



Universidad de Granada

**INFLUENCIA DE LA CARGA COGNITIVA Y
DEL DESARROLLO EN EL PROCESAMIENTO
DE INFORMACIÓN METALÓGICA CON
ENUNCIADOS CONDICIONALES Y
SEMIFACTUALES.**

José Antonio Ruíz Ballesteros

Director

Sergio Moreno Ríos

Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación

Facultad de Psicología

Universidad de Granada

2016

Editor: Universidad de Granada. Tesis Doctorales

Autor: Jose Antonio Ruíz Ballesteros

ISBN: 978-84-9163-040-1

URI: <http://hdl.handle.net/10481/44300>

El doctorando, José Antonio Ruíz Ballesteros y el director de la tesis, Dr. Sergio Moreno Ríos, garantizamos al firmar esta tesis doctoral, que el trabajo ha sido realizado por el doctorando bajo la dirección del director de la tesis y hasta donde nuestro conocimiento alcanza, en la realización del trabajo, se han respetado los derechos de otros autores a ser citados, cuando se han utilizado sus resultados o publicaciones.

Granada, 19 de Septiembre 2016



Director de la tesis

Dr. Sergio Moreno Ríos



Doctorando

José Antonio Ruiz Ballesteros

Agradecimientos

La presente tesis doctoral está dedicada a quienes han contribuido de una u otra forma a su elaboración. Particularmente, quiero agradecer especialmente a las siguientes personas.

A mis padres y abuelos por haber tenido siempre fe en mis proyectos. A mi compañera Cristina, por su inestimable apoyo y paciencia. A los profesores Juan García-Madruga, Isabel Gómez-Veiga, Cándida Castro Bermúdez, Ruth Byrne, Mark Klaine, Julio Santiago de Torres. Al alumno Jonathan García y a los miembros del Colegio de Educación Primaria “Gómez Moreno” de Granada.

“The words or the language, as they are written or spoken, do not seem to play any role in my mechanism of thought. The psychological entities which seem to serve as elements in thought are certain signs and more or less clear images which can be “voluntarily” reproduced and combined.”

Albert Einstein

ÍNDICE

RESUMEN	8
1. INTRODUCCIÓN	10
1.1. El problema de la comprensión de enunciados contrafactuales.....	10
1.1.1. El modelo “heurístico-analítico”	13
1.1.2. El modelo de la “imaginación racional”	14
1.1.3. Reformulando el principio de modelos implícitos: enunciados complejos, modelos mentales y notas mentales epistémicas.	15
1.2. Estudio 1: notas mentales epistémicas en la verificación de premisas complejas individuales ..	19
1.3. Estudio 2: notas mentales en la inferencia con premisas relacionales simples y complejas	22
1.4. Estudio 3: notas mentales epistémicas y desarrollo.....	24
1.5. Estudio 4: notas mentales epistémicas en el razonamiento sobre posibilidades y sobre valores de verdad.....	26
2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA	30
2.1. Objetivos	30
2.1.1. Objetivos del Estudio 1	30
2.1.2. Objetivos del Estudio 2.....	31
2.1.3. Objetivos del Estudio 3.....	31
2.1.4. Objetivos del Estudio 4.....	31
2.2. Metodología	31
2.2.1. Metodología del Estudio 1	31
2.2.2. Metodología del Estudio 2.....	32
2.2.3. Metodología del Estudio 3.....	33
2.2.4. Metodología del estudio 4.....	33

2.3. Resultados	34
2.3.1. Resultados de Estudio 1	34
2.3.2. Resultados del Estudio 2.....	35
2.3.3. Resultados del Estudio 3.....	36
2.3.4. Resultados del Estudio 4.....	36
3. SERIE EXPERIMENTAL.....	38
3.1. Inherent directionality of “even if” counterfactual conditionals	38
3.1.1. Introduction	38
3.1.2. Method.....	42
3.1.3. Discussion.....	47
3.2. Concessive and semifactual interpretations during reasoning with multiple conditionals.....	52
3.2.1. Introduction	53
3.2.1. Experiment 1.....	59
3.2.1.1. Method	62
3.2.1.2. Discussion	67
3.2.2. Experiment 2.....	68
3.2.2.1. Method	70
3.2.3. General discussion	74
3.3. El desarrollo del razonamiento semifactual	79
3.3.1. Introducción.....	79
3.3.2. Método.....	88
3.3.3. Discusión	91
3.3.4. Anexos	95
3.4. Equivalencia entre el procesamiento de inferencias sobre posibilidades y sobre valores de verdad.....	98
3.4.1. Introducción.....	98

2.4.2. Experimento 1.....	101
3.4.2.1. Método.....	102
3.4.2.2. Discusión.....	109
3.4.3. Experimento 2.....	111
3.4.3.1. Método.....	111
3.4.4. Discusión general.....	113
4. CONCLUSIONES.....	117
5. REFERENCIAS.....	123

RESUMEN

Este trabajo trata acerca de qué factores influyen en el razonamiento con información metalógica. Particularmente se estudia qué factores influyen en la representación del carácter epistémico durante la comprensión e inferencia con enunciados semifactuales, donde además de proponer la representación de una conjetura contrafactual se presupone una situación factual. De acuerdo con la teoría de modelos mentales, el coste cognitivo de representar notas mentales epistémicas sobre lo factual y contrafactual debe ser mayor que el de representar notas mentales lógicas de negación.

En el Estudio 1 se utilizó la tarea de verificación de imágenes aplicada a la evaluación de direccionalidad inherente en la construcción de modelos mentales con enunciados semifácticos. Es la primera vez que se utilizaba esta tarea para evaluar la direccionalidad de este tipo de condicionales. Los resultados mostraron que en condiciones de baja carga cognitiva, es posible representar esta información en adultos.

En un segundo estudio examinamos con otro procedimiento (comparar los tiempos de lectura en condiciones congruentes e incongruentes pragmáticamente, tipo “ayer llovió/aunque ayer hubiese llovido...”) si las notas mentales son representadas en tareas de inferencia con alta carga cognitiva que exigían la integración de condicionales dobles. Los datos muestran que incluso para adultos la integración de información durante la inferencia atendiendo al estatus epistémico, el carácter factual o contrafactual, se hacía muy difícil y conducía a errores, al demandar una alta carga de memoria de trabajo.

En el Estudio 3 de la serie experimental examinamos si los niños de primaria (1º y 6º curso) son capaces tanto de pensar en varios modelos mentales como en sus respectivas notas epistémicas. Los datos sugieren que a partir de 6º curso se puede

pensar fluidamente en dos modelos mentales, pero como ocurría con adultos, tienen problemas para representar la información epistémica en condiciones de alta carga de memoria de trabajo.

Finalmente, el Estudio 4 del presente trabajo examina una potencial objeción a los resultados obtenidos: las notas mentales epistémicas tienden a representarse solo en tareas de verificación como la empleada en el Estudio 1. Los resultados del Estudio 4 no mostraron diferencias entre las representaciones mentales de condicionales “si...entonces” dependiendo del tipo de tarea empleada (razonar sobre posibilidades o sobre valores de verdad).

Tomados en conjunto, los resultados del presente trabajo sugieren que el razonamiento con notas mentales pasa por al menos dos etapas del desarrollo marcadamente diferenciadas. A partir de los 6-7 años se dispone de suficiente memoria de trabajo para pensar, no solo en modelos mentales, sino asignarles notas lógicas de negación, y pensar por tanto en alternativas, aunque no con fluidez. Es a partir de 11-12 años cuando se puede pensar inicialmente en varios modelos mentales a la vez y así eventualmente pensar en su respectivo carácter factual o contrafactual.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. El problema de la comprensión de enunciados contrafactuales

Los enunciados condicionales como

(1) “*Si había un círculo (A) entonces había un triángulo (B)*”

son un tipo de oraciones subordinadas donde el antecedente “A” (“había un círculo”) funciona como condición de “B” (“había un triángulo”). Diferentes tipos de oraciones condicionales expresan diferentes tipos de condiciones, por ejemplo, bicondicionales con “si y solo si”, exclusivos con “solo si”, inclusivos con “aunque”, etc. Desde una aproximación normativa, basada en la lógica proposicional, tenemos que las oraciones como (1) son la traducción al lenguaje natural del significado formal de la conectiva condicional “ \rightarrow ”. Es decir, si el antecedente y el consecuente pueden ser verdaderos o falsos tenemos cuatro posibles combinaciones de valores, de tal forma que la situación “A y no-B” (“había un círculo y no había un triángulo”) hace falso al condicional y el resto de casos lógicos (“A y B”, “no-A y B” y “no-A y no-B”) lo hacen verdadero.

Desde la psicología del razonamiento se ha estudiado cómo las personas efectivamente piensan en este tipo de oraciones y cuáles son los diversos factores que influyen en ello. Por ejemplo, desde la teoría de reglas mentales se ha propuesto que la gente razona aplicando esquemas de inferencia. De acuerdo con esta visión, los adultos razonan condicionalmente dando una respuesta usualmente coincidente con el esquema normativo (O’Brine, y Manfrinati, 2010). Por ejemplo, cuando nos encontramos con el condicional (1) codificamos la información de modo proposicional: “Si A entonces B”. Así ante la premisa “había un círculo” (A), se activa una regla mental que induce de modo automático la conclusión “B”, que será recodificada lingüísticamente como “había un triángulo”. Otra aproximación al razonamiento condicional es la teoría

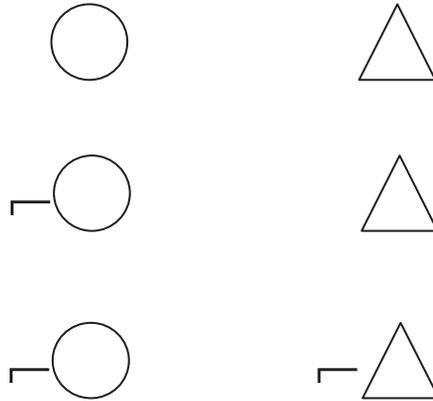
suposicional de los condicionales (Evans, Over y Handley, 2005). Según esta teoría, ante la presencia del enunciado (1), se acepta la suposición de que el antecedente “A” es verdadero (“había un círculo”) y se piensa en la probabilidad de que se dé el consecuente “B” (“había un triángulo”). De este modo, el procesamiento de condicionales consistiría en calcular la probabilidad condicionada del consecuente, es decir, “ $P(B | A)$ ”.

