson-Laird y Byrne, 1991; Johnson-Laird y Steedman, 1978), ya que es la más usada por los investigadores actuales (tabla 4.3).

Tipos de tareas en el razonamiento silogístico. Un aspecto importante a destacar son los distintos

TABLA 4.2

Las cuatro figuras tradicionales del silogismo

Figura 1	Figura 2	Figura 3	Figura 4
TM-P	P-TM	TM-P	P-TM
S-TM	S-TM	TM-S	TM-S
S-P	S-P	S-P	S-P

TABLA 4.3

Terminología usada por Johnson-Laird y Bara (1984) en las cuatro figuras silogísticas

Figura 1	Figura 2	Figura 3	Figura 4
B-A	A-B	B-A	A-B
C-B	C-B	B-C	B-C

procedimientos experimentales que se usan en la investigación silogística. Básicamente han existido tres tipos de paradigmas de investigación: tareas de evaluación, tareas de selección y tareas de construcción. En la tabla 4.4 se presenta un ejemplo de cada uno de estos tipos de tareas. En la tarea de evaluación se presenta a las personas una conclusión y han de decidir si ésta se sigue o no de las premisas. En la tarea de selección se presentan a las personas varias conclu-

siones y deben elegir la que consideren válida. Éste ha sido el paradigma más usado hasta la introducción de las tareas de construcción. En la tarea de construcción, las personas deben generar la conclusión que ellas creen que se deriva de las premisas. Hasta hace poco estos paradigmas de investigación consistían en tareas de papel y lápiz. Recientemente se han introducido nuevas tecnologías (movimientos oculares, ventana móvil, etc.) con el objeto de investigar los procesos deductivos en tiempo real.

2. PRINCIPALES RESULTADOS EXPERIMENTALES EN RAZONAMIENTO SILOGÍSTICO

Antes de empezar a comentar algunos de los principales resultados encontrados en la investigación silogística, se pide al lector que trate de resolver los problemas que aparecen en la práctica 4.1.

TABLA 4.4

Ejemplo de tareas de construcción, evaluación y selección usadas en el razonamiento silogístico

<p>Tarea de construcción</p> <p>Todos los A son B Todos los B son C</p> <hr/> <p>¿Qué conclusión se sigue?</p>	
<p>Tarea de evaluación</p> <p>Todos los A son B Todos los B son C</p> <hr/> <p>La conclusión «Todos los A son C» es Verdadera () o Falsa (). Señalar con una X la opción correcta.</p>	
<p>Tarea de selección</p> <p>Todos los A son B Todos los B son C</p> <hr/> <p>¿Cuál de las siguientes conclusiones se sigue necesariamente de las premisas? Señalar con una X la opción correcta.</p>	
Todos los A son C ()	Todos los C son A ()
Algunos de los A son C ()	Algunos de los C son A ()
Algunos de los A no son C ()	Algunos de los C no son A ()
Ninguno de los A son C ()	Ninguno de los C son A ()
No tiene conclusión válida ()	

PRÁCTICA 4.1

Ejercicios silogísticos

A continuación se te van a presentar una serie de silogismos. Tu misión consistirá en elaborar la conclusión que creas que se sigue necesariamente de las premisas. Procura resolver los problemas en el orden en que aparecen. Una vez resuelto un problema pasa al siguiente.

Problema 1
Algún A es B
Todo B es C

¿.....?

Problema 2
Todo B es A
Algún C es B

¿.....?

Problema 3
Algún A es B
Ningún B es C

¿.....?

Los dos primeros silogismos tienen conclusión válida en ambos sentidos. Posiblemente hayas concluido en el primer problema que la conclusión válida es «Algún A es C», lo cual es correcto. Sin embargo, también lo es «Algún C es A». En el segundo problema quizás hayas contestado que la respuesta correcta es «Algún C es A», lo cual es cierto, pero como en el caso anterior también lo es la respuesta «Algún A es C». En el tercer problema no sólo es posible que hayas concluido «Ningún A es C», lo cual es incorrecto, sino que además te habrá llevado más tiempo resolverlo que los anteriores. Para este problema la conclusión correcta es «algún A no es C». A través de los apartados de este capítulo te explicaremos por qué se suele contestar de esta manera.

Los principales resultados experimentales que vamos a comentar en este apartado son los siguientes:

- La figura de los silogismos afecta a la dificultad y genera un sesgo de respuesta conocido con el nombre de «efecto de la figura».
- Los modos (o los cuantificadores) de las premisas pueden generar errores.
- El contenido de los silogismos afecta al tipo de conclusión que las personas evalúan, construyen o seleccionan como válida.
- Los silogismos varían en dificultad. En algunos problemas el porcentaje de aciertos es cercano al 100 por 100, mientras que en otros problemas no pasa del 5 por 100 o incluso menos.

Principales resultados experimentales relacionados con la figura del silogismo. En cuanto a la figura, se ha encontrado que ésta da lugar a un sesgo direccional (Dickstein, 1978a; Espino, 1995; Espino, Santamaría, Meseguer y Carreiras, 2000; Ford, 1995; García Madruga, 1982, 1983, 1989; Johnson-Laird y Steedman, 1978; Johnson-Laird y Bara, 1984; Yule y Stenning, 1992). Este sesgo es conocido como «efecto de la figura», y hace referencia a la preferencia que tienen las personas por elegir o construir conclusiones

en una determinada dirección más que en otra. Este efecto tiene su máxima expresión en los silogismos de la figura 1 y de la figura 4, y en menor medida en las figuras 2 y 3. En estos casos se ha encontrado que cuando las personas deben elaborar la conclusión de los silogismos de la figura 4 (AB / BC), tienden a dar más conclusiones en el sentido AC que en el sentido CA. Asimismo, cuando las personas deben elaborar conclusiones de los silogismos de la figura 1 (BA / CB), la tendencia es a dar más conclusiones en el sentido CA que en el sentido AC. Quizá tus respuestas en los problemas 1, 2 y 3 de la práctica 4.1 se ajustan a este patrón.

Principales hipótesis para explicar el efecto de la figura. Una hipótesis que ha tratado de explicar este sesgo de respuesta es la *hipótesis sintáctica* (García Madruga, 1989; Wetherick y Gilhooly, 1990; Polk y Newell, 1995). Esta hipótesis plantea que el sesgo de respuesta debido a la figura se puede explicar en función del papel sintáctico que los términos extremos han desempeñado en las premisas. Por ejemplo, en los silogismos de la figura 4 (AB / BC), el término extremo «A» está desempeñando en la primera premisa el papel sintáctico de sujeto, mientras que el término extremo «C» está desempeñando en la segunda premisa el papel sintáctico de predicado. A la hora de dis-

poner los términos extremos en la conclusión, las personas lo colocan en función del papel sintáctico que han desempeñado en las premisas: el término extremo «A» ha desempeñado el papel de sujeto en la premisa y desempeñará el papel de sujeto en la conclusión, mientras que el término extremo «C» ha desempeñado el papel de predicado en la premisa y desempeñará el papel de predicado en la conclusión. Esta misma explicación sirve para los silogismos de la figura 1 (BA / CB). Según esta hipótesis, en los silogismos de la figura 2 (AB / CB) y la figura 3 (BA / BC) no hay un sesgo de respuesta porque los términos extremos desempeñan la misma función sintáctica en las premisas. Por ejemplo, en el caso de los silogismos de la figura 2 (AB / CB), los términos «A» y «C» desempeñan en las premisas la función de sujeto. En un próximo apartado veremos explicaciones alternativas, como la de la teoría de Modelos Mentales, a esta hipótesis. También se ha encontrado que la figura de los silogismos hace que unos silogismos sean más difíciles que otros (Espino, 1995; Espino, Santamaría y García Madruga, 1999, 2000a, 2000b, 2000c; Johnson-Laird y Bara, 1984). Por ejemplo, Espino y col. (2000a) han encontrado que las personas tardan más tiempo en procesar los silogismos de la figura 1 que los de la figura 4. Este resultado no es predecible desde la hipótesis sintáctica. Con el objeto de dar respuesta a este patrón de datos, en los próximos apartados se presentarán varias hipótesis alternativas a las hipótesis sintácticas. Una de ellas es la hipótesis FIFO planteada por la teoría de Modelos Mentales (Johnson-Laird y Bara, 1984) y la otra es la hipótesis heurística formulada en el Modelo heurístico de probabilidades (Chater y Oaksford, 1999).

Principales resultados experimentales relacionados con el modo del silogismo. En relación con el modo (o los cuantificadores) de las premisas y la conclusión se ha encontrado que éste puede ser una fuente potencial de error. Por ejemplo, ante los siguientes silogismos:

<i>Silogismo 1</i>	<i>Silogismo 2</i>	<i>Silogismo 3</i>
Todos los B son A.	Ninguno de los A son B.	Todos los A son B.
Todos los B son C.	Todos los B son C.	Alguno de los C son B.

se ha encontrado que las personas tienen a dar como válida en el silogismo 1 la conclusión: «todos los A son C»; en el silogismo 2 suelen dar como válida la conclusión «ninguno de los A son C»; y en el silogismo 3 optan por dar como válida la conclusión «algunos de los A son C». En realidad ninguna de estas conclusiones se sigue necesariamente de las premisas. Lo importante es que el tipo de respuestas que dan las personas es un error que se comete de forma generalizada. Asimismo es probable que si has realizado los ejercicios de la práctica 4.1 hayas concluido en el problema 3 que «ningún A es C». Esta respuesta es incorrecta, pero al igual que en los silogismos anteriores es la respuesta más frecuente. Desde diferentes acercamientos teóricos se ha tratado de explicar la naturaleza de estos errores. Para las teorías preocupadas por salvaguardar la competencia humana (entre las que están las teorías de reglas de inferencias y la teoría de los modelos mentales), los errores debidos al modo se deben a que las personas han interpretado el modo de forma inadecuada. Otras teorías no comprometidas con la competencia lógica postulan que las personas responden en función de la impresión o atmósfera creada por las premisas. Desde este último acercamiento se asume que las personas no están razonando cuando resuelven problemas de silogismos.

Principales hipótesis para explicar el efecto del modo. Veamos cómo explican las teorías que definen la competencia racional los errores debido al modo. Para estas teorías, los errores se deben o bien a la «conversión» o a interpretaciones griceanas (a veces conocidas como implicaturas conversacionales). Uno convierte las premisas cuando infiere que su conversa es correcta, de forma que la siguiente premisa «todos los A son B» es convertida en «todos los B son A». La conversión de las premisas A y O puede dar lugar a errores lógicos, mientras que las premisas I y E no, ya que estas últimas pueden ser válidamente convertidas (Ceraso y Provitera, 1971; Chapman y Chapman, 1959; Dikstein, 1975, 1976, 1978b; 1981; Henle, 1962). Por ejemplo, si en el siguiente silogismo, que no tiene conclusión válida:

- Algún A es B,
- Todo C es B,

las personas convierten la segunda premisa, este silogismo sería del siguiente tipo:

- Algún A es B,
- Todo B es C,

que tendría como conclusión válida «algún A es C» o su conversa. Ésta es la conclusión que suelen dar las personas como válida. Aunque es posible que las personas conviertan algunas veces las premisas, algunos errores pueden ser atribuidos a otros factores y no exclusivamente a conversiones. En un próximo apartado volveremos sobre esta cuestión.

Otro tipo de interpretación inadecuada de los modos de las premisas son las interpretaciones griecanas o las implicaturas conversacionales. Éstas hacen referencia a determinadas reglas que gobiernan el uso del lenguaje en las conversaciones cotidianas (Grice, 1975). Aunque estos usos del lenguaje pueden ser incorrectos desde el punto de vista de la lógica (por ejemplo, las personas suelen asumir que la premisa «algún a es b» implica que «algún a no es b», lo cual es incorrecto desde el punto de vista lógico), existen evidencias experimentales que demuestran que las personas suelen interpretar los cuantificadores lógicos más en forma de implicatura conversacional que de forma lógica (Begg y Harris, 1982; Newstead y Griggs, 1983).

Un planteamiento radicalmente distinto al anterior es el que postula que la naturaleza de los modos de las premisas determinará el tipo de conclusión que las personas dan como válida. Es decir, desde este planteamiento se asume que el tipo de respuesta que las personas dan no es el fruto de un razonamiento. Este tipo de hipótesis es conocido como *efecto atmósfera*, y ha sido una de las hipótesis que mayor influencia ha tenido en psicología del razonamiento (Woodworth y Sells, 1935; Begg y Denny, 1969) y que aún hoy día algunos investigadores defienden (Newell, 1981; García Madruga, 1983). Las principales predicciones de la hipótesis del efecto atmósfera pueden quedar resumidas en dos máximas:

1. Siempre que la cualidad de al menos una premisa sea negativa, la cualidad de la conclusión más frecuentemente aceptada será negati-

tiva; cuando ninguna de las premisas es negativa, la conclusión será afirmativa.

2. Siempre que la cantidad de al menos una premisa es particular, la cantidad de la conclusión más frecuentemente aceptada será particular; cuando ninguna de las premisas es particular, la conclusión será universal (Begg y Denny, 1969, p. 352).

Estas predicciones parecen explicar una gran cantidad de respuestas erróneas en los silogismos. Por ejemplo, las personas ante el siguiente silogismo:

- Todo A es B,
- Algún B es C,

suelen contestar o avalar como válida la conclusión «algún A es C». Este silogismo no tiene conclusión válida. Para algunas teorías, como la teoría de Modelos Mentales, los errores que cometen las personas (como los explicados por la hipótesis del efecto atmósfera) pueden ser explicados como un intento genuino de razonamiento. En un próximo apartado se explicará en detalle la hipótesis propuesta por la teoría de Modelos Mentales para explicar los efectos debidos al modo.

Principales resultados experimentales relacionados con el contenido de las premisas de los silogismos. Otro resultado de interés es que el *contenido* de las premisas afecta al tipo de conclusión que las personas dan o aceptan como válida. En términos generales, se confirma que las personas aceptan en mayor grado las conclusiones creíbles que las increíbles, independientemente de su status lógico (Bettinghaus, Miller y Steinfatt, 1970; Feather, 1964; Frase, 1966, 1968; Henle, 1962; Henle y Michael, 1956; Janis y Frick, 1943; Lefford, 1946; Morgan y Morton, 1944; Revlin y Leirer, 1978; Revlin, Leirer, Yopp y Yopp, 1980; Wilson, 1965). Por lo tanto, este tipo de sesgo facilita las respuestas lógicas cuando la credibilidad de la conclusión y la lógica están de acuerdo. Sin embargo, como señala Evans (1982), la mayoría de estas investigaciones presenta serias deficiencias metodológicas. Posteriormente, Evans, Barston y Pollard (1983), afinando en los aspectos metodológicos, llevaron a

cabo una investigación en la que manipularon el contenido y la validez del argumento (tabla 4.5), encontrando que las personas aceptaban más los silogismos con conclusiones creíbles que con conclusiones increíbles, y que aceptaban más los silogismos válidos que inválidos (tabla 4.6).

También encontraron que la credibilidad y la validez interactuaban de forma que los efectos de la credibilidad eran más acusados para los silogismos inválidos que para los silogismos válidos (véase tabla 4.6). En otras palabras, las personas obtienen mejores resultados (al aceptar menos las respuestas inválidas) con silogismos inválidos increíbles que con silogismos inválidos creíbles.

Principales hipótesis para explicar el efecto del contenido. A la vista de estos resultados, y con el objeto de explicar las relaciones entre lógica y cre-

TABLA 4.5

Ejemplos de los cuatro tipos de silogismos usados por Evans y col. (1983)

<p>Válidos creíbles:</p> <p>Premisa: Ningún perro policía es violento. Premisa: Algunos perros muy entrenados son violentos. Conclusión: ¿Algunos perros muy entrenados no son perros policía?</p> <p>Válidos increíbles:</p> <p>Premisa: Ningún producto nutritivo es barato. Premisa: Algunas tabletas de vitaminas son baratas. Conclusión: ¿Algunas tabletas de vitaminas no son nutritivas?</p> <p>Inválidos creíbles:</p> <p>Premisa: Ningún productivo adictivo es barato. Premisa: Algunos cigarrillos son baratos. Conclusión: ¿Algunos productos adictivos no son cigarrillos?</p> <p>Inválidos increíbles:</p> <p>Premisa: Ningún millonario es muy trabajador. Premisa: Algunas personas ricas son muy trabajadoras. Conclusión: ¿Algunos millonarios no son personas ricas?</p>	
--	--

TABLA 4.6

Porcentaje de respuesta aceptadas en los tres experimentos de Evans y col. (1983)

	Creíble	Increíble
Válido	89	56
No válido	71	10

dibilidad, Barston (1986) propuso dos modelos: el *Modelo de Escrutinio Selectivo* y el *Modelo de Necesidad Malinterpretada*. A continuación pasamos a comentar cada uno de estos modelos. El *Modelo de Escrutinio Selectivo*² postula que los sujetos examinan la conclusión, y si ésta es creíble la aceptan; en caso contrario intentan analizar lógicamente si la conclusión se sigue de las premisas. En la figura 4.1 se presenta gráficamente este modelo. Aunque el modelo de escrutinio selectivo puede explicar la interacción, ya que el análisis lógico sólo ocurre para las conclusiones increíbles, no explica por qué hay efectos de la validez en las conclusiones creíbles (Evans y col., 1993). Además, Oakhill y Johnson-Laird (1985) y Santamaría (1989) han encontrado efectos de credibilidad en tareas de construcción. Este tipo de tarea se caracteriza porque no hay conclusión que evaluar. Por último, en algunas investigaciones se ha encontrado que la interacción entre lógica y credibilidad desaparece con silogismos «determinados inválidos» (Newstead, Pollard, Evans y Allen, 1992).

Barston propone un nuevo modelo, el *Modelo de Necesidad Mal Interpretada*, con el objeto de explicar la ausencia de interacción para los silogismos determinados inválidos. El *Modelo de Necesidad Mal Interpretada* se basa en la idea ya adelantada por Dickstein (1980, 1981) de que las personas malinterpretan la naturaleza del concepto de necesidad lógica. Es decir, las personas pueden dar por válidas conclusiones que son compatibles con las premisas, pero que no se derivan

² Este modelo sólo es aplicable cuando las personas deben evaluar una conclusión.

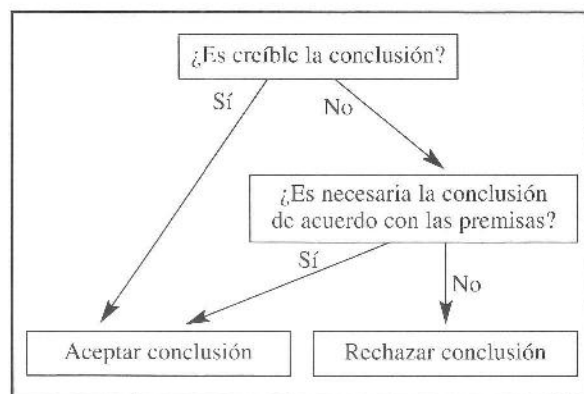


Figura 4.1.—El modelo de escrutinio selectivo (Barston, 1986).

necesariamente de ellas. A este tipo de conclusiones se les llama conclusiones indeterminadas inválidas. Por ejemplo, el siguiente silogismo (EA4)³:

- Ningún A es B,
- Todo B es C,

tiene como conclusión indeterminada inválida «ningún A es C». Esta conclusión es indeterminada porque es compatible con las premisas, pero es inválida porque no se sigue necesariamente de las premisas. La conclusión válida de este silogismo es «algún C no es A». Veamos un ejemplo de un silogismo con una conclusión determinada inválida:

- Todo A es B.
- Todo B es C.
- Ningún A es C.

La conclusión es determinada inválida porque no hay forma de derivar esta conclusión a partir de las premisas. El modelo de necesidad mal interpretada predice que sólo los silogismos que tienen conclusiones indeterminadas inválidas deben verse afectados por la credibilidad. En la figura 5.2, se presenta

gráficamente el modelo de necesidad mal interpretada. Como podemos observar en la figura 5.2, el primer paso que se llevaría a cabo es el de comprobar si la conclusión se puede derivar de las premisas. Si no es el caso se rechaza la conclusión; si es el caso entonces se lleva a cabo el proceso analítico, es decir, se comprueba si la conclusión se sigue necesariamente de las premisas. Si la conclusión se sigue necesariamente de las premisas se acepta como válida, pero si no es el caso entonces se responde sobre la base de la credibilidad. Si es creíble se acepta, pero si no es creíble se rechaza. En este modelo la credibilidad actúa sobre silogismos indeterminados inválidos y sólo después de que ha actuado el proceso analítico. Al igual que en el modelo de escrutinio selectivo, este modelo explica los efectos de la interacción: la credibilidad sólo opera con silogismos inválidos. Sin embargo, y a diferencia de aquél, el modelo de necesidad mal interpretada es capaz de explicar por qué desaparecen los efectos de la interacción cuando se usan silogismos determinados inválidos.

Una predicción fuerte de este modelo es que se predice que ni los silogismos indeterminados válidos ni los silogismos determinados inválidos deberían verse afectados por la credibilidad. Sólo se predicen efectos de la credibilidad en los silogismos indeterminados inválidos. Sin embargo, los resultados de Newstead y col. (1992, experimento 3) no confirman ninguna de estas predicciones. Asimismo, Oakhill, Johnson-Laird y Garnham (1989) presentan datos en los que muestran que la credibilidad afecta tanto a los problemas válidos como a los inválidos. En otra investigación, Barston (1986, experimentos 6-8) no encontró diferencias significativas entre un grupo de sujetos que había recibido instrucciones en las cuales se explicaba el concepto de necesidad lógica y otro que había recibido instrucciones estándar. Se predecía que las instrucciones del primer grupo harían que éste rechazase las conclusiones inválidas y eliminase la interacción entre creencia y lógica. En conclusión, el modelo de ne-

³ Estas vocales representan los cuantificadores (tabla 4.1), y el número representa la figura (tabla 4.2).

cesidad mal interpretada y el modelo de escrutinio selectivo son modelos con un nivel predictivo bastante cuestionable. En el próximo apartado veremos la explicación que los principales modelos generales de razonamiento dan del efecto del contenido. Repararemos y veremos en detalle la propuesta de la teoría de Modelos Mentales, para al final concluir que los modelos de razonamiento deductivo actuales encuentran serias dificultades para explicar el patrón de datos obtenidos en la investigación de Evans y col. (1983).

3. MODELOS DE RAZONAMIENTO SILOGÍSTICO

En este apartado se analizarán los principales modelos actuales de razonamiento silogístico y su ajuste con los resultados experimentales comentados previamente. En un primer momento nos centraremos en aquellas teorías que defienden la existencia de reglas formales de inferencia (Rips, 1994; Braine y O'Brien, 1998). En un segundo momento nos referiremos a la teoría de los Modelos Mentales

(Johnson-Laird y Byrne, 1991) y, por último, trataremos el Modelo heurístico de probabilidades (Chater y Oaksford, 1999).

3.1. Modelos de reglas formales de inferencia

3.1.1. PSYCOP

PSYCOP versus la lógica estándar: diferencias representacionales y procedimentales. Como ya hemos comentado en el capítulo 1 (apartado 1.1.2), el procedimiento que sigue la lógica estándar a la hora de resolver un problema silogístico consiste en eliminar los cuantificadores de las premisas, aplicar reglas de inferencias e introducir los cuantificadores. El procedimiento a seguir en la eliminación e introducción de los cuantificadores debe ajustarse a una serie de criterios. Así, por ejemplo, mientras que la aplicación de algunas de estas reglas es muy fácil (por ejemplo, la regla de eliminación del universal), la aplicación de otras (como la regla de la introducción del cuantificador universal) es mucho más compleja (véase Deaño, 1990). Sin embargo, se ha observado que la dificultad asociada a algunas de estas reglas no se corresponde con la facilidad que las personas muestran a la hora de resolver determinados problemas. Por ejemplo, las personas tardan el mismo tiempo y cometen los mismos errores en los siguientes problemas:

<i>Todos los B son A</i>	<i>Todos los B son A</i>
<i>Algunos de los C son B</i>	<i>Todos los C son B</i>
<hr/>	
<i>Por lo tanto, algunos de los C son A</i>	<i>Por lo tanto, todos los C son A</i>

Sin embargo, para resolver el primer problema debemos llevar a cabo la siguiente derivación:

1. $\Lambda x (Bx \rightarrow Ax)$
 2. $\forall x (Cx \rightarrow Bx)$
- Por lo tanto, $\forall x (Ax \rightarrow Cx)$

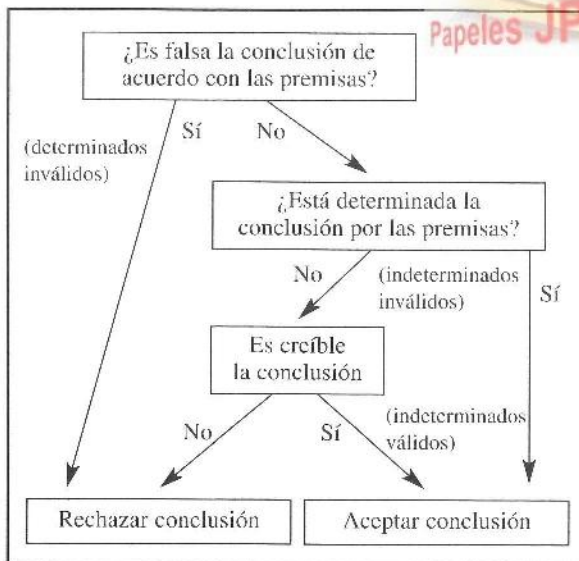


Figura 4.2.—El modelo de necesidad mal interpretada (Barston, 1986).

3. $Ba \rightarrow Aa$	Regla de eliminación del universal (premisa 1)
4. $Ca \wedge Ba$	Supuesto (premisa 2)
5. Ca	Regla eliminación conjunción en premisa 4
6. Ba	Regla eliminación conjunción en premisa 4
7. Aa	Regla eliminación condicional en premisas 3 y 6
8. $Ca \wedge Aa$	Regla introducción conjunción en premisas 5 y 7
→ 9. $Vx (Ax \rightarrow Cx)$	Regla de introducción del particular en premisa 8
10. $Vx (Ax \rightarrow Cx)$	Regla de introducción del particular en 2, 4-9.

Mientras que en el segundo problema debemos proceder de la siguiente manera:

1. $\Delta x (Bx \rightarrow Ax)$	
2. $\Delta x (Cx \rightarrow Bx)$	
Por lo tanto, $\Delta x (Ax \rightarrow Cx)$	
3. $Ba \rightarrow Aa$	Regla de eliminación del universal (premisa 1)
4. $Ca \rightarrow Ba$	Regla de eliminación del universal (premisa 2)
5. $Ca \rightarrow Aa$	Regla de transitividad 3, 4
6. $\Delta x (Cx \rightarrow Ax)$	Regla de introducción del universal en premisa 5.

Desde el punto de vista de la lógica de cuantificadores el primer problema es mucho más difícil que el segundo. Sin embargo, las personas los resuelven prácticamente en el mismo tiempo y dan un porcentaje de acierto similar. Estos resultados han llevado a que los principales modelos de razonamiento silogístico se cuestionen la posibilidad de que las personas usen los procedimientos de eliminación e introducción de los cuantificadores. PSYCOP es uno de estos modelos que carece de las reglas de introducción y de eliminación de cuantificadores.

Otro aspecto que diferencia a PSYCOP de los modelos de la lógica estándar es que cada cuantificador lleva asociadas implicaturas griceanas. Rips, siguiendo las máximas griceanas, asume que las personas, cuando razonan con universales (afirmados o negados), dan por sentado que existen los elementos que se mencionan en las premisas. Esta asunción por parte de Rips es una forma de superar problemas filosóficos de la lógica (alcance existencial⁴). Asimismo, se asume que las personas, ante la premisa «algún A es B», sobreentienden que hay «A» que no son «B», ya que si no fuese el caso nos deberían decir que «todos los A son B». Como ya hemos comentado, este uso del lenguaje se aleja del uso que hace el sistema de la lógica formal. De forma parecida, ante la premisa «algún A no es B», se asume que las personas entienden que hay «A» que son «B». En la tabla 4.7 se presenta la caracterización que PSYCOP y los sistemas tradicionales de la lógica formal hacen de los cuantificadores, así como de las implicaturas griceanas asociadas a cada cuantificador.

Como ya hemos comentado en el capítulo 1, el proceso deductivo en PSYCOP consiste en una prueba mental en la que se usan suposiciones y las reglas de inferencia. En cuanto a las reglas de inferencia, PSYCOP usará las mismas reglas hacia delante en la lógica de predicado que las que usa en la lógica de enunciados. Sin embargo, en las reglas hacia atrás existen una serie de exigencias que se deben cumplir antes de emparejar las submetas con las aserciones (nuevas premisas obtenidas por aplicación de reglas) y premisas. Por ejemplo, imaginemos que estamos intentando demostrar la sub-meta «en la mesa hay un bloque verde» y que en nuestra derivación hemos conseguido una aserción que nos dice «en la mesa todos los bloques son verdes». Esta aserción prueba o confirma que la sub-meta se ha conseguido. Parece evidente que si hemos demostrado que «en la mesa todos los bloques son verdes» también habremos demostrado que «en la mesa hay un bloque verde». Esta forma de proceder se corresponde con la regla de eliminación del univer-

⁴ El «alcance existencial» hace referencia a si lo que se postula en las premisas existe o no. Así, por ejemplo, el cuantificador particular afirma la existencia de algo, mientras que

el cuantificador sólo la presupone. Sin embargo, las personas cuando razonan con ambos tipos de cuantificadores asumen su existencia.

TABLA 4.7

Las cuatro sentencias silogísticas presentadas en el lenguaje natural, su traslación a la notación usada por PSYCOP, las implicaturas griceanas y la notación que se usa en la lógica estándar

Lenguaje natural	PSYCOP	Implicaturas	Lógica clásica
Todo A es B	Si A (x) entonces B(x)	A (a) y B (a)	$\forall x (Ax \rightarrow Bx)$
Ningún A es B	No [A (x) y B (x)]	A (a) y no B (a)	$\forall x (Ax \rightarrow \neg Bx)$
Algún A es B	A (a) y B (a)	A (a) y no B (a)	$\forall x (Ax \wedge Bx)$
Algún A no es B	A (a) y no B (a)	A (a) y B (a)	$\forall x (Ax \wedge \neg Bx)$

sal⁵. Es decir, la aserción que hemos demostrado durante la prueba implica la sub-meta. Si en el ejemplo anterior la sub-meta fuese «en la mesa todos los bloques son verdes» y nuestra aserción fuese «en la mesa hay un bloque verde», no podríamos afirmar que la aserción de nuestra derivación ha probado la sub-meta. Rips (1994, tabla 6.1) propone una serie

de condiciones que se deben cumplir a la hora de realizar los emparejamientos entre las sub-metas y las aserciones, con objeto de evitar emparejamientos inadecuados⁶. Por último, PSYCOP incorpora tres nuevas reglas específicas hacia delante para el razonamiento silogístico: transitividad, exclusión y conversión (tabla 4.8).

TABLA 4.8

Reglas de inferencia hacia delante para el cálculo de predicado (Rips, 1994, tabla 6.2)

Transitividad	
Si F(x) entonces G(x) Si G(y) entonces H(y)	a) Si una sentencia de la forma Si F(x) entonces G(x) y si G(y), entonces H(y) se mantiene en algún dominio D,
Si F(z) entonces H(z)	b) y si F(z) entonces H(z) no está aún en el dominio D,
	c) entonces añadir Si F(z) entonces H(z) a D.
Exclusión	
Si F(x) entonces G(x) No [G(y) y H(y)]	a) Si una sentencia de la forma Si F(x) entonces G(x) y no [G(y) y H(y)] se mantiene en algún dominio D,
No [F(z) y H(z)]	b) y no [F(z) y H(z)] no está aún en el dominio D,
	c) entonces añadir No [F(z) y H(z)] a D.
Conversión	
No [F(x) y G(x)]	a) Si una sentencia de la forma No [(F(x) y G(x)] se mantiene en algún dominio D,
No [G(y) y F(y)]	b) y no [(G(y) y F(y)] no está aún en el dominio D,
	c) entonces añadir no [G(y) y F(y)] a D.

⁵ La regla de eliminación del cuantificador universal afirma que lo que es verdadero para todos los miembros de un conjunto es verdadero para uno cualquiera de ellos. De forma que si es verdad que «todos los perros son mamíferos», y es el caso que «Fido es un

perro», entonces podemos afirmar que «Fido es un mamífero».

⁶ Estas condiciones son equivalentes a las que se tienen que usar en el cálculo de predicados cuando se usan reglas de introducción y eliminación de cuantificadores.

Resolución de un silogismo mediante PSYCOP.

Una vez comentadas las principales características representacionales y el sistema de reglas de inferencia que puede usar PSYCOP, se pasará a mostrar cómo opera PSYCOP cuando resuelve el siguiente silogismo.

- Todos los bloques cuadrados son bloques verdes.
- Algunos bloques grandes son bloques cuadrados.
- Conclusión: ¿Algunos bloques grandes son bloques verdes?

PASO 1. PSYCOP traduce la expresión del lenguaje natural en una representación mental en la que se suprimen los cuantificadores universales y particulares y se reemplazan por variables y nombres:

1. Si bloque cuadrado (x) entonces bloque verde (x).
2. Bloque grande (a) y bloque cuadrado (a).
3. ¿Bloque grande (b) y bloque verde (b)?

PASO 2: Aplicación de reglas hacia delante. PSYCOP aplicará cualquiera de las posibles reglas hacia delante que puedan ser emparejadas con algunas de las conectivas de las premisas. Como ya se ha comentado en el capítulo 1, este tipo de reglas actúa de acuerdo con el procedimiento primero en anchura (*breadth-first*). En nuestro ejemplo sólo se puede aplicar la regla «eliminación de la conjunción» sobre la premisa 2; esta operación permite a PSYCOP derivar las siguientes premisas o aserciones.

4. Bloque grande (a) (regla de eliminación de y, en 2)
5. Bloque cuadrado (a) (regla de eliminación de y, en 2)

Regla de introducción hacia atrás en el sistema PSYCOP:

- a) Ajustar D al dominio de la meta actual.
- b) Si la meta actual es de la forma P y Q,
- c) Y D no contiene la submeta P,
- d) entonces añadir la submeta P a la lista de D.
- e) Si la submeta en (d) es conseguida,

PASO 3: Aplicación de reglas hacia atrás para satisfacer metas o submetas. Como PSYCOP no puede aplicar más reglas hacia delante, entonces el siguiente paso consistirá en fijar como meta la conclusión y aplicar reglas de inferencia hacia atrás. Debido a que en este problema PSYCOP no dispone de ninguna regla que le permita satisfacer directamente la conclusión, entonces debe crear metas intermedias (sub-metas). A la hora de fijar la sub-meta, PSYCOP observa cuál es la naturaleza proposicional de la conclusión. En este ejemplo, la conclusión es una conjunción de dos proposiciones; como consecuencia se activaría la regla hacia atrás «introducción de la conjunción»⁷. Esta regla permite no sólo crear dos sub-metas (bloque grande y bloque verde), sino activar, además, las condiciones de emparejamiento entre las aserciones y la sub-meta. Primeramente se fija como sub-meta «bloque grande (b)». Esta sub-meta puede ser satisfecha por la premisa 4 [bloque grande (a)], aunque previamente el sistema debe activar el programa de emparejamiento (línea 6) para asegurarse de que ambos nombres temporales (a y b) son equivalentes. Una vez que la primera parte de la conclusión ha sido satisfecha entonces PSYCOP toma la segunda parte de la conclusión [bloque verde (b)]. PSYCOP tiene que asegurar que este bloque grande es el mismo que el bloque que es grande y es verde (algún bloque grande es verde). A través de las reglas de emparejamiento se consigue esto.

6. Regla hacia atrás; introducción de la conjunción: crea sub-meta «bloque grande (b)».
7. La sub-meta en 6 es satisfecha por la premisa 4; crea la sub-meta bloque verde (b) = bloque verde (a).

PASO 4: Creación de nuevas submetas para poder satisfacer submetas o metas. Esta sub-meta [blo-

- f) y P es emparejado con P', y P y Q comparten nombres temporales.
- g) entonces ajustar Q'' al resultado de la sustitución en Q cualquier nombre.
- h) De otra manera, ajustar Q' a Q.
- i) Si D no contiene la submeta Q',
- j) entonces añadir la submeta Q' en D a la lista de sub-metas.

que verde (a)] no puede ser satisfecha directamente. Sin embargo, para PSYCOP «bloque verde (a)» puede ser emparejado a «bloque verde (x)», pero para ello necesita liberar a «bloque verde (x)» del condicional. La forma de proceder consiste en crear como sub-meta «bloque grande (a)»

8. Regla *modus ponens* hacia atrás: sub-meta «bloque grande (a)».

Esta sub-meta es satisfecha por la premisa 5.

9. Sub-meta 8 [bloque grande (a)] satisfecha en premisa 5.
10. Bloque verde (a): Regla hacia atrás *modus ponens*.
11. Bloque grande (a) y bloque verde (a): Regla hacia atrás de la introducción de la conjunción.
12. Bloque grande (b) y bloque verde (b) por emparejamiento.

La regla hacia atrás *modus ponens* permite derivar la aserción «bloque verde (a)». Una vez conseguida esta aserción, la regla hacia atrás de la introducción de la conjunción se activa y permite unir ambas proposiciones. Por último, en la línea 12 se realiza el emparejamiento entre la meta y las proposiciones derivadas en 11.

Principales factores de dificultad y errores según PSYCOP. Para PSYCOP, los principales factores de dificultad son el tipo de reglas y la cantidad de las mismas que se necesitan para realizar la prueba mental. Los problemas que requieren reglas hacia delante son más fáciles que los que requieren reglas hacia atrás; también existen reglas que conllevan más dificultad que otras. Así, por ejemplo, Rips afirma que las reglas hacia atrás de la introducción de la negación o la regla del silogismo conjuntivo son las más difíciles de todas. Asimismo, los problemas que re-

quieren de más reglas para poder derivar la conclusión serán más difíciles que los que requieren menos reglas. En cuanto a las fuentes de error, Rips (1994) menciona, entre otras, las limitaciones de la memoria de trabajo, las interpretaciones griceanas y la posesión de una regla no lógica.

¿Cómo es el nivel de adecuación entre los resultados experimentales comentados en el apartado anterior y las predicciones de PSYCOP? Como ya se ha comentado previamente, el modo, la figura y el contenido afectan a las respuestas que las personas evalúan o dan como válidas. Asimismo se ha encontrado que los silogismos difieren en dificultad.

Resultados experimentales y PSYCOP: el caso de la dificultad. Para PSYCOP, unos silogismos son más difíciles que otros porque requieren de más reglas o de reglas más complejas o de ambas cosas para resolverlo. Por ejemplo, el problema siguiente, en PSYCOP:

- Ningún G es H,
- Todo F es G,
- Ningún F es H,

puede ser resuelto mediante la regla de la exclusión (tabla 4.8), mientras que el siguiente problema:

- Ningún G es H,
- Algún F es G,
- Algún F no es H,

requiere tres reglas: la regla de la eliminación de la conjunción hacia delante, la regla de la introducción de la conjunción hacia atrás y la regla del silogismo conjuntivo hacia atrás. Los resultados experimentales obtenidos nos muestran, en general⁸, que aquellos problemas en los que PSYCOP predice una dificultad baja son resueltos de forma rápida y eficientemente por las personas, y en aquellos problemas en los que PSYCOP predice

⁸ En la tabla 7.1 (Rips, 1994) podemos observar que las predicciones no se cumplen para algunos silogismos. Por ejemplo, los silogismos A11 y A13, según PSYCOP, deberían ser difíciles, ya que requieren de tres reglas, dos de las cuales son reglas hacia atrás. Sin embargo, el porcentaje de

aciertos es de 80 por 100 en A11 y de 75 por 100 en A13. Asimismo, no deja de ser contradictorio que el silogismo AE4, que requiere sólo de la aplicación de dos reglas hacia delante, presente menos porcentaje de aciertos (65 por 100) que los silogismos A11 y A13.

una dificultad alta las personas tardan más tiempo y cometen más errores (Rips, 1994, tabla 7.1 y tabla 7.3).

Resultados experimentales y PSYCOP: el caso del modo. En cuanto a las respuestas erróneas debido al modo, PSYCOP postula que éstas pueden deberse a que las personas hacen una interpretación inadecuada de los cuantificadores (implicaturas conversacionales, conversión). También postula que determinados tipos de error surgen no porque las personas hayan hecho una interpretación inadecuada de los modos de las premisas, sino porque cuando no han podido dar con una regla para resolver el problema seleccionan como conclusión válida una que tenga como cuantificador el cuantificador de la premisa más conservadora. De forma que ante el siguiente par de premisas:

- Algún A no es B,
- Todo C es B,

las personas optarían por seleccionar como válida la conclusión «algún A no es C» frente a la conclusión «todo A es C». Aunque la explicación que da Rips se parece bastante a la explicación de la hipótesis atmósfera, hay una diferencia sustancial entre ambas hipótesis. Para Rips, las personas han intentado dar con la conclusión válida del argumento, pero ante determinados factores, como la dificultad, han optado por seleccionar la conclusión que tiene como cuantificador el cuantificador más conservador de las premisas. Las personas han llevado a cabo un proceso de razonamiento que no pudo concluir eficientemente. Como ya se ha comentado, la hipótesis atmósfera postula que las personas no llevan a cabo ningún proceso deductivo. A pesar de que PSYCOP es capaz de explicar algunos errores debidos al modo de las premisas, deja una gran cantidad de errores sin explicar (Bucciarelli y Johnson-Laird, 1999).

Resultados experimentales y PSYCOP: el caso de la figura. Otra dificultad añadida a PSYCOP es que es incapaz de explicar por qué los silogismos difieren en dificultad en función de la figura y por qué generan sesgos de respuesta. Para Rips, los efectos diferenciales encontrados entre figuras si-

logísticas son interpretados en los siguientes términos:

«Es posible, sin embargo, que las diferencias sean debidas al producto de las implicaturas por las reglas usadas más que debido al orden de los términos» (Rips, 1994, p. 237).

Para, más adelante, concluir:

«Es posible reformular las reglas de PSYCOP para hacerlo más sensible al orden de los términos en un problema».

Una serie de resultados experimentales obtenidos usando diferentes metodologías y por diferentes autores (Carreiras y Santamaría, 1997; Espino, 1995; Espino, Santamaría, García Madruga, 2000a, 2000b, 2000c; Johnson-Laird y Bara, 1984; etc.) deberían hacer reflexionar a Rips sobre la necesidad de tener en cuenta los efectos de la figura en el razonamiento silogístico y hacer realidad dicha reformulación.

Resultados experimentales y PSYCOP: el caso del contenido. En cuanto a los efectos del contenido, PSYCOP postula que se deben o bien a la forma en que han sido interpretadas las premisas o a que se ha censurado la conclusión. Desde este planteamiento se desecha la posibilidad de que el contenido del problema pueda afectar al proceso deductivo. De forma que aunque la teoría es capaz de explicar por qué las personas aceptan unas conclusiones, deja sin explicar la interacción encontrada entre validez y credibilidad (Evans y col., 1983).

3.1.2. Lógica Mental

Lógica Mental versus PSYCOP: diferencias representacionales y procedimentales. Al igual que PSYCOP, Lógica Mental (Braine y O'Brien, 1998) carece de reglas de introducción y eliminación de los cuantificadores. Las razones que han llevado a Lógica Mental a prescindir de estas reglas son las mismas que llevaron a Rips a prescindir de ellas. Sin embargo, Lógica Mental formula un tipo distinto de

representación mental para los cuantificadores al propuesto por PSYCOP. Braine y col. (1998) proponen un tipo de representación más cercano al lenguaje del pensamiento (Fodor, 1975). En la tabla 4.9 se presentan distintas formas de representación para los distintos cuantificadores según Lógica Mental.

Otra diferencia que podemos encontrar entre Lógica Mental y PSYCOP es de naturaleza procedimental. Básicamente, esta diferencia se circunscribe a las reglas que se usan y a la forma en que se usan. Entre las reglas de las que dispone el sistema de Braine y O'Brien (1998), pero de las que carece PSYCOP, está la presencia de esquemas que detectan contradicciones entre un grupo de premisas y la conclusión. Asimismo, el modelo de la Lógica

Mental carece de reglas que trabajan hacia atrás. Otra característica del modelo de Braine y col. (1998) frente a los modelos de la lógica estándar es que las reglas de introducción y eliminación de los cuantificadores forman parte de los esquemas. En los modelos de la lógica estándar, cuando se opera con cuantificadores, se procede eliminando los cuantificadores (existen determinadas reglas que explicitan los requisitos que se han de seguir), se realiza la derivación mediante esquemas de la lógica proposicional y, por último, se incorporan los cuantificadores. En el modelo de Braine y col., estos tres pasos han sido reducidos a un solo paso. En la tabla 4.10 se presentan algunos esquemas que usa Lógica Mental en el cálculo de predicado.

TABLA 4.9

Las cuatro sentencias silogísticas presentadas en el lenguaje natural, su traslación a la notación usada por lógica mental y la notación que se usa en la lógica estándar

Lenguaje natural	Lógica mental	Lógica clásica
Todo A es B	B [todo A]	$\forall x (Ax \rightarrow Bx)$
Ningún A es B	Negación B [todo A]	$\forall x (Ax \rightarrow \neg Bx)$
Algún A es B	B [algún A]	$\exists x (Ax \wedge Bx)$
Algún A no es B	Negación B [algún A]	$\exists x (Ax \wedge \neg Bx)$

TABLA 4.10

Algunos de los esquemas que usa Lógica Mental en el cálculo de predicado (Braine y O'Braine, 1998, tabla 11.3)

Esquema 1*. Es un esquema alimentador
<p>S1 [todo X]; S2 [todo X] / S1 [todo X] y [PRO-todo X] $p; q / p \text{ y } q$</p> <p>Ejemplo:</p> <p>Todos los cuadrados son rojos. Todos los rectángulos son verdes.</p> <hr/> <p>Todos los cuadrados son rojos y todos los rectángulos son verdes.</p>

TABLA 4.10 (continuación)

Esquema 2*. Es un esquema alimentador
<p>S1 [q X] y S2 [PRO-q X] / S2 [q X] $p \vee q / p$ Ejemplo: Todas las canicas son redondas y de madera.</p> <hr/> <p>Todas las canicas son de madera.</p>
Esquema 6*. Es un esquema central
<p>S1 [todo x] o S2[PRO-todo x]; S3 [todo x: S1[PRO]]; S3 [todo x: S2[PRO]] / S3 [todo x] $p \vee q; \text{si } p \text{ entonces } r; \text{si } q \text{ entonces } r / r$ Ejemplo: Todos los cuadrados son rojos o son verdes. Todos los cuadrados rojos son de madera. Todos los cuadrados verdes son de madera.</p> <hr/> <p>Todos los cuadrados son de madera.</p>
Esquema 7. Es un esquema central
<p>S1 [todo x] o S2[PRO-todo x]; S3 [todo x: S1[PRO]]; S4 [todo x: S2[PRO]] / S3 [todo x] o S4 [PRO-todo X] $p \vee q; \text{si } p \text{ entonces } r; \text{si } q \text{ entonces } s / r \vee s$ Ejemplo: Todas las canicas son de metal o de madera. Todas las canicas de madera son rojas. Todas las canicas de metal son azules.</p> <hr/> <p>Todas las canicas son rojas o azules.</p>
Esquema 13*. Es un esquema que detecta incompatibilidades
<p>Negación S [Todo X]; S [q X] / INCOMPATIBILIDAD $\text{No } p; p / \text{INCOMPATIBILIDAD}$ Ejemplo: Ninguna de las canicas no plásticas.</p> <hr/> <p>Algunas de las canicas son plásticas.</p>

* Estos esquemas se pueden usar tanto en lógica proposicional como de predicado. Los esquemas usados para el cálculo de predicado se presentan en negrita.

Resolución de un silogismo mediante Lógica Mental. A continuación se pasará a mostrar cómo opera la Lógica Mental cuando resuelve el siguiente silogismo:

- Todos los cantantes son franceses o españoles.
- Todos los cantantes franceses son europeos.
- Todos los cantantes españoles son europeos.
- ¿Algunos de los cantantes no son europeos?

PASO 1: Lógica Mental traduce la expresión del lenguaje natural en la representación mental siguiente:

1. Franceses [todos los cantantes] o españoles [PRO-todos los cantantes].
2. Europeos [todos los cantantes: franceses [PRO]].
3. Europeos [todos los cantantes: españoles [PRO]].
4. Neg. Europeos [algunos cantantes].

«PRO» es una notación que nos indica cuál es el antecedente del término de la premisa, de forma que en nuestro ejemplo el antecedente del grupo de los españoles es «todos los cantantes», que es a su vez el mismo antecedente que el del grupo de los franceses. El término «NEG» significa negación. Una vez aclaradas estas cuestiones formales seguiremos con los aspectos procedimentales de Lógica Mental.

PASO 2: Aplicación de esquemas inferenciales. En nuestro ejemplo, podemos aplicar el esquema 6 (véase tabla 4.10) sobre las premisas 1, 2 y 3. La aplicación de este esquema nos permite obtener la premisa que aparece en la línea 5 de la derivación:

5. Europeos [todos los cantantes].

PASO 3: Aplicación del esquema de incompatibilidad sobre la conclusión. Una vez obtenida la conclusión se aplica el esquema 13 (véase tabla 4.10) para comprobar que no existen incompatibilidades entre las premisas y la conclusión. En nuestro ejemplo se da el caso de que hay incompatibilidad entre las líneas 4 y 5, y se concluye que la conclusión es falsa.

Resultados experimentales y Lógica Mental: el caso de la dificultad. Veamos por partes la adecuación

de la teoría con los resultados de las diferentes investigaciones comentadas previamente. Diferentes investigaciones muestran que unos silogismos son más difíciles que otros. Para Lógica Mental, la dificultad viene explicada por el tipo de rutina de razonamiento usada (capítulo 1) y por el número de reglas. Los silogismos que para ser resueltos requieren de la rutina directa de razonamiento serán más fáciles que aquellos que requieran de las estrategias indirectas de razonamiento. Asimismo, los silogismos que pueden ser resueltos por menos reglas de inferencias serán más fáciles que aquellos que requieren de más reglas. Las predicciones del modelo de la Lógica Mental en cuanto a la dificultad se ajustan, en general, bastante bien a los datos experimentales.

Resultados experimentales y Lógica Mental: el caso del modo y de la figura. En cuanto a los errores debido al modo, la Lógica Mental sólo predice un patrón determinado de errores (implicaturas conversacionales, principio de plausibilidad), dejando sin explicar otros errores que las personas suelen cometer de forma rutinaria y estable (Bucciarelli y Johnson-Laird, 1999). En cuanto a la influencia debida a la figura, Lógica Mental no explica los efectos de la dificultad y el sesgo de respuesta que se ha encontrado en distintas investigaciones ya comentadas.

Resultados experimentales y Lógica Mental: el caso del contenido. Por último, Lógica Mental es incapaz de explicar la interacción encontrada entre credibilidad y validez (Evans y col., 1983). Esto es debido a que para Lógica Mental, al igual que lo es también para PSYCOP, el proceso deductivo es de naturaleza sintáctica, por lo que no se debe esperar que contenido interactúe con la validez.

3.2. Teoría de los Modelos Mentales

Para explicar los procesos implicados en el razonamiento silogístico, la teoría de los Modelos Mentales propone un modelo de cuatro estadios (Bucciarelli y Johnson-Laird, 1999):

1. Interpretación y representación inicial de las premisas. En esta etapa las personas construyen modelos de las premisas. El modelo consiste en *tokens* que representan los individuos

de cada grupo. El número de unidades utilizadas para representar las entidades es pequeño y arbitrario; así, por ejemplo, para representar la premisa «todos los atletas son banqueros» se usarían dos unidades que darían lugar al modelo mental inicial que sigue:

[a] b
[a] b
...

Cada línea representa un individuo separado: «a» representa a atletas y «b» representa a banqueros. Este modelo mental inicial podría llevar a los sujetos a interpretar la premisa de forma converso («Todos los b son a»). Sin embargo, cuando los sujetos hacen explícito el modelo:

a b
a b
-a b
-a -b

pueden refutar dicha interpretación, ya que en la tercera línea queda explicitado que existen «b» que no son «a». Aunque el primer modelo pudiera interpretarse erróneamente en el sentido de la conversión, el modelo explícito refutaría esta posibilidad. Johnson-Laird y Byrne (1991) proponen una representación inicial y una representación explícita para cada uno de los cuantificadores de la lógica de predicados (tabla 4.7).

2. *Combinación de las interpretaciones de las premisas en un modelo simple o modelo integrado.* El modelo mental integrado consiste en elaborar una representación unitaria de las dos premisas. El procedimiento que se ha de seguir consiste en hacer coincidir temporalmente los términos medios (b). Sólo dos operaciones son necesarias para hacer coincidir los términos medios: reordenación de las premisas y reordenación de los términos de las premisas. Sin embargo, se puede dar el caso de

TABLA 4.11

Representación inicial y representación explícita para cada uno de los cuantificadores de los silogismos (Johnson-Laird y Byrne, 1991)

	Modelos iniciales	Modelos explícitos
Todo A es B	[a] [b] [a] [b] ...	a b a b -a b -a -b
Algún A es B	a b a b ...	a b a b -a b a -b -a -b
Ningún A es B	[a] [a] [b] [b] ...	a -b a -b -a b -a b -a -b
Algún A no es B	a a a [b] [b] ...	a -b a -b a b -a b -a -b
- notación para la negación. [] notación para la representación exhaustiva. ... notación para modelos alternativos con contenido no explícito.		

que la integración se dé de forma inmediata, como en el caso de los silogismos de la figura 4 (AB / BC), ya que los términos medios mantienen una relación de contigüidad temporal. Para el resto de las figuras silogísticas se hace necesario llevar a cabo una o las dos operaciones cognitivas comentadas. Veamos a continuación el siguiente silogismo (silogismo de la figura 1):

- Todos los B son A.
- Todos los C son B.

Al existir una separación temporal entre los términos medios (B), las personas deben reordenar las premisas. En este caso se comienza construyendo un modelo mental de la segunda premisa (todos los C son B), y a continuación se añade el modelo de la primera premisa (todos los B son A), quedando el modelo mental resultante como sigue:

- Todos los C son B.
- Todos los B son A.

Para la figura 2 y 3, la formación del modelo mental integrado es mucho más compleja (Johnson-Laird y Bara, 1984). Veamos el caso de un silogismo con la figura 2:

- Todos los A son B.
- Todos los C son B.

Lo primero que debemos hacer es construir el modelo mental integrado de las dos premisas; para ello debemos hacer coincidir temporalmente los términos medios (B). Hay dos formas de hacerlo. Una de ellas consiste en reordenar los términos de la segunda premisa, lo cual daría lugar a la siguiente ordenación:

- Todos los A son B.
- Todos los B son C.

Otra forma de elaborar el modelo mental integrado, aunque un poco más costosa, es la siguiente. Comenzamos el modelo mental integrado a partir de la segunda premisa, y luego incorporamos la primera premisa:

- Todos los C son B.
- Todos los A son B.

A continuación reordenamos los términos de la primera premisa «AB», lo cual daría lugar a la siguiente representación:

- Todos los C son B.
- Todos los B son A.