También desde la teoría de modelos mentales se ha propuesto una aproximación al razonamiento condicional (Johnson-Laird, y Byrne, 2002). Un “modelo mental” es una representación mental de tipo icónico, es decir, guarda una semejanza estructural con lo representado. Los modelos mentales de una oración representan posibilidades en las cuales la oración es verdadera. Según esta visión, los enunciados como (1) son comprendidos pensando en representaciones icónicas (modelos mentales) y simbólicas (notas mentales). Una “nota mental” es una representación simbólica, es decir, con una relación convencional o no estructural con lo representado, que se adjunta a los modelos mentales. Las notas mentales indican por ejemplo si un término es negado (“no-A”) o si un modelo mental es presupuesto o propuesto. Por ejemplo, tras leer (1), tenemos la siguiente representación:



El símbolo “...” significa que además de la representación inicial “hay un círculo (A) y hay un triángulo (B)” existen modelos mentales implícitos, susceptibles de ser desplegados. En el caso de oraciones como (1), dichos modelos corresponden a “no-

A y B” y “no-A y no-B”. La negación de términos, consistente en una nota mental, se representa con el símbolo “¬”. Entonces tenemos la siguiente representación desplegada de (1).



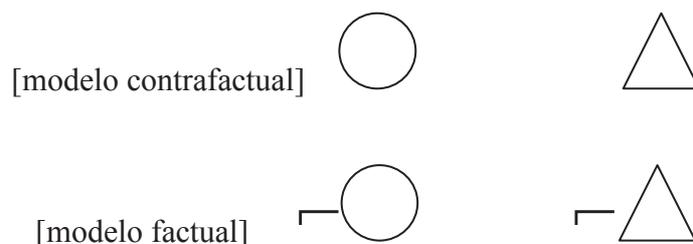
Qué tipo de iconos y símbolos se representan es determinado por el tipo de conectiva o “cláusula” y puede ser modulado por el contexto, contenido, tipo de tarea, disponibilidad de memoria de trabajo, etc. (Johnson-Laird, 2006). Según la teoría, al razonar con enunciados como (1) la gente tiende a pensar inicialmente en los modelos mentales compatibles con el enunciado. Primero en “A y B”, y más tarde, solo en algunas ocasiones, en “no-A y no-B” y en “no-A y B”. Los adultos pueden pensar inicialmente en estos tres modelos mentales solo si disponen de suficiente memoria de trabajo (Barrouillet, y Lecas, 1999). Los estudios sobre el desarrollo muestran que la secuencia evolutiva de representación se corresponde con el patrón anterior. En torno a los 6 años los niños empiezan a considerar compatibles los casos “no-A y no-B” y en torno a los 11-12 años también los casos “no-A y B” (Barrouillet, 2011).

Según la teoría de modelos mentales, el contenido de antecedente y consecuente se codifica icónicamente y el valor lógico (verdadero o falso) se representa simbólicamente, mediante “notas mentales”. La negación es una nota mental “lógica”, porque afecta a iconos individuales, pero también existen notas mentales metalógicas,

las cuales afectan a una combinación de iconos o modelo mental completo. Por ejemplo, hay estamentos contrafactuales, un tipo de oraciones condicionales que relacionan hechos que no han ocurrido realmente, y sobre los que se afirma o niega que hayan podido haber ocurrido, tales como

(2) “*Si hubiese habido un círculo (A) habría habido un triángulo (B)*”.

Para este tipo de estamentos existen iconos, “A” y “B”, notas mentales lógicas “¬” y metalógicas “factual” y “contrafactual”. Es decir, según (2) “había un círculo (A) y había un triángulo (B)” es una conjetura contrafactual y “no había un círculo (no-A) ni un triángulo (no-B)” es una presuposición factual.



1.1.1. El modelo “heurístico-analítico”

La cuestión de cómo razonamos con estamentos contrafactuales es un problema abierto en psicología del razonamiento para el que se han propuesto varias aproximaciones diferentes (véase Byrne, 2016).

Siguiendo la idea de simulación mental de los estudios psicológicos pioneros sobre enunciados contrafactuales de Kahneman y Tversky (1982), junto con la teoría de modelos mentales de Johnson-Laird y Byrne (2002), Evans (2006) ha propuesto que la gente representa modelos mentales “epistémicos” al procesar enunciados como (2). Este procesamiento se rige por tres principios fundamentales. A un nivel de procesamiento heurístico (es decir, inmediato, automático) rige el principio de “relevancia”, según el

cual se tiende a pensar en la información que sirve a los objetivos del razonador. A un nivel de procesamiento analítico (es decir, controlado, voluntario), Evans (2006) propone el principio de “satisfacción”, según el cual existe una tendencia a conservar la información a menos que exista una buena razón para desecharla. Finalmente, el más controvertido es el tercer principio de “singularidad”, según el cual existe la tendencia a pensar en un solo modelo mental cada vez. Es decir, en el caso de la comprensión de enunciados como (1), la gente tiende a pensar únicamente en el modelo literal o conjetura contrafactual “había un círculo (A) y había un triángulo (B)” puesto que es el modelo mental más relevante informacionalmente, el modelo que representa la situación cuya verdad es propuesta pero no conocida. El modelo “no-A y no-B” remite a una situación presupuesta o factual, asumida como verdadera, de forma que no añade información relevante sino redundante. El pensamiento hipotético realizado con modelos mentales epistémicos exige el procesamiento a un nivel analítico, pero para ello se posee una disponibilidad de memoria de trabajo limitada, lo que implica la dificultad de representar más de un modelo mental a la vez.

1.1.2. El modelo de la “imaginación racional”

Si bien el principio de singularidad es derivado desde la versión de la teoría de modelos mentales que hace Evans (2006), este principio también es derivable como corolario del principio de modelos implícitos de la aplicación de la teoría de modelos mentales de Johnson-Laird y Byrne a los condicionales (2002, p. 654). Es decir, según los autores, la gente tiende a pensar únicamente en el modelo literal de condicionales como (1) y no en posibilidades alternativas donde el antecedente no es satisfecho (es decir, caso “no-A”; “no había un círculo”). Esto ocurre porque los modelos alternativos, “no-A y B” y “no-A y no-B”, que incluyen negaciones en los términos, solo se representan en caso de disponibilidad de memoria de trabajo (Barrouillet, y Lecas,

1999). Sin embargo, en contraste con esta asunción, los autores también proponen que la representación inicial de contrafactuales como (2) tiene dos modelos mentales, “A y B” como posibilidad contrafactual y “no-A y no-B” como posibilidad factual (Johnson-Laird, y Byrne, 2002, p. 655). Esta idea acerca de la tendencia a la singularidad en la representación inicial también contrasta con el modelo de “imaginación racional” desarrollado por Byrne (2002, 2005, 2016) y corroborado por diferentes estudios empíricos (véase por ejemplo Byrne y Tasso, 1999; Santamaría, Espino y Byrne, 2005; Gómez-Veiga, García-Madruga, Moreno-Ríos, 2010). En todos estos estudios se defiende que existen diferentes tipos de estamentos, entre los que se incluyen los enunciados contrafactuales, cuya representación inicial o inmediata incluye dos modelos mentales.

Sin embargo, pese a esta evidente contradicción con una premisa nuclear de la teoría de modelos mentales aplicada al razonamiento condicional, los estudios referenciados defienden no obstante una interpretación de los resultados derivada de la misma. Entonces, ¿es posible solucionar esta contradicción desde la teoría de los modelos mentales? ¿o por el contrario dichos estudios sobre representación inicial múltiple constituyen fenómenos inexplicables para esta teoría?

1.1.3. Reformulando el principio de modelos implícitos: enunciados complejos, modelos mentales y notas mentales epistémicas.

Si nos fijamos, los estamentos representados inicialmente con dos modelos mentales son tanto los formados en modo subjuntivo o contrafactual como los formulados por composiciones de conectivas. Es decir, es posible que los estamentos con varias conectivas también tengan elementos presupuestos diferentes al modelo literal “A y B”. Por ejemplo, la oración exclusiva “*La alarma de casa se enciende (B) solo si alguien ha entrado sin permiso (A)*” parece significar que los hablantes están

asumiendo que la alarma se ha encendido efectivamente (véase Oberauer, y Wilhelm, 2000). Los autores proponen “B” como presuposición de “B solo si A”; y “A” y “B” para los bicondicionales “si y solo si A entonces B”. Es decir, parece que tanto los auxiliares de las conectivas condicionales (incluso, solo, si y solo, excepto, etc.) como el modo verbal (indicativo, subjuntivo o hipotético, contrafactual) tienden a matizar el significado básico del condicional. En el caso del tipo de conectiva, parece que altera el significado del estamento induciendo a representar notas mentales para términos aislados, por ejemplo, añadir “factual” a “B” (alarma encendida) con “B solo si A”. Sin embargo, el modo verbal altera el significado tendiendo a la representación de notas mentales que afectan a una conjunción de términos o modelo mental. Nótese que es una norma gramatical la congruencia modal entre el verbo de antecedente y consecuente (Si *hubiera... habría..*). Por ejemplo, si tomamos una oración contrafactual como (2) tenemos que en contraste con (1) cada modelo mental “A y B” y “no-A y no-B” tiene una nota mental propia.

Entonces, una forma de solventar el problema de la representación múltiple es restringir el principio de modelos implícitos al procesamiento de enunciados con conectivas condicionales simples o “básicos” siguiendo la terminología de Johnson-Laird y Byrne (2002) para distinguir de los enunciados que denominaremos “complejos” o formulados con varias conectivas y/o modo lingüístico no factual (hipotético, contrafactual, etc.). Sin embargo, si las notas mentales de negación, que es lo que se mantiene implícito según el principio, pueden ser no obstante explícitas, como parece ocurrir con contrafactuals, ¿hay algo que pueda ser explicitado o desplegado con este tipo de estamentos? ¿o por el contrario cuentan con una representación doble única?

Una posible solución pasa por definir el proceso de despliegue de una forma general como el añadido de *símbolos* a los modelos mentales. Los símbolos metalógicos o “epistémicos” de los enunciados contrafactuales como (2) atañen a modelos mentales completos, no a términos aislados como ocurre con la negación. Entonces, es posible que haya un despliegue “metalógico” donde el despliegue “lógico” no deba realizarse porque las notas lógicas ya están presentes en la representación inmediata, y por tanto son las notas metalógicas o epistémicas las que pueden ser desplegadas. Es decir, en el ejemplo (2) tanto “había un círculo (A) y había un triángulo (B)” como el modelo con negaciones “no había un círculo (no-A) ni había un triángulo (no-B)” serían representados explícitamente y el carácter “contrafactual” del primer modelo y el carácter “factual” del segundo sería entonces la información desplegada o explicitada de un estado implícito.

Esta intuición proviene del hecho de los estudios sobre razonamiento con condicionales contrafactuales también son consistentes con una interpretación “bicondicional”. En el caso de los estudios realizados con “aunque” (por ejemplo, Moreno-Ríos, y García-Madruga, 2002) ocurre análogamente que los datos son consistentes con una lectura “concesiva”, donde están los modelos mentales “A y B” (círculo, triángulo) y “no-A y B” (no-círculo, triángulo), pero no las notas mentales metalógicas (véase el análisis desarrollado de este argumento en el Apartado 3.2). Más aún Moshman (2004) sugiere que en el desarrollo evolutivo del razonamiento hay una evolución de una fase de “contenido explícito/lógica implícita” a partir de los 6 años hasta la fase de “lógica explícita/metalógica implícita” sobre los 11-12 años. En esta etapa los razonadores son capaces de procesar fluidamente información lógica –como las notas de negación- pero no información metalógica –como las notas mentales de factual y contrafactual- (véase Tabla 1).

Tabla 1

Esquema de las diferencias entre el razonamiento inicial y desplegado de acuerdo al desarrollo evolutivo y al tipo de condicional. Las letras mayúsculas “A” y “B” representan los iconos o modelos mentales de los términos antecedente y consecuente respectivamente. El símbolo “[...]” representa el estado implícito de las notas mentales. Como puede observarse, las representaciones de la fase desplegada a los 6 años son equivalentes a las de la fase inicial con 12.

	Edad	6 años		12 años	
		Tipo de representación	inicial	desplegada	inicial
Tipo de condicional	Básico	[...] A [...] B	A B ¬A ¬B	A B ...	A B ¬A B ¬A ¬B
	Complejo	[...] A [...] B	A B ¬A ¬B	[...] A B [...] ¬A ¬B	[contrafactual] A B [factual] ¬A ¬B

Entonces, una forma de solventar esta incongruencia entre el principio de modelos implícitos y la representación inicial múltiple de algunos estamentos consiste en reformular el principio acerca de lo implícito y lo explícito de la siguiente forma: *“las notas mentales lógicas tienden a no representarse inicialmente excepto si el enunciado contiene notas mentales metalógicas para sus modelos mentales, en cuyo caso aquéllas sí se representan inicialmente, manteniéndose entonces las notas metalógicas implícitas”*. Una consecuencia de este principio es que la complejidad para razonar con notas metalógicas es mayor que para razonar únicamente con notas lógicas. En la presente tesis doctoral examinamos algunas consecuencias empíricas de esta hipótesis.

1.2. Estudio 1: notas mentales epistémicas en la verificación de premisas complejas individuales

Una consecuencia del principio que podemos renombrar como *principio de símbolos implícitos* es que para razonar con notas mentales epistémicas o símbolos metalógicos hay que disponer de suficiente memoria de trabajo como para pensar inicialmente en al menos dos modelos mentales. En el Experimento 1 ponemos a prueba la hipótesis de que con una sola premisa y por tanto baja carga cognitiva es posible representar las notas epistémicas inicialmente utilizando enunciados arbitrarios compuestos –concesivos- y en modo contrafactual como

(3) “*Aunque hubiese habido un círculo habría habido un triángulo*”

y comparándolos con condicionales simples indicativos como (1). Una predicción basada en la representación de notas epistémicas es que, cuando el estamento presupone información factual, este elemento actúa como “relatum” o marco de referencia mental de acuerdo al cual se representa después en una segunda fase la información que constituye el “target”. Esto deriva en ocasiones en una tendencia a procesar los estamentos en un sentido determinado –desde un término al otro o viceversa-. Es decir, una característica del razonamiento con modelos mentales es que su construcción con algunos estamentos puede realizarse de forma secuencial, primero pensando en un término y luego el otro término se contextualiza usando el primero como marco de referencia (véase Gernsbacher, 1991). Esto es evidente si consideramos por ejemplo en enunciados espaciales como “*Juan está a la izquierda de Pedro*”. En este ejemplo, la ubicación de Pedro es el marco de referencia o “relatum” respecto al cual es ubicado “Juan”. Con otro tipo de estamentos también se produce esta jerarquía consecuencia del

estatus visuo-espacial que caracteriza a los modelos mentales (véase Knauff, Fangmeier, Ruff y Johnson-Laird, 2003).

Por lo tanto, una forma de saber si con “aunque” y poca complejidad de memoria de trabajo se representan las notas mentales es realizar un test de verificación de imágenes. En esta prueba deben evaluarse estamentos de acuerdo a estados de hechos donde la información sobre el antecedente y el consecuente se presenta de forma secuencial: o bien primero la información sobre el antecedente o bien sobre el consecuente (véase Oberauer y Willhelm, 2000). Si analizamos “aunque” vemos que tiene un significado inverso al de “solo si”. En el primer caso hablamos de una relación de inclusividad y en el segundo de exclusividad. En el caso de “B solo si A” parece que “B” actúa como *relatum* (véase Oberauer y Willhelm, 2000). Por ejemplo, si alguien lee y oye “*La alarma se enciende (B) solo si alguien ha entrado sin permiso en casa (A)*” tiende a pensar que el emisor conoce o presupone que la alarma está encendida. Sin embargo, de acuerdo con los autores existe la posibilidad de una eventual segunda fase en la cual, si dado “B” (la alarma se enciende), “no-A” (no entró nadie) es confirmado, se vuelve desde “no-A” (no entró nadie) para confirmar que existe algún caso de “no-B” (en este caso se comprueba si la alarma efectivamente se ha encendido o no) y poder evaluar el estamento (es decir, si se encuentra que hay “B” y “no-A” el estamento “B solo si A” es entonces falso). Sin embargo, con “*La alarma se habría encendido (B) aunque no hubiese entrado nadie (A)*” la ocurrencia de “no-A” (en este caso “alguien entra”) dado “B” de hecho confirma el estamento, de forma que no debe existir esta eventual segunda fase con direccionalidad desde el antecedente al consecuente. No obstante, en el caso de “solo si”, la tendencia a razonar desde el antecedente dada por “si” parece dependiente de la fase previa de representación de “B”. Con “aunque” no existe esta dependencia jerárquica, de manera que es posible que haya dos sentidos

preferidos independientes (véase el desarrollo en el Apartado 3.1). Es decir, por una parte desde el consecuente debido a la acción de la conectiva “aún” –sinónimo de “incluso”- (direccionalidad pragmática) y por otra desde el antecedente debido al efecto de “que” –induce condicionalidad como “si” en unión con “aún”- (direccionalidad semántica) (véase Moreno-Ríos, García-Madruga, y Byrne, 2008 acerca de las diferencias entre conectivas concesivas).

El Experimento 1 corrobora esta predicción. Presentamos diferentes estados de hechos para verificar de acuerdo a ellos el valor de verdad de oraciones condicionales presentadas previamente. Los estados de hechos contenían tres casos lógicos. O bien aparecían en una condición casos de “no-A y B” y “A y B” o bien de “no-A y no-B” y “A y B” en otra condición. Se encontraron más aceptaciones cuando aparecía un caso “no-A y no-B” con “si A entonces B” que con “aunque A, B”. Además los tiempos de respuesta mostraron una preferencia hacia delante de “si” (cuando aparecían primero valores del antecedente) y ausencia de preferencia direccional con “aunque”. Por tanto, este primer experimento muestra que con poca carga de memoria de trabajo es posible representar notas mentales epistémicas. Más aún, estas son interesantes en la medida en que permiten predecir efectos de direccionalidad en el procesamiento cuando son representadas.

El hecho de que no se encontraran diferencias en los tiempos de respuesta con “aunque” podría ser debido también a que el modelo mental completo “no-A y B” actúa como presuposición y, por tanto, también como relatum, de forma que la tarea utilizada no es sensible a esta diferencia. En ambos casos, tanto si ambos términos actúan de relatum a diferente nivel, pragmático (B) y semántico (A), y tanto si ambos conjuntamente actúan de relatum pragmático complejo respecto a la conjetura contrafactual considerada “target” podemos hablar de un despliegue metalógico y no de

una lectura puramente concesiva, únicamente compuesta de modelos mentales y notas de negación. Futuras investigaciones deberán aclarar esta posibilidad acerca de la existencia de relata complejos implicados en efectos de direccionalidad con condicionales. En cualquier caso, nuestro interés está dirigido hacia contextos inferenciales, donde usualmente varias premisas relacionales complejas son conectadas en cadenas deductivas.