En el caso de los silogismos de la figura 4.3, ambos procedimientos se pueden usar para elaborar el modelo mental integrado.

La operación para combinar modelos es simple, ya que consiste en asegurarse que los modelos de las dos premisas contienen el mismo número de elementos correspondientes al término medio. Por ejemplo, las siguientes premisas:

- Algunos artistas son banqueros,
- Todos los banqueros son cantantes,

dan lugar a los siguientes modelos:

artista	banquero.
artista	banquero.
...	

[banquero]	cantante.
[banquero]	cantante.
...	

Ambos modelos tienen el mismo número de elementos del término medio (banqueros), y por tanto pueden ser directamente combinados:

artista	[[banquero] cantante].
artista	[[banquero] cantante].

A partir de este modelo integrado se podría concluir que «algunos artistas son cantantes» o «algunos cantantes son artistas». En este caso, y debido a la figura del silogismo, es más probable que los sujetos generen la primera conclusión.

Predicciones de la teoría de Modelos Mentales: formación del modelo integrado y ordenación de los términos de la conclusión. Para la teoría de los Modelos Mentales, los silogismos que requieran de más operaciones en el proceso de formación del modelo mental integrado llevarán más tiempo en procesarlos y presentarán mayor cantidad

de errores (por ejemplo, los silogismos de la figura 1) que aquellos silogismos que requieran menos operaciones cognitivas en la formación del modelo mental integrado (por ejemplo, los silogismos de la figura 4). Otra predicción de la teoría de Modelos Mentales es que la primera información que entra en el modelo mental integrado (término extremo) será la primera información que sale (principio de «first-in first-out»; Broadbent, 1958). Este principio permite explicar el «efecto de la figura». Según la hipótesis FIFO (first in, first out), el orden que los términos extremos ocupan en la conclusión va a depender del lugar que dichos términos ocupen en el modelo mental integrado en la memoria de trabajo. El término extremo que ocupe el primer lugar en la memoria de trabajo será el término extremo que ocupe el primer lugar en la conclusión.

3. *Formulación de una conclusión informativa.* En este estadio los sujetos deben sacar una conclusión parsimoniosa, la cual debe expresar una relación que no está explícita en las premisas. Si no hay tal conclusión, el sujeto concluye que no hay conclusión válida.
4. *Búsqueda de un modelo alternativo.* Durante esta fase las personas buscan modelos alternativos que se deriven de las premisas y que hagan falsa la conclusión que los sujetos han elaborado en el tercer estadio. En caso de que no haya una conclusión alternativa, la conclusión putativa es considerada como válida. En caso contrario, los sujetos volverían al segundo estadio e intentarían comprobar si hay una conclusión verdadera para todos los modelos que ellos hayan podido construir.

Predicciones de la teoría de Modelos Mentales: búsqueda de contraejemplos y formulación de la conclusión. Sobre la última fase, la teoría de los Modelos Mentales establece las siguientes predicciones:

- a) A mayor número de modelos mentales que se requieran para elaborar una conclusión, mayor será la dificultad.

- b) Se predice que las conclusiones erróneas son más frecuentemente consistentes que inconsistentes con las premisas. Es decir, muchos de los errores que las personas cometen, sobre todo en los problemas de múltiples modelos mentales, se corresponden con uno de los posibles modelos mentales de estos problemas.
- c) El conocimiento general puede influir en los procesos de razonamiento. A diferencia de los modelos de reglas (Braine y col., 1998; Rips, 1994), que postulan que los efectos del contenido sólo se dan durante la fase de comprensión de las premisas o cuando tienen que generar la conclusión, la teoría modelo postula que el contenido también afecta durante el proceso de razonamiento.

Resultados experimentales y Modelos Mentales: el caso de la figura. Como ya hemos comentado, la figura es un factor que no sólo genera dificultad, sino que además da lugar a un sesgo de respuesta («efecto de la figura»). A diferencia de las teorías comentadas hasta ahora, sólo la teoría de los Modelos Mentales predice correctamente la dificultad de los silogismos en función de la figura y el tipo de respuesta que las personas dan. Para la teoría de los Modelos Mentales, aquellos silogismos que requieran de más operaciones cognitivas para formar el modelo mental integrado serán más difíciles que los que requieran de menos. Los silogismos de la figura 4 son más fáciles que los de la figura 1 porque no requieren de operaciones cognitivas extras para formar el modelo mental integrado. Como ya hemos visto en el caso de los silogismos de la figura 1, las personas deben reordenar las premisas para poder obtener el modelo mental integrado. Los resultados de una serie de investigaciones comentadas previamente apoyan estas predicciones. Asimismo, se ha encontrado, tal y como predice la teoría de los Modelos Mentales, que existe un sesgo de respuesta en función de la figura de los silogismos.

Para la teoría de Modelos Mentales, el sesgo de la figura se debe a la actuación del principio FIFO sobre el modelo mental integrado. Como ya hemos comentado antes, este principio o hipótesis postula que el tér-

mino extremo ocupa el primer lugar en el modelo mental integrado y ocupará el primer lugar en la conclusión. Este principio permite explicar por qué las personas elaboran preferentemente conclusiones AC en los silogismos de la figura 4 y CA en los silogismos de la figura 1, y por qué no existe un sesgo en los silogismos de las figuras 2 y 3. Veamos con más detalle la explicación que nos ofrece la teoría de Modelos Mentales. Como ya hemos comentado antes, el modelo mental integrado en los silogismos de la figura 4 es del siguiente tipo: «AB / BC». En este caso, el término extremo «A» ocupa el primer lugar en el modelo mental integrado, y por lo tanto ocupará el primer lugar en la conclusión. Esta forma de proceder lleva a las personas a construir conclusiones en la dirección «AC». En el caso de la figura 1, el modelo mental integrado tiene la siguiente forma: «BA / CB». Como el término extremo «C» ocupa el primer lugar en el modelo mental integrado, deberá ocupar el primer lugar en la conclusión. Es por ello por lo que las personas elaboran conclusiones de forma mayoritaria en la dirección «CA». En cuanto a los silogismos de la figura 2 y de la figura 3 hay dos formas de elaborar el modelo mental integrado: una «AB / BC» y otra CB / BA». En el primer caso, las personas tenderían a elaborar conclusiones «AC», mientras que en el segundo caso lo harían en el sentido «CA». Los resultados de diferentes investigaciones han confirmado estas predicciones (Dickstein, 1978a; Espino, 1995; Espino, Santamaría, Meseguer y Carreiras, 2000; Ford, 1995; García Madruga, 1982, 1983, 1989; Johnson-Laird y Steedman, 1978; Johnson-Laird y Bara, 1984; Yule y Stenning, 1992). Como ya hemos comentado anteriormente, las hipótesis sintácticas hacen las mismas predicciones que la teoría de los Modelos Mentales; por lo tanto nos queda por saber cuál de ellas es la que mejor se ajusta a los datos experimentales. A continuación se presenta una investigación realizada por Shaw y Johnson-Laird (1993), que junto a otros datos cuestionan la hipótesis sintáctica. Shaw y Johnson-Laird (citado en Johnson-Laird, 1996), utilizando premisas con cuantificadores múltiples como las que siguen:

- Todos los aviadores y todos los fieles están en el mismo lugar,

- Todos los fieles y todos los huéspedes están en el mismo lugar,

encontraron que las personas elaboraron mayoritariamente conclusiones del tipo:

- Todos los aviadores y todos los huéspedes están en el mismo lugar,

o conclusiones del tipo:

- Todos los aviadores están en el mismo lugar que todos los huéspedes.

Como podemos observar en las premisas, los tres términos (aviadores, huéspedes y fieles) ocurren como sujeto gramatical de las premisas, por lo que desde la hipótesis sintáctica no deberían encontrarse diferencias debido a este factor. Sin embargo, los datos lo desmienten, ajustándose dicho patrón a las predicciones de la teoría de los Modelos Mentales. Además, si tenemos en cuenta que en algunas investigaciones (Espino y cols., 2000a, 2000b, 2000c) se ha encontrado que las personas tardan más tiempo en procesar los silogismos de la figura 4.1 que los de la figura 4.4, la hipótesis sintáctica queda cuestionada como una explicación plausible.

Resultados experimentales y Modelos Mentales: el caso del modo. Otro factor que se ha visto que puede generar errores en razonamiento es el modo (o los cuantificadores) que se usa en las premisas. Los principales errores que pueden surgir de los modos de las premisas son debidos a las implicaturas griceanas y/o a la conversión. La teoría de Modelos Mentales asume que las implicaturas griceanas pueden ser una fuente potencial de errores, debido a que la interpretación que las personas hacen de los cuantificadores puede no ser la misma que la que exige la lógica. Asimismo, la teoría de Modelos Mentales asume que la conversión puede deberse a una comprensión inadecuada de los cuantificadores (al menos desde el punto de vista lógico) o bien puede deberse a cómo las personas han reordenado los elementos de las premisas en la memoria de trabajo. Es decir, el efecto de la conversión es un fenómeno que puede surgir en la memoria operativa cuando el sujeto debe reordenar

los términos de las premisas para conseguir un modelo mental integrado. Si los sujetos no son cuidadosos cuando recuperan la información de la memoria operativa podrían dar como respuesta la conversa de la proposición original. Por tanto, desde esta concepción se esperaría que los sujetos cometiesen más errores en aquellos silogismos que requieren más operaciones suplementarias que en los que requieren menos. Los datos de varias investigaciones son coincidentes con esta hipótesis (Johnson-Laird, 1996).

Johnson-Laird (1996), en la misma línea que Rips (1994), postula que los supuestos errores atribuidos al efecto atmósfera se pueden explicar de forma alternativa. Desde esta teoría se explica dicho fenómeno debido a que el modelo inicial de dos premisas da lugar a las mismas conclusiones que se predicen desde la hipótesis del efecto atmósfera. Por ejemplo, con las premisas:

- Todos los atletas son banqueros,
- Algunos banqueros son químicos,

existirá una tendencia a contestar «algunos atletas son químicos» debido a la existencia de una premisa particular. Sin embargo, desde la teoría de los Modelos Mentales se sugiere que los sujetos dan esta respuesta porque construyen un modelo inicial de las premisas como éste:

[[atleta]	banquero]	
[[atleta]	banquero]	químico
	...	químico

lo que les llevaría a dar la conclusión señalada arriba. Además, Johnson-Laird (1996) propone tres hechos que juegan a favor de la teoría de los Modelos Mentales y que va en contra de la hipótesis del efecto atmósfera. El primero de estos fenómenos, que ya hemos comentado, es que si los sujetos se guíasen sólo por la atmósfera de las premisas nunca podrían contestar, en una tarea de silogismos, que «no hay conclusión». Sin embargo existen resultados experimentales que lo refutan (Johnson-Laird y Bara, 1984).

El segundo consiste en que, según la hipótesis del efecto atmósfera, no deberían darse diferencias

en la elección de frecuencia de respuestas entre los problemas que implican un modelo mental y los que implican múltiples modelos mentales. Desde la teoría de los Modelos Mentales se mantiene que habrá mayor número de elecciones de conclusiones emparejadas con el modo de una de las premisas en los problemas de un modelo que en los problemas de múltiples modelos. Es decir, en el caso de un problema de un único modelo mental los sujetos elegirán más frecuentemente la conclusión emparejada con el modo de una de las premisas que en el caso de problemas con múltiples modelos, debido a que en el último caso existe la posibilidad de que la conclusión inicial pueda ser refutada. Los resultados que los autores han obtenido confirman dichas predicciones (Johnson-Laird y Byrne, 1991, tabla 6.1).

El tercer hecho se basa en una investigación en la que se utilizó el cuantificador «sólo» (*only*) como cuantificador. En esta investigación se encontró que cuando se utilizaban dos premisas que tenían el cuantificador «sólo», como por ejemplo ante el siguiente par de premisas:

- Sólo los artistas son apicultores,
- Sólo los apicultores son químicos,

los sujetos generaban un 45 por 100 de conclusiones que usaban el cuantificador «sólo» y un 16 por 100 que usaban el cuantificador «todos». En el caso de que sólo se usase el cuantificador «sólo» en una de las premisas, el porcentaje de elecciones basadas en dicho cuantificador caía hasta un 2 por 100. Como podemos observar, estos resultados muy difícilmente pueden ser explicados por la hipótesis del efecto atmósfera. La explicación que la teoría de los Modelos Mentales da es que el cuantificador «sólo» es semánticamente más complejo, y los sujetos evitan usarlo a la hora de elaborar la conclusión.

Resultados experimentales y Modelos Mentales: el caso de la dificultad. Para la teoría de Modelos Mentales la dificultad de un silogismo viene determinada por el número de modelos que se han de construir para dar con la conclusión correcta. Veamos con varios ejemplos cómo la teoría explica la di-

ficultad. Primero presentaremos un ejemplo de un silogismo de un modelo (AA1) o un silogismo fácil:

- Todos los artistas son banqueros.
- Todos los banqueros son cantantes.

Este silogismo daría lugar a una representación mental de las dos premisas de la siguiente manera:

[artista]	[banquero]	cantante.
[artista]	[banquero]	cantante.
...		

En este caso no es necesario el desarrollo del modelo en orden a sacar la conclusión parsimoniosa: «todos los artistas son cantantes». Aunque se desarrolle el modelo, no hay forma de refutar esta conclusión. En este caso sólo se necesita elaborar un modelo para su resolución. Sin embargo existen otros silogismos en los que la elaboración de la conclusión surge después de un largo proceso. Por ejemplo, un silogismo del tipo AE4:

- Todos los artistas son banqueros.
- Ningún artista es cantante,

daría lugar a una representación mental de las dos premisas de la siguiente manera:

[banquero]	[artista]	
[banquero]	[artista]	cantante
		cantante
...		

Esto nos podría llevar a concluir que «ningún cantante es banquero», que es precisamente lo que suelen responder los sujetos (en este caso de forma errónea) cuando resuelven este silogismo. Sin embargo, el siguiente modelo refutaría esta conclusión:

[banquero]	[artista]	
[banquero]	[artista]	
banquero	[cantante]	
	[cantante]	
...		

A partir de estos modelos podríamos deducir que «algún cantante no es banquero». Ésta es otra de las posibles respuestas erróneas que las personas cometen con este silogismo. Sin embargo, todavía es posible construir un tercer modelo compatible con la información de las premisas y que haría falsa la conclusión anterior:

[banquero]	[artista]	
[banquero]	[artista]	
banquero		cantante
banquero		cantante
...		

A partir de este modelo se podría concluir que «algún banquero no es cantante», y no existe posibilidad de que ninguno de los modelos anteriores lo refute. Para este silogismo ésta sería la conclusión lógicamente válida. En varias investigaciones se ha encontrado que los silogismos que requieren de más modelos para generar la conclusión correcta son más difíciles que los que requieren de menos modelos (Bucciarelli y Johnson-Laird, 1999; Espino, Santamaría y García Madruga, 1999, 2000a, 2000c; Espino, Santamaría, Meseguer y Carreiras, 2000).

Resultados experimentales y Modelos Mentales: efectos de contenido. El último fenómeno que vamos a comentar son los efectos del contenido. La teoría de Modelos Mentales postula que los efectos del contenido pueden darse en cualquiera de los tres estadios del razonamiento: en la interpretación de las premisas, en la formulación de la conclusión o en la búsqueda de contraejemplos. Se acepta que la interpretación que los sujetos hacen de las premisas es un factor que afecta al tipo de conclusión que los sujetos elaboran, aunque los autores prefieren centrar sus investigaciones en la búsqueda de contraejemplos. El alejamiento, e incluso la recomendación, que han hecho los autores de que no es pertinente buscar el efecto del contenido en la fase interpretativa viene condicionada no sólo porque no explica los resultados encontrados en algunas investigaciones (Evans y col., 1983; Revlin y col., 1980; Oakhill y col., 1985), sino porque, además, su aceptación les llevaría a posiciones cercanas a las que mantienen los defensores de las reglas lógicas.

La teoría de los Modelos Mentales trata de explicar los resultados obtenidos por Evans y col. (1983) en función del tipo de problemas usados (problemas de un modelo *versus* problemas de múltiples modelos). En la figura 4.2. se muestra la representación gráfica del modelo que la teoría de Modelos Mentales propone para explicar los efectos de validez y credibilidad. Desde esta teoría, inicialmente se predice que los problemas de varios modelos mentales, con o sin conclusión proposicional válida, se verán afectados por el efecto del contenido. Es decir, cuando el modelo inicial da lugar a una conclusión poco creíble, los sujetos buscarán con más ahínco otros modelos que den lugar a una respuesta más creíble; y en caso positivo, se parará la búsqueda. Por tanto, se predice que la búsqueda de contraejemplos puede ser más minuciosa si el modelo inicial da lugar a una conclusión increíble que si es creíble. También se predice que los problemas que requieren un solo modelo mental no se verán afectados por los efectos del contenido, ya que en estos problemas no hay modelos mentales alternativos que consultar. Sin embargo, estas predic-

ciones sólo se han cumplido para los problemas de múltiples modelos mentales sin conclusión proposicional válida (problemas indeterminados). En relación con los problemas de un único modelo mental se ha encontrado (Oakhill y col., 1989) que los efectos del contenido afectan a la validez del problema. Debido a ello, Oakhill y col. (1989) han postulado la hipótesis de la «conclusión filtrada», que es entendida como un estadio post-razonamiento. Desde esta hipótesis se predice que los sujetos rechazarán las conclusiones poco creíbles y las sustituirán por conclusiones creíbles, o bien concluirán que no hay conclusión. Sin embargo, la teoría no explica cómo proceder en cada caso (Cherubini, Garnham, Oakhill y Morley, 1998); es decir, la teoría no explica por qué las personas seleccionan como conclusión válida «no tiene conclusión válida», mientras que en otros casos seleccionan como válida la conclusión creíble. Algunos autores han reseñado que algunas deficiencias que presentan la teoría de los Modelos Mentales podrían ser superadas si se diese más peso a la fase de comprensión (Espino, 1995; Espino, Santamaría

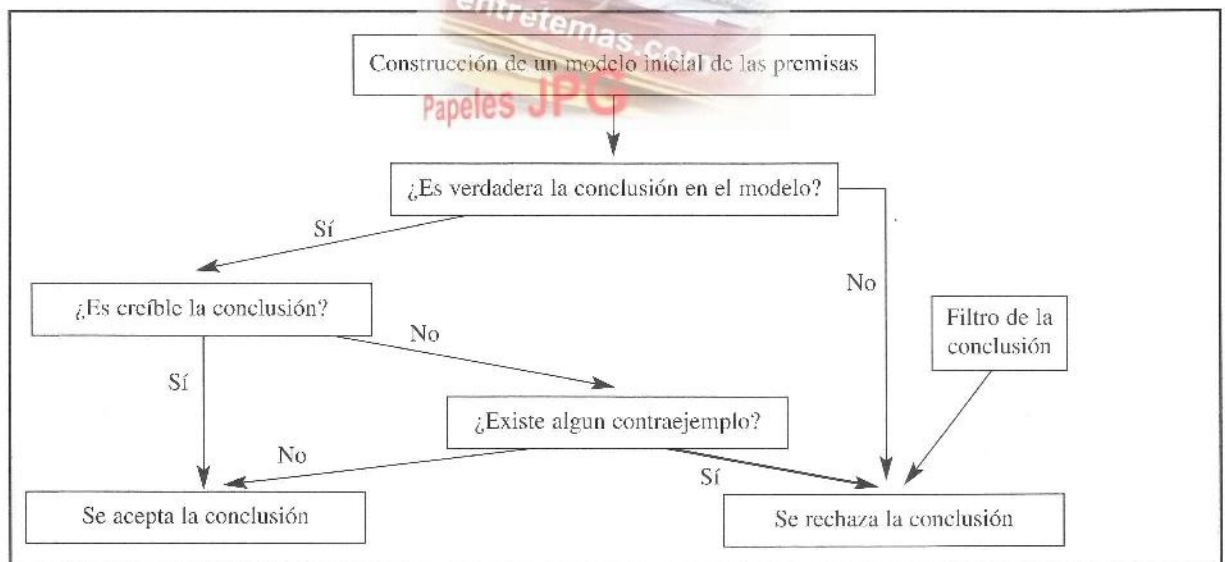


Figura 4.3.—Teoría de los modelos mentales⁹.

⁹ Adaptada de Evans, Newstead y Byrne (1993, p. 252).

y García Madruga, 1999; Cherubini y col., 1998; Santamaría, 1995; Santamaría y Espino, 2001).

3.3. El modelo heurístico de probabilidades

El Modelo heurístico de probabilidad (M.H.P.; Chater y Oaksford, 1999) se diferencia de los comentados hasta ahora en dos aspectos. De un lado, ha sido aplicado sólo a algunas áreas del razonamiento deductivo (inferencias condicionales, RAST, tarea de Wason y silogismos); de otro lado, plantea que la mejor forma de modelar los procesos de razonamiento deductivo es usar modelos de cálculo de incertidumbre, como por ejemplo la teoría de la probabilidad. En este sentido, Oaksford y Chater (1998) y Chater y Oaksford (2001) postulan que la mayoría de las inferencias que realizamos cotidianamente son inciertas, y es por ello por lo que la mejor forma de evaluar el razonamiento humano es a través del cálculo de probabilidades, ya que este método permite realizar cálculos en situaciones de incertidumbre. Esta forma de concebir la racionalidad humana permite a los autores enfrentarse a las críticas de Stein (1996) y Stich (1985, 1990), entre otros. Estos filósofos han cuestionado la racionalidad humana por la mala ejecución en determinadas tareas lógicas.

Para Chater y Oaksford (2001), los errores que se cometen en las tareas de razonamiento deductivo no son tales errores si se observan desde un punto de vista de la teoría de la probabilidad. Como los propios autores reconocen, este enfoque está influenciado por la técnica del «análisis racional» adelantada por Anderson (1990, 1991). En esta técnica, Anderson ofrece una visión alternativa de cómo acercarnos al estudio de la mente humana. Plantea que, a diferencia de otros autores (por ejemplo, Pylyshyn, 1984), además de los tradicionales niveles de análisis de la mente humana (computacional, algorítmico e implementación) debemos incorporar un nuevo nivel de análisis: el nivel racional. El objetivo de este nivel es el de analizar cuáles son los cómputos que la mente debe ejecutar para asegurar la racionalidad del sistema, entendiéndola en términos de adaptación óptima y no en términos de racionalidad en el sentido normativo. Desde este enfoque se plantea la posibilidad de que cuando las

personas deban resolver tareas lógicas estén usando estrategias que son adaptativas para la adaptación óptima al medio pero que pueden considerarse inadecuadas para resolver problemas lógicos.

En general, lo que el modelo probabilístico postula es que la mente humana ha sido modelada por el medio, y éste se caracteriza por ser incierto. Según esto podría inferirse que el medio ha seleccionado aquellos sistemas cognitivos capaces de elaborar inferencias dentro de este ámbito de incertidumbre. Estas asunciones han llevado a Oaksford y Chater (1998) a postular que los modelos de razonamiento que asumen que la racionalidad humana está fundamentada en la certidumbre (Braine y O'Brien, 1998; Johnson-Laird y Byrne, 1991; Rips, 1994) no son representativos de la racionalidad humana porque tienen dificultad para capturar las inferencias cotidianas, mientras que los modelos probabilísticos puedan llevarlo a cabo.

El supuesto general de este modelo es que el razonamiento es un proceso consistente en la búsqueda de la conclusión menos informativa (aquella que es más probable que suceda) que se pueda inferir a partir de la información probabilística de las premisas. Desde un punto de vista algorítmico, este modelo propone la existencia de tres grupos de heurísticos. El primer grupo está formado por heurísticos que se encargan de generar la respuesta de los silogismos. Dentro de este grupo existen dos heurísticos, que son los que se encargarían de seleccionar el cuantificador de la conclusión (mínimo-heurístico, *p-entailment*). El segundo grupo de heurísticos se encargaría de ordenar los términos de la conclusión (heurístico de adjunción). Y por último, el tercer grupo de heurísticos estaría formado por dos heurísticos, el máximo-heurístico (que determina la confianza que tiene una persona en que la conclusión elegida se siga de las premisas) y el O-heurístico (las personas evitan generar conclusiones del tipo «algún... no es»). Es decir, los heurísticos del tercer grupo serían los encargados de comprobar que la conclusión generada es la más probable, en función de la informatividad de las premisas. Los autores proponen que estos últimos heurísticos no están bien desarrollados en las personas, y esto es lo que permite explicar por qué cometen errores lógicos.

Veamos con más detalle las características y forma de proceder de cada uno de estos heurísticos.

a) *Heurísticos que determinan el cuantificador de la conclusión*

1. *Mínimo-heurístico*: Este heurístico es el encargado de elegir el cuantificador de la conclusión. La forma de proceder consiste en elegir como cuantificador de la conclusión el cuantificador de la premisa menos informativa (los autores denominan a esta premisa «mínima premisa»). Una premisa es menos informativa cuando es más probable que lo que afirma se pueda cumplir. En el ejemplo, «algunas cosas que hay dentro de la habitación son de color negro», es más probable que suceda que la premisa «todas las cosas que hay dentro de la habitación es de color negro». A continuación se menciona por orden de mayor a menor el rango de información que ofrecen los cuantificadores: $A > I > E >> O$ (donde $>>$ significa que O es extremadamente poco informativo).
2. *P-entailments*: Este heurístico actúa sobre la conclusión que saca el mínimo-heurístico. En concreto, actúa sobre las conclusiones que presuponen la existencia de otras conclusiones, como es el caso de los universales afirmativos y negativos. Por ejemplo, la premisa universal afirmativa «Todos los a son b » implica la premisa «algún a es b ». De forma parecida, la premisa universal negativa «ningún a es b » implica la premisa «algún a no es b ». Este heurístico actuaría sobre conclusiones extraídas a partir del mínimo heurístico. De forma que ante el siguiente silogismo (AA4):

- Todo A es B ,
- Todo B es C ,

por medio del mínimo heurístico se llegaría a una conclusión del tipo «todo», mientras que el *P-entailment* podría ofrecer como cuantificador «algún».

b) *Heurísticos que determinan el orden de los términos de la conclusión*

Heurístico de adjunción: es el encargado de decidir el orden de los términos de las premisas. El

procedimiento que sigue es usar como sujeto de la conclusión el término extremo que haya funcionado como sujeto en la premisa menos informativa (mínima-premisa). Si no es el caso, entonces se usa como sujeto de la conclusión el término extremo que hace de sujeto en la premisa más informativa (máxima-premisa). Veamos un ejemplo de cómo operan estos heurísticos. Consideremos el siguiente silogismo (AI1):

- Todo B es A (máxima-premisa),
- Algún C es B (mínima-premisa),
- Tipo de conclusión: algún (mínimo-heurístico),
- Orden de los términos: algún (es heurístico de adjunción).

Por medio del mínimo-heurístico se selecciona como cuantificador de la conclusión «algún», ya que éste es el cuantificador que encontramos en la premisa menos informativa o «mínima-premisa». A continuación, y por medio del heurístico de adjunción, determinamos el orden que deben tener los términos extremos en la conclusión. En este caso, el orden es del tipo «CA». Como podemos observar, el término « C » es el término que hace la función de sujeto gramatical en la premisa menos informativa y, por lo tanto, es el término extremo que debe ser el sujeto gramatical de la conclusión.

Veamos un ejemplo donde el tipo de conclusión que se puede extraer a partir del mínimo-heurístico no se corresponde con el tipo de conclusión que sugieren los heurísticos como la validez más probable (silogismo EI2):

- Algún A es B (máxima-premisa),
- Ningún C es B (mínima-premisa),
- Tipo de conclusión: ningún (mínimo-heurístico),
- Orden de los términos: ningún C es A (heurístico de adjunción),
- Tipo de conclusión: algún... no (heurístico de *p*-validez o *p-entailment*),
- Orden de los términos: algún A no es C (heurístico de adjunción).

En este silogismo, el mínimo heurístico y el heurístico de adjunción sugieren como conclusión pro-

bable «ningún C es A». Sin embargo, los heurísticos encargados de comprobar la validez probable sugieren como conclusión «algún A no es C». La literatura experimental muestra que ante este tipo de problema, las personas suelen dar como conclusión válida la conclusión «ningún C es A». Elaborar una conclusión del tipo «algún A no es C» requiere que las personas sometan a comprobación esa primera conclusión. Una predicción importante de esta teoría es que el orden de los términos en la conclusión va a depender del tipo de heurístico que se haya usado.

c) Heurístico de validez

Permite saber si un argumento es probablemente válido o no lo es. Se postula la existencia de dos heurísticos en este proceso: máximo-heurístico y O-heurístico. El máximo-heurístico ofrece un índice del grado de confianza que las personas deben tener de la conclusión generada. Este índice se calcula a partir de la premisa más informativa (máxima-premisa). El grado de confianza en la conclusión se lleva a cabo a partir del siguiente ordenamiento: $A > I > O = E$. De forma que cuanto mayor sea el grado de informatividad en la máxima premisa, mayor será el grado de confianza en la conclusión elegida. Veamos un par de ejemplos que difieren en el grado de informatividad de la máxima premisa:

- Todos los A son B,
- Algunos C no son B,

y

- Ningún A es B,
- Algunos C no son B.

Estos silogismos tienen como conclusión, por mínimo-heurístico, «algún no». Sin embargo, el grado de informatividad es distinto para ambos problemas. En el caso del primer silogismo, la máxima premisa tiene como cuantificador «todo», mientras que en el segundo problema es «ningún». Según el ordenamiento antes visto, «todo» es más informativo, y por tanto debe generar mayor seguridad en la conclusión seleccionada que el cuantificador «nin-

gún». Esto llevaría a que las personas seleccionaran más conclusiones del tipo «algún no» en los silogismos AO (todo /algún no) que en los silogismos EO (ningún /algún no). El O-Heurístico evita que las personas generen conclusiones en las que se use el cuantificador O (algún... no es), debido a que son poco informativos con relación a otras conclusiones.

Una vez comentadas las características algorítmicas del M.H.P. veamos cómo se ajustan sus predicciones con los datos experimentales comentados en el apartado anterior.

Resultados experimentales y M.H.P.: el caso de la dificultad. Para M.H.P. la dificultad en los silogismos está en función del tipo de conclusión que se ha de elaborar. Las predicciones de M.H.P. son que para conclusiones informativas (A, E, I) el porcentaje de aciertos será mayor que para las conclusiones no informativas (O). Las investigaciones experimentales muestran que el M.H.P. se ajusta bastante bien a los datos experimentales; la única salvedad es que en el problema AA3 las predicciones de la teoría y los resultados obtenidos en algunas investigaciones no se ajustan (Espino, Santamaría, Meseguer y Carreiras, 2001; Johnson-Laird y Byrne, 1991, tabla 6.1), aunque los autores postulan que el bajo porcentaje de aciertos en este problema se debe al fracaso de la actuación del heurístico de adjunción.

Resultados experimentales y M.H.P.: el caso del modo. En general, las predicciones de M.H.P. para explicar los errores debido al modo son bastante similares a las predicciones de la hipótesis atmósfera y las implicaturas conversacionales. En cuanto a las predicciones de la hipótesis atmósfera y de M.H.P. son casi idénticas, con la única salvedad de que en los silogismos del tipo EI la atmósfera predice una conclusión O y H.M.P. predice una conclusión E. Los resultados que nos presentan los autores no muestran diferencias en el porcentaje de elecciones, pero la tendencia es favorable a la hipótesis atmósfera. Para M.H.P. algunas de las conclusiones que surgen de las implicaturas conversacionales pueden ser explicadas en términos del *p-entailments*. En cuanto a los errores debidos a la conversión M.H.P., aunque postula que los heurísticos de que dispone el modelo pueden explicar los mismos efectos que la hi-

pótesis de la conversión, no especifica ni qué heurísticos lo hacen ni cómo lo hacen.

Resultados experimentales y M.H.P.: el caso de la figura y el contenido. En cuanto al sesgo de respuesta debido a la figura, las predicciones de M.H.P. no se ajustan a determinados resultados experimentales (Johnson-Laird y Byrne, tabla 6.1). Con relación a la dificultad debida a la figura, los resultados obtenidos en algunas investigaciones (Espino, 1995; Espino, Santamaría y García Madruga, 1999, 2000a, 2000b, 2000c; Espino, Santamaría, Meseguer y Carreiras, 1998, 2000) no están en consonancia con las predicciones de M.H.P.

Por último, aunque M.H.P. asume que el contenido del problema puede sesgar la conclusión que las personas extraen es incapaz de explicar la interacción encontrada entre contenido y validez (Evans y col., 1983).

4. RESUMEN

El razonamiento silogístico ha sido un área de investigación bastante fructífera para entender los procesos cognitivos implicados en el razonamiento deductivo. Las investigaciones han mostrado que factores estructurales o formales (modo y figura) y el contenido de los silogismos afectan al rendimiento de las personas. Los principales modelos actuales de razonamiento silogístico (PSYCOP, Lógica

Mental, Teoría de Modelos Mentales y el modelo heurístico de probabilidades) con mayor o menor fortuna nos ofrecen explicaciones de estos fenómenos. Así, las teorías de Reglas Formales de Inferencia (PSYCOP y Lógica Mental) tienen bastantes dificultades para explicar los efectos del contenido, el patrón de errores y el efecto de la figura (tanto el sesgo como la dificultad). Aunque algunos resultados comentados en este capítulo podrían ser asimilados por estos modelos sin necesidad de modificar sustancialmente sus fundamentos teóricos (por ejemplo, el efecto de la figura), en cambio otros resultados son más difíciles de ser asimilados, como por ejemplo la interacción encontrada entre credibilidad y validez. El modelo heurístico de probabilidad, al menos actualmente, tiene un valor explicativo mucho más restringido que los comentados en este capítulo. Además, este modelo tiene dificultad para explicar los efectos de la figura, y supuestamente ésta es su apuesta teórica más fuerte. La teoría de los Modelos Mentales, aunque puede hacer frente a los resultados comentados, también es cierto que a veces lo consigue mediante explicaciones ad hoc, como es el caso de los efectos del contenido. En relación a este último resultado, algunos autores (Espino, 1995; Espino, Santamaría y García Madruga, 1999; Santamaría, 1995) han apuntado la posibilidad de hacer frente a los efectos del contenido prestando más atención a la fase de formación de los modelos.

Razonamiento sobre relaciones

5

Los problemas sobre relaciones, al igual que los silogismos categóricos, llamaron la atención de los psicólogos experimentales desde comienzos del siglo XX. Störring (1908), por ejemplo, no sólo se preocupó por el tipo de formato representacional que las personas realizaban de estos problemas, sino trató de descubrir qué tipo de operaciones se llevaban a cabo cuando razonaban con estos problemas. Sin embargo, hemos de esperar hasta finales de los años cincuenta y sesenta del siglo XX para comenzar a ver los primeros modelos de razonamiento sobre relaciones (Clark, 1969a; De Soto, London y Handel, 1965; Hunter, 1957).

En este capítulo se presentan las características formales de los problemas de series y algunos resultados experimentales. Asimismo nos centraremos en aquellas teorías que son consideradas como antecedentes intelectuales de las actuales teorías de razonamiento sobre relaciones. Esto nos llevará a comentar la teoría de la imagen (De Soto, London y Handel, 1965), ya que es considerada un antecedente intelectual de la teoría de los Modelos Mentales (Johnson-Laird y Byrne, 1991). Ambas teorías consideran que las personas construyen representaciones mentales que son isomórficas con la realidad que tratan de representarse. Un aspecto en el que se diferencian es que para la teoría de los Modelos Mentales las representaciones no tienen por qué tener un formato exclusivamente en términos de imagen. Asimismo, consideraremos el modelo operacional (Hunter, 1957), ya que desde el punto de vista procedimental ha servido de inspiración a la teoría

de los Modelos Mentales. Por último se expondrá el modelo lingüístico (Clark, 1969a), puesto que es tenido como antecedente intelectual de los modelos actuales de reglas formales de inferencia.

1. CARACTERÍSTICAS FORMALES DE LOS SILOGISMOS RELACIONALES

Una forma de adentrarse el lector en el estudio de los problemas de series es tratar de resolver los problemas que se presentan en la práctica 5.1. Desde el punto de vista de la Lógica Formal los problemas sobre relaciones forman parte de la lógica de predicados (capítulos 1 y 4). Por lo tanto, al igual que los silogismos, las inferencias que podamos extraer de estos problemas van a depender de la relación interna que mantienen los términos de la proposición. El tipo de relación interna entre los términos de las premisas permiten extraer conclusiones válidas en algunos casos pero no en otros. Cuando la relación entre los términos de las premisas es transitiva o intransitiva se pueden extraer conclusiones válidas, mientras que cuando la relación es atransitiva no se pueden extraer. Veamos un ejemplo de cada una de estas relaciones.

Un ejemplo de silogismo lineal en el que los términos mantienen una relación transitiva es el siguiente:

- Juan es mayor que Antonio.
- Antonio es mayor que Lucas.
- Por lo tanto, Juan es mayor que Lucas.

Un ejemplo de un problema en el que los términos de las premisas mantienen una relación intransitiva es el que sigue:

- Juan es el padre de Antonio.
- Antonio es el padre de Lucas.
- Por lo tanto, Juan no es el padre de Lucas.

Ejemplo de un problema en el que los términos mantienen una relación atransitiva:

- Juan está al lado de Antonio.
- Antonio está al lado de Lucas.

Aparte de estas relaciones existen otras como la reflexibilidad y la simetría. Sin embargo, dado que la investigación psicológica se ha centrado sobre todo en el estudio de los silogismos lineales que mantienen relaciones de transitividad, en este capítulo nos centraremos en el estudio de este tipo de relación.

2. PRINCIPALES RESULTADOS EXPERIMENTALES

La literatura experimental en el razonamiento de problemas de relaciones nos ofrece un patrón de datos bastante variable. Sin embargo, en este capítulo vamos a presentar dos resultados que se han mantenido estables en diferentes investigaciones (Clark, 1969a; De Soto y col., 1965; Hunttenlocher, 1968;

Sternberg, 1980). El primero de ellos nos muestra que las personas consideran más fácil razonar con unos adjetivos que con otros. Así, por ejemplo, se ha encontrado que el problema 1:

— Problema 1:

- Juan es mejor que Lucas,
- Lucas es mejor que José,

Es más fácil (las personas tardan menos tiempo en resolverlo) que el problema 2:

— Problema 2:

- Juan es peor que Lucas.
- Lucas es peor que José.

Varias hipótesis se han ofrecido para explicar este fenómeno. Una de ellas es la hipótesis de la «direccionalidad preferida» (De Soto y col., 1965) y la otra la hipótesis «del marcado léxico» (Clark, 1969a). En un próximo apartado retomaremos estas hipótesis.

El segundo resultado de interés en el que nos vamos a centrar hace referencia a que cuando se presentan problemas en los que se usan diferentes adjetivos en las premisas, como por ejemplo es el caso del problema 3:

— Problema 3:

- Lucas es mejor que Juan.
- Lucas es peor que José.

PRÁCTICA 5.1

Problemas de series

Problema 1	Problema 2	Problema 3	Problema 4
Juan es mejor que Lucas. Lucas es mejor que José. ¿Quién es el mejor?	Juan es peor que Lucas. Lucas es peor que José. ¿Quién es el peor?	Lucas es mejor que Juan. Lucas es peor que José. ¿Qué relación hay entre Juan y José?	Juan es peor que Lucas. José es mejor que Lucas. ¿Qué relación hay entre Juan y José?
Posiblemente al lector le haya resultado más fácil el problema 1 que el problema 2. También es probable que al lector le haya resultado más fácil el problema 4 que el problema 3. A lo largo de este capítulo el lector conocerá por distintos marcos teóricos por qué estos silogismos varían en dificultad.			

o del problema 4

— Problema 4:

- Juan es peor que Lucas,
- José es mejor que Lucas,

se ha encontrado que las personas encuentran más difíciles los problemas que comienzan por el término medio (aquel que aparece en ambas premisas) que aquellos problemas que comienzan por el término extremo, de manera que para las personas el problema 4 es más fácil que el problema 3. Como en el caso anterior, varias hipótesis se han postulado para explicar este patrón de datos. Una de ellas es conocida como la hipótesis del «extremo-ancclaje» (De Soto y col., 1965) y la otra como la hipótesis de la «cuestión congruente» (Clark, 1969a). En un próximo apartado volveremos sobre estas hipótesis.

3. MODELOS DE RAZONAMIENTO RELACIONAL

3.1. Modelo operacional

El modelo operacional fue el primero que trató de explicar cómo razonan las personas cuando resuelven problemas de razonamiento sobre relaciones (Hunter, 1957). Según este modelo, para poder razonar con premisas sobre relaciones se ha de aplicar el principio fundamental de la inferencia. Según este principio, cuando una serie de términos están dispuestos de forma lineal (por ejemplo, $a > b > c > d$), se puede eliminar cualquiera de los términos medios (por ejemplo, b y c) y afirmar lo que queda ($a > d$). Algunas veces, los problemas sobre relaciones permiten la aplicación directa del principio fundamental de la inferencia; sin embargo en otras situaciones no es posible. Los problemas que per-

miten la aplicación directa de este principio son conocidos como problemas isotrópicos. Los problemas isotrópicos se caracterizan porque en las premisas se usan los mismos adjetivos y porque los términos medios son adyacentes. Por ejemplo, el problema 1 permite la elaboración de inferencias isotrópicas:

— Problema 1:

- Juan es mejor que Lucas.
- Lucas es mejor que José.

Según el modelo operacional, cuando los problemas no son isotrópicos las personas deben realizar una serie de operaciones cognitivas para conseguir que sean isotrópicos. Se postulan dos tipos de operaciones cognitivas¹: la conversión y la reordenación de las premisas. La operación de conversión consiste en reordenar los términos dentro de la premisa mediante la sustitución de su adjetivo (por ejemplo, José es peor que Lucas) por el adjetivo antónimo (por ejemplo, Lucas es mejor que José). Este cambio se lleva a cabo con el objeto de que los términos medios tengan una disposición de contigüidad. Así, en el problema 5:

— Problema 5:

- Juan es mejor que Lucas,
- José es peor que Lucas,

las personas deberían convertir los términos de la segunda premisa² («José es peor que Lucas») para conseguir que los términos medios sean adyacentes. Después de esta transformación el problema tendría la siguiente estructura:

- Juan es mejor que Lucas.
- Lucas es mejor que José.

¹ Estas dos operaciones cognitivas propuestas por Hunter, conversión y reordenación, son procedimientos que se usan en la teoría de Modelos Mentales para conseguir que las personas dispongan de un modelo mental integrado (ver capítulo 4).

² Para Hunter, la premisa que se suele convertir es la segunda, porque es la que establece la dirección de la seriación. Sin embargo, existen problemas en los que la única forma de resolverlo es convirtiendo la primera premisa.

La reordenación de las premisas es aquel proceso donde se cambia el orden de las premisas. Veamos un ejemplo (problema 6) en el que hay que reordenar las premisas para conseguir que los términos medios sean adyacentes:

— Problema 6:

- Juan es mejor que Lucas.
- José es mejor que Juan.

En este ejemplo, la forma más simple de conseguir que los términos medios tengan una disposición adyacente consiste en colocar la primera premisa debajo de la segunda premisa, lo que daría lugar al siguiente problema:

- José es mejor que Juan.
- Juan es mejor que Lucas.

Una vez conseguido que los términos medios estén dispuestos de forma contigua y que las premisas mantengan la misma relación, entonces se puede extraer la conclusión. Para el modelo operacional, cuantas más operaciones se requiera para que el problema sea isotrópico más difícil será. Sin embargo, este modelo deja sin explicar por qué las personas tienen más dificultad con los problemas isotrópicos que usan adjetivos marcados que con aquellos que no lo usan.

Durante la década de los años sesenta surgieron nuevos modelos con el objeto de dar una explicación de los datos existentes hasta ese momento. A continuación pasamos a comentar dichos modelos.

3.2. Modelo de la imagen

El Modelo de la imagen (De Soto, London y Handel, 1965) postula que las personas, cuando resuelven problemas sobre relaciones, elaboran representaciones espaciales (imágenes mentales) sobre las relaciones que hay entre los términos. Esta teoría es considerada como precursora de la teoría de los Modelos Mentales (Johnson-Laird, 1983; Johnson-Laird y Byrne, 1991), ya que se plantea que

las personas construyen modelos mentales de las premisas y operan con estos modelos. No obstante, existe una diferencia substancial entre ambas teorías. Para la teoría de los Modelos Mentales, los modelos que las personas construyen no tienen por qué ser siempre imágenes, mientras que para la teoría de la imagen sí. Por ejemplo, según esta última, cuando a una persona se le presenta el problema 7:

— Problema 7:

- A está encima de B.
- B está encima de C.

formaría una imagen mental en forma descendente en la que situaría en primer lugar el término «A» seguido del término «B», y por último anexaría el término «C». El resultado final de esta representación mental sería la siguiente:

A
B
C

Consultada esta representación, la persona sabría que «A es más alto que C» o bien que «A es el más alto de todos». Si el enunciado del problema fuera el siguiente:

— Problema 8:

- A está a la izquierda de B,
- B está a la izquierda de C,

la imagen mental que las personas llevarían a cabo se iniciaría en el extremo izquierdo de un eje horizontal. En el extremo de la izquierda se situaría el término «A», en el centro se situaría el término «B» y en el extremo derecho aparecería el término «C». La imagen final que persona tendría sería la siguiente:

A B C

Esta imagen mental nos permitirá concluir que «A está a la izquierda de C».

Desde el modelo de la imagen se plantea, entre otras cosas, que las personas tienen preferencias por comenzar sus representaciones mentales de arriba abajo y de izquierda a derecha (*hipótesis de la direccionalidad preferida*). La posible causa de la direccionalidad se debe a factores culturales (Johnson-Laird, 1972). La lectura, por ejemplo, al menos en nuestra cultura, se lleva a cabo de izquierda a derecha.

Según De Soto y col. (1965), algunos problemas no se ajustan a estas preferencias, y menciona el caso de un tipo de adjetivo especial: los adjetivos marcados. Los adjetivos marcados son aquellos que no sólo nos dan información de cuál es la situación de dos términos entre sí, sino que además los sitúan en la escala general a la que hacen referencia. Por ejemplo, en la siguiente situación:

— Juan juega al fútbol peor que Antonio,

no sólo se nos dice que Juan juega peor que Antonio, sino además que los dos juegan mal al fútbol. Como podemos observar, esta premisa sitúa a ambos jugadores en una escala general referida a jugar al fútbol. De forma contraria, la siguiente situación:

— Juan juega al fútbol mejor que Antonio,

sólo nos indica que Juan juega mejor que Antonio, pero no nos dice cómo juegan ellos en una escala general de jugar bien o mal al fútbol. Para De Soto y col. (1965) los problemas en los que se usan adjetivos marcados llevan a las personas a elaborar representaciones mentales en dirección opuesta a la preferida; es por ello por lo que resultan más difíciles. Veamos por qué según la teoría de la imagen un problema con adjetivos marcados es más difícil que uno que no los usa. Sea el siguiente problema (se usan adjetivos marcados):

— Problema 2:

- Juan es peor que Lucas.
- Lucas es peor que José.

En el caso de la primera premisa debemos comenzar la formación del modelo situando el término

«Lucas» encima del término «Juan»; es decir debemos comenzar la representación de abajo hacia arriba.

- Lucas.
- Juan.

A continuación se debe elaborar el modelo de la segunda premisa. En este caso, y como en la primera premisa, se debe proceder de abajo arriba, es decir, colocando el término «José» encima del término «Lucas», lo que daría lugar a la siguiente representación:

- José.
- Lucas.

La integración de estas dos premisas daría lugar a la siguiente representación:

- José.
- Lucas.
- Juan.

lo que nos permitiría concluir que Juan es peor que José. Cuando se usan adjetivos no marcados, el modelo mental se desarrolla de acuerdo a las preferencias direccionales. Por ejemplo, en el problema 1:

— Problema 1:

- Juan es mejor que Lucas.
- Lucas es mejor que José.

se comenzaría la construcción del modelo mental colocando el término «Juan» encima del término «Lucas»:

- Juan.
- Lucas.

A continuación elaboramos el modelo de la segunda premisa. En este caso, es la representación del tipo:

- Lucas.
- José.

La integración de estos modelos daría lugar al siguiente modelo integrado:

- Juan.
- Lucas.
- José.

Este modelo nos permitiría concluir que «Juan es mejor que José».

Asimismo, la teoría de la imagen nos ofrece una explicación de por qué aquellos problemas que comienzan con un término extremo son más fáciles que los que comienzan con un término medio. Aunque esta hipótesis tuvo un carácter general, en una posterior rectificación se planteó sólo para aquellos problemas en los que la segunda premisa comenzaba con un término medio (Huttenlocher, 1968). Para la teoría de la imagen, aquellos problemas en los que la segunda premisa comienza con el término medio (*hipótesis del extremo-ancla*) son más difíciles porque las personas tienen más dificultad para poder formar una imagen mental de ellos. Es por ello por lo que el problema 3 es más difícil:

- Problema 3:
 - Lucas es mejor que Juan,
 - Lucas es peor que José,

que el problema 4:

- Problema 4:
 - Juan es peor que Lucas.
 - José es mejor que Lucas.

Aunque la hipótesis de la direccionalidad preferida y la del extremo-anclaje permiten explicar determinados resultados experimentales, los autores «no se precisan cuál es la naturaleza concreta de los procesos en que se materializan los principios de preferencia direccional y extremo-ancla» (Rivière, 1986, p. 220).

3.3. Modelo lingüístico

El modelo lingüístico de Clark (1969a, 1969b) se propuso como un modelo alternativo al modelo

de la imagen. Desde este modelo se asume que el proceso de razonamiento es reducible a un proceso de comprensión. En este sentido, Clark afirma que «... el razonamiento se lleva a cabo... mediante las mismas operaciones mentales que se emplean regularmente para comprender el lenguaje» (Clark, 1969a, p. 357). Para Clark, las personas, cuando razonan con problemas de relaciones, no forman modelos integrados que son accesibles a la conciencia, como proponía la teoría de la imagen, sino que analizan las premisas en proposiciones abstractas inaccesibles a la conciencia. Más concretamente, para Clark el proceso deductivo consta de las siguientes etapas: *a*) comprensión de las premisas (mediante representaciones proposicionales), *b*) comprensión de la cuestión, *c*) búsqueda de la información planteada en la cuestión, y *e*) formulación de la conclusión. Con algunas salvedades, este modelo es considerado un precedente intelectual de los actuales modelos de reglas de inferencia (Braine y col., 1998; Rips, 1994).

Para el modelo lingüístico, los problemas con adjetivos marcados son más difíciles que los problemas con adjetivos no marcados, porque los primeros implican más información semántica que los segundos (*hipótesis del marcador léxico*). Esta mayor cantidad de información semántica es lo que permite explicar por qué las personas tienen más dificultad para razonar con los silogismos relacionales en los que se usan adjetivos marcados que en aquellos que no se usan.

Como ya hemos comentado previamente, los silogismos de relaciones en los que se usan adjetivos diferentes en las premisas pero que comienzan con el término medio son más difíciles que los que empiezan por un término extremo. El modelo lingüístico propone el «principio de la congruencia» para explicar este hecho. Según este principio, cuando las personas deben razonar a partir de un problema que comienza con un término medio, construyen una representación mental de las premisas que es incongruente con la conclusión, hecho este que no sucede con los problemas que comienzan con el término extremo. Parece evidente que en aquellos problemas en los que existe incongruencia entre la información de las premisas y la conclusión serán más difíciles que

aquellos problemas que no presentan dicha incongruencia. Veamos algunos ejemplos de cómo el modelo lingüístico de Clark explica la diferente dificultad entre los tipos de problemas.

Problema 9	Problema 10
A es mejor que B.	B es peor que A.
C es peor que B.	B es mejor que C.
¿Quién es mejor?	

Para Clark, el problema 9 es más fácil que el problema 10 porque en el problema 9 la representación proposicional permite extraer la conclusión directamente (tabla 5.1), de forma que ante la cuestión «¿quién es el mejor?» en la representación proposicional del problema 9 el término «A» aparece como el mejor. Si en este problema se pregunta por la cuestión ¿quién es el peor?, se podría directamente contestar que el término «C es el peor», ya que está explícitamente representado en la segunda premisa. En cambio, en el problema 10, ante la pregunta ¿quién es el mejor?, encontramos que «B» es el mejor en la segunda premisa y que en la primera premisa «B» es el peor. Asimismo, si se pregunta ¿quién es el peor?, la representación del problema no nos ofrece información para responder a la cuestión. Cuando se dan estos casos habrá que transformar una de las representaciones haciéndola corresponder con la otra. Por consiguiente, aquellos problemas en los que la representación de las pre-

misas no ofrece una respuesta directa a la cuestión serán más difíciles que los que la ofrecen.

Un aspecto crítico entre ambas teorías, la teoría de la imagen y la teoría lingüística, es que ambas predicen los mismos resultados para los mismos problemas, si bien apelando a procesos representacionales distintos. La hipótesis del sesgo de direccionalidad y la hipótesis del marcador léxico predicen los mismos resultados cuando se usan adjetivos marcados. Asimismo, las predicciones de la hipótesis del «extremo-ancha» se corresponden con las de la hipótesis de la «cuestión-congruencia».

A partir de los años setenta y a fin de contrastar ambas teorías se realizaron investigaciones centradas en los aspectos representacionales que tenían por objeto comprobar si las personas construían representaciones separadas de las premisas (teoría lingüística) o si construían una representación unitaria (teoría de la imagen). Potts y Scholz (1975) apoyaron las predicciones de la teoría de la imagen al observar que el tiempo de reacción no se veía afectado por la naturaleza de los adjetivos (marcados *versus* no marcados), una vez que éstos se habían representado las premisas.

De forma parecida, los resultados de investigaciones con diversas manipulaciones experimentales (Byrne y Johnson-Laird, 1989; Johnson-Laird y Bara, 1984; Maybery, Bain y Halford, 1986; Sternberg, 1980) sugieren que las personas integran la información de las premisas más que mantenerla separada en la memoria de trabajo como postula la teoría lingüística.

A pesar de que los resultados obtenidos hasta ahora parecen apoyar la teoría de la imagen frente a la teoría lingüística, ninguna de éstas nos ofrece un modelo que explicita qué mecanismos permiten la elaboración de inferencias. No ha sido sino hasta los años ochenta cuando han aparecido los primeros modelos (Hargret, 1984; Johnson-Laird y Byrne, 1991) que nos presentan los procedimientos algorítmicos que se usan para elaborar inferencias en problemas de series.

4. MODELOS ACTUALES

Las principales teorías actuales de razonamiento sobre problemas de series son la teoría de los

TABLA 5.1

Representación proposicional para los problemas 9 y 10 en el modelo de Clark (1969)

Problema 9	Problema 10
A es el más bueno, [B es el menos bueno]	B es el más malo, [A es el menos malo]
C es el más malo, B es el menos bueno	B es el más bueno, C es el menos bueno
¿Quién es el más bueno?	¿Quién es el más bueno?

La información que aparece entre corchetes no está representada explícitamente.

Modelos Mentales (Johnson-Laird, 1983; Johnson-Laird y Byrne, 1991) y la teoría de reglas formales de inferencias (Harget, 1984). A continuación comentaremos ambas teorías, centrándonos en los aspectos representacionales y procedimentales.

4.1. Modelos de reglas formales de inferencia

Harget (1984) presenta una teoría lingüística, que permite integrar premisas mediante una regla de inferencia en una unidad lingüística, de forma que en un problema como el que sigue:

- B está a la derecha de A,
- C está detrás de B,

cada premisa se representaría inicialmente de forma lingüística en un formato proposicional y separado:

- Derecha (A,B).
- Detrás (C,B).

Estas dos premisas se integran mediante la regla:

- Derecha (x,y) y detrás (z,x) implica derecha (detrás [z,x] y).

A continuación se sustituyen los valores de las variables por los nombres de los términos del problema:

- Derecha (A,B) y detrás (C,B) implica derecha (detrás [A,B] C),

lo que a su vez permite extraer la conclusión (segunda parte de la regla):

- Derecha (detrás [A,B] C).

Esta representación lingüística permite enunciar la siguiente conclusión: «A está a la izquierda de C».

La principal predicción del modelo de reglas de inferencia de Harget es que los problemas que requieran de más pasos en derivaciones serán más difíciles que los que precisen menos pasos. Esta predicción ha sido confirmada para algunos problemas (Harget, 1984; Byrne y Johnson-Laird, 1989). Sin embargo, también existen datos contradictorios. Byrne y Johnson-Laird (1989, experimento 1) encontraron, usando problemas de relaciones espaciales (por ejemplo, A está a la derecha de B), que determinados problemas son más difíciles que otros a pesar de que ambos problemas pueden ser resueltos por las mismas reglas de inferencia. Además, en otras investigaciones se ha encontrado que problemas en los que se deben usar menos reglas de inferencia para ser resueltos son más difíciles que los que usan más reglas de inferencias (Byrne y Johnson-Laird, 1989, experimento 2; Carreiras y Santamaría, 1997). En la investigación de Byrne y Johnson-Laird (1989) se encontró que las personas daban más respuestas correctas (70 por 100) en el problema 11 que en el problema 12 (46 por 100).

Problema 11	Problema 12
A está a la derecha de B.	B está a la derecha de A.
C está a la izquierda de B.	C está a la izquierda de B.
D está enfrente de C.	D está enfrente de C.
E está enfrente de A.	E está enfrente de B.
¿D está a la izquierda de E?	¿D está a la izquierda de E?

Para Johnson-Laird y Byrne (1991, tabla 5.1, p. 95), si aplicamos el sistema de reglas de Harget (1984) a estos problemas, el primer problema se resolvería mediante la aplicación de más reglas que el segundo problema. Para la teoría de Modelos Mentales, las personas dan más respuestas correctas en el primer problema porque requiere de menos modelos mentales (un modelo mental) que en el segundo problema (dos modelos mentales). Carreiras y Santamaría (1997) encontraron resultados similares a los de Byrne y Johnson-Laird (1989), pero usando problemas espaciales y no espaciales (tabla 5.2).

TABLA 5.2

*Problemas no espaciales usados por Carreiras
y Santamaría (1997)*

A estudia más que B	A estudia más que B
C estudia menos que B	C estudia menos que A
D se copia de A	D se copia de A
E se copia de C	E se copia de C
¿Quién obtendrá mejor nota, D o E?	¿Quién obtendrá mejor nota, D o E?

4.2. Teoría de los Modelos Mentales

La teoría de los Modelos Mentales propone que la resolución de una tarea de silogismos relacionales no implica el uso de reglas de inferencia ni de postulados de significados. Más específicamente, cuando las personas razonan con problemas de relaciones utilizan: *a)* su conocimiento del mundo para crear un escenario o modelo que satisfaga las premisas; *b)* elaboran una conclusión, y *c)* comprueban si hay otras situaciones que sean coherentes con el escenario y hagan falsa la conclusión. Si no hay otras situaciones, entonces se da como válida la conclusión; en caso de haberlas, se vuelve a comprobar si aún existen otras posibles conclusiones. Y si no las hay, entonces se da como válida esta segunda conclusión. También pueden darse dos posibles conclusiones que no pueden falsearse (problemas indeterminados). En este caso se concluye que el problema no tiene conclusión válida. A continuación presentamos un ejemplo de cómo la teoría de Modelos Mentales opera con problemas sobre relaciones:

- B está a la derecha de A.
- C está a la derecha de B.

El primer paso será construir un escenario o modelo que represente el estado de cosas que enuncia la primera premisa. En nuestro caso, el tipo de representación que las personas llevarían a cabo sería del siguiente tipo:

A B

A continuación elaborarían un modelo mental de la segunda premisa, que en este caso tendría la siguiente forma:

B C

A continuación se unirían las dos premisas formando un modelo mental integrado:

A B C

Y este modelo nos llevaría a concluir que «C está a la derecha de A».

Y en esta representación no hay forma de encontrar otra conclusión que sea compatible con las premisas y haga falsa la conclusión. La principal predicción de la teoría de Modelos Mentales es que cuantos más modelos requiere un problema para dar con la conclusión válida más difícil será. Por ejemplo, el siguiente problema:

- A está a la derecha de B
- C está a la izquierda de B
- D está enfrente de C
- E está enfrente de B
- ¿Cuál es la relación entre D y E?

da lugar al siguiente modelo:

C B A
D E

Este modelo nos permite concluir que «D está a la izquierda de E».

Un problema más difícil sería el que sigue:

- B está a la derecha de A.
- C está a la izquierda de B.
- D está enfrente de C.
- E está enfrente de B.
- ¿Cuál es la relación entre D y E?

Las premisas de este problema son compatibles con dos modelos. Un modelo sería:

<i>C</i>	<i>A</i>	<i>B</i>
<i>D</i>		<i>E</i>

Y otro modelo compatible con las premisas sería:

<i>A</i>	<i>C</i>	<i>B</i>
	<i>D</i>	<i>E</i>

Aunque ambos modelos permiten extraer la conclusión: «D está a la izquierda de E», la teoría de los Modelos Mentales predice que las personas deben tener un mayor porcentaje de aciertos en el primer problema (construcción de un solo modelo) que en el segundo (construcción de múltiples modelos). Según Johnson-Laird y Byrne (1991), la teoría de reglas de inferencias de Harget predice que no debe haber diferencias entre ambos problemas. La primera premisa es irrelevante y la derivación depende solamente del resto de las premisas, las cuales son idénticas en ambos problemas. Los resultados obtenidos muestran que en el primer problema las personas elaboran más inferencias válidas que en el segundo problema. Algunos autores (Rips, 1994) plantean la posibilidad de que los resultados obtenidos por Byrne y Johnson-Laird se deben a que las instrucciones de la tarea han llevado a las personas a usar una estrategia «imaginaria» para resolver los problemas. En la investigación de Carreiras y Santamaría (1997) se suprimieron las instrucciones usadas por Byrne y Johnson-Laird (1989) y encontraron los mismos resultados, tanto con material espacial como no espacial. Por lo tanto, los resultados de estos autores relativizan la hipótesis de Rips (1994). Sin embargo, Van der Henst (2002) postula que desde el punto de vista del modelo de Harget el segundo problema es más complejo que el primero porque conlleva más información proposicional. Esto ha llevado al autor a plantear que la supuesta superioridad predictiva de la teoría de Modelos Mentales frente a las teorías de reglas de inferencias es una cuestión a resolver en el futuro.

Otros autores (Shaeken, Johnson-Laird y d'Ydewalle, 1996a, 1996b) con problemas sobre relaciones temporales han replicado las diferencias entre los problemas de un modelo y los de múltiples modelos. Un ejemplo de este tipo de materiales es el siguiente: «Juan tomó una ducha antes de tomar el café». De forma parecida, Vandierendonck y De Vooght (1996) encontraron resultados similares trabajando con problemas espaciales y temporales.

5. RESUMEN

En este capítulo se han presentado los diferentes modelos de razonamiento sobre relaciones propuestos en diferentes épocas. En una primera época (1950-1960), los modelos propuestos se centraron en el tipo de formato representacional que las personas usaban cuando resolvían estos problemas. Así, mientras que para la teoría de la imagen (De Soto y col., 1965) las personas elaboran la representación de las premisas en términos de imágenes, para la teoría lingüística (Clark, 1969a) tal representación es de naturaleza lingüística. A partir de los años ochenta la polémica se centró más en estudiar los procesos implicados en el razonamiento que en el tipo de representación. Los principales modelos de razonamiento de esta época son el modelo de Harget y la teoría de Modelos Mentales. Harget (1984) postula que las personas cuando razonan usan determinadas reglas de inferencias y postulados de significados. Para la teoría de los Modelos Mentales, las personas razonan mediante el uso y manipulación de modelos mentales. A lo largo de este capítulo hemos visto que la teoría de Modelos Mentales ofrece resultados que avalan sus predicciones y cuestionan la de los sistemas de reglas de inferencia. Sin embargo, Van der Henst (2002) postula que el debate aún no está cerrado. Este autor cuestiona algunos de los resultados que según la teoría de Modelos Mentales avalan sus predicciones y cuestiona la teoría de reglas formales de inferencia.

PARTE SEGUNDA

Razonamiento en tareas no deductivas



Razonamiento inductivo basado en categorías

6

Una característica que diferencia al razonamiento inductivo del deductivo es que el primero no nos asegura que nuestras conclusiones sean ciertas. Aunque esto último siempre es deseable, a veces las circunstancias no lo permiten. En este caso, las inferencias inductivas pueden jugar un papel importante. Inferir que un puma puede ser un animal peligroso, porque sabemos que animales parecidos a él (por ejemplo los tigres) lo son, puede ser la clave para evitar pasar un mal trago. Aparte del valor adaptativo de la inducción, ésta ha generado un gran debate teórico en filosofía de la ciencia. Se debate si éste es el procedimiento que debemos seguir a la hora de hacer ciencia (Bacon, Hume, Smith, etc) o no lo es (Popper). El debate aún sigue, y traspasa los objetivos del presente manual.

Una pregunta más cercana a nuestros intereses consistiría en preguntarnos cómo el sistema cognitivo humano elabora las inferencias inductivas basadas en categorías. En el presente capítulo, a la hora de tratar el razonamiento inductivo basado en categorías, se presentarán dos modelos (modelo similitud-cobertura y el modelo basado en características) que tienen como objetivo el dar respuesta a esta cuestión. Además, y como en los capítulos anteriores, se presentarán los principales resultados experimentales y su adecuación a dichas teorías.

1. EL CONCEPTO DE RAZONAMIENTO INDUCTIVO

El concepto de razonamiento inductivo no es unívoco. Para algunos autores como Holland, Holyoak, Nisbett y Thargard (1986) este concepto hace referencia a «todos los procesos inferenciales que amplían el conocimiento con incertidumbre» (Holland y col., 1986, p. 1). Desde el punto de vista de estos autores, hasta la deducción podría ser considerada como una forma de inducción. Esta forma de considerar la deducción como una manifestación de la inducción la justifican argumentando que las personas no suelen tener certeza al cien por cien de que la conclusión se siga de las premisas. Otros autores consideran excesivamente laxa esta definición (Garnham y Oakhill, 1994; Johnson-Laird, 1993; Manktelow, 1999). En este capítulo adoptaremos la definición del razonamiento inductivo propuesta por Johnson-Laird (1988). Este autor define los diferentes tipos de razonamiento en función del concepto de información semántica. Desde este enfoque se considera que el razonamiento inductivo es cualquier proceso de pensamiento que aporta una conclusión que incrementa la información semántica contenida en las premisas iniciales (véase capítulo 1). Como ya se ha comentado, la principal consecuencia que se deriva de razonar inductivamente es que no podemos tener la certeza de

que nuestra conclusión se derive de las premisas. Un ejemplo que representaría bien este tipo de situación sería concluir que «todos los cisnes son blancos» porque todos los que hemos visto durante nuestra vida son blancos. Este tipo de inferencia puede ser cuestionado si nos desplazamos a Australia o, de forma menos aventurera, si miramos un libro de ciencias naturales o algunos de los programas sobre documentales que proliferan, por suerte, hoy día.

2. INFERENCIAS INDUCTIVAS BASADAS EN CATEGORÍAS

Las inferencias inductivas basadas en categorías son aquellas en las que se infiere la verdad de un miembro de una categoría a partir de la verdad de otro u otros miembros de esa categoría. Por ejemplo, si sabemos que los canarios, los jilgueros, etc., vuelan y hacen sus nidos en los árboles podemos inferir que otros tipos de pájaros, como por ejemplo los mirlos, también vuelan y hacen sus nidos en los árboles. Es decir, a partir del conocimiento de las características que se tienen sobre los miembros de una categoría se infiere que cualquier otro nuevo miembro tendrá las mismas características.

El tratamiento que se dará al razonamiento inductivo en este capítulo se ha articulado en dos apartados. En el primer apartado se presentarán las tareas y los resultados experimentales más relevantes que se han obtenido en el razonamiento inductivo a partir de categorías. En un segundo apartado se comentarán las principales teorías de inferencias inductivas basadas en categorías y su ajuste a los resultados experimentales. A aquellos lectores que deseen profundizar en la elaboración inductiva de categorías se les remite a los siguientes manuales de psicología del pensamiento: Garnham y Oakhill (1994, capítulo 2), González Labra (1998, capítulo 5), y Manktelow (1999, capítulo 7).

Tipos de tareas. Entre los principales tipos de tareas usadas en inferencias inductivas basadas en categorías están los siguientes tipos de argumentos: argumentos generales, específicos y mixtos (Osherson, Smith, Wilkie, López y Shafir, 1990). Un argumento es general cuando las categorías de las premisas (es-

tamentos que están sobre la línea) están incluidas en la categoría de la conclusión (el estamento que está debajo de la línea). Ejemplo:

- Los leones usan serotonina como un neurotransmisor.
- Los tigres usan serotonina como un neurotransmisor.

- Los mamíferos usan serotonina como un neurotransmisor.

Como podemos observar en este ejemplo, las categorías de las premisas (leones y tigres) están incluidas en el concepto o en la categoría de la conclusión (mamíferos).

Un argumento es específico si las categorías de las premisas y la categoría de la conclusión están al mismo nivel categórico. Ejemplo:

- Los leones usan serotonina como un neurotransmisor.
- Los osos usan serotonina como un neurotransmisor.

- Los antílopes usan serotonina como un neurotransmisor.

En este ejemplo, las categorías de las premisas (leones y osos) y la categoría de la conclusión (antílopes) pertenecerían otra categoría más general, como por ejemplo ser mamíferos.

Por último, un argumento es mixto cuando ni es general ni es específico. Ejemplo:

- Los leones usan serotonina como un neurotransmisor.
- Los flamencos usan serotonina como un neurotransmisor.

- Los mamíferos usan serotonina como un neurotransmisor.

Este argumento es mixto porque no podemos integrar las categorías de las premisas (leones y flamencos) dentro de la categoría de la conclusión (mamíferos), ni las tres categorías (premisas y conclusión) están al mismo nivel categórico.

Otra manipulación experimental que se ha llevado a cabo con estos argumentos es el usar categorías que tienen propiedades relacionadas con las creencias de las personas (*non-blank properties*) o usar categorías que no poseen propiedades relacionadas con las creencias de las personas (*blank properties*). El siguiente ejemplo es un argumento en el que el predicado no está relacionado con las creencias de las personas:

- Los petirrojos tienen huesos sesamoideos.
- Las águilas tienen huesos sesamoideos.

- Los canarios tienen huesos sesamoideos.

Aunque los «huesos sesamoideos» es una propiedad biológica, muy pocas personas están familiarizadas con este concepto. Por lo tanto, en este tipo de argumentos los juicios de las personas se basan en la similitud entre las categorías de las premisas (petirrojos y águilas) y la categoría de la conclusión (canarios).

Un ejemplo de un argumento en el que el predicado está relacionado con las creencias de las personas es el siguiente:

- A los canarios les gusta el alpiste.
- A los jilgueros les gusta el alpiste.

- A los buitres les gusta el alpiste.

Debido a que conocemos los hábitos alimentarios de estas aves podemos concluir que la conclusión no se sigue de las premisas, ya que los buitres suelen comer carne. Por lo tanto, cuando se usan predicados de este tipo, los juicios de las personas se basan tanto en las relaciones de similitud entre las categorías de las premisas (canarios y jilgueros) y de la conclusión (buitres), como en la plausibilidad de las premisas y de la conclusión.

En cuanto a la variable dependiente, o a cómo las personas juzgan el argumento inductivo, se han usado varios procedimientos: responder a una escala de probabilidad, juzgar la fuerza inductiva, elección forzosa entre conclusiones, o evaluar las conductas que una persona lleva a cabo cuando interactúa con un juguete (este procedimiento se ha usado sobre todo en niños).

Resultados experimentales en el razonamiento inductivo a partir de categorías. A continuación se comentarán algunos de los principales fenómenos encontrados en la investigación experimental cuando se han usado este tipo de tareas y se han usado categorías que no poseen propiedades relacionadas con las creencias de las personas (*blank properties*).

El fenómeno de la similitud. Este es el fenómeno más consistente y robusto en el razonamiento inductivo basado en categorías, y se ha encontrado tanto en argumentos simples como en argumentos específicos de múltiples premisas. En cuanto a los argumentos simples, se ha observado que las personas consideran más fuertes aquellos argumentos en los que la premisa y la conclusión son más similares que aquellos argumentos en los que son más desemejantes (Rips, 1975; Osherson y col., 1990; Sloman, 1993). Por ejemplo, las personas consideran que el argumento 1a es más convincente que el argumento 1b.

1a:

- Los doberman tienen huesos sesamoideos.

- Los pastores alemanes tienen huesos sesamoideos.

1b:

- Los doberman tienen huesos sesamoideos.

- Los chihuahuas tienen huesos sesamoideos.

La primera investigación que da constancia de este hecho la podemos situar en los trabajos de Rips (1975). Cuando el argumento es de múltiples premisas, las personas siguen considerando que aquel argumento en el que hay más similitudes entre las categorías de las premisas y de éstas con la conclusión son más fuertes que aquellos argumentos en los que hay más desemejanza (Osherson y col., 1990; Sloman, 1993; Smith, Shafir y Osherson, 1993). Así, se ha encontrado que las personas consideran que el argumento 2a es más fuerte que el argumento 2b.

— 2a:

- Los tigres usan la serotonina como un neurotransmisor.

- Los pumas usan la serotonina como un neurotransmisor.
- Los linceos usan la serotonina como un neurotransmisor.

— 2b:

- Los tigres usan la serotonina como un neurotransmisor.
- Los pumas usan la serotonina como un neurotransmisor.
- Las jirafas usan la serotonina como un neurotransmisor.

Los resultados comentados hasta ahora se circunscriben al ámbito de la población adulta. A continuación vamos a presentar algunas investigaciones referidas a la población infantil. Una de las primeras investigaciones en las que se encontró que la similitud superficial entre categorías afectaba al juicio inductivo de los niños fue la realizada por Carey¹ (1985). Carey presentó a niños (de edad aproximada 4-6 años) un dibujo de una persona y les comentó que tenía alguna propiedad, como por ejemplo que tenía un «brazo». En un segundo momento se les presentaron una serie de dibujos de diferentes cosas tales como perros, abejas y flores, y se les preguntó que cuáles de estas cosas podrían tener la misma propiedad. Los niños juzgaron que los perros y las abejas también tenían la misma propiedad que la persona. Estos resultados fueron matizados por la investigación realizada por Gelman y Markman² (1986), ya que estos autores encontraron que los niños (de edad aproximada 4 años) generaban más inferencias inductivas cuando las categorías de las premisas pertenecían a la misma familia categórica que cuando eran superficialmente parecidas pero eran miembros de distintas categorías. Por ejemplo, encontraron que los niños realizaban más inferencias inductivas entre un mirlo y un flamenco que entre un mirlo y un murciélago. Desde un punto de vista de similitud superficial un mirlo se parece más a un murciélago que a un fla-

mencho. Sin embargo, desde un punto de vista de pertenencia categorial un murciélago es un mamífero, mientras que un mirlo y un flamenco no lo son. En otro estudio, Gelman y Coley³ (1990) encontraron resultados similares con una muestra de niños de dos años aproximadamente. Estos resultados llevaron a estos autores a concluir que los niños, cuando generan sus juicios inductivos, tienen en cuenta más la similitud de pertenencia categórica que la similitud superficial. Sin embargo, Florian⁴ (1994) ha obtenido resultados con niños (de edad aproximada 3 años) y adultos en los que muestra que tanto la similitud perceptual y los atributos compartidos como la pertenencia categórica son tenidos en cuenta en la emisión de juicios inductivos.

El fenómeno de la tipicidad. Este fenómeno se ha encontrado en tareas en las que se usan argumentos generales, y consiste en que las personas tienden a juzgar más creíble un argumento que tiene una premisa con una categoría típica que los que no la tienen (López, Atran, Coley, Medin y Smith, 1997; Osherson y cols., 1990; Rips, 1975). Así, el argumento 3a es juzgado más creíble que el argumento 3b.

— 3a:

- Los doberman tienen huesos sesamoideos.
- Los perros tienen huesos sesamoideos.

— 3b:

- Los borzois tienen huesos sesamoideos.
- Los perros tienen huesos sesamoideos.

Como en el caso anterior, fueron las investigaciones pioneras de Rips (1975) las que mostraron por primera vez el efecto de la tipicidad en el razonamiento inductivo basado en categorías. Otro resultado de interés encontrado por Rips fue que la tipicidad de la conclusión categórica parece no afectar a la fuerza inductiva del argumento. Es decir, que la ti-

¹ En estas investigaciones se usaron tareas con argumentos simples (una premisa y una conclusión).

picalidad afecta cuando se encuentra en las premisas y no en la conclusión. Aunque la tipicalidad de la conclusión parece no afectar a la fuerza inductiva del argumento, Nisbett, Krantz, Jepson y Kunda (1983) encontraron que la variabilidad de la conclusión sí afecta a la fuerza inductiva del argumento. En concreto encontraron que las personas sacaban más inferencias a partir de conclusiones categóricas homogéneas que de conclusiones variables. Nisbett y col. (1983, p. 348) presentaron el siguiente texto:

«Imagine que es un explorador que ha atracado en una isla del Pacífico Sur. Ha encontrado personas, animales y objetos con algunas propiedades que le parecen «raras» y necesita saber lo comunes que serán esas propiedades en las restantes personas, animales y objetos de la isla.

Suponga que se encuentra un pájaro, el «sheerables». Es de color azul. ¿Qué porcentaje de todos los «sheerables» de la isla espera que sean azules?

El «sheerable» anidó en un eucaliptus. ¿Qué porcentaje de estos pájaros espera que anide en un eucaliptus?

Suponga que ha encontrado un miembro de una tribu, los «barratos», y que esta persona es gruesa y de color oscuro. ¿Qué porcentaje de hombres «barratos» espera que sean de color oscuro? ¿Qué porcentaje de hombres «barratos» espera que sean gruesos?

Finalmente se ha encontrado una muestra de un extraño mineral llamado «floridium», que es un buen conductor de la electricidad y arde con una extraña llama verde. ¿Qué porcentaje del «floridium» de la isla espera que sea buen conductor de la electricidad?

¿Qué porcentaje del «floridium» espera que arda con llama verde?».

Este problema fue presentado a varios grupos de personas variando el número de elementos encontrados (3 y 20 elementos). Los resultados encontrados mostraron que el conocimiento que las personas tenían sobre la variabilidad de la clase de referencia afectaba a la elaboración de inferencias inductivas. Si las personas consideraban que determinada característica de una clase es estable, entonces generaliza-

ban a partir de una o de pocas observaciones, mientras que si consideraban que era variable, entonces generalizaban sólo cuando se les presentaba un número alto de observaciones. Por ejemplo, las personas consideraron a partir de una sola observación que el mineral sería un buen conductor de la electricidad, mientras que necesitaron un alto porcentaje de observaciones para generalizar que la próxima persona que se encontrarían sería obesa. En este último caso, las personas consideran que la obesidad es un atributo variable en la población, lo cual se ajusta bastante a nuestra experiencia.

Los efectos de tipicalidad también se han encontrado con niños (Carey, 1985; Gelman y O'Reilly, 1988). Por ejemplo, Carey (1985) encontró que los niños eran más propensos a emitir juicios inductivos cuando tenían que proyectar características humanas sobre animales (como por ejemplo un perro) que al revés. En este caso, se asume que los niños consideran que los humanos son categorías más típicas de los animales que los perros. Gelman y Coley (1990), al igual que Rips (1975), encontraron con una muestra de niños de 2 años que la tipicalidad de conclusiones categóricas no afecta a los juicios inductivos. Asimismo, Mandler y Mc Donough (1996), usando la conducta de los niños como una forma de medir la inducción, encontraron este mismo resultado.

El fenómeno de la diversidad de las premisas. Este fenómeno se ha encontrado tanto en tareas en las que se usan argumentos generales como específicos. Para ambos tipos de tarea se ha encontrado que cuanto más disimilares o diversas son las categorías de las premisas más fuerte es el argumento. Los argumentos 4a y 4b hacen referencia a una tarea con argumentos generales. En este caso se ha observado que las personas consideran que el argumento 4a es más fuerte que el argumento 4b.

— 4a:

- Los hipopótamos tienen mayor concentración de sodio en la sangre que los humanos.
- Los hamsters tienen mayor concentración de sodio en la sangre que los humanos.
- Todos los mamíferos tienen mayor concentración de sodio en la sangre que los humanos.

— 4b:

- Los hipopótamos tienen mayor concentración de sodio en la sangre que los humanos.
- Los rinocerontes tienen mayor concentración de sodio en la sangre que los humanos.
- Todos los mamíferos tienen mayor concentración de sodio en la sangre que los humanos.

Los argumentos 5a y 5b van referidos a argumentos específicos. Como en el caso anterior, las personas evalúan más fuerte aquel argumento en el que las premisas son más diversas (5a) que aquel en que son más similares (5b).

— 5a:

- Los chimpancés tienen huesos sesamoideos.
- Los zorros tienen huesos sesamoideos.
- Los osos polares tienen huesos sesamoideos.

— 5b:

- Los lobos tienen huesos sesamoideos.
- Los zorros tienen huesos sesamoideos.
- Los osos polares tienen huesos sesamoideos.

La primera investigación que constata este fenómeno fue realizada por Carey (1985). Carey encontró el efecto de la diversidad de las premisas en la muestra de adultos pero no en la muestra de niños (de edad aproximada 6 años). De forma parecida, López, Gelman, Gutheil y Smith (1992) encontraron el efecto de la diversidad de las premisas en niños de 9 años, pero no en niños de 5 años. Sin embargo, los efectos de diversidad encontrados en los niños de 9 años se daban cuando se usaron argumentos con conclusiones categóricas generales, pero no se daba cuando se usaron argumentos con conclusiones categóricas específicas. Gutheil y Gelman (1997) tampoco encuentran efectos de la diversidad en niños de 9 años cuando se usan argumentos con conclusiones específicas.

Cuando se han usado muestras con adultos, el efecto de la diversidad de las premisas se ha mostrado como un fenómeno bastante estable (Osherson y col., 1990; Sloman, 1993; Choi, Nisbett y Smith,

1998; etc.), aunque López y col. (1997) no encontraron dicho efecto. Este último resultado ha llevado a algunos autores a afirmar que probablemente el efecto de la diversidad dependa tanto de la forma de procesar la información como del conocimiento que las personas tengan de las categorías de los argumentos (Heit, 2000).

3. MODELOS DE RAZONAMIENTO INDUCTIVO

3.1. Modelo similitud-cobertura

Osherson, Smith, Wilkie, López y Shafir (1990) proponen un modelo de inferencia de inducciones a partir de categorías denominado «modelo similitud-cobertura» (*similarity-coverage model*). En este modelo se trata de generalizar la idea ya expuesta por Rips (1975) de que el factor que determina la fuerza de los juicios inductivos es la similaridad percibida entre los miembros de las premisas categóricas y la conclusión y la similaridad percibida entre la categoría que incluye los miembros de las premisas y de la conclusión. Rips (1975) había formulado esta idea referida sólo a argumentos basados en una premisa y conclusión (argumentos simples), mientras que el objetivo de Osherson y col. (1990) es hacerla extensible a argumentos simples, generales y específicos. Esta postura es por lo tanto una alternativa a la de Gelman y Markman (1986) y a la de Sloman (1993). A la de Gelman y Markman (1986) porque estos autores postulan que la pertenencia categórica es más relevante que la similaridad percibida en los juicios basados en categorías. Y es una alternativa a la de Sloman (1993) porque este autor ha propuesto que los juicios inductivos están basados exclusivamente en la similitud percibida. Osherson y col. (1990) asumen que la fuerza inductiva de un argumento va a depender de dos variables:

La similaridad. Esta variable hace referencia al grado de similitud que hay entre las categorías de las premisas y la categoría de la conclusión. Sin embargo, el procedimiento para calcular la similaridad difiere en función de si el argumento está compuesto de una premisa o de varias premisas. Cuando el ar-

gumento es simple, es decir, cuando está formado de una sola premisa, como en el ejemplo que sigue:

- Los tigres usan serotonina como un neurotransmisor,

- Los linceos usan serotonina como un neurotransmisor,

la similaridad corresponde a la similaridad percibida entre los tigres (categoría de la premisa) y los linceos (categoría de la conclusión). Sin embargo, cuando en el argumento se usan múltiples premisas, como en el siguiente ejemplo:

- Los tigres usan serotonina como un neurotransmisor,
- Los pumas usan serotonina como un neurotransmisor,

- Los linceos usan serotonina como un neurotransmisor,

el procedimiento del cálculo de similaridad se realiza mediante la «regla máxima». Según esta regla, la similaridad es obtenida a partir de la máxima similaridad percibida entre algunas de las categorías de las premisas (tigres o pumas) y la categoría de la conclusión (linceos). El uso de la *regla máxima* viene justificada por el hecho de que la fuerza de un argumento no es una función sumativa de las similaridades. Es decir, la fuerza de un argumento no es el sumatorio de la similaridad entre la premisa 1 y la conclusión más la premisa 2 y la conclusión, sino que viene determinada por la máxima similaridad percibida entre algunas de las categorías de las premisas y la categoría de la conclusión. Esta particularidad de la regla permite explicar por qué la fuerza inductiva de un argumento no cambia substancialmente cuando eliminamos la categoría de la premisa menos similar con la categoría de la conclusión. Por ejemplo, se ha observado que la fuerza inductiva del siguiente argumento:

- Los petirrojos tienen huesos sesamoideos,
- Los patos tienen huesos sesamoideos,

- Los gorriónes tienen huesos sesamoideos,

cambia sólo ligeramente cuando suprimimos la segunda premisa. Según los autores, esta regla «captura la intuición de que, cuando juzgamos la probabilidad de que una conclusión tiene una particular propiedad, prestamos más atención a la categoría de la premisa más similar» (Smith, Shafir y Osherson, 1993, p. 72).

Cobertura (coverage). Esta variable se refiere a la extensión según la cual las premisas categóricas cubren la categoría de nivel más bajo que incluye a las categorías de las premisas y la conclusión. Siguiendo a Osherson y col. (1990) vamos a usar una metáfora espacial para aclarar este concepto. En la figura 6.1 se muestran, en una representación bidimensional, las similaridades que hay entre varias instancias del concepto fruta, y entre las instancias y el propio concepto. La similaridad aquí es representada mediante la cercanía en el espacio: cuanto más cerca se está más similar se es. El concepto de cobertura es distinto según nos estemos refiriendo a una instancia o a varias instancias. Veamos primero cuando es referido a una instancia. Para ello, imagine el lector que se le pide que elija una instancia que represente mejor el concepto «fruta». Es probable que haya elegido el concepto de manzana porque es una instancia cercana al concepto (fruta) y porque está relativamente cercana a las otras instancias. Uno no elegiría la instancia «oliva» como representativa del concepto de fruta porque está lejana del concepto fruta y porque está distante de otras instancias, por ejemplo melón o piña. Por lo tanto, en aquellos casos en los que el argumento consta de una premisa y una conclusión, y cuando la premisa está formada por una instancia típica de una categoría, las personas suelen decidir que este argumento es más probable que cuando la instancia de la categoría no es un miembro típico. Sin embargo, a continuación veremos que cuando se presentan múltiples premisas, la fuerza del argumento no va a depender de la tipicidad de las premisas, sino de la diversidad.

Veamos a continuación el concepto de cobertura aplicado a varias instancias. En este caso, imagine el lector que debe elegir las tres instancias que mejor cubran el concepto de fruta. En este caso, lo mejor sería elegir las instancias que estén lejanas en-

tre sí, como por ejemplo «melón, coco y tomate». No escogeríamos conceptos cercanos entre sí, como «manzana, naranja y pera», porque cada uno de ellos aportaría poco al concepto de fruta al ser muy parecidos entre sí. En este caso, cuanto más repartidas están las instancias en el concepto, mejor cobertura tienen. Es decir, en el caso de múltiples premisas, la diversidad de las categorías de las premisas cubre mejor la categoría de nivel superior (fruta) que la similitud.

Veamos mediante un ejemplo los distintos pasos que hemos de realizar para calcular la cobertura de argumentos de múltiples premisas. Lo primero que debemos hacer es localizar la categoría de nivel más bajo (o categoría inclusiva) que incluya a la categoría de las premisas y de la conclusión. Por ejemplo, ante el siguiente argumento 2a:

— 2a:

- Los tigres usan serotonina como un neurotransmisor,
- Los pumas usan serotonina como un neurotransmisor,
- Los linces usan serotonina como un neurotransmisor,

tomaremos como categoría inclusiva el concepto «felino». En un segundo momento calculamos el promedio de la similitud entre las premisas (tigres y pumas) y una de las instancias o miembros de la categoría inclusiva de la conclusión que nos venga a la mente (por ejemplo, guepardos). La similitud calculada se hará de acuerdo a la *regla maximum*. A continuación repetimos los dos últimos pasos para nuevas instancias que nos vengan a la mente; en este caso podríamos tomar como instancias de la categoría «felino» los conceptos de gatos y panteras. Una vez realizado el muestreo entre las posibles instancias de la conclusión y las premisas, tomaremos como valor de la variable cobertura el promedio de la similitud máxima. A continuación se exponen de forma ordenada los pasos a seguir para calcular la variable «cobertura»:

1. Seleccionar una instancia de la conclusión.
2. Determinar la similitud entre la instancia de la conclusión y cada una de las premisas categóricas y tomar la similitud máxima.
3. Repetir estos dos pasos para cualquier otra instancia de la conclusión que a uno le venga a la mente.
4. Una vez realizado un muestreo entre la instancia de la conclusión y de las premisas, tomaremos el promedio de las similitudes máximas como el valor de la variable cobertura.

Se ha de precisar que en el caso de que se usen argumentos simples, como el siguiente argumento:

- Los tigres usan serotonina como un neurotransmisor,
- Los pumas usan serotonina como un neurotransmisor,

no se usa la *regla maximum* cuando se halla la similitud de cobertura. En este caso se promedia la similitud entre la categoría de la premisa y las instancias de la categoría de la conclusión. En nuestro ejemplo la categoría inclusiva sería felinos, y algunas instancias serían guepardo, gato, etc. Volvamos al argumento 2a para aclarar cómo opera la *regla ma-*



Figura 6.1.—Espacio bidimensional para representar las relaciones de similitud entre varias instancias del concepto fruta.

ximum. Tomemos como variable inclusiva la categoría «felino», y como instancia de la conclusión a comparar guepardo, gato y pantera. Antes de calcular la cobertura emparejamos las categorías de las premisas con las instancias de la conclusión, y a continuación seleccionamos aquellos emparejamientos que tengan la mayor similaridad:

- Máxima similaridad (tigre, guepardo); similaridad (puma, guepardo).
- Máxima similaridad (tigre, gato); similaridad (puma, gato).
- Máxima similaridad (tigre, pantera); similaridad (puma, pantera).
- Máxima similaridad (tigre, tigre); similaridad (puma, tigre).

Atendiendo a nuestras intuiciones podríamos decidir que las máximas similaridades se darían entre los siguientes emparejamientos:

- Similaridad (tigre, guepardo)².
- Similaridad (tigre, gato).
- Similaridad (puma, pantera).
- Similaridad (tigre, tigre).

Promediando los valores de las similaridades máximas se obtendría el valor de la cobertura, lo cual permitirá determinar la fuerza inductiva del argumento, aunque antes se ha de asignar un valor diferencial a cada una de estas variables. Es probable que algunas personas consideren que el valor de la cobertura es mayor que el valor de la similaridad, o al revés, o quizás que los consideren igual de importantes. A continuación se presenta la representación algebraica de estos cálculos para el argumento 2a:

- α (máxima similaridad (tigres, lince), similaridad (pumas, lince) + $(\alpha - 1)$ cobertura (tigre, pumas; felino),

donde « α » es el valor que cada persona asigna a la variable similaridad. Este valor oscila entre 0 y 1.

« $\alpha - 1$ » es el valor que cada persona asigna a la variable cobertura.

Smith, Shafir y Osherson (1993) han ampliado el modelo original para tratar con categorías que tienen propiedades relacionadas con las creencias de las personas (*non-blank properties*). Como ya hemos comentado, cuando se usan predicados «blank» los juicios de las personas se basan en la similitud entre las categorías de las premisas y la categoría de la conclusión, mientras que cuando se usan predicados que tienen propiedades «non-blank» los juicios de las personas se basan tanto en las relaciones de similitud entre las categorías de las premisas y de la conclusión como en la plausibilidad de las premisas y de la conclusión. Es interesante resaltar que cuando se han usado predicados «non-blank» se han encontrado algunos resultados contrarios a los hallados con predicados «blank». Por ejemplo, las personas afirman que la fuerza inductiva de un argumento es mayor cuando la premisa está formada por un concepto menos similar que por uno más similar. Por ejemplo, las personas deciden que el argumento 6a:

- Los caniches pueden morder un cable hasta romperlo,
- Los pastores alemanes pueden morder un cable hasta romperlo,

es más fuerte que el argumento 6b:

- 6b:
 - Los doberman pueden morder un cable hasta romperlo.
 - Los pastores alemanes pueden morder un cable hasta romperlo.

Y esto sucede aun cuando las personas saben que los doberman y los pastores alemanes son más similares entre sí que los caniches y los pastores alema-

² De forma totalmente arbitraria se ha asumido que un tigre es más similar a un guepardo que un puma a un guepardo.

nes. A la hora de explicar este resultado, Smith, Shafir y Osherson (1993) afirman que la similaridad está siendo eclipsada por la plausibilidad de las premisas: cuando uno acepta como verdadera una premisa poco plausible induce a las personas a creer más en la conclusión que cuando la premisa es más plausible. En nuestro ejemplo, es más plausible que un doberman pueda morder un cable hasta romperlo que lo haga un caniche, ya que este último es menos fuerte que el doberman. Sin embargo, si asumimos que es verdad que un caniche puede romper una cuerda esperamos que un pastor alemán también lo hará, pues este último es mucho más fuerte que un caniche.

A continuación se expondrán las explicaciones que el modelo de similitud-cobertura ofrece de los principales resultados experimentales que hemos expuesto previamente y en los que se usan predicados «blank».

El fenómeno de la similaridad. Como ya se ha comentado, las personas consideran más fuertes aquellos argumentos en los que la premisa y la conclusión son más similares que aquellos argumentos en los que son más desimilares. Para explicar cómo el modelo de Osherson y col. (1990) afronta este fenómeno retomaremos los argumentos 2a y 2b.

— 2a:

- Los tigres usan la serotonina como un neurotransmisor.
- Los pumas usan la serotonina como un neurotransmisor.
- Los linceos usan la serotonina como un neurotransmisor.

— 2b:

- Los tigres usan la serotonina como un neurotransmisor.
- Los pumas usan la serotonina como un neurotransmisor.
- Las jirafas usan la serotonina como un neurotransmisor.

Estos argumentos difieren en similaridad y cobertura. En cuanto a la similaridad, las categorías de las premisas (tigres y pumas) se parecen más a la categoría de la conclusión (linceos) en el argumento 2a que en el argumento 2b (tigres, pumas y jirafas). En cuanto a la cobertura, ambos argumentos difieren en la categoría inclusiva. Mientras que en el argumento 2a la categoría inclusiva es «felino», en el argumento 2b es «mamífero». Dentro de cada una de estas categorías inclusivas las personas deciden que el argumento 2a es más probable que el argumento 2b porque los tigres y los pumas son más similares a otros felinos (gatos, leopardos, etc.) que a otros mamíferos (por ejemplo, una vaca, oveja, etc.). Es decir, los «tigres y los pumas» cubren mejor la categoría «felinos» que la categoría «mamíferos».

El fenómeno de la tipicidad. Como ya hemos comentado previamente, este fenómeno nos muestra que las personas tienden a juzgar más creíble un argumento que tiene una premisa con una categoría típica (argumento 3a) que un argumento que no la tiene (argumento 3b).

— 3a:

- Los doberman tienen huesos sesamoideos.
- Los perros tienen huesos sesamoideos.

— 3b:

- Los borzois tienen huesos sesamoideos.
- Los perros tienen huesos sesamoideos.

El modelo similitud-cobertura explica el efecto de tipicidad en términos de cobertura (*coverage*), es decir, en función de la similitud entre la categoría de la premisa y los miembros de la categoría del nivel más bajo que incluye a la categoría de la premisa y de la conclusión. A la hora de evaluar el argumento 3a se compara la similitud de doberman con las instancias de la categoría de la conclusión³. Debido a que

³ Como ya hemos comentado en el apartado anterior, en los argumentos compuestos de una premisa y una conclusión (argumentos simples) no se aplica la *regla maximum*.

existen más perros que se parecen a los doberman que a los borzois (es una clase de perro poco conocida), entonces las personas consideran que el argumento 3a es más convincente que el argumento 3b.

El fenómeno de la diversidad. Este fenómeno nos muestra que es más probable que las personas acepten más un argumento cuando las categorías de las premisas son diversas (argumento 4a) que cuando no lo son (argumento 4b).

— 4a:

- Los hipopótamos tienen mayor concentración de sodio en la sangre que los humanos.
- Los hamsters tienen mayor concentración de sodio en la sangre que los humanos.
- Todos los mamíferos tienen mayor concentración de sodio en la sangre que los humanos.

— 4b:

- Los hipopótamos tienen mayor concentración de sodio en la sangre que los humanos.
- Los rinocerontes tienen mayor concentración de sodio en la sangre que los humanos.
- Todos los mamíferos tienen mayor concentración de sodio en la sangre que los humanos.

Como en el caso anterior, el modelo de similitud-cobertura explica el efecto de la diversidad en términos de cobertura: cuando las categorías de las premisas cubren mejor la categoría inclusiva (en este ejemplo, mamífero) las personas aceptan más la conclusión del argumento que cuando cubren un menor rango. Por lo tanto, cuando el argumento es general y las premisas son desimilares, la fuerza inductiva va a recaer en la variable «cobertura». Lo mismo sucede cuando el argumento es específico, y es por ello por lo que no expondremos cómo el modelo de Osherson y col. (1990) explica dicho fenómeno.

Como podemos observar, el modelo de Osherson y cols. (1990) usa el mismo mecanismo (similitud) para explicar fenómenos distintos: se calcula la si-

militud entre la categoría de la premisa y la categoría de la conclusión, y se calcula la similitud entre la categoría de las premisas y el resto de la instancia de la categoría que las incluye (cobertura). Además, y aunque no se comentará en este capítulo, el modelo se ha mostrado exitoso con otros fenómenos en la inducción basada en categorías (monotonización de las premisas, especificidad de la conclusión, no monotonicidad-específica, etc.). Sin embargo, algunos autores como Heit (2000) plantean que el modelo de Osherson y col. (1990), tal y como está formulado, no explica por qué la variabilidad u homogeneidad de la conclusión afecta a la fuerza inductiva del argumento (Nisbett y col., 1983).

3.2. Modelo basado en características

El modelo basado en características (*feature model*) de Sloman (1993) es un modelo de corte conexionista que se propone como una alternativa al modelo de Osherson y cols. (1990). La idea básica del modelo basado en características es que la fuerza inductiva de un argumento es producida por la proporción de características que comparten las premisas y la conclusión: cuanto mayor sea el número de características compartidas mayor será la fuerza inductiva del argumento. Aunque en este modelo se asume que el factor principal a la hora de determinar la fuerza inductiva de un argumento es el solapamiento entre características, también se postula que la magnitud (o riqueza de la representación mental) afecta en algunos casos (por ejemplo, tipicidad, premisa-conclusión, asimetría, etc.) a la fuerza inductiva de dicho juicio. En concreto, se postula que cuanto mayor es la magnitud de la conclusión (manteniendo constantes las características de las categorías de las premisas) menor es la fuerza del argumento inductivo. A través de la presentación del fenómeno de la *asimetría premisa-conclusión* podremos observar cómo opera este factor. Este fenómeno que fue estudiado primeramente por Rips (1975) nos muestra que, cuando se usan argumentos simples, la fuerza inductiva del argumento varía cuando se cambia el orden de la pre-

misa y de la conclusión. Por ejemplo, las personas consideraban que el argumento 7a:

- Los ratones tienen la temperatura corporal más baja durante la infancia que durante la adultez.

- Los murciélagos tienen la temperatura corporal más baja durante la infancia que durante la adultez.

era más convincente que el argumento 7b:

- Los murciélagos tienen la temperatura corporal más baja durante la infancia que durante la adultez.

- Los ratones tienen la temperatura corporal más baja durante la infancia que durante la adultez.

El modelo de similitud-cobertura (Osherson y col., 1990) explica este resultado mediante el factor de cobertura⁴. Una categoría más típica (*ratones*) provee un promedio mayor de cobertura de la categoría de nivel más bajo (*mamífero*) que la categoría menos típica (*murciélagos*). Como ya se ha comentado previamente, para este modelo los argumentos en los que las premisas cubren mejor la categoría inclusiva se consideran más fuertes que aquellos argumentos que la cubren en menor cuantía.

La explicación que nos ofrece el modelo basado en características es diferente. Para este modelo, estos resultados se explican en función del factor magnitud, es decir, de la diferente riqueza representacional que las personas tienen de las categorías. Según el modelo de Sloman, la regla de activación⁵ aplicada a estos ejemplos quedaría de la siguiente manera:

— Argumento 7a:

$$a_x (\text{murciélagos/ratones}) = F (\text{ratones}) \times F (\text{murciélagos}) / [F (\text{murciélagos})]^2$$

— Argumento 7b:

$$a_x (\text{ratones/murciélagos}) = F (\text{ratones}) \times F (\text{murciélagos}) / [F (\text{ratones})]^2$$

Debido a que el numerador es idéntico en ambos problemas, la fuerza inductiva va a depender de la magnitud de las conclusiones. En el argumento 7b, la conclusión hace referencia a *ratones*, y ésta, al ser una categoría bastante familiar, tendrá una riqueza representacional mayor (es decir, mayor magnitud) que el concepto de *murciélagos* (argumento 7a). Y debido a que la regla de activación plantea que cuanto mayor sea la magnitud de la conclusión menor será la fuerza del argumento, el argumento 7a será más fuerte que el argumento 7b. Sloman (1993) nos ofrece una serie de resultados experimentales que muestran que los argumentos con premisas menos típicas y una conclusión categórica de baja magnitud fueron juzgados más convincentes que premisas con categorías más típicas y con una conclusión categórica de mayor magnitud. Estos resultados son contrarios a las predicciones del modelo de similitud-cobertura. Según este modelo, las categorías más típicas cubren mejor el espacio de la categoría inclusiva más baja, y es por ello por lo que el argumento inductivo debe ser más fuerte.

El modelo basado en características versus el modelo de similitud cobertura. Existe una serie de factores que diferencian el modelo de características (Sloman, 1993) del modelo de similitud-cobertura (Osherson y col., 1990). La primera de ellas es que en el modelo de Sloman se asume que cuando se realizan inferencias inductivas en las que se usan argumentos con categorías, las personas no computan categorías sino las características de esas categorías, mientras que en el modelo de Osherson se postula que las características son sólo usadas para derivar similitudes entre categorías al mismo nivel jerárquico.

Otro factor diferenciador entre ambas teorías es que en el modelo de Sloman se postula la no necesi-

⁴ Smith y col. (1992) asumen que los dos términos son presumiblemente igual de similares, y es por ello por lo que la diferencia en la fuerza inductiva debe ser explicada por el factor cobertura.

⁵ Según esta regla, la activación de una unidad X (ax) es proporcional al solapamiento entre los valores de los pesos correspondientes y de los elementos *input* e inversamente proporcional al número y tamaño de los elementos *input*.

dad de la existencia de una estructura categórica estable para realizar la inferencia inductiva, algo que sí es necesario en el modelo de Osherson y col. (1990). Como ya se ha comentado en el apartado anterior, en el modelo de Osherson y col. (1990) las personas debían ubicar las categorías de las premisas y de la conclusión en una categoría inclusiva. Aunque Sloman plantea que pueden existir situaciones en las que las personas usen sus conocimientos sobre las estructuras jerárquicas de las categorías para elaborar sus inferencias inductivas, puntualiza que ésta no es la forma cotidiana que las personas usan cuando elaboran inferencias con argumentos categóricos. Este argumento es muy similar al que mantienen otros investigadores en el razonamiento deductivo. Por ejemplo, Johnson-Laird plantea que las personas no entrenadas en lógica usan modelos mentales para resolver dichos problemas; sin embargo, una persona versada en lógica podría usar determinados procedimientos lógicos (como las tablas de verdad) para resolver el mismo problema. Veamos a continuación cómo el modelo basado en características explica los principales resultados comentados en este capítulo.

El fenómeno de la similaridad. Este fenómeno nos indica que las personas consideran que un argumento es más creíble cuando las categorías de las premisas y de la conclusión son similares (argumento 2a) que cuando no lo son (argumento 2b). Como para el modelo basado en características la similaridad es proporcional a las características comunes entre dos categorías e inversamente proporcional a sus características distintivas, no nos debería extrañar que las personas considerasen que el argumento 2a sea más convincente que el argumento 2b. En el argumento 2a, las categorías de las premisas (tigres y pumas) comparten más características (ser agresivos, carnívoros, ser grandes, etc.) con la categoría de la conclusión (lince) que el argumento 2b. A su vez, en el argumento 2b existen más características distintivas (cuello largo, herbívoro, etc.) entre la conclusión y las premisas que en el argumento 2a.

El fenómeno de la tipicidad. Para el modelo basado en características, el fenómeno de la tipicidad se debe a que la premisa que tiene la categoría más típica (argumento 1a, doberman) comparte

más características con la categoría de la conclusión (perro) que la categoría menos típica (borzois). Si aplicamos la regla de activación al argumento 1a y 1b tendríamos las siguientes ecuaciones:

— Argumento 1a:

$$a_x(\text{perro/doberman}) = F(\text{doberman}) \times F(\text{perro}) / [F(\text{perro})]^2$$

— Argumento 1b:

$$a_x(\text{perro/borzois}) = F(\text{borzois}) \times F(\text{perro}) / [F(\text{perro})]^2$$

Debido a que el denominador (hace referencia a la magnitud) es idéntico en ambos problemas, la fuerza inductiva va a depender de las similitudes compartidas entre la categoría de las premisas y la categoría de la conclusión. Como los doberman comparten más características con los perros que los borzois, las personas consideran que el argumento 1a es más fuerte que el argumento 1b.

El fenómeno de la diversidad. Para el modelo de Sloman (1993), las personas aceptan más un argumento cuando las categorías de las premisas son diversas (argumento 4a) que cuando no lo son (argumento 4b), porque las premisas que usan categorías desimilares cubren (*feature-coverage*) mejor el espacio de características de la categoría de la conclusión que las premisas que usan categorías parecidas. Cuando se usan premisas con categorías desimilares, las características de las categorías de las premisas no son redundantes y, por lo tanto, existen más posibilidades de que las características de las premisas se superpongan con las características de la conclusión. Aunque Sloman utiliza el concepto de cobertura para explicar este resultado, el uso que él hace de este concepto y el que se hace en el modelo de similaridad-cobertura es diferente. En el modelo de Sloman se comparan las características de las categorías mencionadas en el argumento, mientras que en el modelo de Osherson y col. (1990) se comparan las características de las categorías de las premisas con las características de las distintas instancias de una supracategoría.

Los resultados comentados hasta ahora (a excepción de los argumentos 7a y 7b) son consistentes con las predicciones del modelo de similaridad-cobertura (Osherson y col., 1990) y con el modelo basado en características (Sloman, 1993). Sin embargo, Sloman (1993) presenta una serie de resultados experimentales que son inconsistentes con algunas predicciones del modelo de similaridad-cobertura. Uno de estos resultados experimentales es el fenómeno de la «*inclusión premisa-conclusión*». Este fenómeno se caracteriza porque las personas suponen que la fuerza inductiva de un argumento es máxima o perfecta cuando la categoría de la premisa incluye a la categoría de la conclusión. El siguiente ejemplo representa este tipo de argumento:

- Todos los animales tienen la propiedad Y.
- Todos los pájaros tienen la propiedad Y.

Desde el modelo de similaridad-cobertura se predice que las personas deberían evaluar este argumento como perfecto. Aunque los autores presentan resultados (Osherson y col., 1990) en los que las personas consideran que este argumento es perfectamente fuerte, Sloman (1993) ha encontrado que las personas en algunas circunstancias desatienden este principio. Sloman (1993, 1998) presentó los siguientes argumentos a un grupo de personas:

- Argumento 8a:
 - Todos los animales usan neropinefrina como un neurotransmisor.
 - Todo los mamíferos usan neropinefrina como un neurotransmisor.
- Argumento 8b:
 - Todos los animales usan neropinefrina como un neurotransmisor.
 - Todos los reptiles usan neropinefrina como un neurotransmisor.

Y estos consideraron que el argumento 8a era más convincente que el argumento 8b, lo cual implica que el fenómeno de la «*inclusión premisa-con-*

clusión» es desatendido. Este patrón de datos tiene serias implicaciones para el modelo de similaridad-cobertura, porque cuestiona el supuesto de que si la categoría de la premisa incluye a la categoría de la conclusión entonces el argumento debe ser considerado es perfectamente fuerte (Osherson y col., 1990). Sloman (1993) ha llamado a este nuevo patrón de datos el «*fenómeno de la similaridad inclusiva*». Para Sloman (1998), las personas consideran que el argumento 8a es más fuerte que el 8b porque comparte más características con la categoría de la conclusión que el argumento 8b. En concreto, estos autores encontraron que las personas consideraban, de forma estadísticamente significativa, que los animales eran más similares a los mamíferos (la media fue de 5,7 sobre una escala de 7 puntos) que los animales a los reptiles (media de 4,5). Sloman (1998) concluye que es la similaridad percibida entre las características de la categoría de la premisa y de la conclusión el factor al que atienden las personas, y desatienden la relación de pertenencia categórica, factor este básico en el modelo de similitud-cobertura.