1.3. Estudio 2: notas mentales en la inferencia con premisas relacionales simples y complejas

A este respecto, los estudios previos de inferencia con premisas complejas, de tipo contrafactual y semifactual (véase respectivamente, Rafetseder, Schwitalla, Perner, 2013, y Moreno-Ríos et al., 2008), cuya resolución demanda una alta carga de memoria de trabajo, no nos informan si en este contexto son representadas estas notas epistémicas. Es decir, las predicciones de ambas interpretaciones son idénticas con los diseños experimentales utilizados. En las tareas de inferencia de Moreno-Ríos et al. (2008) se presentan las cuatro inferencias condicionales (MP, MT, NA y AC) con premisas relacionales. Dados estamentos condicionales como “Si había un abogado (A) entonces había un biólogo (B)”, el MP es inferir “B” dado “A”, NA “no-B” dado “no-A”, NA “A” dado “B” y MT “no-A” dado “no-B”. Sus datos muestran más NA asimétrico y menos MT y AC con “aunque” respecto a “si”. Este resultado es esperado tanto si se están representando notas mentales como si no.

Entonces, una forma de obtener información acerca de esta cuestión es realizar un estudio de inferencia donde además de las respuestas obtenidas se analicen los tiempos de lectura de las premisas complejas. De acuerdo con Stewart, Haigh, y Kidd, (2009) las presuposiciones pragmáticas hacen posible que haya una incongruencia entre

éstas y otra información dada conjuntamente. Por ejemplo si decimos “*ayer llovió*” y “*aunque ayer hubiese llovido...*” estamos generando una situación de incongruencia epistémica cuya resolución tiene un coste cognitivo y genera una demora en el tiempo de lectura. La teoría de modelos mentales predice que en tareas de inferencia con varias premisas, y por tanto alta carga de memoria de trabajo, no se representan habitualmente las notas mentales, de acuerdo con el principio de iconicidad. Es decir, las notas epistémicas son simbólicas y, por tanto, al no guardar relación estructural con lo representado, son muy difíciles de recordar en relación con las representaciones icónicas que constituyen los modelos mentales propiamente dichos. Esto es lo que parece predecir el principio de iconicidad, que asegura que las representaciones son icónicas tanto como sea posible (Johnson-Laird, 2006). Es decir, hay una resistencia a la representación simbólica. Sin embargo, este tipo de enunciados complejos exige la representación inicial de símbolos para la negación, de forma que no es posible una representación desprovista de notas mentales como ocurre con “si” indicativo y otras conectivas cuando aparecen solas. Entonces, ocurre que la representación inicial ya es suficientemente pesada en términos de memoria de trabajo como para representar fácilmente también las notas epistémicas, incluso para los adultos.

En el Estudio 2 ponemos a prueba esta consecuencia. Realizamos dos experimentos donde presentamos premisas condicionales “si A entonces B”, por ejemplo, “*Si había un abogado entonces había un biólogo*”, seguidas de premisas semifactuales, comparando “aunque no-B, C” y “si B entonces C” en el Experimento 1, y “aunque no-B, C” y “aunque B, C” en el Experimento 2. En ambos experimentos se daba una tercera premisa categórica “A” o “C” y los participantes debían inferir la afirmación de otro término, su negación o la respuesta “no se puede concluir”. Los resultados mostraron un patrón de respuestas consistente con la representación doble,

con los modelos mentales “A y B” y “no-A y B” con “aunque” y “aunque no”. Sin embargo, no se encontraron diferencias en las latencias de lectura entre la oración congruente “aunque no” respecto a la oración incongruente “aunque”. El Experimento 1 sugiere que los adultos son capaces de pensar fluidamente en dos modelos mentales inicialmente. Sin embargo, el Experimento 2 sugiere que los razonadores tienden a no desplegar las notas mentales epistémicas siguiendo el principio de iconicidad o principio de símbolos implícitos.

1.4. Estudio 3: notas mentales epistémicas y desarrollo

Otra consecuencia de la hipótesis que mantenemos es que el despliegue de notas mentales epistémicas solo podrá realizarse cuando se obtenga primero la capacidad de pensar en dos modelos mentales inicialmente. Según los estudios previos (Moreno-Ríos, y García-Madruga, 2002), esto no es posible hasta los 11-12 años. Los estudios previos Rafetseder et al. (2013) no nos informan tampoco en este caso si se están representando también notas mentales epistémicas (véase el desarrollo del argumento en el Apartado 3.3).

En el tercer estudio adaptamos la prueba del Experimento 2 de Rafetseder et al. (2013) donde los participantes deben realizar una inferencia dada una situación “semifactual”. Es decir, ocurre un resultado (por ejemplo, un niño se despierta) como consecuencia de una condición previa (suena el despertador). Entonces se plantea que habría ocurrido respecto al resultado inicial si hubiese ocurrido o no hubiese ocurrido una condición alternativa (por ejemplo, cómo habría estado el niño *si su hermana hubiese entrado al cuarto haciendo ruido* justo después de sonar el despertador). En ambos casos, la respuesta correcta es que el estado crítico (“el niño se despierta”) no cambia de acuerdo con el supuesto contrafactual, he ahí su estructura “semifactual”. Sin embargo, en unos casos la condición contrafactual ocurrió realmente (si no hubiese

hecho ruido → realmente hizo ruido) y en otros casos no (si hubiese hecho ruido → realmente no hizo ruido). Siguiendo la terminología habitual (véase por ejemplo Begeer, y Stockmann, 2009) llamamos antecedentes sustractivos al primer tipo y aditivos al segundo.

Entonces, un escenario con antecedentes aditivos consiste por ejemplo en un cubo que está vacío porque tiene un agujero en el fondo y pierde rápidamente agua por él, de forma que se pregunta qué habría ocurrido “*si/aunque alguien hubiese vertido agua en el cubo...*”. Para mantener la estructura semifactual de las historias, los antecedentes aditivos siempre aparecen en un contexto de desactivación de alternativas. Por su parte, los antecedentes sustractivos siempre aparecen con contextos con activadores de alternativas (véase el desarrollo en el Apartado 3.3). Los escenarios con activadores de alternativas son aquellos en que la condición que genera el efecto se produce junto con otras condiciones que llevan a idéntico resultado (suena el despertador + niña hace ruido), de forma que reducen la necesidad lógica de la condición crítica. En los escenarios con desactivadores ocurre que hay una condición inicial (agujero en el cubo) que resta suficiencia a la condición crítica para producir el efecto esperado o deseado (cubo lleno).

Los datos mostraron que con los escenarios con desactivadores de alternativas, en los cuales el antecedente contrafactual es aditivo, hubo más aciertos en la prueba de inferencia pero menos en la prueba de comprensión. Este resultado sugiere que la representación de notas mentales, en este caso de negación (p. ej. “Aunque *no* hubiese hecho ruido..”), tiene un coste cognitivo extra a los antecedentes sin negación, de forma que parece empeorar la tarea de inferencia cuando son representadas (véase Khemlani, Orenes, y Johnson-Laird, 2012). Más aún, según la teoría de modelos mentales la negación explícita se representa simbólicamente sobre un modelo mental, de forma que

ambas opciones “A” (hizo ruido) y “no-A” (no-hizo ruido) deben estar más presentes que con afirmaciones donde el modelo complementario no es exigido por el formato representacional.

El resultado más relevante es que aún cuando los niños de 11-12 años son capaces de representar dos modelos mentales inicialmente y entonces dar la respuesta correcta en la tarea de inferencia en mayor medida que los niños de 7-8 años, tienen también la tendencia como los adultos a olvidar las notas mentales.

1.5. Estudio 4: notas mentales epistémicas en el razonamiento sobre posibilidades y sobre valores de verdad.

Estos tres estudios dan apoyo empírico a la hipótesis de que existe una fase del desarrollo humano en que se es capaz de incorporar símbolos de negación en las representaciones iniciales, pero aún se tienen problemas para representar adicionalmente notas mentales epistémicas y distinguir por ejemplo lo que es presupuesto y lo que es propuesto por oraciones en modo contrafactual. Por lo tanto, podemos asumir que existe un único proceso de despliegue en el razonamiento, identificado en un caso con la representación de la negación de términos con estamentos relacionales simples, de una única conectiva, y correspondiente en otro caso al despliegue de notas epistémicas con estamentos complejos, de varias conectivas y/o en modo contrafactual. Podemos asumir que se trata de un único proceso cognitivo puesto que en ambos casos existe información, distinta en cada caso pero en ambos codificada simbólicamente, que puede ser desplegada de un estado implícito cuando existe la suficiente capacidad de procesamiento en la memoria de trabajo. La diferencia entre el despliegue que podemos llamar “lógico” y el “metalógico” tiene que ver con la capacidad de los razonadores para incorporar la negación a la representación inicial con enunciados complejos. Solo entonces es posible razonar también eventualmente con notas mentales metalógicas.

Creemos que es difícil para otras teorías dar cuenta de los presentes resultados. Por ejemplo, Barrouillet, Gauffroy, y Lecas (2008) han propuesto también una reformulación del principio de “modelos implícitos” y del principio de “verdad” de la teoría de modelos mentales. Según los autores ambos principios están relacionados. Solo el modelo inicial de los condicionales “A y B” es considerado un verificador de “Si A entonces B”. Los modelos desplegados, que incluyen notas lógicas para la negación, solo son considerados conclusiones posibles cuando son explicitados, pero no se considera que hagan verdadero –ni falso- al condicional cuando ocurren. Es decir, de la propuesta de Barrouillet et al. (2008) se deduce que únicamente el modelo inicial de los condicionales indicativos simples es representado con la etiqueta o nota mental “verdadero” en tareas de verificación, quedando el resto de modelos implícitos con la nota mental “indeterminado” cuando son desplegados. Según esta visión, en las tareas de inferencia o de razonamiento sobre posibilidades, en las que no existe diferencia epistémica entre los modelos, no habría notas mentales, de forma tanto los modelos iniciales como desplegados son todos considerados igualmente como situaciones “posibles”. Entonces, según la propuesta de Barrouillet et al. (2008), las notas epistémicas no serían exclusivas de los condicionales complejos y de los contrafactuales, sino de todos los condicionales (y presumiblemente de todas las conectivas). Además su representación ocurriría solo en tareas de verificación.