4. RESUMEN

A lo largo de este capítulo se han presentado los principales modelos y resultados experimentales en el razonamiento inductivo basado en categorías. En cuanto a los modelos comentados, tanto el modelo de similitud-cobertura (Osherson y col., 1990) como el modelo basado en características (Sloman, 1993) consideran que la similitud entre categorías es el principal mecanismo en el razonamiento inductivo. Sin embargo, estos modelos difieren en los procesos cognitivos que las personas usan cuando realizan inferencias inductivas. Para el modelo similitud-cobertura, la fuerza de un argumento va a depender de dos procesos psicológicos: uno que computa la similaridad y otro que se encarga de buscar la estructura categórica jerárquica que incluye las categorías de las premisas y de la conclusión (cobertura). En el modelo basado en características estos dos factores quedan reducidos a un solo factor: las características que comparten las premisas y la conclusión. El

estado actual no nos permite pronunciarnos por ninguno de los modelos comentados en el presente capítulo ni por otros modelos que se han omitido (por ejemplo, el modelo de Hcit, 1998). En este sentido, los resultados que presentamos a continuación son relevantes como para mantener una postura de cautela. López, Atran, Coley, Medin y Smith (1997) encontraron evidencias del fenómeno de la tipicidad, pero no del fenómeno de la diversidad, en una investigación realizada con un pueblo indígena de Guatemala (Itzaj Maya). Es más, estos autores observaron que, en algunos casos, la relación entre el fenómeno de la diversidad y la fuerza del argumento era inversa, es decir, cuanto más diversas eran las categorías de las premisas, menor era la fuerza inductiva del argumento. Los resultados de la investi-

gación de Proffitt, Coley y Medin (2000) muestran un efecto más pernicioso sobre los modelos basados en similitud. Estos autores, trabajando con una muestra de expertos en árboles, encontraron que los efectos de tipicidad y de diversidad se diluían e incluso desaparecían. Estos resultados sugieren que los conocimientos de dominios pueden eclipsar el papel que la similitud, entendida en términos de cobertura, tiene en el razonamiento inductivo. Este estado de cosas ha llevado a Proffitt y cols. (2000) a afirmar que «tomados juntos, estos resultados desafían los modelos actuales de razonamiento inductivo y muestran que los modelos que fracasan al tener en cuenta el conocimiento relevante y la experiencia poco pueden hacer acerca de cómo las personas razonan cotidianamente» (p. 826).



1. INTRODUCCIÓN

La analogía, en términos generales, es entendida como aquella actividad que permite comprender un dominio de conocimiento parcial o totalmente desconocido, en función de un dominio conocido o familiar. Esta actividad es omnipresente: la podemos encontrar en el ámbito escolar, en nuestro trabajo, en conversaciones cotidianas, etc. Un ejemplo típico que representa este tipo de actividad es la argumentación que suelen dar los profesores a los alumnos a la hora de explicar el funcionamiento de los átomos. Para que los alumnos puedan entender el funcionamiento de los átomos, el profesor recurre al conocimiento que los alumnos tienen sobre un determinado dominio, como es el conocimiento que ya poseen sobre el sistema solar. Aunque el uso de las analogías abarca muchos tipos de actividades (comprensión, aprendizaje, razonamiento, etc.), nuestro interés en este capítulo se centrará en la utilización de la analogía para resolver problemas. Desde este punto de vista, el razonamiento analógico se ha de entender como aquella actividad que permite la elaboración de inferencias inductivas sobre un dominio de conocimiento desconocido, a partir de un dominio de conocimiento conocido. En el presente capítulo, y siguiendo la literatura tradicional, a la hora de referirnos al dominio de conocimiento conocido hablaremos de «análogo-base», y para referirnos al dominio de conocimiento desconocido hablaremos de «análogo-objetivo». Por tanto, en un problema de razonamiento de lo que se trata es de

resolver el análogo-objetivo mediante nuestro conocimiento del análogo-base.

Desde un punto de vista psicológico es usual distinguir (Sierra, 1995) cuatro fases en una tarea de razonamiento analógico: la fase correspondiente al formato representacional en el que se expresan ambos análogos; la fase correspondiente a los procesos implicados en la búsqueda y recuperación del análogo-base; la fase implicada en los procesos de transferencia o proyección del análogo-base sobre el análogo-objetivo y, por último, la fase de aprendizaje a partir de la resolución del análogo. A continuación se comentarán las particularidades de cada una de estas fases.

Fase correspondiente al *formato representacional* del análogo-base y del análogo-objetivo. En esta etapa, la principal incógnita está en saber cuál es el nivel de representación (superficial, profundo, etc.) y cómo está representada la información (sintácticamente, pragmáticamente, etc.) en los problemas analógicos. Los distintos modelos de razonamiento analógico asumen que el formato representacional adecuado en el que deben estar los análogos es un nivel de abstracción profunda (Sierra, 1995). Esto se debe a que las evidencias experimentales muestran que cuando los análogos comparten la estructura relacional pero no comparten las características superficiales las personas pueden realizar la transferencia analógica de forma eficiente, mientras que cuando los análogos comparten características superficiales pero no comparten la estructura relacional, difícilmente las personas realizan la transfe-

rencia analógica. Aunque los distintos modelos de razonamiento analógico abogan por una representación profunda de los análogos, difieren en cómo está representada la información.

En un segundo momento o fase nos encontramos con los procesos cognitivos implicados en la fase de *acceso y recuperación del análogo-base*. La preocupación de los modelos de razonamiento analógico es definir cómo se busca el análogo-base en la memoria a largo plazo y cómo se recupera. Los principales modelos de razonamiento asumen que la búsqueda y recuperación del análogo-base en la memoria a largo plazo se ve facilitada cuando ambos comparten características superficiales y la estructura relacional. Sin embargo, los modelos difieren en la importancia que dan a estos factores. Así, mientras que para algunos autores (Gentner, 1983) el factor clave en la búsqueda y recuperación del análogo-base es la semejanza superficial de los conceptos que comparte con el análogo-objetivo, para otros autores (Holyoak, 1982, 1984) el factor crítico es la estructura relacional compartida. Sin embargo, desde ambas posiciones se mantiene que la mejor forma de acceder y recuperar un análogo-base es cuando se comparten las características superficiales y la estructura relacional.

En una tercera fase nos encontramos que los procesos cognitivos implicados son la *proyección y transferencia* de información del análogo-base al análogo-objetivo. Estos procesos son los encargados de establecer qué se empareja con qué y cómo se hace el emparejamiento, así como de determinar qué es lo que se transfiere. En cuanto al proceso de emparejamiento existen dos hipótesis: sintáctica y pragmática. La hipótesis sintáctica (Gentner, 1983) postula que el emparejamiento entre los elementos del análogo-base y del análogo-objetivo se realiza exclusivamente en función del papel sintáctico que los elementos han desempeñado en el problema, de forma que los atributos se emparejan con los atributos, las relaciones entre conceptos se emparejan con relaciones entre conceptos, etc. La hipótesis pragmática (Holyoak, 1982, 1984) plantea que el emparejamiento no sólo se hace en función de la estructura relacional, sino que también se puede hacer en función de los objetivos y metas del proble-

ma. Una vez realizado el emparejamiento entre el análogo-base y el análogo-objetivo queda por determinar qué es lo que se transfiere (conceptos, atributos de los conceptos o la estructura relacional) del análogo-base al análogo-objetivo. Como en el caso anterior, los modelos de razonamiento analógico difieren en qué es lo que se transfiere de un análogo a otro.

La última etapa que encontramos en el razonamiento analógico es la fase de la *adaptación y generalización*. En esta etapa se trata de ajustar las inferencias extraídas del análogo-base para aplicarlas al análogo-objetivo.

2. PRINCIPALES RESULTADOS EXPERIMENTALES

Este apartado tiene un doble objetivo. De un lado, presentar al lector alguno de los procedimientos más usuales en la investigación del razonamiento analógico y, de otro, presentar los resultados más estables obtenidos. Para cubrir el primer objetivo se mostrará el procedimiento experimental llevado a cabo por Gick y Holyoak (1980). Estos autores dividieron la sesión experimental en tres fases. En una primera fase se presentaba a las personas una historia bien definida (tabla 7.1, problema del general) con el objeto de que dispusieran de un análogo-base. En un segundo momento se presentaba a las mismas personas una historia incompleta (tabla 7.1, problema de la radiación) y se les pedía que intentaran resolverla. Por último, si las personas eran incapaces de resolver el problema, se les indicaba que la solución la podrían obtener a partir de la primera historia.

Los principales resultados experimentales obtenidos en esta investigación nos permiten afirmar (Gick y Holyoak, 1980):

- a) Que las personas pueden resolver problemas nuevos recurriendo a dominios de conocimiento conocido.
- b) Se constata que la naturaleza del problema-base o análogo-base determina el tipo de solución sobre el problema-objetivo o análogo-

TABLA 7.1

*Problemas presentados por Gick y Holyoak (1980)***«Problema del general»**

Había un pequeño país donde gobernaba un dictador desde su fortaleza, la cual estaba en el centro de la nación y circundada por granjas y pequeños poblados. De todas las partes del país partían caminos hacia la fortaleza. Un general rebelde había jurado destruir la fortaleza, y con ella al dictador. Sabía que con un ataque conjunto de todos sus soldados podía destruirla. Entonces reunió a su ejército a la cabecera de una de las rutas preparándolo para lanzar un ataque directo, pero el general se enteró de que el dictador había puesto minas en cada uno de los caminos. Las minas estaban colocadas de modo que podían pasar sobre ellas pequeños grupos de hombres sin ningún peligro, puesto que el dictador necesitaba que sus tropas y sus trabajadores entraran y saliesen de la fortaleza. Ahora bien, cualquier grupo un poco grande podría hacer estallar las minas, y esto no sólo cortaría el camino, sino que destruiría muchos de los poblados cercanos. De aquí que tomar la fortaleza pareciese imposible.

Pero al general se le ocurrió un plan: dividió a su ejército en pequeños grupos y mandó a cada uno de ellos a un camino diferente. Cuando todos estuvieron preparados, dio la señal y cada grupo avanzó por una ruta distinta. El avance se realizó de modo que el ejército completo llegó a la fortaleza al mismo tiempo para comenzar el ataque. De esta forma el general destruyó la fortaleza.

«Problema de la radiación»

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

objetivo (Gick y Holyoak, 1980). Diferentes grupos experimentales recibían diferentes versiones. La primera versión es comentada en la tabla 7.1. (versión convergencia). La segunda versión planteaba que el general excavaba un túnel para acceder a la fortaleza (versión túnel). En la tercera versión se habla de que el general usaba una ruta alternativa para acceder a la fortaleza (versión ruta alternativa). Además existía una versión de control. Los resultados obtenidos en estas versiones nos muestran que:

- Las personas que recibieron la condición de convergencia en la primera fase la usaron en un 100 por 100 en la segunda fase.
- Las que recibieron la condición túnel en la primera fase la usaron en un 70 por 100 en la segunda fase.

— Las que recibieron la condición ruta alternativa en la primera fase la usaron en un 80 por 100 en la segunda fase.

- c) Si las personas disponen del dominio del problema base, pero no se les indica que les sirve para resolverlo, sólo un 30 por 100 resuelve el problema.
- d) Si las personas no disponen del dominio del problema base, sólo un 10 por 100 resuelve el problema.

3. MODELOS DE RAZONAMIENTO ANALÓGICO

En este apartado se presentarán los principales modelos actuales de razonamiento analógico. Una revisión histórica de modelos de razonamiento analógico ha sido realizada por González Labra (1997,

1998). En este apartado nos centraremos en tres modelos: el modelo sintáctico, el modelo pragmático y el modelo progresivo. El modelo sintáctico de Gentner (1983) postula que el factor determinante en la resolución de un problema, mediante un proceso de razonamiento analógico, es la semejanza estructural que comparten ambos problemas. El modelo pragmático de Holyoak (1982, 1984, 1985) asume que el factor crítico en el razonamiento analógico es de naturaleza pragmática y no sintáctica, como mantiene el modelo de Gentner. Por último se verá el modelo de Keane (1990, 1991), que es un modelo híbrido entre los dos anteriores.

3.1. Modelo sintáctico

Desde un punto de vista representacional, el modelo sintáctico postula que el conocimiento del análogo-base y del análogo-objetivo está representado como un sistema de nodos y predicados (Rumelhart, 1979; Rumelhart y Norman, 1975; Rumelhart y Ortony, 1977; Schank y Abelson, 1977). En la figura 7.1. se presenta un ejemplo del tipo de representación que adquieren en la memoria los análogos. En este sistema representacional, los nodos representan los conceptos y los predicados expresan proposiciones acerca de los nodos. Los predicados, a su vez, pueden hacer referencia a atributos de los objetos (por ejemplo, «el sol está caliente») o pueden hacer referencia a relaciones entre objetos (por ejemplo, «la tierra gira alrededor del sol»). Los objetos y atributos de los objetos hacen referencia a la similitud superficial entre análogos, mientras que las relaciones compartidas entre objetos están relacionadas con la similitud estructural.

Una vez que la información de los análogos ha sido representada en la memoria, se requieren procesos de búsqueda que identifiquen los análogos que deben ser emparejados. Gentner asume que el factor dominante en la búsqueda y recuperación del análogo-base (en nuestro ejemplo, el sistema solar) es la semejanza superficial entre los conceptos que comparte con el análogo-objetivo (sistema atómico). Gentner y Landers (1985) llevaron a cabo una investigación con el objeto de confirmar estas pre-

dicciones, y los resultados obtenidos (en una tarea de recuerdo incidental) les llevaron a afirmar que las semejanzas superficiales entre los análogos es el factor más relevante en la búsqueda del análogo. Sin embargo, estos resultados no sólo han sido matizados, sino que además algunas investigaciones arrojan resultados contrarios. Keane (1989) realizó un análisis pormenorizado de las condiciones experimentales usadas por Gentner y Landers (1985) y concluyó que los resultados obtenidos podían ser atribuidos tanto a la semejanza superficial como a la semejanza estructural. De otro lado, Fuentes y col. (1989) ofrecen resultados que cuestionan los obtenidos por Gentner y Landers (1985).

Un tercer paso en el proceso analógico es la proyección o transferencia de la información del análogo-base a un análogo-objetivo. Sin embargo, queda por saber qué es lo que se transfiere de un análogo-base a un análogo-objetivo ¿Se transfiere todo lo que aparece en la representación del análogo-base en la memoria de trabajo? ¿Qué o quién determina lo que se transfiere y en función de qué principio? En cuanto a la primera cuestión, Gentner afirma que sólo se transfieren los conceptos y un determinado conjunto de estructuras de relaciones, y se omiten los atributos de los conceptos y determinadas estructuras de relaciones (Gentner, 1988; Gentner y Clement, 1989; Gentner y Toupin, 1985, 1986). El conjunto de estructuras de relaciones que se transfiere es aquel que forma un sistema de relaciones mutuamente interconectado, mientras que las estructuras que no lo forman quedan excluidas de la transferencia. Así, en el ejemplo de la figura 7.1. no se transferiría la estructura de relaciones que hace referencia a «más caliente que», ya que no forma una estructura de relación que está interconectada con el resto de las estructuras. Una forma de saber si una estructura está interconectada con un conjunto de estructura es la de observar si los cambios que se producen en ésta afectan al conjunto de la estructura. En el ejemplo de la figura 7.1, si se modifica la estructura que hace referencia a «más caliente que», no se observará ningún cambio en las demás estructuras (por ejemplo, «gira en torno a», «da vueltas alrededor», etc.). En cambio, si modificamos la estructura «más pesado

que», esto generará un cambio en las demás estructuras, como por ejemplo en la estructura «gira alrededor de». Por lo tanto, cuando una estructura está conectada con otras estructuras, si ésta se altera modifica a las demás relaciones estructurales. Para dar respuesta a la segunda cuestión (¿qué o quién determina lo que se transfiere y en función de qué principio?), Gentner postula la existencia de un mecanismo (principio de sistematicidad) que es el encargado de decidir cuáles son las estructuras relacionales que están interconectadas. Los resultados de algunas investigaciones apoyan estas predicciones para personas adultas pero no para niños (Gentner y Toupin, 1985, 1986). Para este último grupo se encontró que era la correspondencia entre los conceptos el factor que más peso tenía en el proceso de transferencia. También es cierto que la edad nos capacita para poder crear sistemas de relaciones, y se necesita de cierta madurez para que esto sea factible. Para González Labra (1998), un inconveniente del principio de sistematicidad es que las personas extrapolan la misma información en todas las analogías que partan del conocimiento fuente, y de forma tajante afirma que «esto no es así» (González Labra, 1998, p. 28).

La última fase que queda por ver es si después de un proceso de razonamiento analógico la persona abstrae una regla o un esquema que le permita resolver problemas de índole parecida sin necesidad de tener que buscar un análogo. Aunque Gentner niega esta posibilidad, plantea que la experiencia puede llevar a las personas a hacer un uso más exitoso del principio de sistematicidad.

En resumen, para Gentner razonar analógicamente consiste en extrapolar la estructura relacional de la representación mental entre el dominio base y el dominio meta, pero no toda la estructura relacional del análogo-base se proyecta. El principio de la sistematicidad se encarga de seleccionar sólo aquellas relaciones que pertenecen a un sistema de relaciones mutuamente interconectadas. Éstas son las que se proyectan sobre el análogo-objetivo. Por último, el modelo de Gentner permite en casos muy excepcionales el aprendizaje; es decir, que determinadas personas elaboren estructuras de conocimiento que podrán usar para resolver determinados pro-

blemas. Una de las principales críticas al modelo sintáctico es que no tiene en cuenta la experiencia de las personas ni la relevancia del material con relación al contexto en el que se desarrolla la analogía (González Labra, 1997). El modelo de razonamiento analógico que comentaremos a continuación se va a caracterizar porque asume que estos factores son claves en la resolución de analogías.

3.2. Modelo pragmático

Desde un punto de vista general, para el modelo pragmático el factor determinante en el razonamiento analógico es el emparejamiento entre los objetivos y metas del problema-objetivo y el problema-base. Por lo tanto, y a diferencia del modelo de Gentner, el principio que rige la proyección en el modelo de Holyoak y cols. (Gick y Holyoak, 1980, 1983; Holyoak, 1982, 1984, 1985; Holyoak, Junn y Billman, 1984) es de naturaleza pragmática y no sintáctica. A continuación se presentarán las principales características representacionales y procedimentales del modelo pragmático. En cuanto a lo representacional, se asume que los análogos son representados a nivel abstracto y de forma esquemática. Estos esquemas se articulan a partir de los siguientes componentes:

1. Estado inicial: incorpora metas, recursos, operadores y restricciones.
2. Plan de resolución.
3. Resultado.

En las tablas 7.2 y 7.3 se presentan varios ejemplos, de cómo se estructura representacionalmente la información según el modelo pragmático. Se han realizado diversas investigaciones para confirmar este supuesto. Una de las investigaciones de interés es la de Brown, Kane y Echols (1986). Estos autores encontraron que los niños que recordaban los problemas según las metas realizaban más transferencia analógica que los que no los recordaban. Según los autores, estos resultados apoyan la idea de que para realizar una buena analogía debemos representarnos la información según las metas del problema.

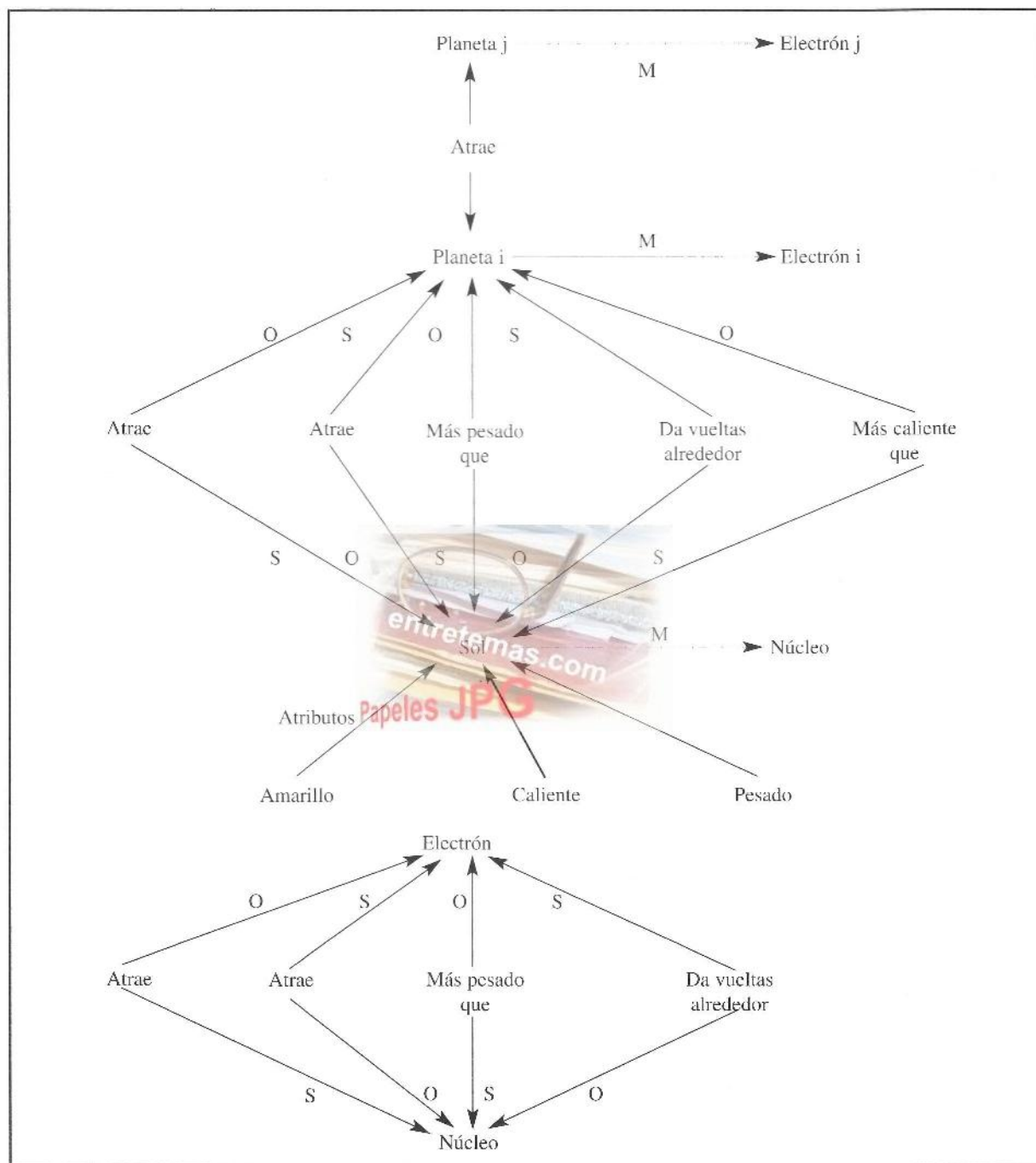


Figura 7.1.—Representación del conocimiento acerca del sistema solar y el átomo de hidrógeno, mostrando identificadores parciales en la estructura relacional entre dominios (Gentner y Gentner, 1983, p. 103). S = sujeto; O = objeto; M = emparejamiento.

En cuanto a la búsqueda del análogo-base, para el modelo pragmático los factores determinantes en su identificación son todas las características compartidas entre ambos análogos (semejanzas superficiales y estructurales). Sin embargo, será la meta del análogo-objetivo la que decidirá cuáles son las características superficiales y estructurales que serán activadas en el análogo-objetivo para identificar el análogo-base. En una serie de investigaciones (Holyoak y Koh, 1987; Keane, 1987), se encontró que cuando los análogos comparten características superficiales y estructurales hay más probabilidad de recuperar el análogo que si sólo lo comparten una de ellas. De otro lado, Gick y Holyoak (1980) encontraron que las personas fracasan en la recuperación del análogo cuando carecen de información relativa a las metas o fines del problema.

Una vez identificado el análogo-base, se tiene que decidir qué es lo que se va a transferir de éste sobre el análogo-objetivo. Para el modelo pragmático, y a diferencia del modelo sintáctico, se transfieren tanto las semejanzas superficiales como las estructurales, pero las semejanzas estructurales tienen más peso que las superficiales (Holyoak, Junn y Billman, 1984; Holyoak y Koh, 1987). La proyección es llevada a cabo en dos fases. En la primera fase se realiza una proyección parcial entre algunos de los elementos del estado inicial del análogo-base y del análogo-objetivo. En una segunda fase se proyectan el resto de los elementos desde el análogo-base al análogo-objetivo.

A diferencia del modelo sintáctico, en el modelo pragmático la resolución de un problema mediante analogía puede dar lugar a la inducción de un esquema-problema. Por ejemplo, se podría dar el caso de que cuando las personas resuelven el «problema de los rayos» mediante el «problema del general», éstos generan un esquema (un esquema de convergencia) que les permitirá resolver sin necesidad de realizar un razonamiento analógico cualquier tipo de problema parecido a los problemas anteriormente comentados. En la tabla 7.4 se muestra un ejemplo del esquema de convergencia que surgiría a partir de los problemas del general y de los rayos. Con miras a contrastar esta predicción, Gick y Holyoak (1983) llevaron a cabo una investigación en la que encon-

traron que cuando las personas habían recibido dos historias analógicamente semejantes y se les pedía que describieran las semejanzas entre ambas y después se les presentaba una historia analógica parecida, resolvían mejor el problema que cuando las personas recibían dos tareas analógicas distintas. Con el objeto de descartar la posibilidad de que el efecto facilitador se hubiera debido al número de análogos

TABLA 7.2

Estructura representacional del problema del general (Gick y Holyoak, 1980)

Estado inicial:	
Objetivo o meta:	Utilizar el ejército para derrocar a un dictador.
Recursos:	Disponer de un ejército con la suficiente fuerza.
Operadores:	Dividir el ejército, trasladar el ejército a los puntos de partida y atacar con el ejército.
Restricciones:	Imposibilidad de enviar el ejército completo por un solo camino sin peligro.
Plan de solución:	Enviar grupos pequeños por diferentes caminos simultáneamente.
Resultado:	Toma de la fortaleza por el ejército.

TABLA 7.3

Estructura representacional del problema de la radiación (Gick y Holyoak, 1980)

Estado inicial:	
Objetivo o meta:	Utilizar rayos para destruir un tumor.
Recursos:	Rayos con la suficiente fuerza.
Operadores:	Reducir la intensidad, diversificar el origen de los rayos y aplicar los rayos.
Restricciones:	Imposibilidad de aplicar los rayos de alta intensidad desde múltiples direcciones de forma simultánea.
Plan de solución:	Administrar rayos de baja intensidad desde múltiples direcciones de forma simultánea.
Resultado:	Destrucción del tumor mediante los rayos.

y no a la utilización de un esquema de inducción. Catrambone y Holyoak (1985) realizaron una nueva investigación. Observaron que el efecto facilitador era mayor para aquellas personas que previamente habían comparado o buscado similitudes entre los análogos que las que recibieron los mismos análogos, pero no realizaron la tarea de buscar similitudes. Supuestamente, la tarea de buscar similitudes entre los análogos es lo que genera el esquema de inducción.

3.3. Modelo de razonamiento analógico progresivo

M. Keane (1990, 1991; Keane, Ledgeway y Duff, 1994) presenta un modelo de razonamiento analógico que recoge muchas de las características de los modelos de Gentner y de Holyoak. El factor que más le diferencia es que incorpora una serie de elementos, que actúan durante el proceso de emparejamiento y transferencia, no recogidos en los modelos anteriormente comentados. Entre los nuevos elementos que incorpora está la memoria operativa y el conocimiento previo.

En cuanto a la memoria operativa, Keane postula que ésta puede afectar de dos formas distintas al

modo en que se lleva a cabo un razonamiento analógico. De un lado, y debido a las limitaciones de la memoria operativa, si se sobrecarga ésta entonces es probable que se pierda información relevante, lo cual produciría errores. Keane (1990, 1991) ofrece evidencias experimentales de que cuanto más información conceptual contenga un dominio, mayor será la cantidad de errores en el razonamiento. Además, la memoria operativa no sólo puede ser una fuente potencial de errores, sino que puede influir en el modo a la hora de procesar la analogía. Debido a que la memoria operativa puede ser colapsada, las personas pueden desarrollar técnicas de emparejamiento y transferencia que reduzcan la sobrecarga. Keane propone que, durante el emparejamiento, la forma que mejor se adapta a las limitaciones de la memoria de trabajo es la de tratar de forma gradual y progresiva un emparejamiento o un grupo pequeño de emparejamiento entre los dominios. Asimismo, asume que el proceso de proyección de los elementos emparejados entre el dominio-base y el dominio-objetivo debe proceder de forma gradual. La forma de realizarse estos procesos consiste en incorporar a la memoria de trabajo los elementos emparejados evaluándose su adecuación. A continuación se realiza la transferencia y se comprueba si esta nueva información es pertinente para el análogo objetivo. Una vez completada esta transferencia, el proceso de emparejamiento y transferencia se vuelve a repetir con otras posibles informaciones hasta que se complete el proceso analógico.

Respecto al conocimiento previo, Keane señala que es un factor determinante a la hora de aceptar o no una transferencia analógica. Si nuestro conocimiento previo es compatible con la información extraída de la analogía, entonces la aceptaremos; en caso contrario la rechazaremos. Keane (1991) encuentra que las personas tardan menos tiempo en realizar una tarea analógica si la información a emparejar y a transferir es consistente con el conocimiento previo que si no lo es o si es neutra.

El modelo de Keane, al igual que el modelo de Holyoak y el de Gentner, incluye una serie de restricciones en el proceso de emparejamiento y transferencia (mapeado). Estas restricciones permiten

TABLA 7.4

Generación del esquema de convergencia a partir de los esquemas de los problemas del general y de los rayos (Sierra, 1995)

Estado inicial:	
Metas:	Utilizar fuerza para tomar un objetivo central.
Recursos:	Fuerza lo suficientemente grande.
Operadores:	Reducir la intensidad de la fuerza, distribuir la fuente de la fuerza, aplicar la fuerza.
Restricciones:	Imposibilidad de aplicar la fuerza completa a través de un único paso sin peligro.
Plan de solución:	Aplicar fuerzas débiles desde múltiples puntos simultáneos.
Resultado:	Toma del objetivo central por la fuerza.

que determinados tipos de emparejamiento innecesarios no se lleven a cabo y, además, permite elegir un determinado tipo de emparejamiento entre varios. Las principales restricciones computacionales son estructurales, pragmáticas y de similitud. En cuanto a las restricciones estructurales, éstas permiten hacer emparejamientos sólo entre entidades del mismo tipo. Por ejemplo, emparejar atributos con atributos y no atributos con objetos. Estas restricciones reducen bastante el número de emparejamientos que se deben llevar a cabo. Otra característica de este mecanismo computacional es que permite o favorece los grupos de emparejamiento (principio de sistematicidad, Gentner, 1983), de forma que el sistema tenderá a mapear al grupo que tenga mayor cantidad de conectividad. En cuanto a las restricciones de la similitud se postula que tienen una doble funcionalidad. De un lado, reducir el número de emparejamientos ambiguos y, de otro, permitir que elementos idénticos o semánticamente parecidos se emparejen. A diferencia de la restricción estructural, en la que, por ejemplo, dos elementos del análogo-base y el análogo-objetivo comparten la misma característica (ser un atributo), este tipo de restricción restringe el emparejamiento a que el elemento a emparejar además sea idéntico o semánticamente parecido. De forma que si tenemos dos atributos (grande y rojo) en el análogo-base y un atributo en el análogo-objetivo (grande), sólo se emparejará el atributo «grande» del análogo-base. Por último, las restricciones pragmáticas permiten que no se lleven a cabo emparejamientos inadecuados. Este mecanismo identifica cuál es la meta del problema y busca un análogo que comparta dicha meta, y partir de aquí se comienzan a seleccionar aquellos

elementos que sean coherentes o pertinentes a la meta.

4. RESUMEN

En el presente capítulo se han expuesto los principales modelos actuales de razonamiento analógico (sintáctico, pragmático y progresivo) y resultados experimentales. En cuanto a los modelos, estos difieren en los procesos cognitivos implicados en la resolución de un problema mediante la analogía. Así, grosso modo, el modelo sintáctico (Gentner, 1983) plantea que para poder razonar analógicamente debemos identificar y transferir la estructura relacional del análogo-base sobre el análogo-objetivo. De forma alternativa, el modelo pragmático (Holyoak, 1983) plantea que difícilmente se puede llevar a cabo un razonamiento analógico al margen de los objetivos del problema. Por último, el modelo progresivo (Keane, 1990, 1991) plantea que tanto los aspectos de las relaciones estructurales como los pragmáticos intervienen durante el proceso de razonamiento analógico. Su innovación más importante es la importancia que concede a la memoria operativa durante el proceso de razonamiento. Para Keane, las limitaciones de la memoria de trabajo llevan a afirmar que el proceso analógico es un proceso gradual. Es decir, a diferencia de los modelos anteriores, para Keane la analogía es un proceso que se hace paso a paso. Los resultados experimentales presentados en este capítulo y que se han omitido no son concluyentes acerca de cuál de estos modelos se ajusta mejor a la realidad, lo cual desplaza la polémica hacia futuras investigaciones.

Uno de los aspectos más característicos en nuestro quehacer diario es que la mayoría de nuestras decisiones y conductas se articulan a partir de juicios probabilísticos más que a partir de juicios certeros. Por ejemplo, decidir si debemos coger el paraguas antes de salir de casa porque hay nubes, o si es pertinente coger un atajo para llegar con tiempo al trabajo porque la autopista está colapsada, etc., son inferencias de uso diario que se caracterizan porque sus consecuencias son sólo probables. No siempre que hay nubes llueve, y no siempre que uno coge un atajo llega a tiempo al trabajo.

La investigación psicológica sobre la emisión de juicios bajo incertidumbre, a diferencia del razonamiento deductivo, es bastante reciente. Podemos tomar los trabajos de Edward (1968; Edward, Lindman y Savage, 1963) como el punto de arranque en la investigación sobre la emisión de juicios de probabilidad desde un punto de vista psicológico. Antes de este autor, la emisión de juicios bajo incertidumbre fue objeto de estudio sobre todo por parte de los economistas. Estos pretendían conocer qué deciden las personas bajo determinadas condiciones, y no cómo lo hacen. Sin embargo, el objetivo de Edward era conocer cómo deciden las personas. Edward adoptó una visión normativa del comportamiento de las personas cuando razonaban bajo situaciones de incertidumbre. Concretamente, consideraba que las personas llevaban a cabo sus juicios probabilísticos mediante el manejo del teorema de Bayes. Este teorema, como veremos en detalle más adelante, permite que las personas puedan

emitir juicios probabilísticos basados en sus creencias u opiniones.

A partir de los años setenta, y de la mano de dos prestigiosos psicólogos (Tversky y Kahneman), la investigación sobre los procesos cognitivos implicados en los juicios probabilísticos adquiere gran relevancia. Determinados resultados experimentales (Kahneman y Tversky, 1973; Tversky y Kahneman, 1974) llevaron a estos autores a dudar de que las personas fuesen estadísticos intuitivos, tal y como sostenía Edward. Para Kahneman y Tversky los juicios probabilísticos no se hacen mediante la manipulación de fórmulas matemáticas, sino a través de procedimientos heurísticos. Éstos se caracterizan por ser estrategias simplificadoras que a veces llevan a conclusiones correctas desde un punto de vista normativo, pero otras veces difieren. A partir de la década de los años ochenta y hasta la actualidad, el interés por este campo ha ido adquiriendo cada vez mayor importancia. Fruto de este interés es el surgimiento de nuevos modelos teóricos de razonamiento probabilístico (Gigerenzer, 1991, 1993, 1994; Gigerenzer, G., Todd, P.M. y The ABC Research Group, 1999; Johnson-Laird, Legrenzi, Girotto, Legrenzi y Caverni, 1999). Algunos de estos modelos serán tratados aquí.

En este capítulo se dedicará un primer apartado al concepto de probabilidad. Le seguirá un apartado dedicado a los principales resultados experimentales. A continuación se expondrán las características de los modelos de razonamiento probabilístico y su adecuación con los resultados experimentales pre-

viamente comentados. Por último haremos un balance final sobre el capítulo. Antes de comenzar la lectura de los próximos apartados se sugiere al lector que resuelva los problemas presentados en la práctica 8.1. Las soluciones de estos problemas serán comentadas en distintos apartados a lo largo de este capítulo.

1. EL CONCEPTO DE PROBABILIDAD

Para muchos psicólogos el concepto de probabilidad no es único (Garnham y Oakhill, 1994; González Labra, 1998; Johnson-Laird, Legrenzi, Girotto, Legrenzi y Caverni, 1999; Mantelov, 1999). Algunos autores (Baron, 1994; Hacking, 1975) plantean tres formas de entender el concepto de probabilidad: como posibilidad lógica, como frecuencia o como grado de creencia. La concepción de la posibilidad lógica argumenta que la probabilidad ha de ser expresada en términos lógicos (Keynes, 1921). Desde esta concepción se asume que la probabilidad es definida como «la relación entre dos se-

ries de proposiciones por la cual, conocida la primera serie, atribuimos a la segunda un cierto grado de creencia racional» (Ferrater Mora, 1994, volumen III, p. 2009). Otra forma de definir la probabilidad lógica es considerarla como el cociente entre el resultado de números favorables y el número total de resultados posibles. Por ejemplo, la probabilidad de que salga cara en una moneda no trucada es de un medio ($1/2$) debido a que, conocida la proporción de que sólo existen dos alternativas en una moneda y que sólo un resultado es posible, entonces se cree que en una nueva situación al lanzar una moneda con dos caras existe la mitad de probabilidad de que salga una de ellas.

Un enfoque alternativo a la concepción lógica es el enfoque frecuentista (R. von Mises, 1957). Considera que la probabilidad de un acontecimiento se obtiene en términos de frecuencia relativa de largas secuencias. Es decir, la probabilidad de un suceso se define en función de las veces que ese acontecimiento ha ocurrido en una secuencia larga. Así, por ejemplo, la probabilidad de que en un dado (no trucado y perfecto) salga el número 6 es un $1/6$, por-

PRÁCTICA 8.1

Problemas sobre acontecimientos inciertos

Problema A
<p>Juan ha lanzado una moneda (no trucada y perfecta) al aire repetidamente y ha obtenido la siguiente secuencia: cara-cara-cara-cara. ¿Qué probabilidad hay de que en la próxima tirada salga cara?</p> <p>a) Hay más probabilidad de que salga cara que cruz. b) Hay menos probabilidad de que salga cara que cruz. c) Hay las mismas probabilidades de que salga cara que cruz.</p>
Problema B
<p>Una persona, después de cometer un robo, ha salido corriendo. Un testigo le comenta a un policía que una persona con ropa bastante descuidada ha entrado de forma apresurada en un salón recreativo. Otro testigo le comenta al policía que observó que después de sucedido el robo vio a una persona entrando a una cafetería. Sabiendo que en el salón recreativo hay 50 personas y en la cafetería hay 23, ¿dónde crees que tiene más posibilidades el policía de encontrar al ladrón: en la cafetería o en el salón recreativo?</p>
Problema C
<p>Imagínate la siguiente situación. Antonio ha comprado varios números de lotería y los ha puesto en dos montones diferentes. Antonio te dice «que en el montón de la parte derecha hay un boleto de lotería que termina en 2 o en 5, y que en el montón de la parte izquierda hay un boleto que termina en 3 o en 5». A continuación te dice que ya se ha celebrado la lotería, pero que el número sólo está en un montón. ¿Qué es más probable, que el boleto haya acabado en 2 o en 5?</p>

que a la larga el número de lanzamientos en que saldrá el seis será $1/6$ del número total de lanzamientos. A pesar de que ambos enfoques tienen singularidades que les diferencian, los dos se ajustan a los siguientes axiomas matemáticos denominados leyes de la probabilidad:

1. La probabilidad de un suceso oscila entre 0 (imposibilidad) y 1 (certeza).
2. Si dos sucesos son mutuamente excluyentes, la probabilidad de que salga uno u otro será igual a la suma de sus probabilidades. Por ejemplo, la posibilidad de que cuando arrojamus un dado de seis caras (no trucado y perfecto) salga un dos o un cuatro es un tercio, es decir, un sexto más un sexto.
3. Para conocer la probabilidad de dos sucesos independientes, cuando ambos ocurren debemos multiplicar la probabilidad de uno de ellos por el otro. Así, si queremos saber cuál es la probabilidad de sacar un dos y un cuatro en dos jugadas consecutivas debemos multiplicar la probabilidad de cada suceso ($1/6$) por el otro ($1/6$).
4. La probabilidad condicionada de que suceda un suceso (A), dado que otro (B) ha sucedido, es la probabilidad de ambos dividida por la probabilidad de que ocurra B:

$$P(A/B) = p(A \text{ y } B) / p(B)$$

Por ejemplo, la probabilidad de que en un dado (no trucado) salga un número impar, habiendo salido un número mayor que tres, es la probabilidad de que ese número sea impar y mayor que tres (probabilidad $1/6$) dividida por la probabilidad $1/3$ (uno de los tres números mayores que 3 es impar).

El enfoque lógico y el enfoque frecuentista presentan una serie de dificultades para poder ser usados como procedimientos eficaces en nuestras conductas cotidianas. Así, por ejemplo, el planteamiento lógico es ideal para situaciones equipro-

bables y no sesgadas (como cuando vamos a un casino a jugar), pero se muestra ineficiente para tratar las situaciones donde los eventos no son equiprobables. Y muchas de las situaciones con las que nos enfrentamos en nuestra vida no son equiprobables: ¿cuál es la probabilidad de que cuando termine la carrera encuentre un trabajo que me guste?, o ¿cuál es la probabilidad de que a nuestros hijos les vayan bien las cosas en el futuro? Estas y otras cuestiones abundan y no son banales. En el caso del enfoque frecuentista nos encontramos que el principal problema radica en que en algunas situaciones no disponemos de la posibilidad de repetir nuestra conducta de forma que podamos operar con las frecuencias relativas. Sería un poco arriesgado conocer la probabilidad de un accidente de tráfico cuando se conduce a 190 km/h haciendo una serie larga de ensayos, y no lo digo por la posible multa que nos pueden poner.

Un planteamiento alternativo a los enfoques lógico y frecuentista es el enfoque personalista o subjetivo. A diferencia de aquéllos, el enfoque subjetivo nos permite emitir juicios de probabilidades basados en nuestras creencias, y éstas no tienen que aludir necesariamente a hechos objetivos. El que nuestros juicios de probabilidades se basen en nuestras creencias y opiniones no es ápice para que este procedimiento no pueda ser formalizado. El teorema de Bayes¹ es la materialización formal de cómo se pueden formalizar estos juicios de probabilidades. Algunos autores (Edwards, 1968) han postulado que las personas, cuando realizan inferencias probabilísticas en las que tienen que evaluar la probabilidad de una hipótesis a partir de unos parámetros previamente conocidos (probabilidades a posteriori), usan el teorema de Bayes. Una de las formulaciones más conocida del modelo bayesiano es la que sigue:

$$P(H/D) = \frac{P(D/H) \times P(H)}{[P(D) \times P(H)] + [P(D/H') \times P(H')]}$$

¹ El teorema de Bayes se diferencia del enfoque frecuentista y el logicista en que éste parte del supuesto de que conocido un resultado podemos saber de entre varias causas cuál es la más

probable que haya dado lugar a ese resultado. En el enfoque frecuentista y logicista se quiere conocer cuál es la probabilidad de ocurrencia del resultado antes de que se produzca.

Veamos mediante un ejemplo cómo trabaja el teorema de Bayes. Supongamos que tenemos una hipótesis determinada (H), por ejemplo que la presencia de hielo en la carretera incrementa la probabilidad de accidentes de tráfico. Sabemos, bien de forma subjetiva u objetiva, que la probabilidad previa de un accidente de tráfico por hielo en la carretera es de 0,40 [$P(H) = 0,40$], y que la probabilidad previa complementaria de que haya tales accidentes cuando no hay hielo es de 0,15 [$P(H') = 0,15$]. Además, sabemos que la probabilidad condicional de que haya hielo en la carretera porque ha bajado la temperatura es de 0,70 [$P(D/H) = 0,70$], mientras que la probabilidad condicional complementaria de que no haya hielo cuando baja la temperatura es de 0,30 [$P(D/H) = 0,30$]. La probabilidad condicional expresa el grado de asociación entre el dato (D) y la hipótesis (H). Mediante el teorema de Bayes podemos saber cuál es la probabilidad de un suceso (accidente de tráfico) cuando ha acontecido previamente un determinado evento (ha bajado la temperatura).

$$P(H/D) = \frac{(0,70) \times (0,40)}{[(0,70) \times (0,40)] + [P(0,30) \times (0,15)]} = 0,86$$

Aplicando el teorema bayesiano tenemos que la probabilidad de que exista un accidente de tráfico debido al hielo cuando han bajado las temperaturas es de 0,86. A pesar de que el teorema de Bayes parece una técnica poderosa que permite conocer la probabilidad *a posteriori*, diversas investigaciones (Kahneman y Tversky, 1972; Tversky y Kahneman, 1973) han mostrado que las personas tienen bastantes dificultades para resolver este tipo de tareas. Además, se ha encontrado que las personas tienen dificultad no sólo con el cálculo de probabilidades *a posteriori*, sino también para operar con tareas estadísticas más sencillas. En el próximo apartado se presentará un bosquejo de los principales resultados experimentales encontrados en diversas tareas de cálculo de probabilidades.

2. PRINCIPALES RESULTADOS EXPERIMENTALES CON TAREAS PROBABILÍSTICAS

En este apartado primero se presentarán aquellos resultados que cuestionan algunos de los axiomas básicos del cálculo de probabilidades. Continuaremos con una serie de investigaciones sobre la dificultad de las personas para operar con el teorema de Bayes. Una revisión más exhaustiva sobre estas investigaciones se encuentra en González Labra (1998).

Uno de los primeros resultados que sorprendió a los investigadores que trabajan en el campo del razonamiento probabilístico fue encontrar que las personas consideraban más probable la ocurrencia de dos eventos que la ocurrencia de uno sólo. Desde un punto de vista matemático, la probabilidad de una conjunción de sucesos nunca puede ser mayor que la de alguno de los sucesos constituyentes. Es decir, la probabilidad de ser deportista y varón no puede ser mayor que la probabilidad de ser deportista. Sin embargo, en algunas investigaciones se ha encontrado que las personas violan este principio. A este fenómeno se le ha llamado «falacia de la conjunción», y fue descubierto por Tversky y Kahneman (1983). A continuación se pasará a describir la tarea utilizada por los autores, así como los resultados obtenidos. Los investigadores presentaron a un grupo de personas el siguiente texto (problema 1):

Linda tiene 31 años, es soltera, abierta y muy brillante. Se licenció en filosofía. Cuando estudiaba estuvo profundamente interesada en problemas de discriminación y de justicia social, y también participó en manifestaciones antinucleares.

Posteriormente se pidió a las personas que ordenasen una serie de ítems de mayor a menor, según su probabilidad. Entre los ítems que los autores presentaron (fueron 8 en total) estaban los siguientes:

- Linda está asociada al movimiento feminista.
- Linda es cajera de banco.

- c) Linda es cajera de banco y está asociada al movimiento feminista.

Los resultados experimentales mostraron que las personas consideraron que la alternativa «c» era más probable que la alternativa «b». Elegir la conclusión «c» como más probable que la conclusión «b» es un error, pues la probabilidad de dos eventos es siempre igual o menor que la probabilidad de cada uno de ellos por separado. Se han ofrecido diversas explicaciones de este fenómeno. Para algunos autores, la falacia de la conjunción se debe a factores lingüísticos (Fielder, 1988; Politzer y Noveck, 1991); para otros (Gigerenzer y Hoffrage, 1995) se debe al formato de presentación, y otros consideran que es debido a la intervención de determinadas reglas heurísticas (Tversky y Kahneman, 1983). Más adelante se presentará una descripción más detallada de cada uno de estos argumentos.

Otro resultado de interés que muestra que las personas tienen bastantes dificultades para operar con el cálculo de probabilidades ha sido el haber encontrado que éstas suelen evaluar la probabilidad de ocurrencia de un evento sin tener en cuenta el tamaño de la muestra. Este fenómeno ha sido etiquetado como «desestimación del tamaño de la muestra». En un experimento de Kahneman y Tversky (1972), en el que a un grupo de personas les presentaron el siguiente texto (problema 2):

«En una determinada ciudad hay dos hospitales. En el hospital grande nacen diariamente unos 45 bebés, mientras que en el hospital pequeño nacen unos 15 bebés al día. Como todo el mundo sabe, prácticamente el 50 por 100 de los bebés que nacen son niños. Pero el porcentaje exacto varía de un día para otro. Unas veces puede ser superior al 50 por 100 y otras inferior.

Durante un año, cada hospital registró los días en que más de un 60 por 100 de los bebés nacidos eran niños. ¿En qué hospital crees que sucedió esto más veces?

- a) En el hospital grande,
b) En el hospital pequeño,
c) Más o menos igual,

encontraron que las personas solían elegir la alternativa «c» como la conclusión más probable. Según el cálculo de probabilidades, la probabilidad de un evento será más real (en nuestro ejemplo es el 50 por 100 de nacer niño) cuanto mayor sea el número de observaciones de las que partimos. Por lo tanto, se debe esperar que cuanto mayor sea el número de observaciones de las que partimos habrá menos variabilidad en relación con el valor real (ley de los grandes números). Si nos atenemos a este principio deberíamos elegir como conclusión correcta la alternativa «b», pues el número de observaciones de las que se parte es menor que en la alternativa «a» y, por lo tanto, es posible que haya más variabilidad con relación a su valor real.

Si las personas no versadas en estadística tienen problemas con conceptos básicos del cálculo de probabilidades, no debería sorprender que también tuviesen dificultad a la hora de operar con problemas en los que deben usar el teorema de Bayes. Como ya hemos comentado en el apartado anterior, se necesitan varios tipos de información estadística para operar con este teorema: probabilidad previa (o tasas base)², probabilidad condicional y sus complementarios. Ya desde los años setenta determinadas investigaciones (Kahneman y Tversky, 1972, 1973) mostraban que las personas obvian algún tipo de información estadística. Uno de los primeros resultados encontrados fue que las personas solían desestimar la información referida a las probabilidades previas. Kahneman y Tversky (1973) presentaron a un grupo de personas el siguiente texto (problema 3):

Un grupo de psicólogos ha entrevistado y administrado un test de personalidad a 30 ingenieros y a 70 abogados, todos ellos profesionales de prestigio. A partir de esta información se realizaron las descripciones de cada una de estas 100

² Para una diferencia entre ambos conceptos véase González Labra (2000, pp. 144-145).

personas y, a continuación, se extrajeron 5 de ellas al azar. La tarea consiste en evaluar para cada una de estas descripciones la probabilidad de que la persona descrita sea ingeniero, en una escala de 0 a 100.

A continuación se presenta un ejemplo de una de esas descripciones:

Jack es un hombre de 45 años, casado y con 4 hijos, más bien conservador, metódico y ambicioso. No muestra interés por los aspectos sociales ni políticos y dedica la mayor parte de su tiempo libre a sus hobbies, entre los que se incluyen la carpintería doméstica y los puzzles matemáticos.

A otro grupo de sujetos se les dio la misma información pero variando la distribución de los porcentajes: 70 ingenieros y 30 abogados. A continuación se preguntó al grupo de la primera condición cuál era la probabilidad de que Jack fuera uno de los 30 ingenieros de la muestra. Asimismo, al grupo de la segunda condición se le preguntó cuál era la probabilidad de que Jack fuera uno de los 70 ingenieros de la muestra.

Los resultados obtenidos por los autores mostraron que las personas daban parecidas probabilidades de que Jack fuera ingeniero en ambos problemas. Como podemos observar, las personas están desestimando la probabilidad previa (en el primer caso es del 30 por 100 mientras que en el segundo es del 70 por 100). Desde el punto de vista estadístico, la probabilidad previa es un elemento determinante en la predicción de un evento cuando se usa el teorema de Bayes. Es más probable que Jack sea abogado cuando sabemos previamente que en la muestra hay un 70 por 100 de abogados que cuando sabemos que hay un 30 por 100. De forma parecida, en el problema B (ver tabla de ejercicios de la práctica 8.1) es más probable que el ladrón esté en el grupo donde hay menos personas ($n = 23$) que en el grupo donde hay más personas ($n = 50$). Sin embargo, es posible que algunas personas piensen que el ladrón está en el grupo donde hay más personas porque la descripción de

la persona (entrar corriendo y llevar ropas descuidadas) es similar a la que deberíamos esperar de un ladrón.

3. MODELOS DE RAZONAMIENTO PROBABILÍSTICO

3.1. Teorías heurísticas

Debido a las dificultades y a los errores que las personas cometen cuando razonan con tareas probabilísticas, Tversky y Kahneman (1974) han propuesto que las personas cuando razonan usan estrategias no formalizadas. Estas estrategias son conocidas como heurísticas y se caracterizan porque permiten la extracción directa de probabilidades y frecuencias sin necesidad de realizar los cálculos estadísticos que proponen los modelos normativos (por ejemplo, el modelo bayesiano). La forma de operar de estas estrategias está basada en las evaluaciones naturales que llevamos a cabo rutinariamente en la percepción de eventos y en la comprensión. Estas evaluaciones naturales incluyen computar la similitud, la representatividad, atribuciones de causalidad, etc. Los autores proponen que este tipo de evaluaciones es el que usarían las personas cuando resuelven tareas probabilísticas. En algunas situaciones, los resultados obtenidos a través de la aplicación de una estrategia heurística pueden ser coincidentes con los que prescriben los sistemas normativos; en otras, el uso de estos heurísticos lleva a errores. Tversky y Kahneman (1974) han descrito la actuación de varios heurísticos en el razonamiento: representatividad, disponibilidad y anclaje y ajuste.

Heurístico de la representatividad. Según Tversky y Kahneman, «la representatividad es la evaluación del grado de correspondencia entre una muestra y una población, una instancia y una categoría, un acto y un actor; más generalmente, entre un resultado y un modelo» (1983, p. 294). Las personas suelen utilizar este heurístico cuando resuelven tareas probabilísticas. El uso de este heurístico lleva a cometer determinados errores, tales como la desestimación de las probabilidades previas $[P(H)]$, de la informa-

ción referida a la capacidad predictiva del dato [P (D/H)], falacia de la conjunción y falacia del jugador. Hasta ahora hemos hecho referencia a la a desestimación de las probabilidades previas y a la falacia de la conjunción. Veamos a qué hacen referencia la capacidad predictiva del dato y la falacia del jugador. Empecemos por la *falacia del jugador*. Según algunas investigaciones, las personas esperan que una secuencia corta de hechos aleatorios se comportará como una secuencia larga. Por ejemplo, después de haber salido varias veces seguidas el color negro en una ruleta (en la que hay colores rojos y negros), algunas personas creen que es más probable que el siguiente color en salir será el rojo. En verdad, ambos colores en cada jugada tienen la misma probabilidad. Como Tversky y Kahneman afirman, «cuando se produce un proceso al azar las desviaciones no se «corrigen»: simplemente se diluyen». En el problema A de la práctica 8.1 se debería esperar que la probabilidad de que salga cara sea igual que la de que salga cruz, es decir, una probabilidad de un $\frac{1}{2}$.

La capacidad predictiva del dato es un tipo de información necesaria en las probabilidades condicionadas. Esta información hace referencia a la presencia del dato en ausencia de la hipótesis. Algunas investigaciones nos muestran que las personas obvian esta información (González Labra, 1998). Por ejemplo, si alguien nos pregunta cuál es la probabilidad de que haya un accidente de tráfico hoy, puesto que ha llovido, a la hora de contestar deberíamos tener en cuenta aquellas situaciones en las que ha habido accidentes de tráfico y no ha llovido. A continuación se pasará a comentar cómo la teoría basada en heurísticos explica los resultados experimentales descritos en el apartado 8.2.

En cuanto a la falacia de la conjunción (problema 1), Tversky y Kahneman (1983) plantean que las personas eligen como más probable la alternativa «Linda es cajera de banco y está asociada al movimiento feminista» que la alternativa «Linda es cajera de banco» porque Linda es más representativa de los

miembros del movimiento feminista que de los cajeros de banco. También es posible interpretar que la intervención de otros heurísticos (el heurístico de simulación) dé lugar a la falacia de la conjunción (Fiedler, 1988). Para algunos autores (Fiedler, 1988; Politzer y Noveck, 1991), la falacia de la conjunción se puede explicar de forma alternativa. Estos autores entienden que las personas cometen la falacia de la conjunción, no porque hayan basado su juicio en el heurístico de la representatividad, sino por determinados factores lingüísticos. Politzer y Noveck (1991) señalan que las personas interpretan el ítem «Linda es banquera» como «Linda es banquera y no es feminista». Esta reinterpretación de las alternativas, obviamente, no implicaría una violación del teorema de la conjunción. Los autores acuden a la teoría pragmática del significado (Grice, 1975), concretamente al principio de cantidad, para explicar por qué las personas llevan a cabo esta reinterpretación. Para Fiedler (1988), las personas cometen la falacia de la conjunción porque están entendiendo por probabilidad conceptos como plausibilidad, imaginabilidad, etc. Este autor encontró que cuando se pedía a las personas que ordenasen los ítems en términos de frecuencia³ en vez de probabilidad, el porcentaje de falacias de la conjunción disminuía. El porcentaje de falacias fue del 20 por 100 (formato de frecuencias), mientras que el de Tversky y Kahneman (1983) fue próximo al 80 por 100 (formato de probabilidad). Gigerenzer (1991) ha obtenido resultados similares con el formato de frecuencias. Al igual que Fiedler, piensa que la falacia de la conjunción se debe a que las personas están entendiendo el concepto de probabilidad en términos no matemáticos, como por ejemplo credibilidad. El término de «frecuencia» es menos susceptible de ser interpretado de forma no matemática, y es por ello por lo que, cuando se presenta el problema de «Linda» con un formato de frecuencia, el porcentaje de personas que cometen la falacia de la conjunción decrece de forma significativa.

Otro de los resultados ya comentados es que las personas suelen ser insensibles al tamaño de la

³ Tversky y Kahneman (1983) obtuvieron resultados similares a los Fiedler (1988) cuando el problema de Linda consistía en estimar frecuencias.

muestra (véase problema 2). Para Tversky y Kahneman (1983), la insensibilidad al tamaño de la muestra se puede explicar a partir del heurístico de representatividad. Las personas, en el problema 2, optan por la opción «c» (nacen más o menos la misma cantidad de niños en ambos hospitales) porque consideran que el hecho de que en un día nazcan un 60 por 100 de niños es igual de representativo en ambos hospitales. Kahneman y Tversky (1972) también encontraron que las personas evalúan de forma parecida la estatura media de muestras que variaban en tamaño (1000, 100 y 10 varones). Sin embargo, en algunas investigaciones (Evans y Dusoir, 1977; Fong, Krantz, Nisbett, 1986; Nisbett, Krantz, Jepson y Kunda, 1983) se ha encontrado que, en determinadas condiciones (véase capítulo 7), los juicios de las personas sí son sensibles al tamaño de la muestra. Por ejemplo, Nisbett, Krantz, Jepson y Kunda (1983) encontraron que las personas no tienen en cuenta el tamaño de la muestra en situaciones en las que existe poca variabilidad. Sin embargo, sí la consideran cuando existe mayor variabilidad. Esto indica que el heurístico de la representatividad no se aplica de forma automática, sino que se ve afectado por la naturaleza de las situaciones a partir de las cuales se emiten los juicios.

Kahneman y Tversky (1973) y Kahneman (1984) presentan una serie de resultados en los que muestran que las personas son insensibles a las probabilidades previas (véase problema 3). Como ya hemos comentado, esta información es imprescindible para poder operar con el teorema de Bayes. Para Edwards (1968), las personas utilizan este teorema cuando tienen que emitir un juicio probabilístico en el que, una vez conocido un resultado, quieren saber cuál es la causa más probable del mismo entre varias causas probables. En cambio, para Tversky y Kahneman, cuando las personas emiten un juicio probabilístico de este tipo no tienen en cuenta las probabilidades previas, ya que hacen caso del heurístico de la representatividad. En el problema 3, por ejemplo, las personas evalúan que era más probable que Jack fuese ingeniero que abogado, aun cuando la distribución de ingenieros era del 30 por 100 frente a la de abogados, que era del 70 por 100, por-

que la descripción de Jack se correspondía con el estereotipo de un ingeniero.

Heurístico de la accesibilidad. Tversky y Kahneman (1974) plantean que a veces las personas evalúan la probabilidad de un suceso en función de la facilidad con la que los ejemplos son evocados en la mente. Según estos autores, entre los posibles factores que hacen que un evento sea accesible está la frecuencia, la familiaridad y la prominencia (Tversky y Kahneman, 1984). En un trabajo de investigación de Tversky y Kahneman (1973) se encontró que cuando los sujetos tenían que estimar la frecuencia de ocurrencia de un número de personas mencionadas en una lista, juzgaban que había más personas en la lista cuando éstas eran conocidas que cuando eran desconocidas, a pesar de que en ambas listas había el mismo número de personas (20). Este heurístico permite explicar el sesgo de la correlación ilusoria o el efecto de disposición de búsqueda (véase Tversky y Kahneman, 1984), así como los sesgos de insensibilidad a las probabilidades previas y la falacia de la conjunción.

Heurístico de anclaje-ajuste. La intervención de este heurístico determina que cuando los juicios se realizan a partir de un valor inicial, la inferencia resultante se verá afectada por dicho valor. Veamos un ejemplo en el que Tversky y Kahneman (1984) presentaron a un grupo de estudiantes las siguientes multiplicaciones:

$$1 \times 2 \times 3 \times 4 \times 5 \times 6 \times 7 \times 8 \quad 8 \times 7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1$$

Sin dar tiempo a los participantes a terminar las operaciones les pidieron que estimasen el valor final de las mismas. El valor final asignado fue mayor en la segunda multiplicación que en la primera. Para los autores esto indica que los primeros valores sesgan las respuestas finales.

Aunque los trabajos experimentales de Tversky y Kahneman (1973, 1974, 1983, 1984) y Kahneman y Tversky (1972, 1973, 1996) han ofrecido una visión más real de cómo las personas razonan con problemas estadísticos y probabilísticos, existen algunas críticas que cuestionan o limitan el alcance de sus conclusiones teóricas. González Labra (1998), por ejemplo, objeta la escasa validez externa de los

experimentos. Gigerenzer (1996) manifiesta que los heurísticos explican o demasiado o muy poco. Demasiado porque cualquier heurístico puede explicar, *a posteriori*, la mayoría de los resultados. Muy poco, porque no conocemos cuándo estos heurísticos intervienen y cómo lo hacen. Un ejemplo representativo de esta crítica es la explicación que los autores ofrecen del fenómeno de la desestimación de probabilidades previas o de sobrevaloración de las probabilidades previas. Si se da el primer caso se debe a la actuación del heurístico de la representatividad, y si se da el segundo se debe a la actuación del heurístico de anclaje y ajuste. Gigerenzer (1991) concluye que la mayoría de las explicaciones heurísticas no son más que re-descripciones de fenómenos.

3.2. Modelo frecuentista

La conclusión que podemos sacar a partir de lo visto aquí es que las personas tienen dificultades, al menos desde el punto de vista normativo, cuando razonan con probabilidades. Una consecuencia de esta conducta deficitaria podría ser que nuestro sistema no ha sido diseñado para operar con cálculo de probabilidad. Sin embargo, como apuntan Gigerenzer y cols. (Gigerenzer, 1991, 1996; Gigerenzer y Goldstein, 1996; Gigerenzer y Hoffrage, 1995), existe una forma alternativa de afrontar esta cuestión. Sugieren que las personas pueden estar equipadas con algoritmos probabilísticos que son sensibles a un formato particular de información. En este sentido, Gigerenzer (1991) postula que muchos de los errores del razonamiento probabilístico (como la falacia de la conjunción, la desestimación de las probabilidades previas, etc.) no son violaciones de la teoría de la probabilidad, ya que cuando la información se presenta en un formato frecuentista los sesgos se desvanecen. La razón que dan los autores es que el formato adecuado para activar los algoritmos probabilísticos de que dispone el sistema viene expresado en términos de frecuencia y no de porcentajes. Asimismo, los autores señalan que otro factor que puede estar en la base de estos errores es el tipo de muestra del problema. Cuando las mues-

tras son extraídas al azar los errores tienden a desaparecer.

El programa de investigación de Gigerenzer y cols. se ha centrado, básicamente, en explicar los siguientes fenómenos: la falacia de la conjunción, la desestimación de las probabilidades previas y los juicios de calibrage. A continuación veremos cada uno de estos problemas y las sugerencias teóricas.

Para Gigerenzer y cols., la falacia de la conjunción es un fenómeno que se puede explicar en función del tipo de cómputo que tienen que realizar las personas para resolver el problema. En una investigación realizada por Fiedler (1988) se observó que cuando el problema de «Linda» (problema 1) se presentaba en un formato de frecuencias como el que sigue:

Linda tiene 31 años, es soltera, abierta y muy brillante. Se licenció en filosofía. Cuando estudiaba estuvo profundamente interesada en problemas de discriminación y de justicia social, y también participó en manifestaciones antinucleares

y se les pedía a las personas que contestasen a la siguiente pregunta:

Hay 100 personas que se ajustan a la descripción arriba mencionada. Indicar cuántos de ellos son:

- Cajeros de banco y están asociados al movimiento feminista,*
- Cajeros de banco,*

se encontró (experimento 1 y 2) que el número de violaciones de la falacia de la conjunción descendía aproximadamente desde el 80 por 100 a un 20 por 100. Es decir, cuando el formato de presentación era en términos de frecuencia las personas bloqueaban la falacia de la conjunción.

Ya desde la década de los años ochenta se tenía constancia de este resultado (Tversky y Kahneman, 1983). Sin embargo, a pesar de que fueron Tversky y Kahneman (1983) los primeros

en encontrar este resultado, no ofrecieron ninguna explicación teórica del porqué de este hecho. Fiedler (1988), a diferencia de los autores arriba mencionados, ofrece una explicación de la supresión de la falacia de la conjunción en términos puramente lingüístico-semánticos. Más concretamente, el autor afirma que el concepto de probabilidad es ambiguo y por ello las personas cometen la falacia de la conjunción. Por el contrario, el término de frecuencia no es ambiguo, y las personas pueden realizar los cálculos pertinentes. La explicación de Gigerenzer y cols. es similar. Esto es, cuando la información es presentada en términos de frecuencia se activarían determinados heurísticos estadísticos que permitirían la resolución correcta de la tarea, mientras que cuando la información es presentada en términos de probabilidad estos heurísticos no se activarían.

Como ya hemos comentado, las personas, cuando emiten juicios de probabilidad *a posteriori*, suelen desestimar las probabilidades previas (problema 3). Para Gigerenzer y cols. este fenómeno se debe a que el formato de presentación (probabilidades o porcentajes) no activa los heurísticos probabilísticos que se requieren para la resolución de la tarea. Estos autores han encontrado que cuando la información presentada y requerida se hace en términos de frecuencia, el porcentaje de inferencias bayesianas correctas se incrementa (Cosmides y Tooby, 1996; Gigerenzer y Hoffrage, 1995). En otras palabras, se disipa el efecto de la desestimación de probabilidades previas. ¿Cómo opera el sistema dentro de esta nueva propuesta? Según el modelo frecuentista, cuando las personas llevan a cabo juicios sobre probabilidades *a posteriori* (inferencias bayesianas), sólo necesitan computar determinada información: el número de casos en los que ocurre el dato y la hipótesis, dividido por el número de casos en los que ocurre el dato y la hipótesis más el número de casos en los que ocurre el dato y no ocurre la hipótesis. Expresado matemáticamente sería:

$$P(H/D) = \frac{d \text{ y } h}{(d \text{ y } h) + (d \text{ y } -h)}$$

Veamos con un ejemplo (tomado de Gigerenzer y Hoffrage, 1995) cómo se resolvería un problema a partir de esta forma de cómputo.

Un médico ha observado que de cada 1000 personas 10 tienen una determinada enfermedad. De estas 10 personas, 8 muestran un síntoma determinado. De los 990 restantes, 95 también muestran el síntoma. Supón que ahora aparece un nuevo paciente y que tiene el síntoma. ¿Cuál es la probabilidad de que tenga la enfermedad?

Desde el punto de vista del modelo frecuentista, para la resolución del problema sólo debería computar la siguiente información:

$$P(H/D) = \frac{8}{8 + 95}$$

donde 8 equivale al número de casos en los que ocurre el dato y la hipótesis (d y h) y 95 equivale a situación en la que ocurre el dato y no ocurre la hipótesis (d y -h). Como podemos observar, esta forma de computar la probabilidad condicionada es menos compleja que cuando usamos el teorema de Bayes. El ejemplo anterior, cuando es resuelto mediante el teorema de Bayes, requiere computar más información:

$$P(H/D) = \frac{(0,1) \times (0,8)}{(0,1) \times (0,8) + (0,99) \times (0,96)}$$

donde «0,1» equivale a la probabilidad condicional, «0,8» representa la probabilidad previa, «0,99» representa la probabilidad condicional complementaria y «0,96» equivale a la probabilidad previa complementaria.

Por lo tanto, el planteamiento de Gigerenzer y cols. (1995, 1996) tiene una serie de ventajas frente a la concepción bayesiana, entre las que destacamos las siguientes: a) menor número de cálculos, b) menor demanda atencional, ya que sólo se requiere prestar atención a dos tipos de información:

la frecuencia absoluta de d y h y la frecuencia absoluta de d y -h; y c) las probabilidades previas no necesitan ser atendidas por no formar parte de la ecuación. Por lo tanto, la desestimación de probabilidades previas es una conducta perfectamente racional desde el punto de vista del enfoque frecuentista. Los resultados obtenidos en algunas de las investigaciones de estos autores (Gigerenzer y Hoffrage, 1995) corroboran el hecho de que cuando el formato de presentación del problema se hacía en términos de frecuencia absoluta, el porcentaje de aciertos era del 50 por 100. En contraste, cuando el formato de presentación era el estándar, el porcentaje de aciertos era de 16 por 100.

Un área que ha sido profusamente investigada por Gigerenzer y cols. ha sido la emisión de juicios de calibración. El resultado más interesante que se ha encontrado es que las personas suelen sobrestimar su nivel de ejecución. El procedimiento experimental consiste en presentar a las personas una tarea como la que sigue (Gigerenzer, 1991):

— *¿En cuál de las siguientes ciudades hay más habitantes?*

- a) Hyderabad.
- b) Islamabad.

— *¿Cómo de seguro crees que has contestado correctamente?*

- 50 por 100, 60 por 100, 70 por 100, 80 por 100, 90 por 100, 100 por 100.

Se ha observado que en aquellas respuestas en que las personas dicen estar seguras al 100 por 100 de contestarlas correctamente, en verdad sólo la han contestado de forma correcta un 80 por 100 de las veces. Cuando evalúan que la han contestado con un 90 por 100 de seguridad, el porcentaje real de respuestas correctas es de un 75 por 100. Esta discrepancia entre la seguridad del juicio y la frecuencia relativa es lo que se ha denominado «sesgo de sobrestimación o sobrevaloración». Al igual que en casos anteriores, Gigerenzer y cols. explican que la naturaleza de este sesgo se debe a la dificultad que

tienen las personas para computar porcentajes. Los autores hipotetizan que si este tipo de problemas se presenta en términos de frecuencias, y no en términos de porcentajes, el sesgo de sobrevaloración tenderá a desaparecer. Algunas de las investigaciones llevadas a cabo por estos investigadores (por ejemplo, Gigerenzer, 1991) han encontrado que cuando el formato de presentación se hace en términos de frecuencias el sesgo de sobrestimación desaparece. Gigerenzer, Hoffrage y Kleinbölting (1991) presentan un modelo, la teoría de los Modelos Mentales Probabilísticos, que explica los principales fenómenos encontrados en tareas de juicios de calibración o de confianza. En una reciente publicación, los autores presentan una versión más acabada, al menos algorítmicamente, de cómo opera el sistema ante este tipo de problemas (Gigerenzer, Todd y el grupo ABC, 1999).

La propuesta de Gigerenzer y cols. ha recibido críticas tanto conceptuales como empíricas. Desde el punto de vista conceptual, Kahneman y Tversky (1996) subrayan que los juicios subjetivos de probabilidad son importantes, porque muchas de las acciones de las personas se basan en creencias de simples eventos. Por ejemplo, muy pocas personas, cuando se van a casar, tienen en cuenta las estadísticas de la población general a la hora de evaluar el grado de probabilidad de que su matrimonio vaya bien o mal. A pesar de ello, las personas manejan probabilidades sobre el éxito de su futuro matrimonio. Kahneman y Tversky no critican que los juicios basados en muestras al azar de eventos frecuentes sean incorrectos matemáticamente, sino que consideran que son insuficientes para entender muchas de las conductas humanas. De todas formas, esta crítica no es más que la manifestación de dos puntos de vista que mantienen concepciones distintas sobre el concepto de probabilidad. Desde el punto de vista empírico, Kahneman y Tversky (1996) postulan que, contrariamente a las predicciones de Gigerenzer (1991), se han encontrado sesgos sistemáticos en numerosos estudios. Asimismo, recientes estudios han mostrado que la utilización de un formato de frecuencia no siempre está asociado a una mejor ejecución (Evans, Handley, Perham, Over y Thompson, 2000; Girotto y Gonzalez, 2001; González Labra,

2000). González Labra (2000, experimento 2), a diferencia de Cosmides y Tooby (1996), encontró que la desatención a la tasa-base no se veía afectada por el tipo de formato de presentación (probabilístico *versus* frecuentista) sino por el tipo de contenido del material (curricular *versus* diagnóstico). Este dato, como el aportado por otros autores ya reseñados (Evans y cols., 2000; Girotto y González, 2001), cuestionan el carácter modular innato del mecanismo de cómputo de frecuencias que postula la teoría frecuentista.

3.3. Teoría de los Modelos Mentales

Recientemente, la teoría de los Modelos Mentales (Johnson-Laird, Legrenzi, Girotto, Legrenzi y Caverni, 1999) ha propuesto una explicación de cómo las personas no expertas en cálculo probabilístico razonan con probabilidades en un modo extensional⁴. El principio de extensionalidad en el cálculo de probabilidades hace referencia a que a los eventos que tienen la misma extensión les son asignados las mismas probabilidades. En otras palabras, el razonamiento extensional consiste en que las personas asumen que la probabilidad de un evento es igual a la suma de las diferentes formas en las que dicho evento puede ocurrir. Por ejemplo, si asumimos que la probabilidad de que una persona muera por causas naturales es de un 80 por 100, entonces la probabilidad de las distintas formas de causas naturales (ataque al corazón, cáncer, etc.) que dan lugar a la muerte no pueden ser mayores ni menores que este 80 por 100. Esta forma de razonar, según los autores, pasa por ser un proceso deductivo, a diferencia del razonamiento no-extensional, que es un proceso inductivo (véase Tversky y Koehler, 1994). Veamos mediante un ejemplo cómo podemos representarnos extensionalmente las probabilidades de algunos eventos. Imaginemos que en una caja hay una bola blanca, una bola azul y una bola roja. La

representación extensional de esta premisa deberá ser de la siguiente forma:

- Blanca,
- Azul,
- Roja,

donde cada línea representa las diferentes posibilidades que tiene la ocurrencia de dicho evento. En este caso, la probabilidad de la suma de las distintas formas de dicho evento (probabilidad de la bola blanca 1/3, probabilidad de la bola azul 1/3 y probabilidad de la bola roja 1/3) es igual a la probabilidad de la ocurrencia del evento (1). El procedimiento basado en el razonamiento probabilístico extensional se fundamenta en tres principios que pasamos a comentar.

El principio de verdad. Éste ha sido comentado en el capítulo 1, y básicamente afirma que las personas construyen modelos que representan las situaciones que son verdaderas, de forma que aquellas situaciones que son falsas no son representadas. Si en el ejemplo de arriba hubiésemos afirmado que no existe una bola verde, las personas no representarían esta situación. Como veremos más adelante, la aplicación de este principio lleva a las personas a cometer determinadas ilusiones, tanto en el razonamiento deductivo (Santamaría y Johnson-Laird, 2000) como en el razonamiento probabilístico (Johnson-Laird y col., 1999), que difícilmente pueden ser explicadas por otras teorías de razonamiento.

El principio de equiprobabilidad. Cada modelo es representado como igual de probable, a menos que uno crea o tenga conocimiento de lo contrario, en cuyo caso se les asignará diferentes probabilidades a cada modelo. Por ejemplo, si asistimos a una carrera de caballos en la que participan ocho caballos y se nos pide que digamos cuál es la probabilidad de que el caballo X gane la carrera, y no disponemos de ninguna información extra sobre los caballos, entonces asumimos que la probabilidad

⁴ En la lógica contemporánea es usual entender el concepto de extensión como la clase de objetos de los cuales el término es verdadero.

de ganar sería de $1/8$. Nuestra probabilidad estimada podría variar si nos informan de que dicho caballo ha ganado o ha llegado en el último lugar en las tres últimas carreras. La teoría de los Modelos Mentales postula que el principio de equiprobabilidad se asume por defecto, pero que es sensible a nueva información, y que se aplica a las particiones correspondientes a los modelos mentales que los razonadores construyen. Es decir, este principio se aplica inicialmente a los modelos mentales iniciales y en segundo lugar a los modelos explícitos (si es el caso de que las personas desarrollan los modelos explícitos).

El principio de proporcionalidad. La probabilidad de un modelo depende de la proporción de modelos totales que uno se representa. Por ejemplo, si tuviésemos una bolsa en la que hay dos bolas rojas, una blanca y una azul, nos deberíamos representar extensionalmente dicho problema de la siguiente manera:

- Blanca.
- Azul.
- Roja.
- Roja.

A partir de esta representación podríamos concluir que la probabilidad de extraer una bola roja es de $2/4$, ya que existen dos modelos que representan la probabilidad de que se pueda extraer una bola roja. Una consecuencia que se deriva del principio de proporcionalidad es el *principio de inclusión*. Este principio afirma que si un evento (A) ocurre en cada modelo en el cual ocurre otro evento (B), entonces A es al menos tan probable como B, y si A aparece en algunos modelos en los que no aparece B entonces A es más probable que B. Por ejemplo, si en una bolsa cada vez que he puesto una bola blanca he puesto una bola azul, pero se da el caso de que a veces he puesto una bola roja y una bola azul, entonces hay una probabilidad mayor de sacar de la bolsa una bola azul que una bola blanca.

Para operar con valores numéricos, la teoría de los Modelos Mentales postula el *principio numérico*. Según este principio, si una premisa se refiere a

un valor numérico, los modelos pueden ser etiquetados con dichos valores. Por ejemplo, si nos dicen que la probabilidad de sacar de una bolsa una bola roja es de $0,8$ y la de sacar una bola blanca es de un $0,2$, la representación que llevaríamos a cabo sería como sigue:

- Roja: probabilidad $0,8$.
- Blanca: probabilidad $0,2$.

Si se da el caso de que desconocemos la probabilidad del evento, podemos calcularla restando la suma de las probabilidades de los eventos conocidos al total de todas las probabilidades (es decir, $n-1$). Por ejemplo, si sabemos que en una bolsa sólo hay tres tipos de bolas (rojas, blancas y azules) y nos dicen que la probabilidad de extraer una bola roja es de $0,6$ y la de extraer una bola blanca es de un $0,2$, pero desconocemos la probabilidad de extraer una bola azul, y nos piden que digamos cuál es la probabilidad de extraer dicha bola, podemos concluir que la probabilidad es de $0,2$. Cuando se da el caso de que desconocemos más de un valor podemos resolver el problema mediante el principio de equiprobabilidad. Por ejemplo, si sólo sabemos que la probabilidad de extraer una bola roja es de $0,6$, pero no sabemos cuál es la probabilidad de extraer una bola blanca o una bola azul, y nos piden que decidamos cuál es la probabilidad de extraer una bola blanca, podríamos concluir que es de $0,2$. La teoría de los Modelos Mentales postula que la introducción de valores numéricos en las premisas puede hacer los problemas más difíciles por las dificultades que lleva aparejado el operar con valores numéricos.

Johnson-Laird y col. (1999) llevaron a cabo una serie de experimentos con el objeto de comprobar las principales predicciones de la teoría de los Modelos Mentales en el razonamiento extensional probabilístico. Algunos de los experimentos (experimentos 1 y 2) tenían como objetivo demostrar que las personas basaban sus juicios probabilísticos a partir de los principios de equiprobabilidad y de proporcionalidad. A continuación nos centraremos en uno de los experimentos (experimento 2) realizados por los autores. En él se presentó a un grupo de per-

sonas un problema (disyunción incluyente) como el que sigue a continuación:

- En una caja o bien hay una canica negra o una canica roja, o ambas cosas.
 - Dada la anterior información, ¿cuál es la probabilidad de la siguiente situación?
- a) En la caja hay al menos una canica negra.
 - b) En la caja hay una canica negra y hay una canica roja.
 - c) En la caja hay una canica negra y no hay una canica roja.
 - d) En la caja no hay una canica negra y no hay una canica roja.

Se encontró que la respuesta de los sujetos a estas cuestiones se ajustaba a las predicciones del principio de equiprobabilidad y proporcionalidad (tabla 8.1).

La teoría de los Modelos Mentales predice que las personas asignarían una probabilidad de ocurrencia a la pregunta «a» de un 67 por 100, una probabilidad de un 33 por 100 para las preguntas «b» y «c» y una probabilidad de 0 por 100 para la pregunta «d». La probabilidad de la pregunta «a» está representada en la tabla 8.1 como $p(A)$; la probabilidad de la pregunta «b» está representada en la tabla como $p(A \text{ y } B)$; la probabilidad de la pregunta «c» está representada en la tabla como $p(A \text{ y no-}B)$, y la probabilidad de la pregunta «d» está representada en la tabla como $p(\text{no-}A \text{ y no-}B)$. Veamos por qué la teoría de los Modelos Mentales hace estas predicciones probabilísticas para estas preguntas. Según

la teoría de los Modelos Mentales, las personas se representarían (representación inicial) de la siguiente manera este problema:

negra	roja
negra	roja

Basándose en el principio de equiprobabilidad asumirían que cada uno de estos modelos es igual de probable (1/3). Como ya hemos comentado, las personas sólo representarían las posibilidades verdaderas. Esto les llevaría a no representarse mediante un modelo mental las posibilidades falsas (la no-existencia de una canica negra y la no-existencia de una canica roja). Asimismo, tampoco se representarían, en los modelos iniciales, las proposiciones en las premisas que son falsas. Es por ello por lo que en el primer modelo no se representa el componente falso (es decir, la existencia de una canica que no es roja). Asimismo, y debido a esta restricción, tampoco se representan el componente falso del segundo modelo (es decir, la existencia de una bola que no es negra). Sin embargo, estos componentes falsos podrían ser representados en los modelos desarrollados o explícitos. A continuación, sobre esta representación inicial se usa el principio de proporcionalidad. La aplicación de este principio nos llevaría a concluir que existe un 66 por 100 de probabilidades de encontrar una canica negra, ya que de los tres modelos representados existen dos modelos que representan la posibilidad de encontrar una canica negra. A partir de esta representación podríamos concluir que la probabilidad de encontrar

TABLA 8.1

Porcentaje de inferencias predichas y la medida del porcentaje de inferencias observadas en el experimento 2 para disyunciones incluyentes de la forma A o B o ambos (Johnson-Laird y col., 1999, tabla 5)

Resultados	Tipos de conclusiones			
	$p(A)$	$P(A \text{ y } B)$	$p(A \text{ y no-}B)$	$p(\text{no-}A \text{ y no-}B)$
Porcentaje predicho	67	33	33	0
Porcentaje observado	60	45	44	7

una canica negra y una canica no roja sería de un 33 por 100 (segundo modelo), y la probabilidad de encontrar una canica negra y una canica roja sería de un 33 por 100 (primer modelo). Como no representamos las posibilidades falsas, concluiríamos que la posibilidad de encontrar en la caja una canica que no sea negra y una canica que no sea roja sería de 0 por 100. Los resultados obtenidos por los autores (tabla 8.1) confirman el hecho de que las personas basan sus juicios probabilísticos a partir del principio de equiprobabilidad y de proporcionalidad. Como ya habíamos comentado anteriormente, la teoría de los Modelos Mentales postula que el principio de equiprobabilidad se aplica a los modelos iniciales y a los modelos explícitos. Algunos autores (Falk, 1992; Shimojo y Ichikawa, 1989) postulan que el principio de equiprobabilidad (principio de indiferencia) se aplica exclusivamente a las alternativas actuales (es decir, a los modelos explícitos). Johnson-Laird y col. (1999), con objeto de comprobar dicha predicción, llevaron a cabo un tercer experimento en el que se usaron dos tipos de problemas. En el primero de estos problemas la probabilidad asignada no se vio afectada por la aplicación del principio de equiprobabilidad a la representación inicial y a la representación explícita de los modelos, mientras que en el segundo de ellos sí se vería afectada.

Veamos un ejemplo de un problema para el que la teoría de los Modelos Mentales postula que la probabilidad asignada no se verá afectada por la aplicación del principio de equiprobabilidad a la representación inicial y a la representación explícita de los modelos.

Supóngase que se dice que encima de la mesa:

- Hay una caja en la cual hay una canica roja y, o bien una canica verde o una canica azul, pero no las tres.
- ¿Cuál es la probabilidad de que en la caja encontremos una canica roja y una azul?

Si se responde a partir de los modelos iniciales:

roja	verde	
roja		azul
	...	

contestaríamos que la probabilidad de que haya una canica roja y una azul es del 50 por 100. Este porcentaje no se vería afectado aun cuando se desplegasen los modelos implícitos:

roja	verde	¬azul
roja	¬verde	azul

Otro problema dice que encima de la mesa:

- Hay una caja que contiene al menos una canica roja, y puede que contenga una canica verde o una canica azul, pero no las tres.

Si se responde a este problema mediante los modelos mentales iniciales:

roja	verde	azul
------	-------	------

se contestaría que la probabilidad de que haya una canica roja y una azul es de 0 por 100. Sin embargo, si se despliegan los modelos implícitos:

roja	verde	¬azul
roja	¬verde	azul
roja	¬verde	¬azul
¬roja	verde	azul

se debería contestar que hay una probabilidad de un 25 por 100 (segundo modelo). Estas predicciones específicas de la teoría de los Modelos Mentales son importantes porque nos permiten contrastarlas con las predicciones de la teoría de Falk (1992) y de Shimojo y Ichikawa (1989). Para estos autores, el principio de equiprobabilidad se debería aplicar exclusivamente a las alternativas reales (es decir, los modelos explícitos). Los resultados obtenidos por Johnson-Laird y col. (1999; experimento 3) confirman las predicciones de la teoría de los Modelos Mentales y cuestionan las predicciones de Falk (1992) y las de Shimojo y Ichikawa (1989).

Otro resultado de interés que vamos a comentar a continuación y que tiene que ver con un supuesto básico de la teoría de los Modelos Mentales ya comentada es el principio de la verdad. La teoría de

los Modelos Mentales postula que las personas razonan a partir de modelos que representan lo que es verdad. Esta forma de representarse las premisas puede llevar a las personas a cometer determinados sesgos o falacias en el razonamiento extensional. El siguiente ejemplo nos muestra la viabilidad de este fenómeno. Supóngase que sólo una de las siguientes aserciones acerca de una mano de cartas es verdad.

- Hay un rey en la mano o hay un as en la mano, o ambas.
- Hay una reina en la mano o hay un as en la mano, o ambas.
- ¿Qué es más probable que esté en la mano: el rey o el as?

Antes de seguir leyendo se recomienda al lector que responda a la cuestión. En investigaciones previas (Johnson-Laird y cols., 1999) se ha encontrado que la conclusión más usual es decir que es más probable el «as» que el «rey». Sin embargo, la respuesta correcta es que el «rey» es más probable. La dificultad en dar con la respuesta correcta se debe a que es necesario pensar sobre lo falso. A continuación se expondrán los pasos que debemos seguir para dar con la respuesta correcta. Veámoslo desde la perspectiva de la teoría de los Modelos Mentales. Como podemos observar, las premisas son disyunciones incluyentes. Estas premisas darían lugar a los siguientes modelos:

Hay un rey o hay un as, o ambas cosas.		Hay una reina o hay un as, o ambas cosas.	
<i>rey</i>	\neg <i>as</i>	<i>reina</i>	\neg <i>as</i>
\neg <i>rey</i>	<i>as</i>	\neg <i>reina</i>	<i>as</i>
<i>rey</i>	<i>as</i>	<i>reina</i>	<i>as</i>

A continuación nos dicen que sólo una de esas premisas es verdadera y la otra falsa. Es decir, las premisas mantienen una relación de disyunción excluyente. Supongamos que la primera premisa es falsa (y por tanto la segunda es verdadera). Si la primera premisa es falsa se debe a la presencia de alguna de las siguientes cartas en la mano: as, rey,

o as y rey. Si el «as» hace falsa la mano de cartas en la primera premisa, lo hará también en la segunda. Por lo tanto, no puede haber un «as» en ninguna de las manos. En cambio, el rey podría ocurrir cuando es la segunda premisa la que es falsa. Por lo tanto, existe más probabilidad de encontrar un rey que un as.

El problema C de la práctica 8.1, al igual que este problema, requiere pensar en lo que es falso. En ese problema nos dicen que sólo uno de los montones puede ser verdadero. Si el montón de la derecha es el falso lo es porque o hay un 3 o hay un 5. Por lo tanto, en el montón de la izquierda será falso el boleto que acabe en 5, pero no el 2. Si es el caso de que el montón falso es el de la izquierda lo es o porque hay un 5 o hay un 2, entonces en el otro montón (derecha) la carta terminada en 3 será verdadera. Debido a que en ambos montones siempre hay una carta que acaba en 5, ésta nunca puede ser el boleto que ha dado el premio. Por lo tanto el número 5, éste podrá salir, mientras que el número 2 tiene la probabilidad de salir cuando el montón de la derecha es el verdadero. De las actuales teorías de razonamiento sólo la teoría de los Modelos Mentales explica de forma convincente por qué este sesgo y otros sesgos similares ocurren (Legrenzi y Girotto, 1996; Johnson-Laird y Savary, 1996; Santamaría y Johnson-Laird, 2000).

¿Cómo explica la teoría de los Modelos Mentales el fenómeno de la falacia de la conjunción (el problema de Linda) y el cálculo de probabilidades a posteriori? La falacia de la conjunción consiste en que las personas infieren que la probabilidad de una conjunción es mayor que la probabilidad de uno de sus componentes. Según la teoría de los Modelos Mentales, la falacia de la conjunción ocurre cuando las personas olvidan u omiten ciertos modelos de las premisas. Por ejemplo, dado el condicional «si en la mesa hay un lápiz, entonces hay un bolígrafo», el cual daría lugar a la siguiente representación mental:

lápiz *bolígrafo*
...

la falacia de la conjunción podría ocurrir si las personas, al evaluar la probabilidad de «hay un lápiz y

hay un bolígrafo», olvidan el modelo implícito (...), pero al evaluar la probabilidad de «hay un lápiz» no olvidan el modelo implícito. Veamos esto con más detalle. Si obviamos el modelo implícito, la probabilidad de ocurrencia de que en la mesa «hay un lápiz y hay un bolígrafo» es de 100 por 100, mientras que si a la hora de evaluar la probabilidad de «hay un lápiz» tenemos en cuenta el modelo implícito entonces concluiríamos que su probabilidad es de un 50 por 100. Aunque este argumento es coherente, no está claro por qué las personas deben modificar la representación inicial a la hora de juzgar la probabilidad de estos dos eventos («lápiz» y «lápiz y bolígrafo»). En este sentido se requiere de investigaciones que confirmen dicho supuesto.

En cuanto al cálculo de probabilidades *a posteriori*, la teoría de los Modelos Mentales postula que las personas pueden calcular dichas probabilidades sin necesidad de hacer uso del teorema de Bayes. Según la teoría de los Modelos Mentales, un modo de dar con la respuesta correcta ante estos tipos de problemas consistiría en llevar a cabo los siguientes pasos:

1. Representación de la situación inicial.
2. Explicitar las relaciones condicionales relevantes.
3. Construcción de un modelo de probabilidades equiprobables de las relaciones condicionales relevantes.
4. Usar el principio del subgrupo. Según este principio, una probabilidad condicional $p(A/B)$ depende de los subgrupos de B que son A y de la proporcionalidad de A a B que da lugar a un valor numérico. Si es el caso de que los modelos están etiquetados con frecuencias absolutas, entonces la probabilidad condicionada es igual a la frecuencia de modelos de A y B divididos por la suma de todos los modelos de B.

Según la teoría de los Modelos Mentales, los errores surgen en los problemas de probabilidades *a posteriori* debido a dos factores. De un lado, las

personas tienen dificultades para entender que estos problemas requieren del uso de probabilidades condicionadas. Un ejemplo nos puede mostrar este hecho.

- Supóngase que los Sres. Rodríguez tienen dos hijos. Uno de ellos es una niña. ¿Cuál es la probabilidad de que el otro sea una niña?

Quizá el lector haya pensado que la probabilidad es de un 50 por 100. Ésta es la probabilidad que suelen asignar las personas cuando se enfrentan a este problema. Esta probabilidad surge porque se está solucionando el problema mediante un procedimiento de probabilidades absolutas. La forma de dar con la respuesta correcta es plantearlo en términos de probabilidades condicionales [$p(\text{el otro es una niña} / \text{dado que uno es una niña})$]. Las particiones de las posibilidades para los hijos de los Rodríguez es la siguiente:

primer nacimiento	segundo nacimiento
niña	niña
niña	niño
niño	niña
niño	niño

Basándonos en el hecho de que el primer o el segundo hijo es una niña, debemos eliminar la última posibilidad (niño-niño). Por lo tanto, la probabilidad de que el otro hijo sea una niña es de 1/3.

El segundo factor que apunta la teoría de los Modelos Mentales como causa de error es la dificultad que tienen las personas para representarse las relaciones correspondientes a la probabilidad condicionada. Es decir, éstas tienen dificultad para construir los modelos mentales explícitos de las diferentes relaciones condicionadas. A lo largo de esta obra hemos visto que las personas tienen bastantes dificultades para desarrollar los modelos implícitos debido a las limitaciones de la memoria de trabajo.

A continuación presentamos un ejemplo que nos muestra los pasos que se deben llevar a cabo para re-

solver un problema bayesiano. El ejemplo⁵ hace referencia a un concurso de televisión en el que un participante debe elegir una puerta de entre tres para poder obtener un regalo. Una vez que el participante ha elegido una puerta (supongamos que ha elegido la puerta de la izquierda), el presentador le abre la puerta del medio y le muestra que el regalo no está tras esa puerta. A continuación le pregunta al participante si quiere cambiar de puerta. El resultado obtenido en este juego es que la mayoría de las personas prefieren no cambiar de puerta. Sin embargo, existe una mayor probabilidad de encontrar el regalo si el concursante cambia de puerta. Veámoslo.

En un primer momento, el concursante elabora una representación mental de la situación inicial «hay tres puertas y detrás de una de ellas hay un regalo»:

	<i>Puerta izquierda</i>	<i>Puerta centro</i>	<i>Puerta derecha</i>
Probabilidad	1/3	1/3	1/3

Existe 1/3 de probabilidades de que el premio esté detrás de cualquiera de las puertas. Supongamos que el participante ha elegido la puerta de la izquierda. En un segundo momento el participante debe representarse las siguientes relaciones condicionales:

- Si el premio está detrás de la puerta elegida, el presentador abrirá o bien la puerta del centro o bien la puerta de la derecha.
- Si el premio está detrás de la puerta del centro, el presentador abrirá la puerta de la derecha.
- Si el premio está detrás de la puerta de la derecha, el presentador abrirá la puerta del centro.

El tercer paso es construir un diagrama de las posibilidades equiprobables. Es precisamente en esta

fase donde las personas tienen dificultad. El primer condicional llama a la construcción de dos modelos mentales:

puerta elegida	puerta centro	puerta derecha
premio	abierta	
premio		abierta

En orden a asegurar la equiprobabilidad, las otras dos condiciones deben ser representadas mediante dos modelos que emparecen los dos modelos del primer condicional. Esto llevaría a que nos representemos el segundo condicional de la siguiente manera:

puerta elegida	puerta centro	puerta derecha
	premio	abierta
	premio	abierta

De forma parecida, el tercer condicional debe ser representado mediante dos modelos:

puerta elegida	puerta centro	puerta derecha
	abierta	premio
	abierta	premio

Los modelos equiprobables deben ser agrupados, lo cual daría lugar a la siguiente representación:

puerta elegida	puerta centro	puerta derecha
premio	abierta	
premio		abierta
	premio	abierta
	premio	abierta
	abierta	premio
	abierta	premio

El cuarto paso consistirá en aplicar el principio subgrupo a los modelos en el diagrama. Según este principio, hay cuatro casos de los seis modelos en

⁵ En Santamaría y Fernández-Berrocal (2001) se puede encontrar una descripción bastante pormenorizada de este problema.

los que el participante gana el premio si cambia de puerta, y hay dos casos en los que gana el premio si no cambia de puerta. En este problema las personas suelen fracasar porque no son conscientes de que para hacer equiparables las condiciones deben construir dos modelos idénticos por cada caso donde el premio no está detrás de la puerta. Johnson-Laird y col. (1999) apuntan que la dificultad para hacer explícita esta información se debe a las limitaciones de la memoria de trabajo.

Como hemos visto, en algunos experimentos se ha encontrado que la presentación de los problemas probabilísticos en un formato de frecuencias favorece la ejecución (Cosmides y Tooby, 1996; Gigerenzer y Hoffrage, 1995), mientras que en otros casos esto no sucede (Evans y col., 2000; Girotto y González, 2001; González Labra, 2000). Para la teoría de los Modelos Mentales esta variación en la ejecución no se debe tanto al tipo de formato de presentación (frecuentista *versus* probabilístico), como a la posibilidad de que las personas encuentran los subgrupos de modelos (principio de subgrupo) adecuados para poder operar aritméticamente con ellos (Johnson-Laird, escrito enviado para publicación). Cuando se realizan determinadas manipulaciones experimentales que permiten la aplicación de este principio, entonces el rendimiento de la persona mejora (Evans y col., 2000). Es decir, si existe información en el problema que orienta a las personas a tener en cuenta la información entre los distintos subgrupos de modelos, entonces el rendimiento se verá beneficiado.

4. RESUMEN

La emisión de juicios probabilísticos está omnipresente en cualquier aspecto de nuestra vida. A nadie se le escapa que las consecuencias de dichos juicios pueden afectar en diferente grado a nuestra vida personal y social. En lo personal deseamos que nuestros juicios (por ejemplo comprar una casa, tener un hijo) nos permitan optar por las alternativas más compatibles con nuestra situación. En lo social deseamos que los juicios de los demás (también los nuestros sobre los demás) no perjudiquen de forma injusta a otras personas. Es evidente, y si no debe-

ría serlo, que nadie desea que una persona pase el resto de su vida en la cárcel por un delito que no ha cometido. Como podemos observar a través de estos ejemplos, las consecuencias de este tipo de juicios no podemos obviarlas. Quizás conociendo cómo opera nuestro sistema cognitivo podríamos solucionar algunos de estos problemas. A lo largo de este capítulo se han presentado distintos modelos que nos ofrecen explicaciones alternativas de cómo realiza las operaciones el sistema cognitivo.

En cuanto a los modelos comentados, las concepciones teóricas sobre las que se fundamentan cada uno de ellos son bastante diferentes. Estas diferentes concepciones han llevado a los psicólogos a pasar diferentes estados: euforia, desazón y cautela. Euforia, porque al menos durante un breve período de tiempo se concibió que el sistema cognitivo humano era un sistema eficiente en el cálculo de probabilidades. Edward (1968) representó esta primera concepción. No pasó mucho tiempo hasta que determinadas investigaciones (Kahneman y Tversky, 1984; Tversky y Kahneman, 1973) mostraron que esa euforia no era justificada. Estos autores demostraron que el sistema cognitivo humano no era ese estadístico intuitivo que algunos suponían. Tversky y Kahneman representarían esta fase de desazón, ya que conciben que el razonamiento probabilístico se lleva a cabo mediante procedimientos heurísticos. Algunas veces estos heurísticos se ajustan a los criterios normativos, pero otras veces no. Actualmente, de forma parecida a Tversky y Kahneman, algunos autores como Gigerenzer y cols. mantienen que las personas operan mediante procedimientos heurísticos. La posición de la teoría de los Modelos Mentales (Johnson-Laird y col., 1999) podríamos situarla dentro de la fase de cautela: el sistema ni es tan preciso ni tan caprichoso. Se asume que nuestro sistema cognitivo no realiza los cálculos estadísticos tal y como se prescribe en los libros de texto, aunque dispone de procedimientos que permiten al sistema comportarse de forma competente. La determinación de cuál de los modelos comentados en este capítulo se ajusta a los diferentes resultados encontrados es una cuestión, al menos por ahora, de grado. Como en otras áreas de razonamiento ya comentadas, nuevas investigaciones se requieren.

Razonamiento cotidiano y creatividad

9

Hasta el momento, las teorías que se han presentado en este manual sobre los diversos tipos de razonamiento (silogístico, proposicional, analógico, etc.) se han caracterizado por usar tareas bien estructuradas en ambientes bien controlados. En este capítulo nos centraremos en el estudio del razonamiento en tareas poco estructuradas y en ambientes poco controlados. En concreto, estudiaremos el razonamiento cotidiano y la creatividad. Al igual que en capítulos anteriores, nuestro objetivo es mostrar los principales descubrimientos experimentales y las teorías actuales de razonamiento en ambos dominios.

El capítulo que presentamos a continuación se ha articulado en dos partes bien diferenciadas. En la primera parte nos centraremos en el estudio del razonamiento cotidiano. Algunos autores, para referirse a este tipo de razonamiento, prefieren usar el concepto de razonamiento informal (Shaw, 1996) o razonamiento práctico (Saiz, 2000). Sin embargo, en este capítulo cualquiera de estas definiciones nos vale. En la segunda parte nos adentraremos en el tema de la creatividad. Ésta es un área que ha estado aún más desatendida que la anterior por parte de los psicólogos cognitivos.

1. RAZONAMIENTO COTIDIANO

Una de las principales características que define al razonamiento cotidiano frente al razonamiento formal es que aquél tiene una estructura menos delimitada. Por ejemplo, es usual que en razonamien-

to cotidiano se omitan premisas, o no exista una delimitación clara entre las premisas o entre las premisas y la conclusión. Estas diferencias, a las cuales se pueden sumar otras (véase Galotti, 1989), han llevado a algunos autores a plantearse si los procesos cognitivos que subyacen a ambos tipos de problemas son similares. Algunos autores, como Perkins (1985, 1986a, 1986b), consideran que ambos tipos de razonamiento usan procesos distintos. Para Perkins (1986a, pp. 196-197), ambos tipos de razonamiento son distintos porque:

- a) El razonamiento formal comprende largas cadenas de pasos deductivos, mientras que el razonamiento informal tiene varias cadenas y cortas, cada una de las cuales posee cierto grado de certeza.
- b) El razonamiento formal se caracteriza porque conduce a una única conclusión, mientras que el razonamiento informal puede llevar a diferentes conclusiones.
- c) En el razonamiento formal las premisas vienen dadas y no pueden cambiarse, añadirse o modificarse, mientras que en el razonamiento informal las premisas pueden ser modificadas a medida que llega nueva información a la mente.

Debido a estas diferencias, Perkins ha afirmado que los resultados obtenidos con tareas de razonamiento formal no deben generalizarse a situaciones de razonamiento informal.

Para Shaw (1996) existen al menos tres características que distinguen un argumento informal de un argumento formal. La primera de ellas es que aunque dichos argumentos contienen premisas y conclusión no suelen estar explícitamente demarcadas. Como hemos visto en el capítulo 1, en un argumento formal existe una demarcación clara entre premisas y conclusión. Segundo, aunque en los argumentos informales se pueden realizar inferencias deductivas e inductivas, son estas últimas las que prevalecen. Es decir, los argumentos informales raramente se basan exclusivamente en inferencias deductivas. Tercero, este tipo de argumentos se suele usar mayoritariamente en situaciones en las que existen razones que justifican la conclusión y razones que la deslegitimizan. Sin embargo, Shaw, a diferencia de Perkins, considera que los procesos que subyacen al razonamiento formal y al razonamiento informal son prácticamente los mismos.

1.1. Principales resultados experimentales

En comparación con el razonamiento formal, en el razonamiento informal se han realizado pocas investigaciones experimentales. Esta falta de interés se puede justificar debido a los problemas metodológicos que entraña su estudio. Así, mientras en una tarea de razonamiento formal (por ejemplo, los silogismos) el experimentador puede controlar la dificultad, el tipo de contenido, la estructura del problema, etc., estas manipulaciones en tareas de razonamiento informal o cotidiano difícilmente están bajo el control del experimentador¹. En este sentido, los investigadores han preferido apostar por la validez interna frente a la validez ecológica. Sin embargo, aunque algunos investigadores cognitivos han empezado a preocuparse por este tipo de investigación, también es cierto que los intentos experimentales en el estudio del razonamiento cotidiano siguen siendo escasos.

Dentro de este campo se han realizado básicamente dos líneas de investigación. Una de estas lí-

neas se ha centrado en el estudio de las argumentaciones que las personas dan a favor o en contra de determinadas situaciones cotidianas que difícilmente tendrán que resolver, por ejemplo, decidir por qué se deben subvencionar las escuelas, los hospitales, etc. (Kuhn, 1991; Perkins, 1989). La segunda línea de investigación se ha centrado en estudiar cómo las personas solucionan determinados problemas en su vida laboral (Scribner, 1986; Wagner y Sternberg, 1986).

En cuanto a la primera línea de investigación se han encontrado dos resultados generales: cuando las personas razonan sobre problemas cotidianos a los que se tienen que enfrentar generan argumentos que se caracterizan por ser incompletos (incompletud) y estar sesgados (Perkins, Farady y Bushey, 1991). Es decir, las personas, a la hora de argumentar sobre estos problemas cotidianos, no tienen en cuenta toda la información necesaria. Por ejemplo, a la hora de decidir si se debe o no legalizar el consumo de drogas habría que tener en cuenta aspectos legales, de seguridad y sanitarios. Por lo general, las personas, a la hora de argumentar sobre este tópico y otros parecidos, fundamentan sus argumentos teniendo en cuenta sólo uno de estos aspectos. Es decir, algunas personas concluyen que se deberían legalizar las drogas ya que con este tipo de medida se solucionarían los problemas de seguridad ciudadana. Sin embargo, no sólo no tienen en cuenta los otros factores mencionados, sino que además hay países en los que, estando legalizadas las drogas, los problemas de seguridad ciudadana siguen estando presentes. Asimismo, se ha observado que si los juicios iniciales de las personas están a favor del consumo de drogas, generan más argumentos a favor de sus juicios iniciales que en su contra. Sucede lo mismo cuando los juicios iniciales de las personas están en contra del consumo de drogas.

Quizá uno estaría tentado a pensar que un mayor nivel cultural podría ayudar a las personas a generar conclusiones basadas en argumentos a favor (argumentos de mi lado) y en contra (argumentos del otro lado) de sus juicios iniciales. Los resultados

¹ En Galotti (1989) se presentan más detalladamente las principales diferencias entre argumentos informales y formales.

de Perkins y col. (1991) desmienten este hecho. Estos autores encontraron que personas con distinto nivel cultural generan más argumentos en los que se priman los argumentos que van a favor de sus juicios iniciales. Estos resultados han llevado a determinados autores a afirmar «que el pensamiento cotidiano no sólo no es muy bueno, sino que no mejora demasiado con la educación, la maduración o la experiencia de la vida» (Garnhan y Oakhill, 1996, p. 283). Esta conclusión arroja un panorama sombrío para las capacidades racionales del ser humano. Sin embargo, no deberíamos dejarnos llevar por esta conclusión, ya que en algunas investigaciones (Kuhn, 1991) se ha encontrado que aquellas personas que han recibido una educación en la que se valora la objetividad y la crítica (como por ejemplo, la filosofía), elaboran conclusiones sobre asuntos cotidianos menos sesgados y con mayor grado de completud.

La segunda línea de investigación que se ha realizado sobre problemas cotidianos se ha centrado en cómo las personas resuelven determinados problemas que están relacionados con el trabajo que ellos desempeñan. Por ejemplo, se ha estudiado el tipo de cálculo aritmético que realizan en sus transacciones económicas (Carragher, Carragher y Schliemann, 1985; Lave, 1988; Lave, Murtaugh y de la Rocha, 1984; Rogoff, 1984) o cómo preparan los pedidos de determinados productos (Scribner, 1984). En general, los resultados de estas investigaciones han mostrado que las personas no usan procedimientos formales, sino que generan estrategias personalizadas. Carragher, Carragher y Schliemann (1985) encontraron en una población de niños vendedores que a la hora de calcular el precio de varios productos éstos inventaban procedimientos aritméticos distintos, pero igual de eficaces, a los que se suelen enseñar en la escuela. Por ejemplo, en la escuela, cuando debemos calcular el precio de varias unidades, multiplicamos el precio de una unidad por el total de unidades y obtenemos el resultado. De forma que si tenemos 5 cocos y sabemos que cada coco vale 9 euros, multiplicamos 5×9 (precio de una unidad por el total de unidades) y de esta forma sabemos cuál es el precio a pagar. En cambio, Carragher y col. (1985) encontraron que algunos niños vendedores

preferían sumar de forma parcial las unidades (por ejemplo, sumar el precio de tres unidades —27 euros— y luego volver a repetir dicha operación). Scribner (1984) encontró resultados parecidos a los de Perkins, pero en este caso la muestra eran sujetos adultos que realizaban repartos. Como en el caso anterior, estos repartidores, a la hora de realizar cálculos de multiplicación, los sustituían por cómputo de sumación y sustracción. Estas investigaciones y otras que se han desarrollado en este campo podrían hacernos pensar, como ya lo ha hecho Mayer (1992), que las investigaciones que se realizan en los laboratorios de psicología son estériles, ya que en la vida real las personas razonan de forma distinta. Quizá sea cierto que las estrategias que se siguen en la resolución de los problemas de la vida cotidiana sean difíciles de apresar en tareas de laboratorio, pero esto no implica que ambos tipos de actividad se lleven a cabo mediante distintos procesos cognitivos. Asimismo, estos resultados no desdichan que las personas estén usando determinados procedimientos (reglas de inferencias, modelos mentales, etc.), sino que pueden estar usando determinadas estrategias a la hora de solucionar determinados problemas.