Siguiendo esta lógica, en nuestra tarea de inferencia (Estudio 2) no se representaron notas mentales porque en este tipo de tareas únicamente se piensa en términos de posibilidades. No se debería a que utilizamos dos premisas relacionales y una premisa categórica de forma que la inferencia exige una alta carga de memoria de trabajo. Sería una diferencia debida al tipo de tarea. Simplemente, en este tipo de tareas las notas epistémicas no existen. Hay que aclarar que Barrouillet et al. (2008) no utilizan

explícitamente este concepto de nota mental. Sin embargo, sí afirman que su aproximación está basada en la teoría de modelos mentales. Entonces, ¿de qué otro modo si no es con notas mentales epistémicas distinguen los participantes el modelo inicial considerado verificador y los modelos desplegados considerados irrelevantes? Al fin y al cabo, según Johnson-Laird y Khelmani (2013) <<*there are a plenty of other abstract concepts, such as “possibility”, “truth” and “obligation” that transcend iconicity*>>. Es decir, desde las versiones más actualizadas de la teoría de modelos mentales este tipo de diferencias que atañen a modelos mentales completos no tiene por qué darse necesariamente en enunciados complejos, como venimos defendiendo.

Entonces, según la propuesta de Barrouillet et al. (2008) cabe esperar que solo “A y B” (hay un círculo y hay un triángulo) sea considerado un presupuesto o modelo factual de “Si hay un círculo (A) entonces hay un triángulo (B)”, además únicamente en tareas de verificación. El resto de modelos “no-A y B” y “no-A y no-B” serían simples posibilidades, considerándose indeterminados en esta tarea. Gauffray y Barrouillet (2011) realizaron un estudio evolutivo en el que los participantes debían realizar las dos tareas, de posibilidades y valores de verdad. Los autores encontraron que los participantes de mayores de 11-12 años tendían efectivamente a considerar los casos “no-A” como irrelevantes en la tarea de verdad. Sin embargo, administraron las dos tareas de forma bloqueada intrasujeto, por lo que es posible que los participantes generasen diferentes estrategias de razonamiento. Más aún, los autores no dieron la opción “no se sabe” en la prueba de posibilidades, para la cual la teoría predice de forma directa una mayor frecuencia para los casos “no-A” en la prueba de valores de verdad pero no en la prueba de posibilidades (véase el desarrollo en el Apartado 3.4).

En el Estudio 4 de la presente investigación replicamos el experimento de Gauffray y Barrouillet (2011) solo con el grupo de adultos, administrando las dos tareas

secuencialmente en el mismo ensayo, y dando además la opción “no se sabe” en ambas pruebas. Contrariamente a la propuesta de Barrouillet et al. (2008) no encontramos más aceptaciones en la prueba de posibilidades con los casos “no-A” ni más respuestas “no se sabe” en la prueba de valores de verdad. Tampoco encontramos un esperado efecto de facilitación de los casos implícitos en la tarea subsiguiente cuando éstos aparecían en la primera tarea de cada ensayo. Los resultados sugieren que ambas tareas inducen las mismas representaciones desprovistas de notas mentales epistémicas. Los datos sugieren, contrariamente a la aproximación de Barrouillet et al. (2008) y en consistencia con el principio de modelos implícitos y el principio de verdad de la teoría de modelos mentales de Johnson-Laird y Byrne (2002), que los participantes tienden a considerar verificaciones de un cierto estamento condicional a los estados de hechos considerados compatibles con él.

2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

En el presente capítulo se resume de forma sucinta los objetivos y metodología empleados en la realización de los diferentes estudios de la presente tesis doctoral. En el Estudio 1 y Estudio 2 examinamos si la carga cognitiva (una o varias premisas a integrar) influye limitando la representación de notas epistémicas (para lo factual y lo contrafactual) con enunciados contrafactuales concesivos. En el Estudio 3 examinamos si en el desarrollo evolutivo se produce un rápido incremento en la preadolescencia de la capacidad para la representación de información epistémica. Finalmente en el Estudio 4 comprobamos que efectivamente el olvido de notas mentales epistémicas no está asociado a una tarea en particular (razonamiento sobre posibilidades). Para la justificación de los objetivos y una descripción detallada de la metodología véase el Capítulo 3 correspondiente a la serie experimental.

2.1. Objetivos

2.1.1. Objetivos del Estudio 1

(1) Determinar si la representación inmediata de dos modelos mentales con oraciones contrafactuales concesivas como “*Aunque Juan hubiese estudiado duro, habría suspendido el examen*” en contraste con la representación simple de “si” indicativo utilizando un procedimiento novedoso en el estudio de este tipo de oraciones (la tarea de verificación de imágenes).

(2) Determinar si en tareas de poca carga de memoria de trabajo, por ejemplo, verificando premisas individuales, se representan notas mentales epistémicas con enunciados contrafactuales concesivos (sobre presuposición factual y conjetura semifactual).

2.1.2. Objetivos del Estudio 2

(1) Corroborar que en tareas de inferencia, donde se obtiene una conclusión dadas premisas u oraciones asumidas como verdaderas, la gente tiende a pensar en dos modelos mentales (“A y B” y “no-A y B”) con “aunque” y un único modelo mental con “si” (“A y B”).

(2) Determinar si en tareas de alta carga de memoria de trabajo, por ejemplo cuando hay que integrar dos premisas relacionales en un silogismo condicional, la gente tiende a economizar (olvidar) notas mentales epistémicas o bien en modelos mentales completos.

2.1.3. Objetivos del Estudio 3

(1) Corroborar que los niños de los primeros ciclos de primaria, pero no los del final de la primaria, tienen dificultad para pensar en dos modelos mentales inicialmente.

(2) Determinar si existen diferencias en la representación de notas mentales epistémicas con enunciados contrafactuales concesivos en ambos grupos de edad.

2.1.4. Objetivos del Estudio 4

(1) Determinar si el tipo de tarea, de verificación o de inferencia, influye en la representación de los enunciados condicionales “básicos” (“*Si había un círculo negro (A) entonces había una estrella rosa (B)*”), en el sentido de la tendencia a olvidar las notas epistémicas solo en tareas de razonamiento sobre posibilidades.

2.2. Metodología

2.2.1. Metodología del Estudio 1

Se adaptó la prueba de Oberauer y Wilhelm (2000) para evaluar la direccionalidad de enunciados relacionales. En la prueba original, diferentes tipos de

oraciones aparecen con anterioridad a estados de hechos que o bien consisten en verificadores o bien en refutadores de la oración previa. Los estados de hechos son mostrados de forma secuencial, primero la información relativa a un término y luego la relativa al otro. Esta manipulación genera dos condiciones, de congruencia, cuando el orden antecedente-consecuente coincide con el orden en la oración, y de incongruencia, cuando la información relativa al consecuente aparece en primer lugar. En cada estado de hechos aparecían tres casos lógicos diferentes. Los casos “A y B” y “no-A y B” eran constantes en cada ensayo y en una mitad aparecía “no-A y no-B” y en la otra mitad “A y no-B”. Los participantes debían decidir si el estado de hechos compuesto por los tres casos lógicos hacía verdadero o falso al condicional “si” o “aunque” previo. Todas las oraciones hablaban de figuras geométricas (círculo, estrella, triángulo, semicírculo, cruz) que podían contener números en su interior (1, 2, 3, 4, 5).

2.2.2. Metodología del Estudio 2.

Se realizaron dos experimentos en los cuales los participantes debían obtener una conclusión afirmativa, negativa o bien responder “no se puede concluir” dadas dos premisas relacionales condicionales:

“Si había un abogado (A) entonces había un biólogo (B)”

“Aunque hubiese habido un biólogo (B) habría habido un cartero (C)”

“Había un abogado (A), por lo tanto...”

“1) había un cartero, 2) no había un cartero, 3) no se puede concluir)”

En el Experimento 1 la segunda premisa relaciona podía ser o bien “si” o bien “aunque no” y en el Experimento 2 o bien “aunque” o bien “aunque no”. En ambos experimentos la tercera premisa categórica podía ser o bien “A” (dirección hacia

delante) o bien “C” (dirección hacia atrás). En el primer caso existe una condición neutra (B/si B) y otra de congruencia epistémica (B/aunque no-B) y en el Experimento 2 la condición neutral es sustituida por una condición incongruente (B/aunque B). Todas las oraciones hablaban sobre una reunión donde podían encontrarse personas de diferentes profesiones.

2.2.3. Metodología del Estudio 3

En el Estudio 3 realizamos un experimento adaptando la prueba del Estudio 2 de Rfaesteadar et al. (2013). La prueba consiste en administrar un cuestionario con 8 preguntas formuladas con un antecedente contrafactual (si hubiese...) y semifactual (aunque hubiese...) dado un escenario “semifactual” previo. Un escenario semifactual es un escenario contrafactual en el que hay una condición contrafactual crítica que no altera el resultado dado o previsto. Por ejemplo, alguien se dirige a un coche pero ha olvidado las llaves. Sin embargo, el último conductor olvidó cerrarlo, de forma que aún está abierto. De este modo, llevar o no las llaves es una condición irrelevante, de forma que es verdad que “aunque hubiese olvidado las llaves... el coche estaría abierto”. Siguiendo el ejemplo, tras presentar el antecedente contrafactual se pregunta “¿cómo estaría el coche? ¿abierto o cerrado?”. Tras esta primera pregunta de inferencia se realiza otra segunda pregunta de comprensión, acerca de si la condición crítica ocurrió realmente o no “¿llevaba las llaves? ¿sí o no?”. Los antecedentes contrafactuales con negación presuponen la existencia de lo enunciado, y por su parte los antecedentes sin negación o “aditivos” presuponen que no ocurrió. Todas las historias hacían referencia a una misma familia compuesta de padre, madre, hermano y hermana.