Una línea de investigación reciente, y quizás bastante esperanzadora (al menos desde el punto de vista experimental), es la iniciada por Victoria Shaw (1996). Esta autora ha estudiado los procesos cognitivos implicados en el razonamiento de actividades cotidianas, como por ejemplo la evaluación de argumentos de noticias periodísticas o revistas. Shaw realizó una serie de experimentos en los que se investigaban los diferentes tipos de objeciones que las personas formulan cuando se les presentan argumentos informales. La autora obtuvo dos resultados de interés que pasamos a comentar. Primero encontró que las personas formulaban más objeciones basadas en aserciones que objeciones basadas en argumentos u objeciones basadas en alternativas. En la tabla 9.1 se presenta uno de los textos utilizados por la autora (Shaw, 1996, p. 77), así como posibles tipos de objeciones. Las objeciones basadas en aserciones son aquellas en las que las personas cuestionan la verdad de las premisas o de la conclusión. En la tabla

9.1 podemos observar un tipo concreto de objeción basada en la aserción. Las objeciones basadas en argumentos son las objeciones que las personas elaboran en función de si las premisas de un argumento apoyan o implican una determinada conclusión. Es decir, son objeciones sobre la validez o la fuerza del argumento. Por último, las objeciones basadas en alternativas son aquellas objeciones que las personas elaboran cuando consideran que un argumento no contiene información suficiente para poder determinar la verdad o la utilidad de la conclusión. Otro resultado de interés encontrado por Victoria Shaw fue que las personas obtenían mejores resultados cuando las instrucciones hacían hincapié en la distinción entre premisas y conclusión que cuando no se hacía. Más adelante se volverá sobre esta investigación.

1.2. Principales modelos de razonamiento cotidiano

Dentro de este apartado se expondrán dos de las principales teorías actuales sobre razonamiento cotidiano. Una de ellas es la teoría de Collins y Michalsky (1989), que postula que las personas usan un tipo determinado de reglas de inferencia. La otra

teoría que comentaremos es la teoría de los Modelos Mentales (Johnson-Laird y Byrne, 1991).

1.2.1. Modelos de reglas formales de inferencia

Collins y Michalsky (1989) han elaborado un sistema formalizado basado en reglas de inferencia, diferentes a las de la lógica clásica, para explicar los procesos implicados en razonamiento cotidiano. Este modelo se caracteriza por usar reglas asociadas a determinados parámetros. Entre las principales reglas están la de generalización, especialización, similitud y desimilitud. Estas reglas se usan en función del tipo de relación que hay entre los conceptos. Cuando los conceptos mantienen relaciones jerárquicas se usan las reglas de generalización o especialización, mientras que cuando los conceptos mantienen relaciones entre los nodos de una jerarquía (relaciones de lateralidad) se usan las reglas de similitud o desimilitud. Un ejemplo de una relación jerárquica es la que podemos encontrar entre la categoría «pollo» y «ave». Esta relación es jerárquica porque la categoría de los «pollos» está incluida en la categoría de orden superior de las «aves». Una relación de lateralidad es la que

TABLA 9.1

Ejemplo de los textos usados por Shaw (1996) en su primer experimento. Se presentan además ejemplos de los distintos tipos de aserciones

La incidencia de embarazos juveniles en Estados Unidos puede ser descrita como una crisis de salud pública. La detención de esta epidemia de niños teniendo niños ha sido difícil por numerosas razones, entre ellas el hecho de que muchos jóvenes fracasan a la hora de usar la píldora anticonceptiva, condones u otros métodos anticonceptivos. Norplant puede ser la respuesta al menos para las chicas que desean elegir un método anticonceptivo de larga duración. Una píldora implantada bajo la piel puede liberar hormonas anticonceptivas durante cinco años. Aunque el coste de Norplant puede parecer alto, es menor que el subvencionar el consumo de la píldora durante cinco años, y es una sabia inversión de los fondos públicos. Por lo tanto, el sistema escolar debería ofrecer Norplant en clínicas de salud asociadas con las escuelas públicas.

- *Objeciones basadas en aserciones.* El argumento no apoya lo que parece ser una manifestación fuerte de una crisis de salud pública ¿Por qué? ¿Hay tres millones de embarazos juveniles al año?
- *Objeciones basadas en el argumento:* El argumento salta desde defender el uso de anticonceptivos a su distribución mediante dinero público. Un gran salto.
- *Objeciones basadas en las alternativas:* Norplant puede conducir a la promiscuidad y, entonces, ayudaría a extender el SIDA y otras enfermedades de transmisión sexual.

podemos encontrar entre las categorías de «canario» y «gorrión». En este caso ambas categorías están al mismo nivel conceptual. No podríamos incluir una en la otra. En todo caso, sí podríamos incluir a las dos en una categoría superior, como por ejemplo ser pájaros.

La regla de especialización es aquella que nos permite concluir que un determinado objeto posee un atributo determinado porque se parte de una premisa en la que se afirma que ese objeto pertenece a una categoría que posee dicho atributo. Por ejemplo, si partimos de la premisa de que «las aves tienen mollejas», y sabemos que los pollos son miembros de esa categoría, podemos concluir que «los pollos tienen mollejas». Como podemos observar, la utilización de esta regla permite la elaboración de inferencias deductivas.

La regla de la generalización es la inversa de la regla de la especialización. Esta regla nos permite concluir que una categoría posee un atributo porque conocemos que un miembro de esa categoría posee ese atributo. Por ejemplo, conociendo que «los pollos tienen mollejas» y que los «pollos son miembros de la clase de las aves», uno concluiría que «las aves tienen mollejas». En este caso, la inferencia que se puede extraer aplicando esta regla es de tipo inductivo.

Las reglas de similitud y desimilitud permiten elaborar inferencias entre nodos comparables en una jerarquía. Por ejemplo, si sabemos que en Inglaterra crecen los narcisos y las rosas, podríamos inferir que en Holanda también crecen estas flores, pues comparten las mismas características climáticas. Sin embargo, inferiríamos que en Marruecos estas flores no crecerían, pues la climatología es muy diferente. Mientras que la primera de estas inferencias se hace en función de la similitud compartida, la segunda inferencia se extrae a partir de las características no compartidas.

A su vez, cada una de estas reglas lleva asociada determinados tipos de variables o parámetros que afectan a la certeza de la inferencia². Algunos

parámetros son comunes a todas las reglas, como por ejemplo el grado de creencia que una persona tiene de que la premisa o las premisas son verdaderas. Por ejemplo, el grado de creencia sería alto para la premisa «los pollos tienen mollejas», mientras que para la premisa «los pollos tienen agallas» sería nulo o muy bajo. Otros parámetros que acompañan a las reglas son específicos de cada regla. Las reglas de especialización y de generalización llevan asociadas parámetros relativos a la tipificación y a la dominancia, mientras que las reglas de similitud y desimilitud llevan asociadas parámetros relativos a la similaridad. A la hora de realizar una inferencia, según Collins y Michalski (1989), el grado de tipicidad que hay entre las variables de la premisa va a determinar la certeza de ésta. Las investigaciones de Osherson y col. (1990) y las de Sloman (1993) muestran que el grado de confianza en los juicios inductivos a partir de categorías se ve afectado de forma importante por el grado de tipicidad de los conceptos (véase capítulo 6). Desde este punto de vista, nuestra inferencia será más cierta si la generalización que hacemos es entre un pájaro y un ave que entre un pollo y un ave, ya que los pájaros son más típicos de la categoría de las aves que los pollos. En cuanto a la similitud (véase capítulo 6), los trabajos de Rips (1975), Osherson y col. (1990) y Sloman (1993) nos han mostrado que cuando la similaridad entre los conceptos de las premisas (tigres y pumas) y de la conclusión es alta (lince), las personas aceptan como más probables estos argumentos que cuando la similaridad entre las premisas (tigres y pumas) y la conclusión es baja (jirafa). La dominancia refleja la proporción de miembros de un grupo que son miembros del subgrupo especificado en el argumento. Por ejemplo, en relación con las aves de corral, los pollos constituyen una alta representación de éstas, mientras que los patos constituyen una representación menor. Es decir, los pollos son más dominantes que los patos dentro de la categoría de las aves de corral. Veamos un ejemplo en el que,

² Aparte de estos parámetros, en el modelo de Collins y Michalski (1989) existen otros parámetros (como la probabilidad condicionada, la frecuencia, la multiplicidad del referen-

te, etc.) que afectan a los procesos inferenciales pero que no serán comentados en este capítulo.

según los autores (Collins y Michalsky, 1989, p. 4), una persona emite un juicio que se ve afectado por los parámetros de dominancia y tipicalidad.

Pregunta: ¿Está Uruguay en los Andes?

Respuesta: Yo confundo los países de Sudamérica. No estoy seguro, He olvidado donde está Uruguay en Sudamérica. Es una buena apuesta decir que está en la cordillera de los Andes porque hay muchos países ahí.

Según estos autores, la persona entrevistada llega a concluir que Uruguay está en los Andes debido a que conoce que muchos países de Sudamérica están en los Andes (hay 7 de los 9 países de habla hispana) y a que sabe que Uruguay es un país típico de Sudamérica. Por lo tanto, la dominancia quedaría reflejada en el hecho de que la persona evaluada sabe que hay muchos países sudamericanos que están en los Andes, mientras que la tipicalidad quedaría recogida en el conocimiento de que Uruguay es un país típico de Sudamérica. Veamos un ejemplo en el que los parámetros de similaridad y desimilaridad afectan al juicio que una persona elabora a partir de una pregunta.

Pregunta: ¿Pueden los gansos graznar?

Respuesta: No, un ganso se parece a un pato pero no es un pato. Él puede graznar, pero decir que puede hacer quack... No, pienso que sus cuerdas vocales son diferentes. Ellos tienen un pico y otras cosas, pero no, ellos no pueden hacer quack.

En cierta parte de la respuesta podemos observar cómo las conclusiones que la persona entrevistada va extrayendo vienen determinadas por las relaciones de similitud encontradas entre «patos y gansos». Por ejemplo, los comentarios de «se parece a un pato» o «tiene un pico y otras cosas» nos muestran que la persona entrevistada está teniendo en cuenta ciertas características compartidas entre ambos conceptos. Asimismo, también podemos ob-

servar que algunas conclusiones se basan en las disimilitudes encontradas (pienso que sus cuerdas vocales son distintas) entre ambos conceptos.

Entre las principales limitaciones del modelo de Collins y Michalsky está el que, con las actuales reglas, no puede explicar los resultados referidos a objeciones obtenidos por Shaw (1996). Además, tal y como está formalizado, este modelo sólo se aplica a ciertas inferencias como las espaciales, temporales y de meta-conocimiento.

1.2.2. Teoría de los Modelos Mentales

A diferencia de las teorías comentadas en este capítulo, la teoría de los Modelos Mentales ofrece un cuerpo teórico único que permite explicar los procesos implicados en el razonamiento formal e informal. Como ya se ha comentado en los capítulos previos (véase capítulo 1), la teoría de los Modelos Mentales (Johnson-Laird y Byrne, 1991) propone que las personas, cuando razonan, usan su conocimiento del mundo para imaginar las situaciones que se describen en las premisas y extraen o evalúan una conclusión inicial basada en lo que es verdadero en estas situaciones. Si son prudentes, tratan de imaginar situaciones en las que las premisas son verdaderas y la conclusión falsa.

A diferencia del modelo de Collins y Michalsky (1989), la teoría de Modelos Mentales nos ofrece una explicación del patrón de datos obtenido por Shaw (1996). Como se recordará, uno de los resultados encontrados por Shaw es que las personas, cuando evalúan argumentos informales, formulan más objeciones basadas en aserciones (no aceptar el argumento porque se cuestiona la verdad de la premisa o la verdad de la conclusión del argumento) que objeciones basadas en argumentos (no aceptar el argumento porque no se deduce válidamente) u objeciones basadas en alternativas (no aceptar el argumento porque no están presentes todas las premisas necesarias que apoyan la conclusión; experimento 1). Asimismo, también se encontró que las personas daban más respuestas correctas y empleaban menos tiempo en responder cuando hacían objeciones basadas en aserciones que cuando daban

respuestas basadas en argumentos (experimento 2). Según la teoría de los Modelos Mentales, las personas, cuando elaboran objeciones basadas en aserciones, construyen un modelo del argumento y consideran si las premisas y la conclusión son verdaderas. Si los modelos iniciales son plausibles entonces no es necesario considerar modelos alternativos. Las objeciones basadas en argumentos son menos frecuentes y las personas tardan más que en las objeciones basadas en aserciones porque éstas son más difíciles de generar, ya que implican un mayor número de procesos cognitivos. En esta situación, para poder hacer objeciones las personas deben imaginar simultáneamente los modelos en los que las premisas y la conclusión son verdaderas junto a los modelos en los que las premisas son verdaderas y la conclusión falsa. Es decir, las personas necesitan evaluar la proporción de modelos en los cuales la conclusión es verdadera. Como ya hemos comentado previamente, esta tarea es demandante en términos de recursos cognitivos.

Asimismo, para la teoría de Modelos Mentales, las objeciones basadas en alternativas son más difíciles que las objeciones basadas en aserciones. Esto es debido a que las personas, para realizar estas objeciones, deben imaginar situaciones adicionales las cuales no están presentes en el argumento. Por lo tanto, la teoría de los Modelos Mentales predice que hay un patrón de dificultad para este tipo de objeciones. Los resultados de Shaw (1996) confirmaron estas predicciones. En dicha investigación, la autora encontró que las personas generaban más objeciones basadas en aserciones (54 por 100; experimento 1) que basadas en argumentos (24 por 100) o en alternativas (22 por 100).

El otro resultado de interés que se encontró en la investigación de Shaw fue que cuando las instrucciones de la tarea llevaban a las personas a que diferenciases las premisas de la conclusión, éstas elaboraban muchas más objeciones basadas en argumentos que cuando carecían de estas instrucciones. Este dato indica que las personas no suelen realizar esta distinción, lo cual permite explicar la debilidad de muchos razonamientos cotidianos con los que nos encontramos. Para la teoría de los Modelos Mentales, poder identificar las premisas y

la conclusión permite que las personas puedan representarse estos componentes separadamente. Esta separación, a su vez, hace que se pueda evaluar la proporción de modelos de las premisas en las que la conclusión es verdadera. En ausencia de esta separación (premisa y conclusión), pocas objeciones basadas en argumentos pueden ser llevadas a cabo.

2. CREATIVIDAD

La creatividad es un concepto que tiene múltiples interpretaciones. M. Boden (1994) apunta que en nuestra sociedad han predominado básicamente dos enfoques: inspiracional y romántico. En el enfoque inspiracional se asume que la creatividad es algo misterioso, algo divino, mientras que en el enfoque romántico se postula que es una característica que está presente sólo en algunas personas. A pesar de que ambos enfoques difieren acerca de la etiología de la creatividad, los dos postulan la premisa de que la creatividad no puede ni debe ser estudiada científicamente. Esta postura ha sido predominante, en general, en la sociedad occidental. Hoy día, y gracias a la ciencia cognitiva, comienza a aflorar una visión distinta de la de antaño. Para la psicología cognitiva, la creatividad es una actividad que puede y debe ser estudiada científicamente (enfoque computacional). Sin embargo, las cosas no son tan sencillas, pues la pregunta ¿qué es ser creativo? o ¿qué es un resultado creativo? es una cuestión que trasciende las metas del psicólogo cognitivo experimental. Es la sociedad la que define lo que se considera creatividad. En este sentido, Garnham y Oakhill (1996) señalan que «no es posible formular una explicación puramente cognitiva de la creatividad, ya que el que un producto sea creativo o no depende del entorno en que se creó» (p. 270). Por lo tanto, la labor del psicólogo cognitivo en esta área consiste en explicar qué procesos cognitivos están implicados en la elaboración de resultados nuevos o creativos y no en decidir qué es un resultado creativo. Y la mejor forma para acceder a cómo operan estos procesos es la de modelarlos (Boden, 1991; Garnham y Oakhill, 1996; Johnson-Laird, 1993). Nuestro acercamiento a este tópico se hará desde el enfoque computacional, y a la hora de defi-

nir qué es la creatividad se tomará la propuesta de Johnson-Laird (1993, p. 240). Para este autor, una conducta creativa debe reunir las siguientes tres propiedades:

1. La conducta creativa parte de algunos elementos constituyentes que están determinados. Es decir, cualquier actividad creativa se fundamenta en algún tipo de conocimiento, no surge de la nada.
2. Los procesos creativos que subyacen a la conducta creativa, aunque no tienen una meta precisa, deben cumplir ciertas restricciones. Así, cualquier teorema matemático no puede violar los axiomas básicos sobre los que se fundamenta.
3. Un proceso creativo debe producir algo nuevo que no está construido por un proceso determinista. No todo lo nuevo es creatividad. Así, por ejemplo, podemos realizar algún tipo de cálculo matemático ($2.345,8 \times 231,92$) que antes no hubiésemos realizado, y no por ello es una conducta creativa.

2.1. Teorías psicométricas y biográficas

Dos han sido los intereses del enfoque psicométrico a la hora de abordar la creatividad. De un lado, las investigaciones realizadas (Cattell y Drevdahl, 1955; Drevdahl y Cattell, 1958; Mackinnon, 1962; Roe, 1952; Tardif y Sternberg, 1988) se han caracterizado por hacer una descripción de las características cognitivas, personales y motivacionales que acompañan a las personas creativas. El otro punto de interés ha sido la elaboración de tests que midiesen la creatividad (Barron, 1988; Getzels y Jackson, 1962; Torrance, 1966). Aunque estos estudios no dejan de tener cierto interés, al menos práctico, poco nos dicen acerca de los procesos mentales que subyacen al proceso creativo.

El enfoque biográfico y/o autobiográfico es otra fuente de información sobre cómo son las personas creativas. A diferencia del enfoque psicométrico, este enfoque permite obtener más información y de forma más directa, sobre todo en el enfoque auto-

biográfico. Uno de los resultados más novedosos es que parece no existir una relación estrecha entre creatividad e inteligencia. Asimismo, se ha encontrado que algunas personas que consideramos creativas (Einstein, Ramanujan, etc.) tuvieron un nivel de éxito escolar mediocre o incluso bajo. Desde un punto de vista experimental, la información que se puede extraer de los informes autobiográficos o biográficos es meramente orientativa sobre la actuación de los procesos cognitivos. Como Boden (1991) señala, algunas biografías de personas creativas no se ajustan a los hechos. Quizá desde este enfoque la idea más fructífera durante un tiempo fue la de Wallas (1926), que distinguió diferentes fases en el proceso de creatividad: preparación, incubación, inspiración y evaluación. Los estudios experimentales han sido poco concluyentes a este respecto (Murray y Denny, 1969; Patrick, 1935, 1937). Además, lo más importante es que esta forma de abordar la creatividad poco nos dice acerca de cómo ocurren los procesos cognitivos cuando se está germinando un producto creativo.

2.2. Modelos computacionales de creatividad: la teoría de la Imposibilidad y la teoría de los Modelos Mentales

Johnson-Laird (1987, 1993) postula que la creatividad es una actividad no determinista que puede ser entendida en términos computacionales. El interés de este autor es elaborar un modelo de creatividad que simule los procesos cognitivos que dan lugar a ideas que resultan nuevas para el creador. Que la nueva idea (que debe ser sorprendente, brillante y no banal) sea considerada como creativa o no es algo que está al margen de los objetivos de la psicología cognitiva. En cierta medida, el enfoque de Johnson-Laird de la creatividad es similar en algunos aspectos al de M. Boden (1991). Para ambos autores, una idea es creativa si una persona no la ha tenido con anterioridad. La cuestión que queda por resolver es cómo opera el sistema para producir este tipo de ideas. Según Johnson-Laird, existen dos fases diferenciadas en el proceso creativo: ge-

neración y evaluación. En la fase de generación el sistema utiliza el conocimiento que posee para generar una nueva representación. Durante esta fase existen restricciones que permiten al sistema llevar a cabo algunas combinaciones y no otras. Por ejemplo, durante la resolución creativa de un problema lógico el proceso generativo de nuevas ideas no puede transgredir los axiomas básicos; es decir, el resultado obtenido debe adecuarse a las reglas que operan en el sistema. Una vez generadas algunas ideas, el sistema debe seleccionar aquella, o aquellas, que le parecen más viables. Esta selección, a su vez, está constreñida por determinadas restricciones, de forma que se seleccionan una o varias conclusiones de las posibles que el sistema considere viables, en caso de que existan varias conclusiones posibles. Siguiendo con el ejemplo anterior, la resolución de un problema de lógica se puede conseguir de muchas maneras. Sin embargo, se considera que la conclusión obtenida con la mínima cantidad de reglas es la más creativa. En este caso particular, no se conocía que la persona ha sido creativa si esa persona no conocía la conclusión, y la importancia de este hecho sería aún mayor si nadie hubiese dado con esa conclusión. Como podemos observar en el modelo de Johnson-Laird, la creatividad se considera como un proceso de múltiples fases, en el que la persona va generando conclusiones parciales, eligiendo entre ellas, y volviendo a generar nuevas conclusiones hasta llegar a una conclusión final. Durante las primeras fases determinados factores determinan qué es lo que se puede hacer y qué es lo que no se puede hacer. En la fase final (selectiva) la persona debe seleccionar de entre las posibles conclusiones aquella que considera más creativa.

Johnson-Laird ha modelado dos tipos de conductas creativas musicales: la creación de secuencias de acorde y la de líneas de abajo. Estos programas han permitido al autor desmitificar la idea que tienen algunas personas, sobre todo músicos, de que las secuencias de acorde se pueden improvisar a medida que se está tocando y de que las personas pueden acceder introspectivamente a los procesos mentales que están interviniendo en la improvisación de líneas de abajo.

M. Boden (1991, 1994), al igual que Johnson-Laird, nos propone un modelo computacional de la creatividad. Su modelo se llama *teoría de la Imposibilidad* porque la autora considera que una idea es creativa si no es el caso de que una persona la hubiera podido tener antes. Es decir, una idea es creativa cuando no puede ser descrita y/o producida por el mismo conjunto de reglas generativas (las que determinan la estructura y los procesos de la mente) que han dado lugar a otras ideas conocidas. Por ejemplo, la frase «la tumbona está en lo alto de la montaña, a tres millas de las flores artificiales» (ejemplo tomado de Boden, 1994, p. 521) es una frase que quizás nadie nunca ha producido, pero esta frase no es creativa porque las personas la podrían haber elaborado previamente usando el sistema de reglas gramaticales que usan para crear otras frases. Un ejemplo que nos presenta Boden como paradigma de un acto de creatividad fue el descubrimiento de la estructura química del benceno por parte de Kekulé. En la época de este químico se consideraba que la estructura de los elementos químicos se basaba en cadenas de átomos de carbono. Sin embargo, Kekulé rompió con la ortodoxia al proponer que el benceno tenía una estructura en forma de anillo y no de cadena. Según Boden, esta nueva propuesta se considera un acto de creatividad porque la nueva idea implicaba no sólo una reconceptualización de las ideas de Kekulé (creatividad psicológica), sino además de las teorías químicas del momento (creatividad histórica). Ni las teorías químicas del momento ni los propios conocimientos químicos de Kekulé, al menos antes de tener esta idea, podían producir la nueva idea. Algunos autores cuestionan esta forma de conceptualizar la creatividad. Bundy (1994) encuentra que algunas pruebas matemáticas que son consideradas como productos creativos (al menos por los matemáticos) no implican una reestructuración del espacio conceptual, sino meramente una novedad.

Si es el caso que una idea es creativa cuando no pudo haber ocurrido antes porque no se disponía ni de los procesos computacionales ni de la estructura conceptual pertinente, la cuestión que queda por responder es cómo la mente humana puede producir estas ideas. Según Boden, se requiere que la mente

incorpore nuevas reglas generativas que cambien la estructura de la representación. ¿Pero cómo se lleva a cabo? Esto sucede cuando un sistema generativo de estructuras de conocimiento se convierte en un sistema que las describe. Este procedimiento se conoce como «redescripción representacional» y puede operar en múltiples niveles (Karmilff-Smith, 1986, 1990). Estos cambios permiten que el sistema cognitivo pueda ir transformando su espacio conceptual, y que dentro de este nuevo espacio conceptual pueda surgir una idea creativa. La cuestión con la que nos enfrentamos ahora es cómo se llevan a cabo estas transformaciones en el sistema generativo. Posteriormente volveremos sobre esta cuestión.

Para que una idea sea considerada creativa no basta con que el sistema cambie su espacio conceptual. Además se requiere que la persona reconozca que esa idea es nueva y diferente a las que poseía anteriormente. Por ejemplo, Copérnico, aunque supo de la posibilidad de que las órbitas de los planetas eran elípticas, jamás lo aceptó, mientras que Kepler sí lo hizo. Por ello, se reconoce a este último como el creador de esta nueva concepción planetaria. Es decir, no basta con que una persona tenga una idea, sino que además es preciso que aprecie su significación. Esta fase implica la intervención de dos procesos cognitivos: exploración y evaluación. La exploración permite que la nueva idea creativa sea comparada con alguna estructura mental preexistente, y la evaluación que la idea sea juzgada interesante.

Pero volvamos a la primera cuestión: ¿cómo el sistema cambia su espacio conceptual? A la hora de tratar este punto, Boden ha tomado como punto de referencia la teoría de Karmilff-Smith. Para Karmilff-Smith, las personas pueden cambiar su espacio conceptual cuando son capaces de representarse explícitamente sus representaciones implícitas (redescripción). El conocimiento implícito permite al sistema hacer cosas, pero sin tener conocimiento consciente de cómo se hacen. Esta autora ha observado que los niños de 4 o 5 años muestran bastantes dificultades para dibujar un hombre con dos cabezas. Los niños de 10 años no presentan esta dificultad. Esto se debe a que en los niños de 4 o 5 años sólo existe conocimiento implícito de la figura humana. Una vez que se activa este conocimien-

to implícito, el niño realiza las secuencias automáticamente sin poder alterarlas. Sólo cuando el niño adquiere conocimiento explícito acerca de esta habilidad es cuando puede introducir variaciones en las secuencias. La adquisición del conocimiento explícito permite que la persona use el conocimiento de un modo que no era posible con anterioridad. Por lo tanto, los cambios del espacio conceptual ocurren mediante un proceso de redescripción de información implícita en explícita.

La segunda cuestión que queda por resolver es que para que una idea sea creativa no basta con que la persona la tenga, sino que además debe ser consciente de su originalidad. Para ello se requiere que la persona explore su conocimiento previo y lo compare con sus nuevos conceptos, y, además, que aprecie su significación (valoración). Para Boden, al igual que para Karmilff-Smith, esto sucede cuando las personas poseen la capacidad de autorreflexión consciente. La autorreflexión consciente surge cuando el conocimiento implícito es redescrito como conocimiento explícito.

3. RESUMEN

Tanto el razonamiento cotidiano como la creatividad han sido áreas poco investigadas experimentalmente. Las dificultades asociadas a su estudio constituyen quizá el factor determinante del poco interés que los investigadores le han dedicado. Sin embargo, también es cierto que últimamente los investigadores cognitivos han comenzado a indagar la naturaleza de los procesos cognitivos implicados en estas manifestaciones del razonamiento. Tanto en el razonamiento informal como en la creatividad, en este capítulo nos hemos centrado en aquellas teorías de naturaleza computacional. En cuanto al razonamiento informal, se ha expuesto la teoría de Collins y Michalski (1989) y la teoría de Modelos Mentales (Johnson-Laird y Byrne, 1991). La diferencia fundamental entre ambas teorías es que la primera postula que las personas cuando razonan usan reglas formales de inferencia, mientras que la segunda asume que las personas usan modelos mentales que representan las distintas posibilidades en las que las

premisas y la conclusión son verdaderas. Los resultados de algunas investigaciones (Shaw, 1996) respaldan las predicciones de la teoría de Modelos Mentales. En cuanto a la creatividad, los intentos más prometedores nos los ofrecen la teoría de los

Modelos Mentales y la teoría de la Imposibilidad de M. Boden. Sin embargo, una mejor comprensión de los procesos implicados en el razonamiento cotidiano y la creatividad descansa en la realización de futuras investigaciones.



Toma de decisiones 10

La toma de decisiones hace referencia a situaciones en las que a la hora de elegir un curso de acción hemos de tener en cuenta la probabilidad de ocurrencia de un suceso (aunque no siempre esto debe suceder) con nuestros deseos e intereses. Existen situaciones en las que a la hora de tomar una decisión no necesariamente tenemos que tener en cuenta la probabilidad de ocurrencia de un evento. Por ejemplo, si alguien nos ofrece elegir entre un viaje a Marruecos o un cheque de 5.000 euros, nuestra decisión se articulará exclusivamente en función de nuestros deseos. Sin embargo, otras muchas situaciones se caracterizan porque nuestras decisiones no sólo dependen de nuestros deseos, sino además de la probabilidad de ocurrencia. Ejemplos típicos de estas situaciones son las decisiones que hemos de tomar cada mañana cuando nos dirigimos a nuestro trabajo y queremos evitar un atasco (desco). El elegir una ruta u otra para evitar un atasco depende de las probabilidades previas que uno conozca acerca de la densidad de tráfico en cada una de ellas.

En este capítulo, nuestro interés se centrará en el estudio de la toma de decisiones en situaciones tanto de riesgo como sin riesgo. Las situaciones de riesgo son aquellas en las que las personas conocen las probabilidades de ocurrencia de un evento pero desconocen el resultado real. Por ejemplo, la probabilidad de que saquemos un «rey» en una baraja española es de 0,08 (4/48). Sin embargo, no sabemos qué carta sacaremos en un momento determinado. La toma de decisiones sin riesgo hace

referencia a aquellas decisiones que se realizan en situaciones en las que no existe incertidumbre. Un ejemplo típico sería la disyuntiva que existe entre comprar un coche veloz que vale 50.000 euros frente a otro menos veloz que vale 35.000 euros. En esta situación no existe incertidumbre en cuanto al valor del coche y las características de cada modelo son conocidas (velocidad, consumo, cilindrada, etc.), es decir, todos los elementos de importancia que necesitamos a la hora de decidir cuál de los dos comprar están presentes. En este caso, la decisión dependerá de la importancia que le concedamos a la velocidad o al precio.

El capítulo que presentamos a continuación se ha estructurado en varios apartados. En un primer lugar se presentará el principal modelo normativo en toma de decisiones: el modelo USE (modelo de Utilidad Subjetiva Esperada). Este modelo se caracteriza porque propone el modo ideal (desde un enfoque racional) que debe seguir una persona para realizar sus tomas de decisiones de forma correcta. En un segundo apartado nos centraremos en el modelo descriptivo de la perspectiva (Kahneman y Tversky, 1979; Tversky y Kahneman, 1986, 1992). Este modelo se cataloga como descriptivo porque, a diferencia del modelo USE, se caracteriza porque nos dice cómo las personas realmente toman sus decisiones, y no cómo deberían comportarse para que fuesen consideradas racionalmente ideales. En el tercer apartado se presentarán varios modelos de tomas de decisiones que se diferencian de los modelos anteriores en que las personas han de tener en cuenta múltiples

atributos a la hora de tomar una decisión. En un primer momento abordaremos el modelo de utilidad multiaatributiva (Keeney y Raiffa, 1976), y posteriormente se abordarán el modelo de eliminación por aspecto (Tversky, 1972) y el modelo de satisfacción (Simon, 1955). Un aspecto sustancial que diferencia estos modelos es que el modelo de utilidad multiaatributiva es un modelo normativo, mientras que el modelo de eliminación por aspecto y el modelo de satisfacción son modelos descriptivos.

1. TEORÍA DE LA UTILIDAD SUBJETIVA ESPERADA

La teoría de la utilidad subjetiva esperada (Savage, 1954) es una teoría normativa sobre la toma de decisiones. Desde este enfoque se asume que la toma de decisión es una función entre la probabilidad subjetiva de que un acontecimiento ocurra y de su utilidad subjetiva. Por utilidad subjetiva se entiende el valor que la persona confiere al objeto seleccionado. Según esta teoría, las personas seleccionarán aquel objeto u objetos que maximizan el valor subjetivo esperado, es decir, seleccionaremos la opción que sea más útil para nosotros, esté conceptualizada en términos monetarios o en cualquier otro. Según este modelo, el valor subjetivo esperado puede ser conocido a partir de la fórmula siguiente:

$$SEU = \sum p_i U_i$$

Donde \sum es el sumario, p_i la probabilidad subjetiva del suceso i , y U_i la utilidad subjetiva del suceso i . Veamos con un ejemplo cómo opera esta fórmula. Imagínate que participas en un juego de dados. El juego consiste en que tú apuestas 10 euros en cada tirada y las condiciones de ganancia o pérdidas son las siguientes:

- Si sacas un par de 2, 3, 4 o 5 yo te daré 20 euros.

- Si sacas un par de 6 te doy 50 euros.
- Si sacas un par de 1 ganas 100 euros.
- Si sale cualquier otra combinación yo me quedo con los 10 euros.

Veamos cuál es la utilidad esperada para cada una de estas tiradas. Para el par de 1, la probabilidad es de $1/36$ ¹ o 0,028. La utilidad esperada de esta apuesta se obtiene multiplicando esta probabilidad por la ganancia o utilidad que se obtendría:

$$SEU1 = 100 \times 0,028 = 2,8$$

Es decir, por cada 10 euros que apuestas por el par de 1 obtienes o esperas ganar 2,8 euros. Con relación al resto de las apuestas tenemos que para el par de seis la utilidad esperada es de $50 \times 0,028 = 1,4$; y para cada uno de los otros pares es de $20 \times 0,028 = 0,56$. Y la utilidad esperada para todas las opciones es de 6,3 euros por cada 10 euros apostados. Conociendo estos datos, sería mejor que abandones el juego antes de que comience, ya que a la larga perderás más dinero del que puedes ganar.

Con el objeto de conocer un poco más sobre este modelo teórico vamos a presentar los principales supuestos sobre los que se articula la teoría de la utilidad subjetiva esperada:

1. Dominancia. Si una opción es mejor que otra en una situación y al menos tan buena como en el resto de las situaciones, entonces la opción dominante debe ser elegida.
2. Invarianza. Este principio postula que la relación entre las preferencias no debe depender del procedimiento utilizado. Si alguien prefiere A a B, seguirá prefiriendo A independientemente del orden de presentación (A o B; B o A).
3. Transitividad. Las preferencias son transitivas, de forma que si uno prefiere el resultado A al resultado B, y si prefiere el resultado B al resultado C, entonces prefiere el resultado A al resultado C.

¹ Hay seis caras en cada dado, por lo que hay un sexto de posibilidad de que un número aparezca. Con dos dados la pro-

habilidad de que salga el mismo número en ambos dados es de $1/6 \times 1/6$ (que es lo mismo que $1/36$).

4. Cancelación. Este principio ha sido capturado mediante propiedades formales diferentes a través de los axiomas de independencia (Luce y Krantz, 1971) y de la cosa segura (Savage, 1954).

- a) Independencia. Según este principio, si un resultado es común a varias opciones entonces nuestra decisión no debe verse afectada por dicho resultado. Por ejemplo, si por 15.000 euros podemos comprar un coche o una moto, el precio no debe ser un factor que afecte a nuestra elección.
- b) Cosa segura. Si uno prefiere el resultado A al resultado B en cualquier situación, entonces uno debe preferir el resultado A al resultado B aun cuando uno no sepa en que situación está. Por ejemplo, si alguien prefiere ir de vacaciones al continente africano (A) que al continente europeo (B), tanto cuando hace calor como cuando no hace calor, entonces preferirá ir al continente africano aun cuando no sepa si hace calor o no lo hace.

Para los defensores de la postura normativa, estos principios son los que deben regir a la hora de tomar nuestras decisiones. A primera vista todos estos principios parecen bastante razonables y de sentido común. Sin embargo existen evidencias experimentales que muestran que las personas no siempre los tienen en cuenta.

Una de las primeras investigaciones que se realizaron con el objeto de comprobar si las personas tenían en cuenta estos principios cuando tomaban decisiones fue la realizada por Allais (1953). Antes de comentar este resultado se te presentará un juego con dos fases. En la primera fase se plantea que debes elegir una de las dos siguientes opciones:

- Opción A: si tomas esta opción puedes ganar 1.000 euros sin riesgo de pérdida.
- Opción B: si tomas esta opción tienes una probabilidad de 0,94 de ganar 1.000 euros,

pero además tienes una probabilidad de 0,05 de ganar 5.000 euros. Sin embargo existe una probabilidad de 0,01 de no ganar nada.

¿Qué opción elegiría?

Posiblemente hayas optado por la opción A, que es la opción que de forma mayoritaria eligieron los sujetos que participaron en el experimento de Allais (1953). Es decir, has optado por la opción que reporta menos dinero pero es más segura.

En la segunda fase se te pide que selecciones una de las dos siguientes opciones:

- Opción A: si tomas esta opción tienes un 0,06 de probabilidad de ganar 1.000 euros y una probabilidad de 0,94 de no ganar nada.
- Opción B: si tomas esta opción tienes una probabilidad de 0,05 de ganar 5.000 euros y una probabilidad de 0,95 de no ganar nada.

¿Qué opción elegiría?

Quizá haya elegido la opción B. Si lo has hecho te habrás comportado como los sujetos que participaron en el experimento de Allais (1953). Si tus elecciones presentan este patrón (opción A en la fase 1 y opción B en la fase 2) entonces estarías violando el principio de independencia. Para que tus elecciones no violen el principio deberías elegir bien la opción A en ambos casos o bien la opción B en ambos casos (una u otra opción dependerá del valor que des al riesgo a la certidumbre).

Con el objeto de facilitar la comprensión de este problema, veamos cuál es la utilidad esperada en cada fase para cada opción. Empezaremos por la primera fase. En la tabla 10.1 aparecen los valores para cada opción y para cada fase. Si se observa la tabla 10.1 podemos ver que con una probabilidad de 0,89 se pueden ganar 1.000 euros en ambas opciones (A y B). Si eliminamos esta posibilidad compartida nos queda que en la opción A hay una probabilidad de 0,11 de ganar 1.000 euros y en la opción B hay una probabilidad de 0,10 de ganar 5.000 euros y una probabilidad de 0,01 de no ganar nada. Por lo tanto, la utilidad esperada sería para la opción A:

$$(0,11) \times (1.000)$$

Y para la opción B:

$$(0,10) \times (5.000) + (0,01) \times (0)$$

En este caso, las personas consideran que la utilidad esperada de la opción A es mejor que la de la opción B.

Veamos a continuación la utilidad esperada para la segunda fase. En este caso podemos observar que en ambas opciones existe una probabilidad de 0,89 de no ganar nada. Si eliminamos esta posibilidad compartida nos queda que en la opción A hay una probabilidad de 0,11 de ganar 1.000 euros, mientras que en la opción B hay una probabilidad de 0,10 de ganar 5.000 euros y una probabilidad de 0,01 de no ganar nada. Por lo tanto, la utilidad esperada para la opción A es:

$$(0,11) \times (1.000)$$

mientras que para la opción B es:

$$(0,10) \times (5.000) + (0,01) \times (0)$$

Como podemos observar, la utilidad esperada para ambas opciones en la fase 2 es igual que en la fase 1 para ambas opciones. Pero en esta segunda fase las personas consideran que la utilidad esperada de la opción B es mejor que la utilidad esperada de la opción A. Por lo tanto, este resultado viola el principio de independencia. Recordemos que este principio nos dice que si el resultado es el mismo para varias opciones éste no debe afectar a la decisión. Sin embargo, en este ejemplo podemos ver que ante un mismo resultado las personas seleccionan de forma distinta en función de cómo se plantea el problema. Este resultado nos muestra que las personas tienen en cuenta la relación que hay entre probabilidad y ganancia y no sólo el valor absoluto de su producto, como postula SEU.

Ellsberg (1961) nos presenta otra investigación en la que el patrón de respuesta de las personas supone una violación del principio de independencia. En la investigación de Ellsberg (1961), a diferencia de la investigación de Allais (1953), las personas debían elegir opciones que implicaban opciones de

TABLA 10.1

Experimento que muestra que las personas están violando el principio de independencia (Allais, 1953)

	Probabilidad de ganar	Cantidad a ganar
Fase 1		
Opción 1	1,0	1.000 euros
Opción 2	0,1	5.000 euros
	0,89	1.000 euros
	0,01	0 euros
Fase 2		
Opción 1	0,11 0,89	1.000 euros 0 euros
Opción 2	0,10 0,90	5.000 euros 0 euros

riesgos u opciones de incertidumbre. Una situación es de riesgo cuando conocemos la probabilidad de su ocurrencia. Por ejemplo, la probabilidad de sacar cara en una moneda es 0,5. Una situación es incierta cuando no sabemos cuál es su probabilidad de ocurrencia. En esta investigación se encontró que las personas preferían las situaciones de riesgo a las inciertas. Ellsberg llamó a este patrón de datos «efecto de la ambigüedad».

Veamos en qué consistía el experimento de Ellsberg. Este autor planteó a un grupo de personas la siguiente situación. Les dijo que dentro de una bolsa opaca había 90 bolas, de las cuales 30 eran rojas y las sesenta restantes eran o negras o amarillas (en proporciones desconocidas). Además, se les decía que si la bola era roja o negra ganaban 30 dólares y si era amarilla no ganaban nada (véase tabla 10.2). La mayoría de las personas preferían la bola roja a la bola negra. En esta situación, la probabilidad de sacar una bola roja es de 1/3, mientras que la de sacar una bola negra oscila entre 0 y 2/3. En este caso, aunque no sabemos cuántas bolas negras o amarillas hay en la bolsa, si la decisión se hiciese al azar a largo plazo la proporción sería mitad y mitad; es decir, 30 bolas negras y 30 amarillas. Por lo tanto, el valor previsto de las dos elecciones (roja o negra) es el mismo, es decir, 1/3.

En una segunda fase del juego se dijo a las personas que participan en dicho experimento que si además sacaban la bola amarilla ganarían 30 dólares. En este segundo caso, la gente prefirió la bola negra a la roja. Según USE, nuestra elección debería ser indiferente en ambos casos, ya que el valor esperado de cada resultado es el mismo. En esta segunda fase la probabilidad de sacar dichas bolas no se ha modificado ($1/3$). Los resultados, sin embargo, muestran que la elección de la alternativa se ve afectada por un resultado (bola amarilla) que es constante en ambos casos.

Con el objeto de someter a prueba el principio de la cosa segura (Savage, 1954), Tversky y Shafir (1992) llevaron a cabo una investigación. Como se recordará, este principio postula que si uno prefiere el resultado A al resultado B en cualquier situación, entonces uno debe preferir el resultado A al resultado B aun cuando uno no sepa en qué situación está. Tversky y Shafir (1992), en su investigación, pidieron a las personas que se imaginasen que habían realizado un examen. Asimismo se les comunicó que podían comprar un paquete de vacaciones para ir a Hawái a un precio muy barato. Posteriormente, a un grupo de personas se le dijo que había aprobado, a otro grupo que había suspendido y a otro grupo se

le dijo que no se sabía si había aprobado o suspendido. Los resultados obtenidos mostraron que la mayoría de las personas de los dos primeros grupos (pasaron el examen o suspendieron el examen) optaron por comprar el paquete de vacaciones, mientras que sólo el 32 por 100 de los sujetos del último grupo lo compraron. Lo curioso de este resultado es que las personas que participaban en el experimento preferían ir de vacaciones a Hawái que quedarse en casa, tanto si suspendían como si aprobaban. Sin embargo, cuando no conocían si habían aprobado o suspendido, de forma mayoritaria optaban por postergar la decisión. Tversky y Shafir han llamado a este patrón de preferencias «efecto disyuntivo», que como hemos comentado cuestiona uno de los principios de la teoría de la utilidad esperada. Shafir y Tversky (1992) apuntan que este efecto podría explicar el patrón de datos obtenido en determinadas tareas de razonamiento deductivo (por ejemplo, la tarea de Wason) y en determinadas tareas de resolución de problema (como los dilemas). Como ya hemos comentado en el capítulo 2, otros autores (Newstead, Girotto y Legrenzi, 1995) han incorporado este efecto para explicar el patrón de datos obtenidos en el problema THOG. Algunos autores han sido sensibles a estos resultados y han elaborado modelos normativos en los que no está presente el principio de la cancelación (Allais, 1979; Machina, 1982; Fishburn, 1983, etc.).

Otro de los principios que han sido cuestionados es el principio de transitividad. Tversky (1969) nos presenta una investigación en la que se observa que las personas no siguen este principio. En vista de estos resultados, algunos autores han formulado modelos normativos en los que no están presentes ni el principio de transitividad ni el de cancelación (Bell, 1982; Fishburn, 1984; etc.). Aunque estos principios pueden ser cuestionados como principios básicos en los modelos normativos de toma de decisión, lo que parece incuestionable es que el principio de invarianza y el principio de dominancia son las piedras angulares sobre las que se articula cualquier teoría normativa sobre toma de decisiones. Sin embargo, y como veremos a continuación, las personas no siempre toman sus decisiones en función de estos principios.

TABLA 10.2

Experimento que muestra que las personas están violando el principio de independencia (Ellsberg, 1961)

	Número de bolas		
	30		60
	Rojas	Negras	Amarillas
Fase 1:			
Opción a	30	0	0
Opción b	0	30	0
Fase 2:			
Opción a	30	0	30
Opción b	0	30	30

Varias investigaciones (McNeil, Pauker, Sox y Tversky, 1982; Tversky y Kahneman, 1981) han mostrado que las personas violan el principio de invarianza. Este principio postula que la relación entre las preferencias no debe depender del procedimiento utilizado. Tversky y Kahneman (1981) llevaron a cabo un experimento con dos grupos de personas sobre la aparición de una nueva enfermedad que en caso de propagarse podría matar a 600 personas. Al primer grupo de personas se les presentaron dos planes alternativos (A y B) para que eligiesen uno (véase tabla 10.3). En este grupo el problema fue planteado como ganancia (salvar vidas). Con el plan A se salvarían 200 personas y con el plan B habría un $1/3$ de probabilidades de que se salven las 600 personas y $2/3$ de que no se salven. La mayoría de las personas (76 por 100) optaron por el plan A. Al segundo grupo se le presentaron también dos planes que fueron planteados en términos de evitar pérdidas. Si se usa el plan C morirían 400 personas, mientras que si se usa el plan D hay $1/3$ de probabilidades de que no muera nadie y $2/3$ de que mueran las 600 personas. Sólo el 13 por 100 seleccionó el programa C como el plan más adecuado, mientras que el resto optó por el plan D. Como podemos observar en la tabla 10.3, los problemas son idénticos en los dos grupos: se salvan 200 personas y mueren 400. Para Tversky y Kahneman (1981), las elecciones de los sujetos están en función del tipo de presentación. Estos autores han llamado a este tipo de fenómeno efecto de construcción (*framing effect*). En uno de los problemas se habla de salvar vidas, mientras que en el otro se habla de evitar muertes. Según Kahneman y Tversky las personas no valoran de igual manera las ganancias que las pérdidas. Cuando se trata de ganancias, las personas son adversas al riesgo, mientras que cuando se trata de pérdidas las personas asumen riesgo para evitar pérdidas. Sin embargo, este patrón de datos no se da cuando la probabilidad de ganancia o pérdida es pequeña (Fishburn y Kochenberger, 1979; Kahneman y Tversky, 1979; Hershey y Schoemaker, 1980). Tversky y Kahneman apuntan (1981) que uno de los factores que contribuyen a la violación del axioma de la invarianza se debe a que el tipo de presentación del problema controla el tipo de representación de

las opciones, impidiendo que se apliquen los procesos automáticos que podrían presentar los resultados de las opciones en un mismo formato (por ejemplo, sólo porcentaje de personas que se salvan).

Como podemos observar, la teoría SEU es cuestionada en sus aspectos más fundamentales (sus principios), lo cual ha llevado a otros autores a proponer nuevos modelos psicológicos en la toma de la decisión. A continuación se presentará un modelo descriptivo que se ofrece como una teoría alternativa a la teoría SEU y que puede hacer frente a la mayoría de los resultados comentados hasta ahora.

2. TEORÍA DE LA PERSPECTIVA

La teoría de la perspectiva (Kahneman y Tversky, 1979; Tversky y Kahneman, 1986, 1992) es una teoría descriptiva, pero al igual que la teoría de la utilidad subjetiva (USE) considera que tanto la utilidad subjetiva como los juicios probabilísticos son factores sobre los que se articula la toma de decisiones.

TABLA 10.3

Experimento usado por Kahneman y Tversky (1981) en el que se muestra que las personas violan el principio de la invarianza

Imagínate que eres un oficial del gobierno y que debes enfrentarte con una nueva enfermedad. Los médicos estiman que podría matar a 600 personas. Hay dos programas disponibles.

Primer grupo. Versión de ganancias.

- Si se adopta el plan A se salvan definitivamente 200 personas.
- Si se adopta el plan B hay un $1/3$ de probabilidad de que se salven las 600 personas, y $2/3$ de probabilidad de que no puedan ser salvados.

Segundo grupo. Versión de pérdidas.

- Si se adopta el plan C mueren con total seguridad 400 personas.
- Si se adopta el plan D hay $1/3$ probabilidad de que nadie muera, y hay $2/3$ de probabilidad de que las 600 personas mueran.

Sin embargo, difiere de la teoría USE en varios aspectos. Uno de ellos es el concepto de utilidad y el otro el concepto de probabilidad. En cuanto al concepto de utilidad, la teoría de la perspectiva propone que ésta está formada por dos propiedades. Una de ellas es la idea de punto de referencia y la otra es la existencia de una relación no lineal entre la utilidad subjetiva y la del valor objetivo. En concreto se asume que la relación entre ambos componentes, es una función en forma de «S», que es algo que no debería suceder dentro de un modelo SEU.

El punto de referencia es entendido como el estado psicológico en el que uno se encuentra. Tanto las ganancias como las pérdidas siempre van referidas a este punto de referencia. Al incorporar el punto de referencia, el modelo de la perspectiva puede explicar por qué cuando un problema se presenta de forma diferente las personas cambian el patrón de elección, aun cuando el resultado sea el mismo. En otras palabras, si se cambia la perspectiva de la persona que va a tomar la decisión entonces es probable que el problema sea visto de otra manera.

Retómese el problema que aparece en la tabla 10.3. En este experimento pudimos observar que el patrón de resultados encontrados se debía a que las personas habían adoptado distintos puntos de vista en función de si el problema se presenta como ganancia o como pérdida. Cuando el problema se presenta como ganancia (salvar vidas) las personas evitan el riesgo, mientras que cuando el problema se presenta como pérdidas (evitar muertes) las personas prefieren arriesgarse. Según las personas adopten un punto de referencia u otro la elección de la persona será diferente, a pesar que ambos llevan al mismo resultado. Así, por ejemplo, no tiene la misma utilidad subjetiva una terapia que nos permite salvar $1/3$ de la vida de las personas que una terapia que nos asegura que morirán $2/3$ de las personas. En ambos casos morirán $2/3$ o se salvará $1/3$. Sin embargo, el punto de vista que adoptan las personas no les permite ver que el resultado final es el mismo. Por lo tanto, esta nueva propiedad del modelo de la perspectiva es compatible con la violación del principio de la invarianza.

La otra propiedad del modelo de perspectiva es que se postula la existencia de una relación no li-

neal entre la utilidad subjetiva y la del valor objetivo. En concreto se asume que la relación entre ambos componentes es una función en forma de «S». Esta función tiene una serie de propiedades que se pasan a comentar:

1. El valor es definido con respecto al punto de referencia.
2. La curva es cóncava para las ganancias y convexa para las pérdidas.
3. La función es más pronunciada para las pérdidas que para las ganancias.

Estas tres propiedades permiten explicar los resultados comentados previamente. La primera propiedad de esta función permite explicar los efectos de la estructuración (*framing effect*). Para ejemplificar cómo el efecto de la estructuración queda reflejado en esta función retomemos el problema de la tabla 10.3. Al grupo de sujetos del plan A se les da como punto de referencia el hecho de que 600 personas van a morir, y la acción a considerar es la de usar un tratamiento que permite salvar vidas. Por lo tanto, las decisiones de este grupo se situarían sobre el eje de las ganancias. Sin embargo, en el plan D, el punto de referencia es la situación actual, en la que nadie ha muerto. En este caso, el programa está estructurado en términos de posibles pérdidas, de modo que las decisiones de este grupo se situarían sobre el eje de las pérdidas.

La segunda propiedad nos dice que la función es cóncava para las ganancias y convexa para las pérdidas. Este tipo de relación permite explicar por qué las personas tienden a evitar riesgos cuando están ganando y a arriesgarse cuando están perdiendo.

La tercera propiedad de esta función nos dice que las pérdidas son más pronunciadas que las ganancias. Este hecho es conocido como aversión a las pérdidas (Tversky y Kahneman, 1981). Esta propiedad permite explicar por qué las personas consideran que una pérdida tiene un mayor valor (negativo) que el valor positivo de una ganancia del mismo tamaño nominal. Es decir, las personas están dispuestas a apostar 100 euros para ganar 1.000 euros, pero son reacias a apostar 100 euros cuando saben que pueden perder 1.000 euros.

Como ya hemos adelantado, el otro aspecto en el que se diferencia la teoría de la perspectiva de la teoría SEU es el relativo al concepto de probabilidad. Para la teoría de la perspectiva las personas perciben de forma distinta los valores que pueden tomar las probabilidades, de forma que las probabilidades bajas son sobrevaloradas y las probabilidades altas infravaloradas. Asimismo, la teoría postula que las personas tratan de forma verídica las probabilidades que tiene una ocurrencia totalmente segura (probabilidad de 1) o una ocurrencia totalmente insegura (probabilidad de 0). Esta forma de representarse las personas las probabilidades permite explicar los resultados obtenidos por Allais. Como ya hemos visto, en dicho experimento las personas prefieren una ganancia segura (probabilidad de 1) que una ganancia incierta (probabilidad de 0,9) aunque se gane más dinero. Las personas perciben que la ocurrencia de 90 por 100 es mucho menor que su ocurrencia real. La teoría de la perspectiva es considerada actualmente como la teoría más relevante en la toma de decisiones, ya que explica la mayoría de los resultados experimentales obtenidos en distintas investigaciones (Manktelow, 1999).

En resumen, desde la teoría de la perspectiva se asume que las personas evalúan de forma diferente las ganancias y las pérdidas. Por lo tanto, es esperable que las personas respondan de forma distinta dependiendo de si han de tomar sus decisiones en términos de pérdidas o ganancias. Los datos de diferentes investigaciones apoyan esta idea.

Tanto la teoría SEU como el modelo de la perspectiva se han formulado para tratar con situaciones de riesgo en las que nuestras decisiones se basan en un atributo. A continuación vamos a presentar nuevos modelos teóricos que abordan situaciones en las que las decisiones han de formularse sobre múltiples atributos de las diferentes opciones. Por ejemplo, a la hora de comprar una casa uno debe valorar la cercanía al trabajo, el precio, la vecindad, etc.

3. MODELOS MULTIATRIBUTIVOS

3.1. El modelo de utilidad multiatributiva

La teoría o el modelo de la utilidad multiatributiva (Keeney y Raiffa, 1976) es una extensión de la

teoría de la utilidad, que a diferencia de ésta nos permite considerar múltiples atributos a la hora de tomar una decisión. Desde este modelo se sugiere que la toma de decisiones debe proceder de la siguiente manera:

1. Identificar los atributos relevantes para cada opción.
2. Asignar pesos relativos a los atributos.
3. Obtener la utilidad total para cada opción sumando los valores de los atributos.
4. Elegir la opción que tiene el valor más alto.

Veamos mediante un ejemplo cómo se lleva a cabo el proceso de toma de decisiones según este modelo. Sea el caso de que deseamos comprar un coche y disponemos de tres opciones: coche 1, coche 2 y coche 3. El primer paso que debemos seguir es el de seleccionar los atributos relevantes. Por ejemplo, consideramos que los atributos a tener en cuenta deben ser el precio, la potencia del motor, el diseño y la calidad de los materiales. En un segundo momento asignamos un peso relativo a cada atributo. En la tabla 10.4 se presentan los atributos y valores de cada una de las opciones del ejemplo que estamos comentando. En nuestro ejemplo, el atributo más importante es el precio, seguido de la calidad de los materiales. Los valores de los atributos se normalizan, usando para ello, por ejemplo, una escala que va desde 0 hasta 100. Asimismo asignamos un determinado valor a cada una de las opciones. En un tercer momento obtenemos la utilidad total para cada una de las opciones a partir de la siguiente fórmula:

$$U = (ki) = \sum w_i x_{ij}$$

donde k representa el número de atributos considerados en cada opción, x_{ij} representa la puntuación de la alternativa j en el atributo i y w_i representa el peso relativo del atributo i . Por ejemplo, la utilidad total para cada una de las alternativas de nuestro ejemplo es:

$$\text{— Coche 1} = (60 \times 50) + (90 \times 15) + (60 \times 5) + (100 \times 25) = 6.150 \text{ unidades de utilidad.}$$

- Coche 2 = $(70 \times 50) + (100 \times 15) + (80 \times 5) + (60 \times 25) = 6.900$ unidades de utilidad.
- Coche 3 = $(50 \times 50) + (70 \times 15) + (100 \times 5) + (100 \times 25) = 6.550$ unidades de utilidad.

La opción correcta a elegir sería la opción «coche 2», que es la que presenta el valor de utilidad subjetiva más alto.

Sin embargo, aunque esta medida ofrece una puntuación objetiva de la utilidad subjetiva de cada una de las opciones, los resultados experimentales muestran que las personas no suelen tomar sus decisiones usando este procedimiento. El factor más importante es la limitación de la memoria. Como ya hemos comentado previamente, la capacidad limitada de la memoria de trabajo impone restricciones a los cálculos que puede realizar el sistema cognitivo humano. Además, al coincidir con las mismas predicciones de la teoría USE, se ve cuestionada por los resultados experimentales ya comentados en la sección anterior. Con el objeto de superar estas dificultades se han ofrecido una serie de modelos multiatributivos entre los que destacan el modelo de eliminación por aspectos (Tversky, 1972) y el modelo de satisfacción (Simon, 1978). Una característica que comparten dichos modelos, frente al modelo de la utilidad multiatributiva, es que son modelos no compensatorios. Un modelo es compensatorio cuando una puntuación alta en una dimensión puede contrarrestar la baja puntuación en otra dimensión. Por ejemplo, una buena mecánica puede justificar pagar

un alto precio por un coche. Un modelo es no compensatorio cuando no se da el caso anterior; es decir, una buena puntuación en un atributo no puede compensar una mala puntuación de otro atributo.

3.2. El modelo de eliminación por aspectos y el modelo de satisfacción

El modelo de eliminación por aspectos (Tversky, 1972) trata de superar las restricciones del modelo normativo multiatributivo. Una de las ventajas de este modelo, frente al modelo de la teoría de la utilidad multiatributiva (Keeney y Raiffa, 1976), se basa en el hecho de que la toma de decisión requiere menos cálculos. La forma de operar sería la siguiente: uno empieza seleccionando el atributo que se considera más importante. Por ejemplo, a la hora de comprar un coche uno podría seleccionar como el atributo más importante que tenga una alta cilindrada. Esto nos permitiría eliminar aquellos coches que no satisfacen este atributo, es decir, aquellos coches que tienen una baja cilindrada. Curiosamente, el modelo propugna que la selección de este atributo (y de los otros atributos) se hace de forma probabilística. A continuación buscamos otro atributo, por ejemplo, el precio, y desechamos aquellos que no satisfagan nuestro criterio (por ejemplo, se rechazarían los coches con alta cilindrada pero con precio muy alto). Y así se sigue con el proceso hasta que queda una sola alternativa. Este modelo tiene la ventaja de que evita que la memoria de trabajo se vea colapsada por los cálculos de los distintos atributos (problema con el que se enfrentan los modelos normativos). Sin embargo, esta forma de operar tiene algunos inconvenientes. Uno de ellos es que una opción muy buena pueda ser descartada desde el principio (González Labra, 1998; Garnhall y Oakhill, 1996). Por ejemplo, si a la hora de comprar un coche hemos elegido como el atributo más importante la cilindrada, es posible que descartemos en este período inicial algún coche que si lo observamos en su conjunto es más deseable que otros. Por ejemplo, el coche puede tener una cilindrada baja, pero su precio es bajo, su diseño es bonito, la mecánica es buena, etc.

TABLA 10.4

Ejemplo de cómo calcular el valor subjetivo de un objeto con múltiples atributos

Atributos	Peso	Opciones		
		Coche 1	Coche 2	Coche 3
Precio	50	60	70	50
Potencia	15	90	100	70
Diseño	5	60	80	100
Materiales	25	100	60	100

1. UNA VISIÓN RETROSPECTIVA

A lo largo de este manual se han presentado los principales modelos clásicos y actuales en las distintas áreas del razonamiento. En el capítulo 1 se abordó el concepto de razonamiento y su utilidad, llegando a la conclusión de que el razonamiento es una actividad que tiene ciertas implicaciones adaptativas y que está presente (con mayor o menor potencialidad) en la mayoría de las especies biológicas y en otras entidades no orgánicas (por ejemplo, los ordenadores). A la hora de conceptualizar los distintos tipos de razonamiento (deductivo *versus* inductivo) se ha seguido la distinción que ha ofrecido Johnson-Laird (1993). Según este autor, razonar es aquel proceso que o bien permite la elaboración de una conclusión que descarta más estados de cosas que las premisas (razonamiento inductivo) o bien que descarta igual o menos estados (razonamiento deductivo). Además, dentro de este primer capítulo se presentó una revisión histórica del tratamiento que ha recibido la psicología del razonamiento dentro de la psicología filosófica y de la psicología experimental. Observamos que con la llegada de la psicología cognitiva se comienzan a desarrollar los primeros modelos de razonamiento, siendo cuestiones de interés para los autores la competencia, los sesgos y el contenido. Las principales teorías de razonamiento (PSYCOP, Lógica Mental, teoría de los Modelos Mentales, Modelo heurístico-analítico, teorías de esquemas, etc.) han intentado dar respuesta a estas cuestiones, si bien en algunos casos con mayor fortuna que en otros.

En los capítulos 2 al 6 nos hemos centrado en el razonamiento deductivo. Se han presentado tanto los modelos generales de razonamiento (teorías de reglas formales de inferencia, PSYCOP y Lógica Mental), teoría de los Modelos Mentales, el modelo probabilístico, etc.) como los modelos específicos (teoría de esquemas pragmáticos de razonamiento, teoría de los contratos sociales, etc.). En cada uno de estos modelos se han expuesto sus características representacionales y procedimentales. Un aspecto central ha sido contrastar las predicciones de los modelos con los resultados experimentales. La conclusión general que podemos extraer es que, de entre todas las teorías comentadas, la teoría de los Modelos Mentales se nos muestra más predictiva. Aunque este balance es favorable a la teoría de los Modelos Mentales, no es motivo para inhabilitar el resto de las teorías comentadas (Lógica Mental, PSYCOP, etc.). Quizás determinados cambios podrían hacerlas equiparables, pero hasta que este hecho no acontezca debemos primar aquel modelo que explica una mayor cantidad de fenómenos. Otro factor que juega a favor de la teoría de los Modelos Mentales es que goza de una mayor parsimonia a la hora de explicar los distintos tipos de razonamiento deductivo. Según esta teoría, cualquier manifestación del razonamiento deductivo se articula a partir del mismo principio: una conclusión es válida si no es el caso de que las premisas sean verdaderas y la conclusión falsa. Las teorías de reglas formales de inferencia (Braine y O'Brien, 1998; Rips, 1994) presentan el inconveniente de que el sis-

tema requiere de distintos aspectos representacionales y procedimentales cuando opera con cálculo de enunciados y de predicados.

Otro punto de interés dentro de estos capítulos han sido los modelos específicos de razonamiento (modelos de esquemas pragmáticos, modelos de contratos sociales, etc.). Como hemos podido observar, estos modelos o bien tienen el poder de explicar determinados patrones de datos cuando se usan materiales con contenido (teoría de esquemas pragmáticos, teoría de los contratos sociales), o bien explican determinados errores (modelo heurístico-analítico). Sin embargo, estas teorías dejan sin explicar el resto de las cuestiones antes comentadas. Por ejemplo, las teorías de los esquemas pragmáticos y la teoría de los contratos sociales se muestran incapaces de explicar los sesgos y la competencia en tareas abstractas. El aspecto que más limita a estas teorías es su grado de generalización, ya que sólo pueden explicar patrones de resultados en los que intervengan determinados contenidos (esquemas de permiso, contratos sociales, etc.). Además, los resultados obtenidos en estas tareas no son equiparables a los obtenidos en la tarea clásica de las cuatro tarjetas, debido a que se han usado distintas manipulaciones experimentales. O'Brien (1995), González Labras y Arias (1995) dejan constancia de este fenómeno. El modelo heurístico-analítico (Evans, 1989), aunque explica de forma convincente los sesgos, tiene menos fortuna para explicar los efectos debidos al contenido y la competencia.

En el capítulo 6 nos centramos en el razonamiento inductivo basado en categorías. La elaboración de inferencias a partir de categorías es una de las principales funciones de nuestro sistema inferencial deductivo e inductivo. Atendiendo a criterios de parsimonia, sólo se han presentado dos modelos: el modelo similitud-cobertura (Osherson y col., 1990) y el modelo basado en características (Sloman, 1993). Ambos modelos asumen que la similaridad es un factor determinante en la elaboración de inferencias categóricas, pero difieren en el nivel en el que trabajan los procesos cognitivos implicados. Los resultados experimentales obtenidos hasta la actualidad no permiten decantarnos por ninguno de ellos. Se hacen necesarias investigaciones futuras. En el capítulo 7 se han presentado los principales mode-

los de razonamiento analógico: el modelo sintáctico, el modelo pragmático y el modelo progresivo. El modelo sintáctico (Gentner, 1983) asume que el factor determinante en el proceso analógico es el emparejamiento sintáctico entre los elementos del análogo-base y del análogo-objetivo. De forma alternativa, el modelo pragmático (Holyoak, 1982, 1984, 1985) plantea que el factor determinante en una resolución analógica es el emparejamiento entre los objetivos y las metas de los problemas. El modelo progresivo (Keane, 1990, 1991), a diferencia de los anteriores, propone que en la resolución de un problema analógico, tanto la sintaxis como la pragmática son determinantes. Su aportación más relevante se ha centrado en especificar la función de la memoria operativa durante el proceso de emparejamiento y transferencia del análogo. Al igual que en capítulos previos, determinados resultados experimentales apoyan a unos modelos mientras que otros resultados experimentales dan la razón a otros modelos.

En el capítulo 8 se ha tratado el razonamiento probabilístico y nos hemos centrado básicamente en dos tipos de modelos: modelos heurísticos y modelos mentales. En los modelos heurísticos hemos distinguido el modelo heurístico de Tversky y Kahneman (1971, 1973, 1974; Kahneman y Tversky, 1972, 1973) y el modelo frecuentista (Gigerenzer, 1991). Tversky y Kahneman proponen que las personas, cuando razonan con premisas probabilísticas, lo hacen mediante determinados tipos de heurísticos (representatividad, accesibilidad, ajuste y anclaje). El modelo frecuentista (Gigerenzer, 1991, 1996) ofrece una explicación alternativa al modelo de Tversky y Kahneman. Al igual que éstos, Gigerenzer postula que los problemas de probabilidades se resuelven mediante determinados heurísticos, pero se diferencia de los autores anteriores en que afirma que la actuación de estos heurísticos viene determinada filogenéticamente por el formato de presentación. En el modelo frecuentista, sólo cuando el problema es presentado en un formato de frecuencia las personas pueden hacer uso de los heurísticos y dar con la conclusión. La actuación de los heurísticos no nos asegura que la conclusión sea la correcta, al menos desde el punto de vista de los modelos normativos. Algunas veces este

heurístico ofrece la conclusión correcta; otras da lugar a errores.

A diferencia de estos autores, que han desarrollado modelos de razonamiento probabilístico de naturaleza inductiva, la teoría de los Modelos Mentales (Johnson-Laird y col., 1999) ofrece una propuesta teórica novedosa sobre el razonamiento probabilístico deductivo. Aunque los resultados obtenidos en diferentes investigaciones confirman la mayoría de las predicciones de esta teoría, sin embargo, la explicación que proponen sobre algunos fenómenos, como por ejemplo la falacia de la conjunción, no está suficientemente desarrollada.

En el capítulo 9 se ha abordado el razonamiento cotidiano y la creatividad. A diferencia de los otros tipos de razonamiento, la investigación experimental desarrollada en ambos ámbitos ha sido escasa. Sin embargo, los recientes intentos de algunos psicólogos cognitivos (Shaw, 1996; Johnson-Laird y Byrne, 1991; M. Boden, 1991) nos muestran un futuro esperanzador para estas dos áreas bastantes olvidadas de la psicología experimental del razonamiento.

El capítulo diez nos ha introducido en la toma de decisiones. En este capítulo se han presentado los principales modelos normativos y descriptivos, tanto en situación de riesgo como sin riesgo. Asimismo se han presentado modelos que tratan con situaciones en las que la toma de decisiones se hace a partir de pocos atributos, así como modelos en los que la toma de decisión se realiza sobre múltiples atributos. El resultado más contundente es que el comportamiento de las personas se aleja bastante de las predicciones de los modelos normativos.

2. RAZONAMIENTO. ¿UNA O VARIAS TEORÍAS?

Llegados a este punto, quizá podríamos preguntarnos si no hay forma de encontrar un modelo teórico que explique las distintas formas de razonamiento. Ésta no es una cuestión nueva, ya que desde hace tiempo distintos profesionales del campo del razonamiento se han enfrentado a esta cuestión. Dos han sido las formas de abordar este pro-

blema. Un procedimiento ha consistido en tratar de asimilar o reducir las diferentes manifestaciones del razonamiento a una sola, y otro procedimiento ha sido el de postular que las distintas manifestaciones del razonamiento obedecen a los mismos procesos cognitivos. Un ejemplo de la primera forma de abordar este problema nos lo presenta Holland y cols. (1986, capítulo 6). Estos autores plantean que el razonamiento deductivo es reducible a razonamiento inductivo. Rips (1988) procede de la misma manera pero en sentido contrario, es decir, el razonamiento inductivo es una forma de razonamiento deductivo.

La teoría de los Modelos Mentales (Johnson-Laird y Byrne, 1991) propone el segundo procedimiento. Desde esta perspectiva se asume que cualquier tipo de razonamiento (informal, deductivo, inductivo, probabilístico) consiste en la manipulación de modelos mentales. Según esta concepción, lo que diferencia a un tipo de razonamiento de otro está en función de la cantidad de modelos que fundamentan la conclusión. Si la conclusión se sostiene en todos los posibles modelos de las premisas, entonces hablaremos de razonamiento deductivo. Y si la conclusión no se sostiene en todos los modelos de las premisas hablaremos de inducción; es decir, sería aquella situación en la que partiendo de premisas verdaderas podríamos extraer una conclusión falsa. Como podemos observar, esta nueva forma de conceptualizar los diferentes tipos de razonamiento no requiere de diferentes sistemas de cálculo para operar con distintas tareas de razonamiento deductivo o inductivo.

3. LA RACIONALIDAD HUMANA

El concepto de racionalidad ha generado un gran debate filosófico a lo largo de la historia del pensamiento occidental. A pesar del tiempo transcurrido no existe una definición compartida entre los distintos teóricos del campo. Desde hace unas décadas, en un intento de comprender los procesos implicados en el razonamiento, los psicólogos comenzaron a interesarse por este concepto. La situación actual en psicología es parecida a la de la filosofía: múlti-

ples definiciones, algunas veces encontradas, para un mismo concepto.

A continuación se ofrece una clasificación de las distintas concepciones sobre la racionalidad que emanan, directa o indirectamente, de las principales teorías de razonamiento. Asimismo se plantearán los problemas inherentes a estas concepciones.

En términos generales podemos distinguir dos grandes enfoques acerca de la racionalidad. Los que niegan su existencia (irracionalistas) y los que la propugnan (racionalistas). Los irracionalistas propugnan que los procesos de razonamiento no se ajustan a ningún tipo de modelo normativo. La hipótesis de las claves de memoria de Griggs (1983), dentro del razonamiento deductivo, o la teoría heurística de Tversky y Kahneman (1971, 1973, 1974; Kahneman y Tversky, 1972, 1973) en el razonamiento probabilístico, son ejemplos cercanos a este enfoque. En ambos casos se mantiene que cuando las personas razonan, lo hacen de acuerdo a determinadas características de la tarea, tales como la accesibilidad y la representatividad. Una de las principales dificultades con la que se enfrenta esta visión de la racionalidad humana es que no puede explicar aquellos resultados experimentales que muestran que las personas están razonando de forma correcta. Además, no deja de ser paradójico que en este enfoque, para poder negar la racionalidad humana, debamos usar el criterio de racionalidad. Si no, ¿cómo argumentar que un sistema es irracional?

Dentro del enfoque racionalista podemos distinguir dos concepciones: la que propugna que las personas poseen una racionalidad sin restricciones y la que postula una concepción limitada de la racionalidad. Según la primera concepción, cuando las personas razonan lo hacen de acuerdo a las prescripciones de determinados modelos normativos. Un partidario de este enfoque dentro del razonamiento deductivo es Piaget. Éste ha manifestado que el «razonamiento no es nada más que cálculo proposicional» (1958, p. 305). El principal problema con el que se encuentra esta concepción es que las personas, cuando resuelven problemas, parecen no seguir las prescripciones de estos modelos normativos. A lo largo de los distintos capítulos de este manual se ha dejado constancia de los errores que las personas

cometen en tareas de razonamiento. Estos resultados son difíciles de explicar si asumimos que el sistema dispone de un mecanismo que le permite realizar dichos cálculos. El siguiente ejemplo nos puede mostrar que esta concepción platónica de la mente humana es una apuesta demasiado arriesgada. Imagínese que usted quiere comprarse un nuevo coche. Si su decisión obedeciese a las prescripciones de alguna de las teorías normativas de toma de decisión (Neumann y Morgenster, 1944), debería tener en cuenta los diferentes coches del mercado y contrastar los distintos aspectos (consumo, estética, máxima velocidad, seguridad, accesibilidad a los recambios, coste de mantenimiento, probabilidad de fallo mecánico, etc.) y tomar la decisión que maximice el valor de la decisión tomada; es decir, elegir el coche que sea el mejor en todos los aspectos posibles y que, además, sea el más barato. Este ejemplo, y otros (el ajedrez, la elección de una carrera universitaria, etc.), muestran que las prescripciones de estos modelos se alejan de la realidad. Y es tan manifiesta esta distancia que los principales modelos actuales de razonamiento la rechazan, asumiendo que las personas poseen una racionalidad limitada (Simon, 1957). Según Simon, las personas construyen modelos simplificados de los problemas y operan racionalmente sobre esta representación.

Dentro de la concepción limitada de la racionalidad podemos distinguir varios enfoques: normativo logicista (PSYCOP, Lógica Mental), evolucionista (la teoría frecuentista y la teoría de los esquemas de los contratos sociales), normativo probabilístico (Oaksford y Chater, 1998), no normativo (la teoría de los modelos mentales), e híbrido (Evans y Over, 1996).

Los modelos normativos logicistas de la racionalidad limitada postulan que las personas poseen un sistema de reglas de inferencias parecido a los de los modelos de deducción natural. La forma de operar con dichas reglas se ajusta a las prescripciones de estos sistemas. Dos modelos están incorporados en esta concepción: el modelo PSYCOP (Rips, 1994) y el modelo de la lógica mental (Braine y O'Brien, 1998). Esta concepción de la racionalidad humana se enfrenta con el problema de explicar por qué las personas cometen determinados errores en

tareas de razonamiento (por ejemplo, los efectos del contenido en el razonamiento silogístico). Para Santamaría (1996), otro problema es que los postulados centrales (principio de la implicación lógica y principio de la consistencia) sobre los que se articulan estos modelos no se ajustan al funcionamiento mental.

Otro enfoque más radical, en concreto el modelo de racionalidad limitada evolucionista (Cosmides, 1989; Gigerenzer y cols., 1999), asume que los modelos normativos no son buenos referentes para entender la naturaleza de la racionalidad humana. Según este enfoque, la racionalidad humana debe ser evaluada a partir de nuestra historia evolutiva. Se asume que el sistema cognitivo humano ha sido determinado biológicamente para generar inferencias que faciliten la supervivencia, pero no para realizar cálculos de enunciados, predicados o probabilísticos. Dentro de esta concepción se han formulado dos modelos de razonamiento: los esquemas de contratos sociales y el modelo frecuentista. El primero —enfoque de los esquemas de contratos sociales (Cosmides, 1989)— es un modelo específico de razonamiento que permite explicar conductas referidas a un tipo concreto de actividad humana: los intercambios sociales. El segundo —modelo frecuentista (Gigerenzer, 1991, 1993, 1994)— es mucho más ambicioso, ya que pretende explicar cualquier tipo de conducta que se lleve a cabo en situaciones inciertas. Los esquemas de contratos sociales se enfrentan a una serie de problemas que cuestionan su viabilidad. El primero de ellos es que el soporte experimental que los autores proponen para justificar el modelo es bastante cuestionable (González Labra y Arias, 1995). El segundo problema se refiere a las predicciones del modelo, que se ciñen a un dominio muy específico de la conducta humana (actividades de intercambio social), no pudiendo explicar el buen rendimiento en tareas sin contratos sociales (Holyoak y Cheng, 1995). La propuesta de Gigerenzer y cols. (Gigerenzer, 1991, 1996; Gigerenzer y Goldstein, 1996; Gigerenzer y Hoffrage, 1995; Gigerenzer, Tobb y el grupo ABC, 1999) —modelo frecuentista—, al ser una propuesta general, permite superar las críticas de es-

pecificidad; sin embargo, determinadas investigaciones muestran que sus predicciones no se ajustan a la realidad (Evans y cols., 2000; Girotto y González, 2001; González Labra, 2000). Además, quedaría por explicar por qué las personas son capaces de resolver determinadas tareas abstractas que tienen poco valor adaptativo.

Oaksford y Chater (1998) representan el enfoque de la racionalidad limitada de naturaleza normativa y probabilística. La asunción básica es que los modelos normativos del cálculo de probabilidades son el mejor referente para evaluar la racionalidad humana, ya que las personas han evolucionado y se enfrentan a un medio incierto. Como podemos observar, esta concepción es cercana a la que mantienen Gigerenzer y cols. Se diferencia en que, para Oaksford y Chater, cuando las personas resuelven determinados problemas lo hacen de acuerdo a las prescripciones de los modelos normativos del cálculo de probabilidades. En cambio, Gigerenzer asume que el sistema cognitivo usa determinados heurísticos (como el heurístico «toma lo mejor») que no obedecen a ningún modelo normativo ni de cálculo de probabilidades ni de cualquier otro tipo. A pesar de la reciente formulación del modelo de Oaksford y Chater, algunas investigaciones han mostrado que sus predicciones no se ajustan a la realidad (Espino, Santamaría y García Madruga, 2000). Asimismo, otro factor que juega en su contra es que sus predicciones han sido confirmadas por un número reducido de tareas de razonamiento. También es cierto que este último problema es sólo conyuntural, y quizá con un poco de tiempo esta teoría pueda hacerse extensible a otras áreas del razonamiento.

La teoría de los Modelos Mentales (Johnson-Laird y Byrne, 1991) asume una concepción limitada de racionalidad humana y no normativa. Postula que las personas pueden actuar lógicamente, no porque estén usando reglas o esquemas de inferencia o estén realizando cálculo de probabilidades, sino porque disponen intuitivamente del concepto de validez. Este concepto implica que no se puede dar el caso de que las premisas sean verdaderas y la conclusión falsa. A pesar de que este enfoque se ajusta bien a los resultados obtenidos en muchas investi-

Referencias bibliográficas

- Allais, M. (1953). Le compartiment de l'homme rationnel devant le risque: critique des postulats et axiomes de l'école américaine. *Econometrica*, 21, 503-546.
- Allais, M. (1979). The foundations of a positive theory of choice involving risk and criticism of the postulates and axioms of the American School. En M. Allais and O. Hagen (ed.), *Expected Utility Hypothesis and the Allais Paradox*. Dordrecht: Reidel.
- Anderson, J. R. (1990). *The adaptive character of thought*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Anderson, J. R. (1991). Is human cognitive adaptive? *Behavioral and Brain Sciences*, 14, 471-517.
- Baron, J. (1994). *Thinking and deciding* (segunda edición). Cambridge: Cambridge University Press.
- Barron, F. (1988). Putting creativity to work. En R. J. Sternberg (ed.), *The Nature of Creativity: Contemporary Psychological Perspectives*, pp. 76-98. Cambridge: Cambridge University Press.
- Barston, J. I. (1986). *An investigation into belief biases in reasoning*. Tesis no publicada. Plymouth Polytechnic, U.K.
- Begg, I. y Denny, P. J. (1969). Empirical reconciliation of atmosphere and conversion interpretations of syllogistic reasoning errors. *Journal of Experimental Psychology*, 81, 351-354.
- Begg, I. y Harris, G. (1982). On the interpretation of syllogisms. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 21, 595-620.
- Bell, D.E. (1982). Regret in decision making under uncertainty. *Operations Research*, 33, 961-981.
- Bettinghaus, E., Miller, G. y Steinfatt, T. (1970). Source evaluation, syllogistic content, and judgements of logical validity by high and low dogmatic persons. *Journal of Personality and Social Psychology*, 16, 238-244.
- Boden, M. (1991). *La mente creativa*. Barcelona: Gedisa.
- Boden, M. (1994). Préciss of the creative mind: Myths and mechanisms. *Behavioral and Brain Sciences*, 17, 519-570.
- Bonati, L. (1994). Propositional reasoning by model. *Psychological Review*, 101(4), 725-733.
- Boole, G. (1854). *An investigation of the laws of thought*. Londres: Macmillan.
- Bracewell, R. J. (1974). *Interpretation factors in the four card selection task*. Paper presented at The Selection Task Conference, Trento, Italy.
- Bracewell, R. J. y Hidi, S. E. (1974). The solution of an inferential problem as a function of the stimulus materials. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 26, 480-488.
- Braine, M. D. S. (1978). On the relation between the natural logic of reasoning and standard logic. *Psychological Review*, 85, 1-21.
- Braine, M. D. S. (1990). The «natural logic» approach to reasoning. W. F. Overton, *Reasoning, necessity and logic: developmental perspectives*. Hillsdale, New Jersey: LEA.
- Braine, M. D. S. y O'Brien, D. P. (1991). A theory of if: Lexical entry, reasoning program, and pragmatics principles. *Psychological Review*, 98, 182-203.
- Braine, M. D. S. y O'Brien, D. P. (1998). *Mental Logic*. Mahwah, New Jersey: LEA.
- Braine, M. D. S., Reiser, B. J. y Romain, 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 Romain, B. (1981). Development of comprehension of «or». *Journal of Experimental Child Psychology*, 31, 46-70.
- Broadbent, D. (1958). *Perception and communication*. New York: Pergamon Press.
- Brown, A. L., Kane, M. J. y Echols, C. H. (1986). Young children's mental models determine analogical transfer across problems with a common goal structure. *Cognitive Development*, 1, 103-121.
- Bucciarelli, M. y Johnson-Laird, P. N. (1999). Strategies in syllogistic reasoning. *Cognitive Science*, 23, 247-303.
- Bundy, A. (1994). What is the difference between real creativity and mere novelty. *Behavioral and Brain and Science*, 17, 533-534.
- Byrne, R. M. J. (1989). Suppressing valid inferences with conditionals. *Cognition*, 31, 61-83.
- Byrne, R. M. J., Espino, O. y Santamaría, C. (1998). Counterexample availability. En W. Shaeck, A. Vandierendonck and G. de Vooght (eds.), *Deductive reasoning and strategies*. Mahwah, New Jersey: LEA.
- Byrne, R. M. J., Espino, O. y Santamaría, C. (1999). Counterexamples and the suppression of inferences. *Journal of Memory and Language*, 40, 347-373.
- Byrne, R. M. J. y Johnson-Laird, N. P. (1989). Spatial reasoning. *Journal of Memory and Language*, 28, 564-575.
- Byrne, R. W. (1995). *The thinking ape: evolutionary origins of intelligence*. Oxford: Oxford University Press.
- Carey, S. (1985). *Conceptual change in children*. Cambridge, MA: Bradford Books.
- Carraher, T. N., Carraher, D. W. y Schlicemann, A. D. (1985). Mathematics in the streets and in school. *British Journal of Developmental Psychology*, 3, 18-31.
- Carreiras, M. y Santamaría, C. (1997). Reasoning about relations: spatial and nonspatial problems. *Thinking and reasoning*, 3(3), 161-240.
- Catrambone, R. y Holyoak, K. J. (1985). The role of schemas in analogical problem solving. *Third Annual American Psychological Association*, Los Ángeles.
- Cattell, R. B. y Drevdahl, J. E. (1955). A comparison of the personality profile (16PF) of eminent researcher with that of eminent teachers and administrators, and of the general population. *British Journal of Psychology*, 46, 248-261.
- Ceraso, J. y Provitara, A. (1971). Sources of error in syllogistic reasoning. *Cognitive Psychology*, 2, 400-410.
- Traducción castellana: Fuentes de error en el razonamiento silogístico. En J. Delval (comp.), *Investigaciones sobre lógica y psicología*. Madrid, 1977, Alianza Editorial.
- Chapman, L. J. y Chapman, J. (1959). Atmosphere effect reexamined. *Journal of Experimental Psychology*, 58, 220-226. Traducción castellana: Nuevo examen del efecto atmósfera. En J. A. Delval (comp.), *Investigaciones sobre lógica y psicología*. Madrid, 1977, Alianza Editorial.
- Chater, N. y Oaksford, M. (1999). The probability heuristic model syllogistic reasoning. *Cognitive Psychology*, 38, 191-258.
- Chater, N. y Oaksford, M. (2001). Human rationality and the psychology of reasoning: Where do we go from here? *British Journal of Psychology*, 92, 193-216.
- Cheng, P. W. y Holyoak, K. J. (1985). Pragmatic reasoning schemas. *Cognitive Psychology*, 17, 391-416.
- Cheng, P. W. y Holyoak, K. J. (1989). On the natural selection of reasoning theories. *Cognition*, 33, 285-313.
- Cheng, P. W., Holyoak, K. L., Nisbett, R. y Oliver, L. (1986). Pragmatic versus syntactic approaches to training deductive reasoning. *Cognitive Psychology*, 18, 293-328.
- Cherubini, P., Garnham, A., Oakhill, J. y Morley, E. (1998). Can any ostrich fly?: some new data on belief bias in syllogistic reasoning. *Cognition*, 69, 179-218.
- Choi, I., Nisbett, R. E. y Smith, E. E. (1998). Culture, categoric salience, and inductive reasoning. *Cognition*, 65, 15-32.
- Chrostowski, J. J. y Griggs, R. C. (1985). The effect of problem content, instructions, and verbalization procedures on Wason's selection task. *Current Psychological Research and Reviews*, 4, 99-107.
- Clark, H. H. (1969a). Linguistic processes in deductive reasoning. *Psychological Review*, 76, 387-404.
- Clark, H. H. (1969b). Influence of language on solving three term series problems. *Journal of Experimental Psychology*, 82, 205-215.
- Collins, A. M. y Michalsky, R. S. (1989). The logic of plausible reasoning: a core theory. *Cognitive Science*, 13, 1-49.
- Copi, I. M. (1981). *An introduction to logic*, 6th ed. New York: Macmillan.
- 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.

- Cosmides, L. y Tooby, J. (1989). Evolutionary psychology and the generation of culture, Part II. Case study: A comparational theory of social exchange. *Ethology and sociobiology*, 10, 51-97.
- Cosmides, L. y Tooby, J. (1992). Cognitive adaptations for social exchange. J. H. Barklow, L. Cosmides y J. Tooby (eds.), *The adapted mind: evolutionary psychology and the generation of culture*, New York: Oxford University Press.
- Cosmides, L. y Tooby, J. (1994a). Beyond intuition and instinct blindness: Toward an evolutionarily rigorous cognitive science. *Cognition*, 50, 41-77.
- Cosmides, L. y Tooby, J. (1994b). Are humans good intuitive statisticians after all? Rethinking some conclusions from the literature on judgment under uncertainty. *Cognition*, 58, 1-73.
- Cummins, D. D., Lubart, T., Alksnis, O. y Rist, R. (1991). Conditional reasoning and causation. *Memory and Cognition*, 19, 274-282.
- Davis, H. (1993). Précis of deduction. *Behavioral and Brain Sciences*, 16, 323-380.
- Deaño, A. (1984). *Introducción a la lógica formal*. Madrid: Alianza.
- De Soto, C. B., London, M. y Handel, S. (1965). Social reasoning and spatial paralogic. *Journal of Personality and Social Psychology*, 2, 513-521.
- De Vega, M. (1984). *Introducción a la psicología cognitiva*. Alianza Psicología.
- Dickstein, L. S. (1975). Effects of instructions and premise order on errors in syllogistic reasoning. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 104, 376-384.
- Dickstein, L. S. (1976). Differential difficulty of categorical syllogisms. *Bulletin of Psychonomic Society*, 8, 330-332.
- Dickstein, L. S. (1978a). The effect of figure on syllogistic reasoning. *Memory and Cognition*, 6, 76-83.
- Dickstein, L. S. (1978b). Error processes in syllogistic reasoning. *Memory and Cognition*, 6, 537-543.
- Dickstein, L. S. (1980). Inference errors in deductive reasoning. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 6, 414-416.
- Dickstein, L. S. (1981). Conversion and possibility in syllogistic reasoning. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 18, 229-232.
- Dominowski, R. L. (1989). *Success and failure on the four card problem*. Paper given at the Sixth Annual Conference of the Cognitive Psychology Section, British Psychological Society, Cambridge, England.
- Dominowski, R. L. (1990). *Arbitrary and thematic versions of the four card problem*. Paper given at the Seventh Annual Conference of the Cognitive Psychology Section, British Psychological Society, Leicester, England.
- Drevdahl, J. E. y Cattell, R. B. (1958). Personality and creativity in artists and writers. *Journal of Clinical Psychology*, 14, 107-111.
- Edwards, W. (1968). Conservatism in human information processing. En D. Kahneman, P. Slovic y A. Tversky (eds.), *Judgment under uncertainty: heuristic and biases*. New York: Cambridge University Press.
- Edwards, W., Lindman, H. y Savage, L. J. (1963). Bayesian statistical inference for psychological research. *Psychological Review*, 70, 3, 193-242.
- Ellsberg, D. (1961). Risk, ambiguity, and the Savage axioms. *Quarterly Journal of economics*, 75, 643-669.
- Ellio, R. (1997). What to believe when inferences are contradicted: the impact of knowledge type and inference rule. En M. Shafto and P. Langley (eds.), *Proceedings of the Nineteenth Annual Conference of the Cognitive Science Society* (pp. 221-216). Hillsdale: Erlbaum.
- Espino, O. (1995). *Factores estructurales y semánticos en el razonamiento silogístico*. Tesis doctoral no publicada. Tenerife: Universidad de La Laguna.
- Espino, O., Santamaría, C., Meseguer, E. y Carreiras, M. (1998). Estudio del efecto de la figura en el razonamiento silogístico a través de movimientos oculares. En M. D. Valiña y M. J. Blanco (eds.), *I Congreso de Psicología del Pensamiento*. Universidad de Santiago de Compostela.
- Espino, O., Santamaría, C. y García Madruga, J. A. (1999). La influencia de la figura y el contenido semántico en tareas silogísticas. *Cognitiva*, 2(11), 133-150.
- Espino, O., Santamaría, C. y García Madruga, J. A. (2000a). Figure and difficulty in syllogistic reasoning. *Current Psychology of Cognition*, 19, 417-428.
- Espino, O., Santamaría, C. y García Madruga, J. A. (2000b). Activation of end-terms in syllogistic reasoning. *Thinking and reasoning*, 6(1), 68-89.
- Espino, O., Santamaría, C. y García Madruga, J. A. (2000c). Influencia del tipo de problema y de la figura en tareas de razonamiento silogístico. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 53(4), 701-716.

- Espino, O., Santamaría, C., Meseguer, E. y Carreiras, M. (2000). Eye movements during syllogistic reasoning. En García-Madruga y González Labra, *Mental Model in reasoning*. Madrid: UNED.
- Espino, O., Santamaría, C. y Byrne, R. (2001). Supresión de inferencias en condicionales. En Berrocal, P. y Santamaría, C., *Manual práctico de psicología del pensamiento*. Barcelona: Editorial Ariel.
- Evans, J. St. B. T. (1972). Interpretation and «matching bias» in a reasoning task. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 24, 193-199.
- Evans, J. St. B. T. (1975). On interpreting reasoning data: A reply to Van Duyne. *Cognition*, 3, 387-390.
- Evans, J. St. B. T. (1977). Linguistic factors in reasoning. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 29, 297-306.
- Evans, J. St. B. T. (1982). *The psychology of deductive reasoning*. Londres: Routledge & Kegan Paul.
- Evans, J. St. B. T. (1984). Heuristic and analytic processes in reasoning. *British Journal of Psychology*, 75, 461-468.
- Evans, J. St. B. T. (1989). *Bias in human reasoning: causes and consequences*. London: Erlbaum.
- Evans, J. St. B. T. (1991). Theories of human reasoning: The fragmented state of the art. *Theory and Psychology*, 1, 83-105.
- Evans, J. St. B. T. (1995). Relevance and reasoning. En S. E. Newstead y J. St. B. T. Evans (eds.), *Perspectives on thinking and reasoning*, pp. 261-285. Hove, UK: LEA.
- Evans, J. St. B. T. (2000). *Deductive reasoning and strategies*. En Schaeken, De Vooght, Vandierendonck y d'ewalle. Mahwah, New Jersey: LEA.
- 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, 295-306.
- Evans, J. St. B. T., Clibbens, J. y Rood, B. (1995). Bias in conditional inference: Implications for Mental Models and Mental Logic. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 48A(3), 644-670.
- Evans, J. St. B. T. y Duso, A. E. (1977). Proportionality and sample size as factors in intuitive statistical judgment. *Acta Psychologica*, 41, 129-137.
- Evans, J. St. B. T., Handley, S. J., Perham, N., Over, D. E. y Thompson, V. A. (2000). Frequency versus probability formats in statistical word problems. *Cognition*, 77, 197-213.
- Evans, J. St. B. T. y Lynch, J. S. (1973). Matching bias in the selection task. *British Journal of Psychology*, 64, 391-397.
- Evans, J. St. B. T., Newstead, S. E. y Byrne, R. (1993). *Human Reasoning*. Hove: LEA.
- Evans, J. St. B. T. y Newstead, S. E. (1977). Language and Reasoning. A study of temporal factor. *Cognition*, 8, 265-283.
- Evans, J. St. B. T. y Over, D. E. (1996). *Rationality and Reasoning*. Hove: Psychology Press.
- Falk, R. (1992). A closer look at the probabilities of the notorious three prisoners. *Cognition*, 43, 197-223.
- Feather, N. T. (1964). Acceptance and rejection of arguments in relation to attitude strength, critical ability and intolerance of inconsistency. *Journal of Abnormal and Social Psychology*, 69, 127-136.
- Ferrater Mora, J. (1994). *Diccionarios de Filosofía*, vol. I-IV. Barcelona: Ariel referencia.
- Fielder, K. (1988). The dependence of the conjunction fallacy on subtle linguistic factors. *Psychological Research*, 50, 123-129.
- Fillenbaum, S. (1974a). Or: Some uses. *Journal of Experimental Psychology*, 103, 913-921.
- Fillenbaum, S. (1974b). Pragmatic normalization: Further result for some conjunctive and disjunctive sentences. *Journal of Experimental Psychology*, 102, 574-578.
- Fillenbaum, S. (1975). If: Some uses. *Psychological Research*, 37, 245-260.
- Fillenbaum, S. (1976). Inducements: On the phrasing and logic of conditional promises, threats, and warnings. *Psychological Research*, 38, 231-250.
- Fishburn, P. C. (1983). Transitive measurable utility. *Journal of Economic Theory*, 31, 297-317.
- Fishburn, P. C. (1984). SSB utility theory and decision making under uncertainty. *Mathematical Social Sciences*, 8, 253-285.
- Fishburn, P. C. y Kochenberger, G. A. (1979). Two-piece von Neumann-Morgenstern utility functions. *Decision Sciences*, 10, 503-518.
- Florian, J. E. (1994). Stripes do not a zebra make, or do they: conceptual and perceptual information in inductive inference. *Developmental Psychology*, 30, 88-101.
- Fodor, J. A. (1975). *The language of thought*. Cambridge, M.A.: Harvard University Press.

- Fong, G. T., Krantz, D. H. y Nisbett, R. E. (1986). The effects of statistical training on thinking about everyday problems. *Cognitive Psychology*, 18, 253-292.
- Ford, M. (1995). Two modes of mental representation and problem solution in syllogistic reasoning. *Cognition*, 54, 1-71.
- Frase, L. T. (1966). Validity judgments in relation to two sets of items. *Journal of Educational Psychology*, 57, 539-545.
- Frase, L. T. (1968). Associative factors in syllogistic reasoning. *Journal of Experimental Psychology*, 76, 407-412.
- Fuentes, J. De la, Baillo, M. y Gabucio, F. (1995). Interacciones entre similitudes estructurales y superficiales en el proceso de recuperación de análogos. En M. Carretero, J. Almaraz y P. F. Berrocal (eds.), *Razonamiento y Comprensión* (pp. 219-235). Madrid: Trota.
- Galotti, K. M. (1989). Approaches to studying deductive and every reasoning. *Psychological Bulletin*, 105, 331-351.
- García Madruga, J. A. (1982). Un estudio sobre el efecto de la figura en el razonamiento silogístico. *Estudios de psicología*, 11, 24-32.
- 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, 439-466.
- García Madruga, J. A. (1984). Procesos de error en el razonamiento silogístico: doble procesamiento y estrategia de verificación. En M. Carretero y J. A. García Madruga (comps.), *Lecturas de Psicología del Pensamiento*. Madrid: Alianza Psicología.
- García Madruga, J. A. (1989). Inferencia y comprensión en el razonamiento silogístico. *Cognitiva*, 2(3).
- Garnham, A. y Oakhill, J. (1994). *Thinking and reasoning*. Oxford: Blackwell.
- Garrido, M. (1981). *Lógica simbólica*. Editorial Tecnos.
- Geis, M. C. y Zwicky, A. M. (1971). On invited inferences. *Linguistic Inquiry*, 2, 561-566.
- Gelman, S. A. y Coley, J. D. (1990). The importance of the knowing a dodo is a bird: categories and inferences in 2-year-old children. *Developmental Psychology*, 26, 796-804.
- Gelman, S. A. y Markam, E. M. (1986). Categories and induction in young children. *Cognition*, 23, 183-209.
- Gelman, S. A. y O'Reilly, A. W. (1988). Children's inductive inferences within superordinate categories: the role of language and category structure. *Child Developmental*, 59, 876-887.
- Gentner, D. (1983). Structure mapping. A theoretical framework for analogy. *Cognitive Science*, 7, 155-170.
- Gentner, D. (1988). Metaphor as structure-mapping: The relationship shift. *Child Development*, 59, 47-59.
- Gentner, D. y Clement, C.A. (1989). Evidence for relational selectivity in the interpretation of analogy and metaphor. En G.H. Bower (ed.), *The Psychology of Learning and Motivation*. New York: Academic Press.
- Gentner, D. y Gentner, D. R. (1983). Flowing waters or teeming crowds: Mental models of electricity. En Gentner, D. y Stevens, A. L. (eds.), *Mental models*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Gentner, D. y Landers, R. (1985). Analogical reminding: A good match is hard to find. *Proceedings of the International Conference on Systems, Man and Cybernetics*. Tucson, Arizona.
- Gentner, D. y Toupin, C. (1985). Systematicity and surface similarity. *Proceedings of the Seventh Annual Conference of the Cognitive Science Society*. Irvine, California.
- Gentner, D. y Toupin, C. (1986). Systematicity and surface similarity in the development of analogy. *Cognitive Science*, 10, 227-300.
- Gentzen, G. (1935/1969). Investigations into logical deduction. En M. E. Szabo (ed. y trans.), *The collected papers of Gerhard Gentzen*. Amsterdam: North-Holland.
- George, C. (1995). The endorsement of premises: assumption-based or belief-based reasoning. *British Journal of Psychology*, 86, 93-111.
- Getzels, J. W. y Jackson, P. W. (1962). *Creativity and intelligence*. New York: John Wiley and Sons.
- Gick, M. L. y Holyoak, K. J. (1980). Analogical problem solving. *Cognitive Psychology*, 12, 306-355.
- Gick, M. L. y Holyoak, K. L. (1983). Schema induction and analogical transfer. *Cognitive Psychology*, 15, 1-38.
- Gigerenzer, G. (1991). How to make cognitive illusions disappear: Beyond «heuristic and biases». En W. Stroebe y M. Hewstone (eds.), *European Review of Social Psychology*, vol. 2, pp. 83-115. Chichester, England: Wiley.

- Gigerenzer, G. (1993). The bounded rationality of probabilistic mental models. En K. I. Manktelow y D. E. Over (eds.), *Rationality* (pp. 284-313). London: Routledge.
- Gigerenzer, G. (1994). Why the distinction between single-event probabilities and frequencies is relevant for psychology and vice versa. En G. Wright y P. Ayton (eds.), *Subjective Probability* (pp. 129-162). New York: Wiley.
- Gigerenzer, G. (1996). On narrow norms and vague heuristics: A reply to Kahneman and Tversky (1996). *Psychological Review*, 103, 92-596.
- Gigerenzer, G. y Goldstein, D. G. (1996). Reasoning the fast and frugal way: models of bounded rationality. *Psychological Review*, 103, 650-669.
- Gigerenzer, G., Hoffrage, U. y Kleinbölting, H. (1991). Probabilistic mental models: a Brunswikian theory of confidence. *Psychological Review*, 98, 506-528.
- Gigerenzer, G. y Hoffrage, U. (1995). How to improve Bayesian reasoning without instructions: Frequency formats. *Psychological Review*, 102, 684-704.
- Gigerenzer, G. y Hug, K. (1992). Domain specific reasoning: social contracts, cheating and perspective change. *Cognition*, 43, 127-171.
- Gigerenzer, G., Todd, P. M. y The ABC Research Group (1999). *Simple heuristic that make us smart*. New York: Oxford University Press.
- Giroto, V., Blaye, A. y Farioli, F. (1989). A reason to reason. Pragmatic basis of children's search for counterexamples. *European Bulletin of Cognitive Psychology*, 9, 297-321.
- Giroto, V., Gilly, M., Blaye, A. y Light, P. (1989). Children's performance in the selection task: Plausibility and familiarity. *British Journal of Psychology*, 80, 79-95.
- Giroto, V. y González, M. (2001). Solving probabilistics and statistical problems: A matter of question form and information structure. *Cognition*, 78, 247-276.
- Giroto, V. y Legrenzi, P. (1989). Mental representation and hipotético-deductive reasoning: The case of the THOG problem. *Psychological Research*, 51, 129-135.
- Giroto, V. y Legrenzi, P. (1993). Naming the parents of the THOG: Mental representation and reasoning. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 46A, 701-713.
- Giroto, V., Mazzocco, A. y Cherubini, P. (1992). Pragmatic schemas and conditional reasoning in children. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 40A, 469-482.
- Giroto, V., Mazzocco, A. y Tasso, A. (1997). The effect of premise order effect on conditional reasoning: A test of the model theory. *Cognition*, 63, 1-28.
- Goldvarg, Y. y Johnson-Laird, P. (2000). Illusions in model reasoning. *Memory and Cognition*, 28, 282-294.
- Gondra, J. M. (1997). *Historia de la psicología: Introducción al pensamiento psicológico moderno. Volumen I: Nacimiento de la psicología científica*. Madrid: Síntesis Psicología.
- González Labra, M. J. (1997). *Aprendizaje por analogía*. Madrid: Editorial Trota.
- González Labra, M. J. (1998). *Introducción a la psicología del pensamiento*. Madrid: Editorial Trota.
- González Labra, M. J. (2000). Content presentation in reasoning about base rates. En García Madruga y González Labra. *Mental Model in Reasoning*. Madrid: UNED.
- González Labra, M. J. y Arias, S. (1995). Perspectiva pragmática del razonamiento: la interpretación del contexto en el condicional. *Cognitiva*, 1(7), 93-113.
- González Marqués J. (1991). El razonamiento. En J. Mayor y J. L. Pinillos (eds.), *Tratado de psicología general, 5. Pensamiento e inteligencia*. Madrid: Alhambra.
- Grice, H. P. (1975). Logic and conversation. P. Cole y J. L. Morgan (eds.), *Syntax and semantics, III: speech acts*. New York: Academic Press.
- Griggs, R. A. (1983). The role of problem content in the selection task and in the THOG problem. En J. St. B. T. Evans (comp.), *Thinking and Reasoning. Psychological approaches* (pp. 16-43). London: Routledge and Kegan Paul.
- Griggs, R. A. (1984). Memory cueing and instructional effects on Wason's selection task. *Current Psychological Research and Reviews*, 3, 3-10.
- Griggs, R. A. (1989). To «see» or not to «see»: that is the selection task. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 41A(3), 517-529.
- Griggs, R. A. (1995). The effects of rule clarification, decision justification, and selection instructions on Wason's abstract selection task. S. E. Newstead y J. St. B. T. Evans (eds.), *Perspectives on thinking and reasoning: essays in honour of Peter Wason* (pp. 17-39). Hove, UK: Lawrence Erlbaum Associates.