2.2.4. Metodología del estudio 4

En el Estudio 4 se realizaron dos experimentos en los cuales diferentes oraciones condicionales que relacionaban arbitrariamente figuras geométricas de diferentes

colores, del tipo “Si había un círculo negro entonces había una estrella rosa” eran seguidas de diferentes casos lógicos presentados individualmente. En el Experimento 1 tras un primer caso lógico (por ejemplo se muestra un círculo verde y una estrella rosa), el resto de casos complementarios aparecían de forma consecutiva en el mismo ensayo, de forma que el participante procesaba todos los casos lógicos (A y B, no-A y B, no-A y no-B, y A y no-B) en cada ensayo. En la mitad de ensayos los participantes debían decidir si el caso lógico era compatible o no con el estamento (o bien no se puede concluir) y en la otra mitad si lo hacía verdadero o falso (o bien no se puede concluir). El tipo de pregunta hecha con el caso lógico presentado inicialmente (verdad o posibilidad) cambiaba en los subsiguientes casos lógicos (si primero se pregunta por verdad, después por posibilidad y viceversa).

En el Experimento 2 replicamos el Experimento 1 pero en lugar de presentar cinco casos lógicos (1+4) en cada ensayo solo presentamos dos, manteniendo la alternancia del tipo de pregunta. En ambos experimentos se utilizaron enunciados que hablaban sobre diferentes figuras geométricas de diferentes colores.

2.3. Resultados

2.3.1. Resultados de Estudio 1

En el estudio 1 se utilizaron como variables dependientes 2 Tipo de oración (condicional y semifactual) x 2 Caso lógico (no-A y no-B y A y no-B) x 2 Congruencia oración-caso lógico (congruente e incongruente). Como variables independientes se utilizaron las respuestas obtenidas (si la oración es verdadera o falsa en función de estado de hechos o caso lógico) y el tiempo de respuesta.

El análisis de las respuestas obtenidas mostró una mayor frecuencia de aceptaciones de los casos “no-A y no-B” (no-círculo, no triángulo) como verificaciones

de condicionales básicos tipo “*Si había un círculo entonces había un triángulo*” que en el caso de semifactuales tipo “*Aunque hubiese había un círculo habría habido un triángulo*”. Con “A y no-B” no se encontraron diferencias de acuerdo al tipo de oración.

El análisis del tiempo de respuesta mostró un menor tiempo de lectura de los condicionales en la condición congruente (cuando los valores del antecedente eran mostrados antes que el consecuente en el estado de hechos), pero no se encontraron diferencias con los semifactuales.

2.3.2. Resultados del Estudio 2

Se realizaron dos experimentos con una tarea de inferencia con tres premisas (dos premisas relacionales, condicional y semifactual, y una tercera premisa categórica). En el Experimento 1 se utilizaron como variables dependientes 2 Tipo de Oración (condicional “Si entonces” y semifactual “Aunque no hubiese...”) x 2 Figura (orden de los términos AB-BC y orden BA-CB) x 2 Dirección de inferencia (si la 3º premisa categórica era “A” –dirección delante- y “C” –dirección detrás-). Como variables independientes se utilizaron la respuesta obtenida (A, no-A, no se puede concluir) y el tiempo de lectura de la segunda premisa relacional.

El análisis de las respuestas obtenidas en el Experimento 1 mostró un mayor número de aceptaciones afirmativas y menor frecuencia de respuestas “no se puede concluir” con dirección delante y Figura 1 y en dirección detrás con Figura 2, pero solo con oraciones semifactuales. El análisis del tiempo de lectura mostró un menor tiempo de respuesta para las oraciones condicionales que semifactuales.

En el experimento 2 se replica el experimento 1 sustituyendo los condicionales por semifactuales afirmativos en la variable Tipo de oración. El análisis de los tiempos de respuesta mostró una replicación de efecto de interacción entre figura y dirección de

inferencia dado en el Experimento 1. No obstante, en el Experimento 2 no se encontraron diferencias en el tiempo de lectura de la segunda premisa en función del tipo de oración (“aunque hubiese habido...” vs. “aunque *no* hubiese habido...”).

2.3.3. Resultados del Estudio 3

En el estudio 3 se utilizaron como variables dependientes intrasujeto 2 Tipo de oración (contrafactual y semifactual) x 2 Tipo de contexto (activador de alternativas y desactivador de alternativas) y 2 Edad (1º curso de primaria y 6º curso) como factor categórico. Como variable independiente se utilizó la respuesta obtenida en la tarea de inferencia y la obtenida en la tarea de comprensión.

Los datos de la tarea de inferencia mostraron un mayor número de aciertos para el grupo de 6º de primaria. Los datos de la tarea de comprensión no mostraron diferencias en función del grupo. Se encontró para ambos grupos de edad un mayor número de aciertos en la prueba de inferencia con los contextos “desactivador de alternativas” pero un mayor número de errores en esta condición en la prueba de comprensión.

2.3.4. Resultados del Estudio 4

En el estudio 4 se realizaron dos experimentos. En ambos la tarea de los participantes era indicar si estados de hechos eran posibles o no (o “no se puede concluir”) de acuerdo a oraciones previas, o bien si hacían a la oración verdadera o falsa (o “no se puede concluir”). En cada ensayo aparecía primero un caso lógico con una tarea y después con la tarea complementaria se evaluaban los cuatro casos lógicos secuencialmente. Como variables dependientes se utilizaron 4 el Caso lógico (A y B, no-A y B, A y no-B y no-A y no-B) x 2 Tipo de tarea (posibilidad y valor de verdad) x 2 Orden Tipo de tarea (1º posibilidad y 1º verdad). Como variables dependientes se

utilizaron la respuesta obtenida para cada tipo de tarea. Ambas tareas fueron administradas en un mismo ensayo. Los datos del Experimento 1 no mostraron diferencias para los casos lógicos “no-A” en función del tipo de tarea. Tampoco se encontró un efecto de facilitación de los casos “no-A” cuando aparecían en la primera pregunta en las respuestas a esos mismos casos en la segunda pregunta de cada ensayo.

En el segundo experimento se replica el Experimento 1. Sin embargo, en el Experimento 2 únicamente presentamos un caso lógico para cada tipo de tarea. Los datos del experimento 2 tampoco mostraron un efecto de facilitación de los casos “no-A” en la tarea subsiguiente. Nuevamente, no se encontró un efecto de interacción entre el Caso lógico y el Tipo de tarea. Los casos lógicos considerados compatibles fueron también con la misma frecuencia considerados verdaderos.

3. SERIE EXPERIMENTAL

3.1. Inherent directionality of “even if” counterfactual conditionals

Referencia: Ruiz-Ballesteros, J. A., y Moreno-Ríos, S. (2016). Inherent directionality of “even if” counterfactual conditionals. *Journal of Cognitive Psychology*, 28(4), 505-511.

Abstract: In this research, we investigate whether semifactual conditionals such as “even if there had been an A, there would have been a B” are understood by thinking initially of the antecedent “A”, as was found with factual conditionals. The “inherent directionality” hypothesis assumes that for the comprehension of most relational statements, a presuppositional element (i.e., the “relatum”) is initially established. For “even if”, both terms could work as “relatum”. This is because on the one hand, people tend to infer “B” from “A” and “not-A” and, on the other hand, “B” could work as a pragmatic presupposition. In the present experiment, semifactual and factual conditionals were tested with a sentence-picture verification task. Results were consistent with the “inherent directionality” hypothesis: only “if then” factual conditionals, but not semifactuals, showed a preference for reasoning from the antecedent, with faster verifications.

Keywords: conditionals, semifactuals, directionality effects, inherent directionality hypothesis.

3.1.1. Introduction

Most relational expressions have a preferred order for processing their terms. This depends on the way they are represented and can facilitate integration with other premises during reasoning (see Oberauer, Hörnig, Weidenfeld, & Wilhelm, 2005). In the present research, we study the inherent order of representation of the elements

mentioned in the antecedent and in the consequent for semifactual “even if” expressions such as

(1) “even if there had been a circle (A), there would have been the number 3 (B)”,

compared to “if then” statements like

(2) “if there was a circle (A) then there was the number 3 (B)”.

Oberauer and Wilhelm (2000) investigated which direction of verification was preferred for different kinds of relations formulated with various types of connectives and quantifiers. Thus, they tested a factual “if then” statement like (2). In the verification task, participants saw a sentence such as “if there was a circle then there was a 3”, followed, sometimes, by a set of cases that made the sentence true (e.g., a circle and a 3; a square and a 3) and sometimes by a set with cases that made the sentence false (e.g., a circle and a 4; a square and a 3). Participants had to decide as quickly as possible if the sentence was true or false by regarding the display. However, the crucial manipulation was whether the cases were displayed in the congruent order that appeared in the sentence (first the shape, then the number) or in the incongruent order (first the number, then the shape). The logic was that if the inherent order of the conditional was first antecedent and then consequent, participants were faster verifying those “if then” conditionals when the screen showed first shapes and then numbers than in the opposite order. The authors then compared the verification response times for congruent and incongruent presentations of different logical cases according to the order of presentation of the terms in the previous sentence.

Using different studies with this procedure, Oberauer et al. (2005, p. 1226) proposed the “inherent directionality” hypothesis, maintaining that some directionality effects on comprehension are produced when reasoners construct mental models (see

Johnson-Laird & Byrne, 2002) in working memory. Thus, for certain relational statements, reasoners prefer to start with one term (the “relatum” term) rather than the other (the “target” term) according to their semantic structure (see Gernsbacher, 1991). Thus, in a first step, people establish a mental context or foundation, taking one element of the statement, so it works as a presupposed reference or relatum. In a second step, the remaining information or target is understood in relation to this presuppositional element (Oberauer & Wilhelm, 2000, p. 1703). For example, Oberauer and Wilhelm (2000, Experiment 3) found faster verification times in the congruent order of “if A then B” statements (A first and then B) and in the incongruent order for reverse “A if B” conditionals (B first and then A). The relatum term seemed to be the “if” term. However, for exclusive “A only if B” and biconditional “if and only if A then B”, the authors found forward and lack of directionality, respectively. This suggests that the specific meaning of every conditional connective, but not its common syntactic structure, permits us to predict its inherent directionality.

Oberauer and Wilhelm (2000) did not examine other kinds of relational statement for which an “epistemic” representation had been proposed. For example, according to the mental model theory, semifactual and counterfactual conditionals, like factual conditionals, refer to a hypothetical “A & B” situation, but also include a presupposition: telling us there was a different factual situation (see Byrne, 2002, 2005; Byrne & Tasso, 1999). Counterfactual conditionals are a kind of counterfactual expression, an example being:

(3) “if there had been a circle (A), there would have been the number 3 (B)”. For counterfactual conditionals, the actual fact is “not-A & not-B” and for semifactuals “not-A & B” (see McCloy & Byrne, 2002).

There are several studies on how semifactuals are represented that support the previous assumption about comprehension of semifactual conditionals. Santamaría, Espino, and Byrne (2005), Gómez-Veiga, García-Madruga, and Moreno-Ríos (2010) and McCloy and Byrne (2002) support the double representation of counterfactual and semifactual conditionals during comprehension with a priming task. Moreno-Ríos, García-Madruga, and Byrne (2003, 2008, Experiment 1) proposed from the mental model account that “even if” statements like (1) are represented with two initial mental models derived from the meaning: one corresponding to the literal conjecture expressed in the sentence “A & B” and another representing what really happened “not-A & B”. Moreno-Ríos et al. (2003, 2008, Experiment 1) found that inferences with “even if” were consistent with this double representation. Higher working memory load was expected than for “if then”, with only one initial model, and more difficulty accessing an alternative model. Accordingly, more asymmetric responses were given for DA inferences (e.g. to infer “B” given “not-A”) and fewer “modus tollens” inferences that required accessing a third model “not-A & not-B” were obtained for “even if”. Handley and Feeney (2004, 2007) replicated the results with an inference task, but they give an alternative explanation based on the suppositional account (see also Feeney & Handley, 2011).

Following Oberauer and Wilhelm’s (2000) logic, the directionality of “even if” can be predicted based on their predictions for “B only if A” and “if and only if A then B” statements. Inclusive statements with “even if” have the opposite meaning to exclusive “only if” conditionals. For both statements, the consequent could play the role of a pragmatic presupposition and the antecedent could work as the “target” element (see the example given by the authors about the light and the alarm, p. 1708). With “B only if A”, the antecedent identifies a necessary condition or prerequisite. For “even if

A, B”, in turn, the antecedent corresponds to an unnecessary condition. Thereby, “only if” statements suggest that “A & B”, but not “not-A & B”, is a possible situation, while “even if” means that both situations are possible. For “only if”, the authors proposed that if the value “not-A” is given for the antecedent, an eventual second step from “not-A” to “not-B” is produced in order to ensure the truth of the statement. However, the situation “not-A & B” does not falsify the “even if” statements. This second step is not expected for semifactuals. However, according to Oberauer & Wilhelm (2000), the frequency of the inferences also permit us to predict the directionality effects for a given relational statement. The “even if” statements usually lead us to infer “B” from “A” and “not-A”. Thus, it is possible that the “pragmatic” backward directionality and the opposite “semantic” forward preferences neutralise each other. This possibility is also consistent with the lack of inherent directionality found for biconditionals in Oberauer & Wilhelm’s (2000) study, which was explained by authors arguing that both forward and backward preferences were given.

3.1.2. Method

Participants

Eighty-eight students in the 2nd year of Psychology (University of Granada) participated in the experiment. They participated voluntarily in return for a course credit. Their average age was 20.01 years ($SD = 2.32$), ranging from 19 to 33. None of them had previous training in logic and all of them were native speakers of Spanish.

Materials and procedure

Seventy-two sentence verification trials were displayed on a computer screen, following the experimental design methodology used by Oberauer and Wilhelm (2000, Experiments 2-3b). The sentences were conditionals of two kinds, relating a geometrical

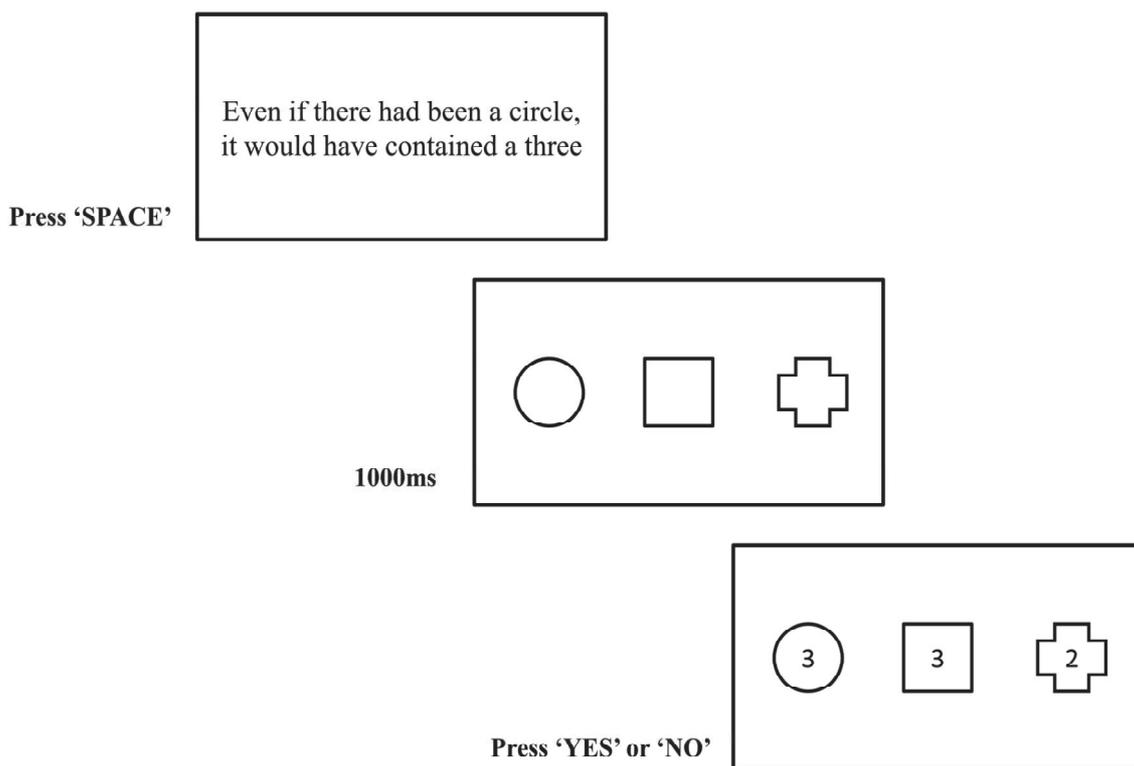
shape to a number: a) “If there was a circle then it contained a three”; and b) “Even if there had been a circle, it would have contained a three”. Half the trials began with an “if then” conditional and the other half with a semifactual “even if” conditional. Also, in half the trials, in the congruent condition, the shapes were presented before the numbers (keeping the order in the conditional: antecedent, then consequent) and in the other half, in the incongruent condition, the numbers were shown before the shapes.

Half the sentences were true with respect to the picture of the three items and half were false. Conditionals such as “if A then B” or “even if A, B” are false when in the set of cases there is one “A & not-B” case (e.g., “if there was a circle then it contained a 3” is false if there is a circle that does not contain a 3 but, for example, a 2). Following Oberauer and Wilhelm’s (2000) procedure, all the trials contained two fixed cases that made the conditionals true: “A & B” and “not-A & B” (e.g., a circle with a 3 and a square with a 3). The third case was the critical one, which could make the conditional true “not-A & not-B” (e.g., a square with a 2) or false “A & not-B” (e.g., a circle with a 2). A third of the trials were fillers with a repetition of one of the two fixed cases (“A & B” and “not-A & B”). The three items were shown randomly. Therefore, three factors were manipulated within-participants: the conditional relation (“if then” and “even if”), the congruence between the order of the terms in the sentence and the order of appearance in the picture (congruent and incongruent) and the critical logical case (“not-A & not-B” and “A & not-B”).

Participants were invited to sit comfortably in front of a computer screen. In the task, participants read a story in which a teacher asked her students to say a “true sentence” regarding three shapes with numbers in them. Every trial displayed the sentence until the participant pressed a key to indicate s/he had read and understood its meaning. No time limit was set to read the previous relational sentence, so the

participant had to press the spacebar key to continue the trial. Then, three geometrical shapes appeared in a row and, after 1000ms, a number was shown inside each shape. Participants had to evaluate whether the sentence was true based on the three cases by pressing the keys “h” (Yes) or “j” (No) (see Figure 1). The instructions were presented verbally and on an initial screen before each experimental session. The stimuli were randomly chosen from a set of five shapes (circle, semicircle, triangle, square and cross) and five numbers (1, 2, 3, 4 and 5). Key responses and response times were recorded. The presentation and the data recording were performed with *E-prime 2.0* (Psychology Software Tools, Sharpsburg, PA).

Figure 1. Example of the sequence for a trial.



Results

Response times data

The response times were logarithmically transformed and filtered by participant and condition using 2.5 standard deviations (2.81% of trials were eliminated). The participants with more than 90% identical responses (9.09%) were eliminated from the analysis. With the resulting data, a repeated measures ANOVA was carried out including the following factors: 2 relation (“if A then B” and “even if A, B”), 2 congruence (congruent and incongruent) and 2 differential logical cases (“not-A & not-B” and “A & not-B”). The latency data are summarised in Table 1.