- Griggs, R. A. y Cox, J. R. (1982). The elusive thematic-materials effects in Wason's selection task. *British Journal of Psychology*, 73, 407-420.
- Griggs, R. A. y Cox, J. R. (1993). Permission schemas and the selection task. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 46A, 637-652.
- Griggs, R. A. y Newstead, S. E. (1982). The role of problem structure in a deductive reasoning task. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 8, 297-307.
- Griggs, R. A. y Newstead, S. E. (1983). The source of intuitive errors in Wason's THOG problem. *British Journal of Psychology*, 74, 451-459.
- Griggs, R. A., Platt, R. D., Newstead, S. E. y Jackson, S. L. (1998). Attentional factors in a disjunctive reasoning task. *Thinking and Reasoning*, 4, 1-14.
- Gutheil, G. y Gelman, S. A. (1997). Children's use of sample size and diversity information within basic-level categories. *Journal of Experimental Child Psychology*, 64, 159-174.
- Hacking, I. (1975). *The emergence of probability*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Harget, G. (1984). Modeling mental models: Experiments in cognitive modeling of spatial reasoning. En T. O'Shea (ed.), *Advances in artificial intelligence*, pp. 389-398. Amsterdam: North-Holland.
- Heit, E. (1998). A Bayesian analysis of some forms on inductive reasoning. En M. Oaksford & Chater (eds.), *Rational models of cognition* (pp. 248-274). Oxford, Oxford University Press.
- Heit, E. (2000). Properties of inductive reasoning. *Psychonomic Bulletin & Review*, 7, 569-592.
- Henle, M. (1962). On the relation between logic and thinking. *Psychological Review*, 69, 366-378.
- Henle, M. y Michael, M. (1956). The influence of attitudes on syllogistic reasoning. *Journal of Social Psychology*, 44, 115-127.
- Hershey, J. C. y Schoemaker, P. J. H. (1980). Risk taking and problem context in the domain of losses: an expected utility analysis. *Journal of Risk and Insurance*, 47, 111-132.
- Hertwing, R. y Gigerenzer, G. (en prensa). The conjunction fallacy revisited: How intelligent inferences look like reasoning errors. *Journal of Behavioral Decision Making*, 12.
- Hoch, S. J. y Tschirgi, J. E. (1983). Cue redundancy and extra logical inferences in a deductive reasoning task. *Memory and Cognition*, 11, 200-209.
- Hoch, S. J. y Tschirgi, J. E. (1985). Logical knowledge and cue redundancy in a deductive reasoning task. *Memory and Cognition*, 13, 435-462.
- Holland, J., Holyoak, K. J., Nisbett, R. E. y Thagard, P. (1986). *Induction: Processes of inference, learning, and discovery*. Cambridge, Mass: Bradford Books, MIT Press.
- Holyoak, K. J. (1982). An analogical framework for literary interpretation. *Poetics*, 11, 105-126.
- Holyoak, K. J. (1984). Analogical thinking and human intelligence. En R. J. Sternberg (ed.), *Advances In the Psychology of Human Intelligence*, vol. 2. Hillsdale, NJ: LEA.
- Holyoak, K. J. (1985). The Pragmatic of analogical transfers. En G. H. Bower (ed.), *The Psychology of Learning and Motivation*, vol. 19. New York: Academic Press.
- Holyoak, K. J. y Cheng, P. W. (1995). Pragmatic reasoning with a point of view. *Thinking and Reasoning*, 1, 289-313.
- Holyoak, K. J., Junn, E. N. y Billman, D. O. (1985). Development of analogical problem solving skill. *Child Development*, 55, 2042-2055.
- Holyoak, K. J. y Koh, K. (1987). Surface and structural similarity in analogical transfer. *Memory and Cognition*, 15, 332-340.
- Hunter, I. (1957). The solving of three term series problems. *British Journal of Psychology*, 48, 286-298.
- Huttenlocher (1968). Constructing spatial images: A strategy in reasoning. *Psychological Review*, 75(6), 550-560. También en P. N. Johnson-Laird y P. C. Wason (eds.), *Thinking. Readings in cognitive Science*. Cambridge: Cambridge University Press, 1977.
- Jackson, S. L. y Griggs, R. A. (1990). The elusive pragmatic reasoning schemas effect. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 42A, 353-373.
- Janis, I. L. y Frick, F. (1943). The relationship between attitudes towards conclusions and errors in judging logical validity of syllogisms. *Journal of Experimental Psychology*, 33, 73-77.
- Johnson, J. N. y Shafir, E. (1993). The interaction between reasoning and decision making: an introduction. *Cognition*, 49, 1-9.
- Johnson-Laird, P. N. (1975). Models of deduction. En R. J. Falmagne (comp.), *Reasoning: Representation and Process*. New York: Wiley.
- Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental models*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

- Griggs, R. A. y Cox, J. R. (1982). The elusive thematic-materials effects in Wason's selection task. *British Journal of Psychology*, 73, 407-420.
- Griggs, R. A. y Cox, J. R. (1993). Permission schemas and the selection task. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 46A, 637-652.
- Griggs, R. A. y Newstead, S. E. (1982). The role of problem structure in a deductive reasoning task. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 8, 297-307.
- Griggs, R. A. y Newstead, S. E. (1983). The source of intuitive errors in Wason's THOG problem. *British Journal of Psychology*, 74, 451-459.
- Griggs, R. A., Platt, R. D., Newstead, S. E. y Jackson, S. L. (1998). Attentional factors in a disjunctive reasoning task. *Thinking and Reasoning*, 4, 1-14.
- Gutheil, G. y Gelman, S. A. (1997). Children's use of sample size and diversity information within basic-level categories. *Journal of Experimental Child Psychology*, 64, 159-174.
- Hacking, I. (1975). *The emergence of probability*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Harget, G. (1984). Modeling mental models: Experiments in cognitive modeling of spatial reasoning. En T. O'Shea (ed.), *Advances in artificial intelligence*, pp. 389-398. Amsterdam: North-Holland.
- Heit, E. (1998). A Bayesian analysis of some forms on inductive reasoning. En M. Oaksford & Chater (eds.), *Rational models of cognition* (pp. 248-274). Oxford, Oxford University Press.
- Heit, E. (2000). Properties of inductive reasoning. *Psychonomic Bulletin & Review*, 7, 569-592.
- Henle, M. (1962). On the relation between logic and thinking. *Psychological Review*, 69, 366-378.
- Henle, M. y Michael, M. (1956). The influence of attitudes on syllogistic reasoning. *Journal of Social Psychology*, 44, 115-127.
- Hershey, J. C. y Schoemaker, P. J. H. (1980). Risk taking and problem context in the domain of losses: an expected utility analysis. *Journal of Risk and Insurance*, 47, 111-132.
- Hertwing, R. y Gigerenzer, G. (en prensa). The conjunction fallacy revisited: How intelligent inferences look like reasoning errors. *Journal of Behavioral Decision Making*, 12.
- Hoch, S. J. y Tschirgi, J. E. (1983). Cue redundancy and extra logical inferences in a deductive reasoning task. *Memory and Cognition*, 11, 200-209.
- Hoch, S. J. y Tschirgi, J. E. (1985). Logical knowledge and cue redundancy in a deductive reasoning task. *Memory and Cognition*, 13, 435-462.
- Holland, J., Holyoak, K. J., Nisbett, R. E. y Thagard, P. (1986). *Induction: Processes of inference, learning, and discovery*. Cambridge, Mass: Bradford Books, MIT Press.
- Holyoak, K. J. (1982). An analogical framework for literary interpretation. *Poetics*, 11, 105-126.
- Holyoak, K. J. (1984). Analogical thinking and human intelligence. En R. J. Sternberg (ed.), *Advances in the Psychology of Human Intelligence*, vol. 2. Hillsdale, NJ: LEA.
- Holyoak, K. J. (1985). The Pragmatic of analogical transfers. En G. H. Bower (ed.), *The Psychology of Learning and Motivation*, vol. 19. New York: Academic Press.
- Holyoak, K. J. y Cheng, P. W. (1995). Pragmatic reasoning with a point of view. *Thinking and Reasoning*, 1, 289-313.
- Holyoak, K. J., Junn, E. N. y Billman, D. O. (1985). Development of analogical problem solving skill. *Child Development*, 55, 2042-2055.
- Holyoak, K. J. y Koh, K. (1987). Surface and structural similarity in analogical transfer. *Memory and Cognition*, 15, 332-340.
- Hunter, I. (1957). The solving of three term series problems. *British Journal of Psychology*, 48, 286-298.
- Huttenlocher (1968). Constructing spatial images: A strategy in reasoning. *Psychological Review*, 75(6), 550-560. También en P. N. Johnson-Laird y P. C. Wason (eds.), *Thinking. Readings in cognitive Science*. Cambridge: Cambridge University Press, 1977.
- Jackson, S. L. y Griggs, R. A. (1990). The elusive pragmatic reasoning schemas effect. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 42A, 353-373.
- Janis, I. L. y Frick, F. (1943). The relationship between attitudes towards conclusions and errors in judging logical validity of syllogisms. *Journal of Experimental Psychology*, 33, 73-77.
- Johnson, J. N. y Shafir, E. (1993). The interaction between reasoning and decision making: an introduction. *Cognition*, 49, 1-9.
- Johnson-Laird, P. N. (1975). Models of deduction. En R. J. Falmagne (comp.), *Reasoning: Representation and Process*. New York: Wiley.
- Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental models*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

- Johnson-Laird, P. N. (1987). Freedom and constraint in creativity. En R. J. Sternberg (ed.), *Creativity*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Johnson-Laird, P. N. (1988). *The computer and the Mind: an introduction to cognitive science*. London: Fontana.
- Johnson-Laird, P. N. (1993). *Human and Machine Thinking*. Hove: LEA.
- Johnson-Laird, P. N. (1995). Inference and mental models. S. E. Newstead y J. St. B. T. Evans (eds.), *Perspectives on thinking and reasoning: essays in honour of Peter Wason* (pp. 115-146), Hove, UK: Lawrence Erlbaum Associates.
- Johnson-Laird, P. N. (1996). The process of deduction. En D. S. Steier y T. M. Mitchell (Eds.), *A tribute to Allen Newell* (pp. 363-400), Mahwah, New Jersey: LEA.
- Johnson-Laird, P. N. (2000). The current state of the mental model theory. En García Madruga, Carriedo y González Labra (eds.), *Mental Models in reasoning*. Madrid: UNED Ediciones.
- Johnson-Laird, P. N. (2001). Mental models and deduction. *Trends in Cognitive Sciences*, vol. 5, n.º 10, 434-442.
- Johnson-Laird, P. N. y Bara, B. G. (1984). Syllogistic Inference. *Cognition*, 16, 1-62.
- Johnson-Laird, P. N. y Byrne, R. M. J. (1991). *Deduction*. London: LEA.
- Johnson-Laird, P. N. y Byrne, R. M. J. (2002). Conditionals: a theory of meaning, pragmatics and inferences. *Psychological Review*, 109, 646-678.
- Johnson-Laird, P. N., Byrne, R. M. J. y Schaeken, W. (1992). Propositional Reasoning by model. *Psychological Review*, 99, 418-439.
- Johnson-Laird, P. N., Legrenzi, P. y Legrenzi, M. S. (1972). Reasoning and sense of reality. *British Journal of Psychology*, 63, 395-400.
- Johnson-Laird, P. N., Legrenzi, P., Girotto, P. y Legrenzi, M. S. (2000). Illusions in reasoning about consistency. *Science*, 288, 531.
- Johnson-Laird, P. N., Legrenzi, P., Girotto, P., Legrenzi, M. S. y Caverni, J. P. (1999). Naive probability: A mental model theory of extensional reasoning. *Psychological Review*, 106, 62-88.
- Johnson-Laird, P. N. y Savary (1996). Illusory inferences about probabilities. *Acta Psychologica*, 93, 69-90.
- Johnson-Laird, P. N. y Steedman, M. (1978). The psychology of syllogisms. *Cognitive Psychology*, 10, 64-99.
- Johnson-Laird, P. N. y Tagart, J. (1969). How implication is understood. *American Journal of Psychology*, 82, 367-373.
- Kahneman, D. y Tversky, A. (1972). Subjective probability: A judgment of representativeness. *Cognitive Psychology*, 3, 430-454.
- Kahneman, D. y Tversky, A. (1973). On the psychology of prediction. *Psychological Review*, 80, 237-251.
- Kahneman, D. y Tversky, A. (1979). Prospect theory: an analysis of the decision under risk. *Econometrica*, 47, 263-291.
- Kahneman, D. y Tversky, A. (1996). On the reality of cognitive illusions: A reply to Gigerenzer's critique. *Psychological Review*, 103, 582-591.
- Karmilff-Smith, A. (1986). From meta-processes to conscious access: Evidence from children's metalinguistic and repair data. *Cognition*, 23, 95-147.
- Karmilff-Smith, A. (1990). Constraints on representational change: Evidence from children's drawing. *Cognition*, 34, 57-83.
- Kaufman, H. y Goldstein, S. (1967). The effect of emotional value of conclusions upon distortion in syllogistic reasoning. *Psychonomic Science*, 7, 367-368.
- Keane, M. T. (1987). On retrieving analogues when solving problems. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 39A, 29-41.
- Keane, M. T. (1990). Incremental analogizing: Theory and model. En K. J. Gilhooly, M. T. Keane, R. Logie y G. Erdos (eds.), *Lines of Thinking: reflections on the psychology of thought* (vol. 1). New York: Wiley.
- Keane, M. T. (1991). *The role of background knowledge in analogical mapping*. CS-TCD-91-06. Dublin: Dept. of Computer Science, Trinity College.
- Keane, M. T., Ledgeway, T. y Duff, S. (1994). Constraints on analogical mapping: A comparison of three models. *Cognitive Science*, 18, 387-438.
- Keeney, R. L. y Raiffa, H. (1976). *Decisions with Multiple Objectives*. Nueva York: John Wiley & Sons.
- Kern, L. H., Mirels, H. L. y Hinshaw, V. G. (1983). Scientists' understanding of propositional logic: An experimental investigation. *Social Studies of Science*, 13, 131-146.
- Keynes, J. M. (1921). *A Treatise on Probability*. Londres: Macmillan.
- Kirby, K. N. (1994). Probabilities and utilities of fictional outcomes in Wason's four-card selection task. *Cognition*, 51, 1-28.

- Klauer, K. C. (1999). On the normative justification for information gain in Wason's selection task. *Psychological Review*, 106 (1), 215-222.
- Köhler, W. (1925). *The Mentality Of Apes*. New York: Hartcourt (Orig. 1917).
- Kroeger, J. K., Cheng, P. W. y Holyoak, K. J. (1993). Evoking the permission schema: The impact of explicit negation and a violation-checking context. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 46A, 615-636.
- Kuhn, D. (1991). *The skills of argument*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Lave, J. (1988). *Cognition in Practice*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Lave, J., Murtaugh, M. y de la Rocha, O. (1984). The dialectic of arithmetic in grocery shopping. En B. Rogoff y J. Lave (eds.), *Everyday Cognition: Its Development in Social Context*, pp. 67-94. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Leahey, T. H. (1977). Training reasoning with implication. *The Journal of General Psychology*, 63-73.
- Lefford, A. (1946). The influence of emotional subject matter on logical reasoning. *Journal of General Psychology*, 34, 127-151.
- Light, P., Girotto, V. y Legrenzi, P. (1990). Children's reasoning on conditional promises and permissions. *Cognitive Development*, 5, 369-383.
- López, A., Atran, S., Coley, J. D., Medin, D. L. y Smith, E. E. (1997). The tree of life: Universal and cultural features of folkbiological taxonomies and inductions. *Cognitive Psychology*, 32, 251-295.
- López, A., Gelman, S. A., Gutheil, G. y Smith, E. E. (1992). The developmental of category-based induction. *Child Developmental*, 63, 1070-1090.
- Luce, R. D. y Krantz, D. H. (1971). Conditional expected utility. *Econometrica*, 39, 253-271.
- Machina, N. J. (1982). «Expected utility» analysis without independence axiom. *Econometrica*, 50, 277-323.
- Mackinnon, D. W. (1962). The nature and nurture of creative talent. *American Psychologist*, 17, 484-495.
- Mandler, J. M. y Mc Donough, L. (1996). Drinking and driving don't mix: inductive generalization in infancy. *Cognition*, 59, 307-335.
- Manktelow, K. I. (1999). *Reasoning and Thinking*. Hove: Psychology Press.
- Manktelow, K. I. y Evans, J. St. B. T. (1979). Facilitation of reasoning by realism: effect or non-effect? *British Journal of Psychology*, 71, 227-231.
- Marcus, S. L. y Rips, L. J. (1979). Conditional reasoning. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 18, 199-223.
- Marek, P., Griggs, R. A. y Koening, C. S. (2000). Reducing cognitive complexity in a hypothetico-deductive reasoning task. *Thinking and Reasoning*, 6(3), 253-265.
- Markovits, H. (1984). Awareness of the «possible» as a mediator of formal thinking in conditional reasoning problems. *British Journal of Psychology*, 75, 367-376.
- Markovits, H. (1988). Conditional reasoning, representation, empirical evidence on a concrete task. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 40A, 483-495.
- Markovits, H. (2000). A mental model analysis of young children's conditional reasoning with meaningful premises. *Thinking and Reasoning*, 6(4), 335-348.
- Markovits, H. y Lasage, C. (1990). Pragmatic reasoning schemas for conditional promises: Context and representation. En J. P. Caverni, J. M. Fabre y M. González (eds.), *Cognitive Biases*. Amsterdam: Elsevier.
- Markovits, H. y Savary, F. (1992). Pragmatic schemas and the selection task: To reason or not to reason. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 45A, 133-148.
- Maybery, M. T., Bain, J. D. y Halford, G. S. (1986). Information-processing demands of transitive inference. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 12, 600-613.
- Mayer, R. E. (1992). *Thinking, problem solving, cognition*, 2.^a Edition. New York: Freeman.
- McNeil, B. J., Pauker, S. G., Sox, H. C. y Tversky, A. (1982). On the elicitation of preferences for alternatives therapies. *New England Journal of Medicine*, 306, 1259-1262.
- Morgan, J. I. B. y Morton, J. T. (1944). The distortions of syllogistic reasoning produced by personal convictions. *Journal of Social Psychology*, 20, 39-59.
- Mosconi, G. y D'Urso, V. (1974). *The selection task from the standpoint of the theory of double code*. Paper presented at The Selection Task Conference, Trento, Italy.
- Murray, H. G. y Denny, J. P. (1969). Interaction of ability level and interpolated activity in human problem solving. *Psychological Reports*, 24, 271-276.

- Neumann, J. V. y Morgenster, O. (1944). *Theories of games and economic behavior*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Newell, A. (1981). Reasoning, problem solving and decision processes: The problem space as a fundamental category. En R. Nickerson (ed.), *Attention and performance* (vol. 8), pp. 693-718. Hillsdale, NJ: LEA.
- Newstead, S. E., Ellis, C. E., Evans, J. St. B. T. y Dennis. (1997). Conditional reasoning with realistic material. *Thinking and Reasoning*, 3, 49-96.
- Newstead, S. E., Girotto, V. y Legrenzi, P. (1995). The THOG problem and its implications for human reasoning. En S. E. Newstead y J. St. B. T. Evans (eds.), *Perspectives on thinking and reasoning* (pp. 261-285). Hove, UK: LEA Ltd.
- Newstead, S. E. y Griggs, R. A. (1983). Drawing inferences from quantified statements: A study of the square of opposition. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 22, 535-546.
- Newstead, S. E. y Griggs, R. A. (1992). Thinking about THOG: Sources of error in a deductive reasoning task. *Psychological Research*, 54, 299-305.
- Newstead, S. E., Griggs, R. A. y Chrostowsky, J. J. (1984). Reasoning with realistic disjunctives. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 36A, 611-627.
- Newstead, S. E., Griggs, R. A. y Warner, S. A. (1982). The effects of realism on Wason's THOG problem. *Psychological Research*, 44, 85-96.
- Newstead, S. E., Pollard, P., Evans, J. St. B. T. y Allen, J. L. (1992). The source of belief bias effects in syllogistic reasoning. *Cognition*, 45, 257-284.
- Nisbett, R. E., Krantz, D. H., Jepson, C. y Kunda, Z. (1983). The use of statistical heuristics in everyday inductive reasoning. *Psychological Review*, 90, 339-364.
- Noveck, I. A. y O'Brien, D. P. (1996). To what extent do pragmatic reasoning schemas affect performance on Wason's selection task? *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49A, 463-489.
- Oakhill, J. V. y Johnson-Laird, P. N. (1985). The effects of belief on the spontaneous production of syllogistic conclusions. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 37A, 553-569.
- Oakhill, J. V., Johnson-Laird, P. N. y Garnham, A. (1989). Believability and syllogistic reasoning. *Cognition*, 31, 117-140.
- Oaksford, M. y Chater, N. (1994). A rational analysis of the selection task as optimal selection. *Psychological Review*, 101, 608-631.
- Oaksford, M. y Chater, N. (1995a). Informations gains explains relevance which explains the selections task. *Cognition*, 57, 97-108.
- Oaksford, M. y Chater, N. (1995b). Theories of reasoning and the computational explanation of every inference. *Thinking and Reasoning*, 1, 121-152.
- Oaksford, M. y Chater, N. (1996). Rational explanation of the selection task. *Psychological Review*, 103, 381-391.
- Oaksford, M. y Chater, N. (1998). *Rationality in an uncertain world. Essays on the cognitive science of human reasoning*. Hove, UK: Psychology Press Ltd.
- O'Brien, D. P. (1993). Mental logic and human irrationality: we can put a man on the moon so why can't we solve those logical-reasoning problems? En K. I. Manktelow y D. E. Over (eds.), *Rationality* (pp. 110-135). London: Routledge.
- O'Brien, D. P. (1995). Finding logic in human reasoning requires looking in the right places. En Newstead, S. E. y Evans J. St. B. (ed.), *Perspectives on Thinking and Reasoning: essays in honour of Peter Wason* (pp. 189-216). Hove, UK: LEA.
- O'Brien, D. P., Noveck, I. A., Davidson, G. M., Lea, R. B. y Freitag, J. (1990). Sources of difficulty in deductive reasoning: The THOG task. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 42A, 329-352.
- Osherson, D. N., Smith, E. E., Wilkie, O., López, A. y Shafir, E. B. (1990). Category-based induction. *Psychological Review*, 97, 185-200.
- Paris, S.G. (1973). Comprehension of language connectives and propositional logical relationship. *Journal of Experimental Child Psychology*, 16, 278-291.
- Patrick, C. (1935). Creativity thought in poets. *Archives of Psychology*, 178.
- Platt, R. D. y Griggs, R. A. (1993). Facilitation in the abstract selection task: the effect of attentional and instructional factors. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 46A, 591-613.
- Payne, J. W. (1976). Task complexity and contingent processing in decision making: an information search and protocol analysis. *Organizational Behavioral and Human Performance*, 16, 366-387.

- Payne, J. W., Bettman, J. R. y Johnson, E. J. (1988). Adaptive strategy selection in decision making. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 14, 534-552.
- Perkins, D. N. (1985). Reasoning as imagination. *Interchange*, 16, 362-385.
- Perkins, D. N. (1986a). *Knowledge as design: Critical and creative thinking for teachers and learners*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Perkins, D. N. (1986b). *Reasoning as it is and could be: An empirical perspective*. Paper presented at the AREA conference, San Francisco, CA.
- Perkins, D. N. (1989). *Reasoning as it is and could be: An empirical perspective*. En D. M. Toppng, D. C. Crowell y V. N. Kobayashi (eds.), *Thinking Across Cultures: The Third International Conference on Thinking*, pp. 175-194, Hillsdale, NJ: LEA.
- Perkins, D. N., Farady, M. y Bushey, B. (1991). Everyday reasoning and the roots of intelligence. En J. F. Voss, D. N. Perkins y J. W. Segal (eds.), *Informal Reasoning and Education*, pp. 83-105, Hillsdale, NJ: LEA.
- Piaget, J. (1953). *Logic and Psychology*. Manchester: Manchester University Press.
- Patrick, C. (1937). Creativity thought in artists. *Journal of Psychology*, 4, 35-73.
- Politzer, G. (1986). Laws of language use and formal logic. *Journal of Psycholinguistic Research*, 15, 47-92.
- Politzer, G. (1990). Non-logical solving of categorical syllogism. En J. P. Caverni, J. M. Fabre y M. González (eds.), *Cognitive biases in Psychology*, vol. 68. Amsterdam: North-Holland.
- Politzer, G. y Braine, M. D. S. (1991). Response to inconsistent premises cannot count as suppression of valid inferences. *Cognition*, 38, 103-108.
- Politzer, G. y Noveck, I. A. (1991). Are conjunction rule violations the result of conversational rule violations. *Journal of Psycholinguistic Research*, 20, 83-103.
- Politzer, G. y Nguyen Xuan, A. (1992). Reasoning about conditional promises and warnings: darwinian algorithms, and mental models, relevance judgements or pragmatic schemas? *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 44A(3), 401-421.
- Polk, T. A. y Newell, A. (1995). Deduction as verbal reasoning. *Psychological Review*, 102, 533-566.
- Potts, G. R. y Scholz, K. W. (1975). The internal representation of a three-term series problem. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 14, 439-452.
- Proffitt, J. B., Coley, J. D. y Medin, D. L. (2000). Expertise and category-based induction. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 26 (4), 811-828.
- Pylyshyn, Z. W. (1984). *Computation and cognition: toward a foundation for cognitive science*. Montgomery, VT: Bradford.
- Revlin, R. y Leirer, V. O. (1978). The effect of personal biases on syllogistic reasoning: rational decisions from personalized representation. En R. Revlin y R. E. Mayer (comp.), *Human Reasoning*. Washington, D. C.: Winston.
- Revlin, R., Leirer, V., Yopp, H. y Yopp, R. (1980). The beliefs bias effect in formal reasoning: the influence of knowledge on logic. *Memory and Cognition*, 8, 584-592.
- Rips, L. J. (1975). Inductive judgments about natural categories. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 14, 665-681.
- 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, Mass.: M.I.T. Press, Bradford Books.
- Rips, L. J. y Conrad (1983). Individual differences in deduction. *Cognition and Brain Theory*, 6, 259-289.
- Rivière, A. (1986). *Razonamiento y representación*. Madrid: Siglo XXI.
- Roberge, J. J. (1976a). Effects of negation on adults' disjunctive reasoning abilities. *Journal of General Psychology*, 94, 23-28.
- Roberge, J. J. (1976b). Reasoning with exclusive disjunctive arguments. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 28, 419-427.
- Roberge, J. J. (1978). Linguistic and psychometric factors in propositional reasoning. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 30, 705-716.
- Roe, A. (1952). A psychologist examines sixty-four eminent scientists. *Scientific American*, 187, 21-25.
- Rogoff, B. (1984). Introduction: Thinking and learning in social context. En B. Rogoff y J. Lave (eds.), *Everyday Cognition: Its Development in Social Context*, pp. 1-8, Cambridge, MA: Harvard University Press.

- Rumain, B., Connell, J. y Braine, M. D. S. (1983). Conversational comprehension processes are responsible for reasoning fallacies in children as well as adults: IF is not the biconditional. *Developmental Psychology*, 19, 471-481.
- Rumelhart, D. E. (1979). Some problem with the notion of literal meaning. En A. Ortony (ed.), *Metaphor and Thought*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Rumelhart, D. E. (1980). Schemata: The building block of cognition. En R. J. Spiro, B. C. Bruce y W. F. Brewer (eds.), *Theoretical issues in reading comprehension*. Hillsdale, NJ: LEA Inc.
- Rumelhart, D. E. y Norman, D. A. (1975). The active structural network. En D. A. Norman, D. E. Rumelhart y the LNR Research Group. *Explorations in Cognition*. San Francisco: W. H. Freeman y Co.
- Rumelhart, D. E. y Ortony, A. (1977). The representation of knowledge in memory. En R. C. Anderson, R. J. Spiro y W. E. Montague (eds.), *Schooling and the acquisition of Knowledge*. Hillsdale, New Jersey: Erlbaum.
- Saiz, C. (2000). Razonamiento práctico. En Berrocal, P. y Santamaría, C., *Manual práctico de psicología del pensamiento*. Barcelona: Ariel.
- Santamaría, C. (1989). Modelos mentales y razonamiento semántico: el silogismo. *Cognitiva*, 2 (2), 21-36.
- Santamaría, C. (1995). *Introducción al razonamiento humano*. Madrid: Alianza.
- Santamaría, C. y Espino, O. (2001). Categorías naturales y silogismos. En Fernández Berrocal y C. Santamaría (eds.), *Manual práctico de psicología del razonamiento* (pp. 95-102).
- Santamaría, C. y Espino, O. (2002). Conditionals and directionality: on the meaning of if vs. only if. *Journal Quarterly of Experimental Psychology*.
- Santamaría, C., Espino, O. y Johnson-Laird, P. N. (enviado para publicación). *Are the people rational in the abstract selection task?*
- Santamaría, C. y Fernández Berrocal, P. (2001). Modelos mentales y razonamiento probabilísticos. En Fernández Berrocal y C. Santamaría (eds.), *Manual práctico de psicología del razonamiento* (pp. 95-102).
- Santamaría, C. y Johnson-Laird, P. N. (2000). An antidote to illusory inferences. *Thinking and Reasoning*, 6 (4), 313-333.
- Savage, L. J. (1954). *The foundations of statistics*. New York: Wiley.
- Schank, D. R. y Abelson, R. (1977). *Scripts, plans, goals and understanding*. Hillsdale, NJ: LEA.
- Scribner, S. (1986). Thinking in action: Some characteristics of practical thought. En R. Sternberg y R. Warner (eds.), *Practical Intelligence: Nature and Origins of Competence in the everyday World*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Sells, S. B. (1936). The atmosphere effect: an experimental study of reasoning. *Archives of Psychology*, 29, 3-72.
- Shaeken, W., Johnson-Laird, P. N. y d'Ydewalle, G. (1996a). Mental models and temporal reasoning. *Cognition*, 60, 205-234.
- Shaeken, W., Johnson-Laird, P. N. y d'Ydewalle, G. (1996b). Tense, aspect, and temporal reasoning. *Thinking and Reasoning*, 2, 309-327.
- Shafir, E. y Tversky, A. (1992). Thinking through uncertainty: Nonconsequential reasoning and choice. *Cognitive Psychology*, 24, 449-474.
- Shaw, V. (1996). The cognitive processes in informal reasoning. *Thinking and Reasoning*, 2, 51-80.
- Shimojo, S. y Ichikawa, S. (1989). Intuitive reasoning about probability: Theoretical and experimental analysis of the «problem of three prisoners». *Cognition*, 32, 1-24.
- Sierra, B. (1995). Solución analógica de problemas. En M. Carretero, J. Almaraz y P. Fernández Berrocal (comps.), *Razonamiento y comprensión*. Madrid: Editorial Trotta.
- Simon, H. A. (1955). A behavioral model of rational choice. *Quarterly Journal of Economics*, 69, 99-118.
- Simon, H. A. (1978). Rationality as process and product of thought. *American Economic Association*, 68, 1-16.
- Sloman, S. A. (1993). Feature based induction. *Cognitive Psychology*, 25, 231-280.
- Smith, E. E., Shafir, E. B. y Osherson, D. N. (1993). Similarity, plausibility, and judgments of probabilities. *Cognition*, 49, 67-96.
- Smyth, M. M. y Clark, S. E. (1986). My half-sister is a THOG: Strategic process in a reasoning task. *British Journal of Psychology*, 77, 275-287.
- Sperber, D. y Wilson, D. (1986). *Relevance: Communication and cognition*. Oxford: T. J. Press Ltd.

- Sperber, D., Cara, F. y Girotto, V. (1995). Relevance theory explains the selection task. *Cognition*, 57, 31-95.
- Stanovich, K. E. y West, R. F. (2000). Individual differences in reasoning: Implications for the rationality debate? *Behavioral and Brain Sciences*, 23, 645-726.
- Staudenmayer, H. (1975). Understanding conditional reasoning with meaningful propositions. En R. J. Falmagne (ed.), *Reasoning: Representation and process*. New York: Willey.
- Stein (1996). *Without good reason*. Oxford: Oxford University Press.
- Sternberg, R. J. (1980). Representation and process in linear syllogistic reasoning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 109, 119-159.
- Stevenson, R. J. y Over D. E. (1995). Deduction from uncertain premises. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 48A, 613-643.
- Stich, S. P. (1985). Could man be an irrational animal? *Synthese*, 64, 115-135.
- Stich, S. P. (1990). Rationality. En D. N. Osherson y E. E. Smith (eds.), *An invitation to cognitive science, Volume 3: Thinking*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Störring, G. (1908). Experimentelle Untersuchungen über einfache Schlussprozesse. *Archiv für die gesamte Psychologie*, 11, 11-27.
- Strawson, P. F. (1950). On referring. *Mind*, 59, 320-344.
- Taplin, J. E. (1971). Reasoning with conditional sentences. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 10, 219-225.
- Tardif, T. Z. y Sternberg, R. J. (1988). What do we know about creativity. En R. J. Sternberg (ed.), *The Nature of Creativity: Contemporary Psychological Perspectives*, pp. 429-440. Cambridge: Cambridge University Press.
- Thompson, V. A. (1994). Interpretational factors in conditional reasoning. *Memory and Cognition*, 22, 742-758.
- Thompson, V. A. (1995). Conditional reasoning: The necessary and sufficient conditions. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 49, 1-60.
- Thorndike, E. L. (1898). Animal intelligence: An experimental study of the associative process in animals. *Psychological review Monographs*, 2, número 8.
- Titchener, E. B. (1899). Structural and functional Psychology. *Philosophical Review*, 8, 290-299.
- Torrance, E. P. (1966). *Torrance tests of creative thinking*. Princeton, NJ: Personel Press.
- Tversky, A. (1969). Intransitivity of preferences. *Psychological Review*, 76, 31-48.
- Tversky, A. (1972). Elimination by aspects: a theory of choice. *Psychological Review*, 79, 281-299.
- Tversky, A. y Kahneman, D. (1971). *Judgment under uncertainty: heuristic and biases*. *Science*, 185, 1124-1131. En M. Carretero y J. A. García Madruga (comps.), *Lecturas de Psicología del Pensamiento*. Madrid, 1984. Alianza Psicología.
- Tversky, A. y Kahneman, D. (1973). Availability: A heuristic for judging frequency and probability. *Cognitive Psychology*, 5, 207-232.
- Tversky, A. y Kahneman, D. (1974). Judgment under uncertainty: Heuristics and biases. *Science*, 185, 1124-1131.
- Tversky, A. y Kahneman, D. (1981). The framing of decisions and the Psychology of choice. *Science*, 211, 453-458.
- Tversky, A. y Kahneman, D. (1983). Extensional versus intuitive reasoning: the conjunction fallacy in probability judgment. *Psychological Review*, 90, 293-315.
- Tversky, A. y Kahneman, D. (1986). Rational choice and the framing of decisions. *Journal of Business*, 59, 251-278.
- Tversky, A. y Kahneman, D. (1992). Advances in prospect theory: cumulative representation of uncertainty. *Journal of risk and uncertainty*, 5, 297-323.
- Tversky, A. y Koehler, D. J. (1994). Support theory: A nonextensional representation of subjective probability. *Psychological Review*, 101, 547-567.
- Tversky, A. y Shafir, E. (1992). The disjunction effect in choice under uncertainty. *Psychological Science*, 3, 305-309.
- Valentine, E. R. (1985). The effects of instructions on performance in the Wason selection task. *Current Psychological Research and Reviews*, 4, 214-223.
- Van der Henst, J. B. (2002). Mental Model Theory versus the inference rule approach in relational reasoning. *Thinking and Reasoning*, 8(3), 193-203.
- Vandierendonck, A. y De Vooght, G. (1996). Evidence for mental-model based reasoning: A comparison for reasoning with time and space concepts. *Thinking and Reasoning*, 2, 249-272.
- Van Duyn, P. C. (1974). Realism and linguistic complexity in reasoning. *British Journal of Psychology*, 65, 59-67.

- Von Mises, R. (1957). *Probability, statistics and truth*. London: Allen y Unwin.
- Wagner, R. y Sternberg, R. (1986). Tacit knowledge and intelligence in the every world. En R. Sternberg y R. Warner (eds.), *Practical Intelligence: Nature and Origins of Competence in the everyday World*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Wallas, G. (1926). *The art of THOG*. London: Cape.
- Wason, P. C. (1966). Reasoning. En B. Foss (ed.), *New horizons in psychology*. Harmondsworth: Penguin.
- Wason, P. C. y Brooks, P. G. (1979). THOG: The anatomy of a problem. *Psychological Research*, 41, 79-90.
- Wason, P. C. y Johnson-Laird, P. N. (1970). A conflict between selecting and evaluating information in an inferential task. *British Journal of Psychology*, 61, 509-515.
- Wason, P. C. y Johnson-Laird, P. N. (1972). *Psychology of reasoning. Structure and content*. Traducción castellana: Psicología del Razonamiento. Madrid: Debate.
- Wason, P. C. y Shapiro, D. (1971). Natural and contrived experience in a reasoning problem. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 23, 63-71.
- Wetherick, N. E. y Gilhooly, K. (1990). Syllogistic reasoning: effect of premise order. En Gilhooly, M. T. G., Kcane, R. Logie y G. Erdos (eds.), *Lines of thought: Reflections on the psychology of thinking*, vol. 1. London: John Wiley.
- Wildman, T. M. y Fletcher, H. J. (1977). Developmental increases and decreases in solutions of conditional syllogism problems. *Developmental Psychology*, 13, 630-636.
- Wilkins, M. C. (1928). The effect of changed material on the ability to do formal syllogistic reasoning. *Archives of Psychology, New York*, 102.
- Wilson, W. (1965). The effect of competition on the speed and accuracy of syllogistic reasoning. *Journal of Social Psychology*, 65, 27-32.
- Woodworth, R. S. y Sells, S. B. (1935). An atmosphere effect in syllogistic reasoning. *Journal of Experimental Psychology*, 18, 451-460.
- Yachanin, S. A. y Tweney, R. D. (1982). The effect of thematic content on cognitive strategies in the four card selection task. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 19, 87-90.
- Yang, Y. y Johnson-Laird, P. N. (2000). How to eliminate illusions in quantified reasoning. *Memory and Cognition*, 28, 1050-1059.
- Yule, P. y Stenning, K. (1992). The figural effect and graphical algorithm for syllogistic reasoning. *Proceedings of the Fourteenth Annual Conferences of the Cognitive Sciences Society*, Bloomington, Indiana. Hillsdale, NJ: LEA.

TÍTULOS PUBLICADOS

- ADICCIÓN A LA COMPRA. Análisis, evaluación y tratamiento, *R. Rodríguez Villarro, J. M. Otero-López y R. Rodríguez Castro.*
- ADOLESCENTES EN CONFLICTO, *J. Urra.*
- ADQUISICIÓN DEL LENGUAJE. Problemas, investigación y perspectivas, *M. A. Galeote.*
- AGORAFOBIA Y ATAQUES DE PÁNICO, *A. Bados López.*
- ANÁLISIS DE DATOS EN PSICOLOGÍA II, *A. Pardo y R. San Martín.*
- ANTROPOLOGÍA Y PSICOLOGÍA, *C. Monedero.*
- APLICACIONES CLÍNICAS DE LA EVALUACIÓN Y MODIFICACIÓN DE CONDUCTA. Estudio de casos, *D. Macià, F. X. Méndez y cols.*
- APLICACIONES DE INTERVENCIÓN PSICOPEDAGÓGICA, *J.-N. García-Sánchez (coord.).*
- AVANCES EN EL TRATAMIENTO PSICOLÓGICO DE LOS TRASTORNOS DE ANSIEDAD, *E. Echeburúa.*
- BASES BIOLÓGICAS DE LAS PSICOPATOLOGÍAS, *J. F. Navarro (coord.).*
- BASES PSICOPEDAGÓGICAS DE LA EDUCACIÓN ESPECIAL, *M.ª A. Lou Royo y N. López Urquizar (coords.).*
- CAPACIDADES HUMANAS, *B. R. Colom.*
- COGNICIÓN Y APRENDIZAJE. Fundamentos psicológicos, *A. Puente.*
- CONFLICTOS MATRIMONIALES, DIVORCIO Y DESARROLLO DE LOS HIJOS, *J. Cantón, M.ª R. Cortés y M.ª D. Justicia.*
- CONOCIMIENTO Y DISCURSO. Claves para inferir y comprender, *J. A. León (coord.).*
- CUADERNO DE PRÁCTICAS DE MOTIVACIÓN Y EMOCIÓN, *E. G. Fernández Abascal, F. Palmero, M. Chóiz y F. Martínez.*
- DETECCIÓN Y PREVENCIÓN EN EL AULA DE LOS PROBLEMAS DEL ADOLESCENTE, *C. Saldaña (dir. y coord.).*
- DIFICULTADES DEL APRENDIZAJE ESCOLAR, *J. A. González-Piendi y J. C. Núñez Pérez (coords.).*
- DROGA Y DELINCUENCIA, *J. M. Otero.*
- EDUCACIÓN ESPECIAL I y II, *A. Sánchez y J. A. Torres (coords.).*
- EDUCACIÓN ESPECIAL. Centros educativos y profesores ante la diversidad, *A. Sánchez y J. A. Torres.*
- EDUCACIÓN INTERCULTURAL Y APRENDIZAJE COOPERATIVO, *M.ª J. Díaz-Aguado.*
- EL AMOR DESDE LA PSICOLOGÍA SOCIAL. Ni tan libros, ni tan racionales, *C. Yela García.*
- EL APRENDIZAJE NO-VERBAL DE LOS HUMANOS, *E. Huertas.*
- EL GRUPO DE DISCUSIÓN, *R. A. Krueger.*
- EL GRUPO DESDE LA PERSPECTIVA PSICOSOCIAL. Conceptos básicos, *M. Marín Sánchez y M. A. Garrido Torres (coords.).*
- EL SOCIOGRAMA. Estudio de las relaciones informales en las organizaciones, *A. Rodríguez Pérez y D. Morera Bello.*
- EMPLEO, ESTRÉS Y SALUD, *J. Buendía y F. Ramos (coords.).*
- ENTREVISTA CONDUCTUAL ESTRUCTURADA DE SELECCIÓN DE PERSONAL. Teoría, práctica y rentabilidad, *J. F. Salgado y S. Moscoso.*
- ESCUELA Y TOLERANCIA, *M.ª J. Díaz-Aguado.*
- ESTADÍSTICA PARA PSICÓLOGOS 1. Estadística descriptiva, *J. Amón.*
- ESTADÍSTICA PARA PSICÓLOGOS 2. Probabilidad. Estadística inferencial, *J. Amón.*
- ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE. Concepto, evaluación e intervención, *J. A. González-Piendi, J. C. Núñez Pérez, L. Álvarez Pérez y E. Saler Vázquez (coords.).*
- ESTRATEGIAS PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO ACADÉMICO DE LOS ADOLESCENTES. Guía práctica para padres y profesores, *M. A. Adell.*
- ETOLOGÍA. Bases biológicas de la conducta animal y humana, *F. Peláez del Hierro y J. Veá Baró.*
- EVALUACIÓN CONDUCTUAL HOY, *R. Fernández-Ballesteros.*
- EVALUACIÓN ESTRUCTURADA DE LA PERSONALIDAD, *A. Matesanz.*
- EVALUACIÓN DE PROGRAMAS EN ORIENTACIÓN EDUCATIVA, *R. Sanz Oro.*
- EXPLICACIONES SOBRE EL DESARROLLO HUMANO, *E. Fernández Lópiz.*
- FAMILIA Y PSICOLOGÍA DE LA SALUD, *J. Buendía.*
- FORMACIÓN E INSERCIÓN LABORAL, *F. Salvá Mut (dir.) e I. Nicolau Colom.*
- FUNDAMENTOS DE LA PSICOLOGÍA JURÍDICA, *M. Clemente.*
- FUNDAMENTOS DE PSICOPATOLOGÍA GENERAL, *P. J. Mesa.*
- FUNDAMENTOS METODOLÓGICOS EN PSICOLOGÍA Y CIENCIAS AFINES, *R. Moreno Rodríguez, R. J. Martínez Cervantes y S. Chacón Moscoso.*
- GÉNERO Y SOCIEDAD, *J. Fernández (coord.).*
- GEOGRAFÍA DE LA INTELIGENCIA HUMANA. Las aptitudes cognitivas, *M. de Juan-Espinosa.*
- GERONTOLOGÍA SOCIAL, *R. Fernández-Ballesteros (dir.).*
- GRUPOS EN LAS ORGANIZACIONES, *F. Gil y M. García.*
- GUÍA DE AYUDA AL TERAPEUTA COGNITIVO-CONDUCTUAL, *A. Gavino.*
- GUÍA DE TRATAMIENTOS PSICOLÓGICOS EFICACES I, II y III, *M. Pérez, J. R. Fernández, C. Fernández e I. Amigo.*
- GUÍA JURÍDICA DEL PSICÓLOGO, *M. Clemente y J. Ríos.*
- GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL ABUSO SEXUAL INFANTIL, *J. Cantón y M.ª R. Cortés.*
- HISTORIA DE LAS IDEAS PSICOLÓGICAS, *H. Carpintero.*
- INICIACIÓN ESCOLAR A LA ESCRITURA Y LA LECTURA. Diseño de programas adaptados a la diversidad, *A. Suárez Yáñez.*
- INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN EN SALUD MENTAL, *M. Muñoz, A. Roa, E. Pérez, A. B. Santos-Olmo y A. de Vicente.*
- INTERVENCIÓN CONDUCTUAL EN CONTEXTOS COMUNITARIOS I. Programas aplicados de prevención, *F. X. Méndez, D. Macià y J. Olivares.*
- INTERVENCIÓN EN LOS ÁMBITOS DE LA SEXOLOGÍA Y DE LA GEROLOGÍA, *J. Fernández (coord.).*
- INTERVENCIÓN EN LOS TRASTORNOS DEL COMPORTAMIENTO INFANTIL. Una perspectiva conductual de sistemas, *M. Servera Barceló (coord.).*
- INTERVENCIÓN PSICOEDUCATIVA. Estrategias para elaborar adaptaciones de acceso, *L. Álvarez, J. A. González-Piendi, J. C. Núñez y E. Soler.*
- INTERVENCIÓN PSICOEDUCATIVA EN NIÑOS CON TRASTORNOS GENERALIZADOS DEL DESARROLLO, *F. Alcantud Marín (Coord.).*
- INTERVENCIÓN PSICOLÓGICA: PROGRAMAS APLICADOS DE TRATAMIENTO, *D. Macià, F. X. Méndez y J. Olivares.*
- INTERVENCIÓN PSICOLÓGICA CON ADOLESCENTES. Un programa para el desarrollo de la personalidad y la educación en derechos humanos, *M. Garaigordobil.*
- INTERVENCIÓN PSICOLÓGICA PARA DESARROLLAR LA PERSONALIDAD INFANTIL. Juego, conducta prosocial y creatividad, *M. Garaigordobil.*
- INTERVENCIÓN PSICOPEDAGÓGICA, *J. A. Beltrán, V. Bermejo, M.ª D. Prieto y V. Vence.*
- INTERVENCIÓN PSICOPEDAGÓGICA EN LOS TRASTORNOS DEL DESARROLLO, *J. N. García Sánchez (coord.).*
- INTERVENCIÓN PSICOPEDAGÓGICA Y CURRÍCULO ESCOLAR, *J. A. Beltrán, V. Bermejo, L. F. Pérez, M. D. Prieto, D. Vence y R. González.*
- INTERVENCIÓN TEMPRANA. Desarrollo óptimo de 0 a 6 años, *A. Gómez, P. Viguier y M.ª J. Cantero.*
- INTRODUCCIÓN A LA EVALUACIÓN PSICOLÓGICA I y II, *R. Fernández-Ballesteros.*
- INTRODUCCIÓN A LA PSICOLOGÍA DE LOS GRUPOS, *F. Gil Rodríguez y C. M. Alcover.*
- INTRODUCCIÓN A LA PSICOLOGÍA DEL TRABAJO Y DE LAS ORGANIZACIONES, *A. Rodríguez (coord.).*
- INTRODUCCIÓN A LA TEORÍA DE RESPUESTA A LOS ÍTEMS, *J. Muñoz.*
- INTRODUCCIÓN A LOS MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN DE LA PSICOLOGÍA, *A. R. Delgado y G. Prieto.*
- LA CONFRONTACIÓN SOBRE LA INTELIGENCIA. ¿HERENCIA-AMBIENTE?, *H. J. Eysenck y L. Kamin.*
- LA ENSEÑANZA DE LA LECTURA. Enfoque psicolingüístico y sociocultural, *M.ª Clemente y A. B. Domínguez.*
- LA ENTREVISTA. Técnicas y aplicaciones para la empresa, *J. G. Goodale.*
- LA FAMILIA DEL DEFICIENTE MENTAL, *T. Vargas Aldecoa y A. Polaino-Lorente.*
- LA MADUREZ PERSONAL: PERSPECTIVAS DESDE LA PSICOLOGÍA, *J. J. Zacarés y E. Serra.*
- LA PERSONALIDAD EN EL MARCO DE UNA TEORÍA DEL COMPORTAMIENTO HUMANO, *J. Santacreu Mas, J. M. Hernández López, P. Adarraga Morales y M.ª D. Márquez Sánchez.*
- LA PRÁCTICA DE LA PSICOLOGÍA DIFERENCIAL EN EDUCACIÓN, CLÍNICA Y DEPORTES, *M. de Juan-Espinosa, B. R. Colom y M.ª A. Quiroga.*
- LA PRÁCTICA DE LA PSICOLOGÍA DIFERENCIAL EN INDUSTRIA Y ORGANIZACIONES, *M. de Juan-Espinosa, B. R. Colom y M.ª A. Quiroga.*
- LA PSICOLOGÍA, UNA CIENCIA DIVERSIFICADA, *J. Fernández (coord.).*
- LA VEJEZ. Perspectivas del desarrollo humano, *R. A. Kalish.*
- LA VOZ Y LAS DISFONÍAS DISFUNCIONALES. Prevención y tratamiento, *R. M.ª Rivas y M.ª J. Fiuza.*
- LOS PROBLEMAS DE LA BEBIDA: UN SISTEMA DE TRATAMIENTO PASO A PASO, *B. McCrady, R. Rodríguez Villarro y J. M. Otero-López.*

- MANUAL DE ATENCIÓN TEMPRANA, J. Pérez-López y A. G. Brito de la Nuez (coords.).
- MANUAL DE DIFICULTADES DE APRENDIZAJE, M.^a del R. Ortiz González.
- MANUAL DE LOGOPEDIA. Evaluación e intervención de las dificultades fonológicas, F. Villegas Lirio.
- MANUAL DE PSICOFISIOLOGÍA CLÍNICA, M. A. Simón y E. Amenado (coords.).
- MANUAL DE PSICOLOGÍA CLÍNICA INFANTIL Y DEL ADOLESCENTE. Trastornos generales, V. E. Caballo y M. A. Simón (dir. y coord.).
- MANUAL DE PSICOLOGÍA CLÍNICA INFANTIL Y DEL ADOLESCENTE. Trastornos específicos, V. E. Caballo y M. A. Simón (dir. y coord.).
- MANUAL DE PSICOLOGÍA DE LA EDUCACIÓN, J. A. González-Pienda, R. González Cabanach, J. C. Núñez Pérez y A. Valle Arias (coords.).
- MANUAL DE PSICOLOGÍA DE LA SALUD, I. Amigo, C. Fernández y M. Pérez.
- MANUAL DE PSICOLOGÍA DE LA SALUD CON NIÑOS, ADOLESCENTES Y FAMILIA, J. M. Ortigosa Quiles, M.^a J. Quiles Sebastián y F. X. Méndez Carrillo.
- MANUAL DE TÉCNICAS DE MODIFICACIÓN Y TERAPIA DE CONDUCTA, F. J. Labrador, J. A. Cruzada y M. Muñoz.
- MANUAL PRÁCTICO DEL JUEGO PATOLÓGICO, J. Fernández-Montalvo y E. Echeburúa.
- MODIFICACIÓN DE CONDUCTA CON NIÑOS Y ADOLESCENTES, F. X. Méndez, D. Macià y cols.
- MODIFICACIÓN DE LA INTELIGENCIA, M.^a D. Calero (coord.).
- NUÉVAS TECNOLOGÍAS APLICADAS A LAS DIDÁCTICAS ESPECIALES, M. Cebrián de la Serna y J. M. Ríos Ariza.
- NUÉVAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN EN LA EMPRESA. Una perspectiva psicosocial, F. Prieto, A. M.^a Zornoza y J. M.^a Peiró.
- NUÉVAS TECNOLOGÍAS PARA EL APRENDIZAJE, C. Vizcarro y J. A. León.
- OPTIMIZACIÓN EVOLUTIVA. Fundamentos del desarrollo óptimo, P. Viñer Seguí.
- ORÍGENES DE LA DIVERSIDAD HUMANA, B. R. Colom.
- PENSAMIENTO CRÍTICO. Conceptos básicos y actividades prácticas, C. Saiz (coord.).
- PENSAMIENTO Y RAZONAMIENTO, O. G. Espino Morales.
- PERSONAJES PARA UNA HISTORIA DE LA PSICOLOGÍA EN ESPAÑA, M. Saiz y D. Saiz (coords.).
- PERSONALIDAD: ASPECTOS COGNITIVOS Y SOCIALES, M.^a D. Avia y M.^a L. Sánchez Bernardos.
- PERSONALIDADES VIOLENTAS, E. Echeburúa y cols.
- PRÁCTICAS DE PSICOLOGÍA DE LOS GRUPOS. Experiencias, F. Gil, C. M. Alcover, M. García, R. Roda y F. Rodríguez.
- PRÁCTICAS DE PSICOLOGÍA SOCIAL, R. de Diego Vallejo y M. Chico del Río.
- PROBLEMAS RESUELTOS DE ANÁLISIS DE DATOS, F. J. Pérez, V. Manzano y H. Fazeli.
- PROCESOS PSICOLÓGICOS, E. G. Fernández-Abascal, M.^a D. Martín Díaz y J. Domínguez Sánchez.
- PROCESOS PSICOLÓGICOS BÁSICOS I. Prácticas de condicionamiento y aprendizaje, M. A. Alcaraz García, J. M. Redondo Lago, I. Fraga Carou y J. Fernández-Rey.
- PROCESOS PSICOSOCIALES EN LOS CONTEXTOS EDUCATIVOS, M. Marín, R. Grau y S. Yubero.
- PSICOFISIOLOGÍA, L. Carretiá.
- PSICOLOGÍA AMBIENTAL, J. I. Aragónés y M.^a Amérigo.
- PSICOLOGÍA APLICADA A LA ACTIVIDAD FÍSICO-DEPORTIVA, J. A. Mora, J. García, S. Toro y J. A. Zarco.
- PSICOLOGÍA BÁSICA, A. Puente (coord.).
- PSICOLOGÍA CLÍNICA. Perspectivas actuales, J. Buendía.
- PSICOLOGÍA DE LA ATENCIÓN, J. Roselló i Mir.
- PSICOLOGÍA DE LA EDUCACIÓN Y DEL DESARROLLO, M.^a V. Trianas y J. A. Gallardo (coords.).
- PSICOLOGÍA DE LA SALUD, J. Gil Roales-Nieto.
- PSICOLOGÍA DE LA SALUD, M. A. Simón.
- PSICOLOGÍA DE LAS DIFERENCIAS INDIVIDUALES, B. R. Colom.
- PSICOLOGÍA DEL ARTE, G. Marty.
- PSICOLOGÍA DEL LENGUAJE, R. López-Higes.
- PSICOLOGÍA DEL ENVEJECIMIENTO, J. Muñoz Tortosa.
- PSICOLOGÍA EN EL TRABAJO SOCIAL, M. Herbert.
- PSICOLOGÍA PREVENTIVA. Avances recientes en técnicas y programas de prevención, G. Buela-Casal, L. Fernández-Ríos y T. J. Carrasco Giménez.
- PSICOLOGÍA SOCIAL APLICADA, M. Clemente Díaz.
- PSICOLOGÍA SOCIAL DE LA ORGANIZACIÓN, L. Munduate Jaca.
- PSICOPATOLOGÍA EN NIÑOS Y ADOLESCENTES. Desarrollos actuales, J. Buendía.
- PSICOPATOLOGÍA INFANTIL BÁSICA, J. Rodríguez Sacristán (dir.).
- PSICOTERAPIAS. Escuelas y conceptos básicos, J. L. Martorell.
- ¿QUÉ ES LA INTELIGENCIA? Puntos de vista actuales de su naturaleza y definición, R. J. Sternberg y D. K. Detterman.
- REHABILITACIÓN PSICOSOCIAL DE PERSONAS CON TRASTORNOS MENTALES CRÓNICOS, A. Rodríguez (coord.).
- SEXUALIDAD EN LA VEJEZ, F. López y J. C. Olazábal.
- TÉCNICAS GRUPALES EN CONTEXTOS ORGANIZACIONALES, F. Gil Rodríguez y C. M.^a Alcover de la Hera (coords.).
- TEORÍA CLÁSICA DE LOS TESTS, J. Muñoz.
- TERAPIA DE ACEPTACIÓN Y COMPROMISO (ACT). Un tratamiento conductual orientado a los valores, K. G. Wilson y M. C. Luciano Soriano.
- TERAPIA DE CONDUCTA EN LA INFANCIA. Guía de intervención, I. Moreno.
- TESTS INFORMATIZADOS, J. Olea, V. Ponsoda y G. Prieto.
- TOMA DE DECISIONES Y JUICIO CLÍNICO. Una aproximación psicológica, A. Godoy.
- TRABAJANDO CON GRUPOS. Técnicas de intervención, M. Marín Sánchez y Y. Troyano Rodríguez (coords.).
- TRABAJO, EDUCACIÓN Y CULTURA. Un enfoque interdisciplinar, L. E. Santana Vega (coord.).
- TRABAJO, INDIVIDUO Y SOCIEDAD. Perspectivas psicosociológicas sobre el futuro del trabajo, E. Agulló y A. Ovejero.
- TRASTORNO ESPECÍFICO DEL LENGUAJE (TEL), E. Mendoza Lara (coord.).
- TRATAMIENTO PSICOLÓGICO DE HÁBITOS Y ENFERMEDADES, J. M.^a Buceta y A. M.^a Bueno.
- TRATAMIENTO PSICOLÓGICO DEL ASMA BRONQUIAL, M.^a I. Vázquez y J. M.^a Buceta.
- TRATAMIENTOS PSICOLÓGICOS Y TRASTORNOS CLÍNICOS, A. Gavino.
- TRATAMIENTOS CONDUCTUALES EN LA INFANCIA Y ADOLESCENCIA, J. Olivares, F. X. Méndez y D. Macià.
- UNA INTRODUCCIÓN A LA PSICOFISIOLOGÍA CLÍNICA, J. Vila Castellar.
- VARONES Y MUJERES. Desarrollo de la doble realidad del sexo y del género, J. Fernández (coord.).
- VIVIR CON LA DROGA, J. Valverde Molina.

PSICOLOGÍA

ESTA OBRA recoge las principales teorías en psicología sobre el pensamiento y el razonamiento. Aunque se ha elaborado teniendo en cuenta el interés curricular de los alumnos de Psicología, es un punto de referencia para cualquier persona que quiera profundizar en dichos fenómenos.

En el desarrollo de esta obra se han tenido en cuenta tres objetivos. El primero, acercar al lector a los principales modelos actuales, tanto generales como específicos, del razonamiento y del pensamiento; el segundo, familiarizarle con los aspectos procedimentales de los distintos modelos teóricos presentados a lo largo del manual, para lo que se han incluido problemas que ejemplifican la forma en la que los procesos cognitivos deberían operar ante situaciones que demandan pensar y razonar. El tercer y último objetivo es sugerir al lector interesado en la investigación nuevas líneas de trabajo experimental en psicología del razonamiento y del pensamiento.

Orlando G. Espino Morales es profesor titular de Psicología Básica de la Universidad de La Laguna. Imparte docencia en las asignaturas de Razonamiento e Historia de la Psicología. Ha desarrollado su actividad investigadora en el área de la comprensión y del razonamiento, y es autor de varios artículos publicados en revistas de prestigio nacionales e internacionales, junto a autores españoles y extranjeros.

PIRÁMIDE

www.edicionespiramide.es

ISBN 84-368-1860-1



9 788436 818604

0262262