Table 1
Mean response times (ms) according to relation, congruence and logical case. Values in brackets show standard deviation.

Congruence	Congruent		Incongruent	
	no-A & no-B	A & no-B	no-B & no-A	no-B & A
If A then B	1357 (621)	1578 (715)	1747 (784)	1652 (716)
Even if A, B	1605 (945)	1635 (822)	1725 (900)	1665 (709)

Results showed faster response times for the congruent condition and no other main effect (1543ms vs. 1697ms, $F(1, 79) = 21.14, p < .001, \eta p^2 = .21$). This congruence factor interacted with relation ($F(1, 79) = 7.10, p < .01, \eta p^2 = .08$) and with the logical case ($F(1, 79) = 15.50, p < .001, \eta p^2 = .16$). The congruent order was significantly faster than the incongruent order for “if then” (1468ms vs. 1700ms, $F(1, 79) = 32.73, p < .001, \eta p^2 = .29$) but not with “even if” ($F(1, 79) = 3.14, \eta p^2 = .04$). Differences were obtained in the congruent condition only for the true case “not-A & not-B” (1480ms vs. 1736ms, $F(1, 79) = 35.17, p < .001, \eta p^2 = .31$) and no differences were obtained for the false case “A & not-B” ($F(1, 79) = 1.23, \eta p^2 = .01$). The three-

factor interaction was also significant ($F(1, 79) = 5.76, p < .05, \eta p^2 = .07$), showing that there was only one “fast” condition significantly different to the others: the congruent condition in “if then” conditionals and for the case that made the conditional true. That is, the analysis of the interaction showed no effect or interactions for the case that made the conditional false, “A & not-B” ($F(1, 79) = .03, \eta p^2 = 0$). The interactions were shown for the case that made the conditionals true: “not-A & not-B” ($F(1, 79) = 11.96, p < .01, \eta p^2 = .13$). Only for the “if then” conditionals was the congruent condition faster (1353ms vs. 1747ms, $F(1, 79) = 49.27, p < .001, \eta p^2 = .38$). No significant effect of congruence was shown for “even if” conditionals ($F(1, 79) = 3.37, \eta p^2 = .04$).

Accuracy data

Following Oberauer and Wilhelm’s (2000) procedure, accuracy data were analysed to test for a possible speed-accuracy tradeoff. The accuracy data are summarised in Table 2. The results showed that responses were more accurate for “if then” (76% vs. 67%, $F(1, 79) = 30.21, p < .001, \eta p^2 = .28$), and that the congruent condition was more accurate (73% vs. 70%, $F(1, 79) = 4.63, p < .05, \eta p^2 = .05$). The congruence factor interacted with case ($F(1, 79) = 5.59, p < .05, \eta p^2 = .07$) and relation interacted with the logical case ($F(1, 79) = 22.71, p < .001, \eta p^2 = .22$). For the “not-A & not-B” case, more correct verifications were given with the congruent order (71% vs. 65%, $F(1, 79) = 13.79, p < .001, \eta p^2 = .15$) and with “if then” (80% vs. 57%, $F(1, 79) = 38.44, p < .001, \eta p^2 = .33$). For the “A & not-B” case, no significant effects of congruence ($F(1, 79) = .04, \eta p^2 = 0$) and conditional relation ($F(1, 79) = 1.75, \eta p^2 = .02$) were shown. As in the verification time analysis, there was a three-way interaction ($F(1, 79) = 6.81, p < .05, \eta p^2 = .08$): only for “if then” conditionals, not for “even if” ($F(1, 79) = 1.29, \eta p^2 = .02$), the true case “not-A & not-B” was evaluated faster and more

accurately in the congruent condition than in the incongruent one (84% vs. 75%, $F(1, 79) = 17.37, p < .001, \eta p^2 = .18$). No other effect was significant ($p > .05$).

Table 2
Accuracy data (%) according to relation, congruence and logical case. Values in brackets show standard deviation.

Congruence	Congruent		Incongruent	
	no-A & no-B	A & no-B	no-A & no-B	no-B & A
If A then B	84 (24)	71 (31)	75 (28)	75 (30)
Even if A, B	59 (40)	78 (29)	56 (37)	75 (27)

3.1.3. Discussion

The main interest of this research is to evaluate the directionality effect of “even if” expressions in comparison to “if then” statements. The inherent directionality of the premises is one of the main factors responsible for facilitating the integration of premises in deduction. Knowledge of it could help us explain and predict how people make inferences with “even if”. Results replicate previous findings of forward directionality for “if then” conditionals (Oberauer & Wilhelm, 2000), and are consistent with lack of directionality for “even if” conditionals.

The hypothesis for the existence of an inherent directionality came from how relational expressions are represented and what is represented first. For example, Oberauer and Wilhelm (2000) affirmed, based on their results, that “if A then B” and “B if A” conditionals are represented with “A” as the relatum, that is, as the reference object in the sentence, and this is represented first. When the order for displaying the elements in the verification task picture matches the order of relatum-target in the

sentence, the evaluation time is faster than in the opposite order. From this view, the term from which the inferences are usually made (either the antecedent or the consequent) is what acts as *relatum*, except when the meaning (or the context) induces a belief in a different state of affairs. The authors assume that this is what happens with exclusive “A only if B” and biconditionals “if and only if A then B”, for which forward directionality and lack of directionality, respectively were found. Thus, the mental model theory proposes that semifactual as well as counterfactual conditionals are represented by two kinds of epistemic representation: the factual or presupposed model and the counterfactual or conjectured possibility (Byrne, 2002, 2005; Byrne & Tasso, 1999). Therefore, they provide a way of testing the extensibility of Oberauer and Wilhelm’s (2000) proposal to other relational statements. This is the first time (to our knowledge) that the inherent directionality of semifactual “even if” expressions has been evaluated.

We investigated directionality in the comprehension of semifactuals by comparing their performance in a sentence-picture verification task with the “if then” statements, with only one initial mental model “A & B”. With both “if then” and “even if”, forward directionality is predicted, given that the MP, and MP and DA, respectively, are their most frequent inferences. But “even if”, in contrast with “if”, also elicits a presuppositional meaning for the consequent. So, as Oberauer and Wilhelm (2000) assumed for biconditionals, neutralisation of the two opposite preferred directions is to be expected. Therefore, no directionality is predicted for “even if” and forward directionality for “if then”.

Results showed that the conventional order was faster for “if then”, but not for “even if”. Accuracy was analysed by Oberauer and Wilhelm (2000) to discard a speed-accuracy tradeoff. Results were not compromised by tradeoff. Actually they mirror the

main results of the time analysis: no differences in correct responses were obtained for congruent and incongruent order for “even if”. Again, the only significant difference was obtained for “if then”.

This task, like Oberauer and Wilhelm’s (2000) study, was not designed to evaluate or compare the different cases and therefore does not provide a systematic manipulation of them (and maybe that is why the author analysed this variable only to discard tradeoff). There is only one set of true cases (as well as false ones) and it is fixed from the beginning. However it is possible to test whether the results provided by the task match the authors’ theoretical logic. We therefore included in the analyses true cases (consistent with the representation of the conditional) and false cases (there is a case inconsistent with the conditionals: the “A & not-B” case) as independent factor, the reason being that only the true case is present in the set of mental (implicit or explicit) models. According to the mental model theory (see Johnson-Laird & Byrne, 2002), the false case is not represented by the meaning of the conditional, and therefore, participants should just discard it. We cannot see any reason to expect differences of congruence when the case is not represented. Accordingly, results showed no difference for false cases, only for true ones.

Moreover, we can go beyond the objective of this research and interpret the results of accuracy and response times regarding the semantic of “even if”. Access to an alternative but consistent “not-A & not-B” situation was easier with “if then” statements than with “even if”, in accuracy and latencies. These results regarding the content of the representation support the idea that “even if” conditionals are represented with two initial representations “A & B” and “not-A & B”, while “if then” are represented with only one, “A & B”. Previous studies with a priming task suggest this view (Gómez-Veiga et al., 2010; Santamaría et al., 2005). Also, fewer correct responses were obtained

for “even if” than “if then”. This result is also consistent with the results of inference tasks using arbitrary, neutral and thematic contents, in which fewer endorsed and correct inferences were obtained with “even if” than with “if then” (Handley & Feeney, 2004, 2007; Moreno-Ríos et al., 2003, 2008; Moreno-Ríos & García-Madruga, 2002).

The standard measure of directionality of relational expressions based on the verification task could be limited in some way. For example, based on the suppositional approach, Feeney and Handley (2011) maintained that people interpret semifactual conditionals by computing the probability of occurrence of the consequent, given the presence and absence of the antecedent. Using a truth table task, they found that the probability of accepting a semifactual is greater when the causal relationship established in the conditional is intermediate, i.e., not too strong but not too weak. This happens in indeterminate contexts (Byrne, 2005). The context, the contents and the nature of the task have an influence on the representations (see also, Johnson-Laird & Byrne, 2002, p. 658). The standard verification task includes arbitrary contents, and therefore there is no previous relationship between antecedent and consequent. Therefore, the results of absence of directionality could be limited to this kind of relationship.

Together with these pragmatic effects, directionality in deduction could also depend on other additional factors, such as what other relational expressions are present as premises, how the elements in the sentence are shown (figural effects), etc. There are interesting studies that try to provide general ground rules based on the role of the relatum (e.g., Espino & Hernández, 2009; Oberauer et al., 2005). One possibility is that, different relata are acting at different levels of representation or at different times. At a low level, the initial representation could be made from one term to the other. At a pragmatic level, the presuppositional model could work as a reference in an integrated representation of the two initial models. The factual model “not-A & B” could then be

working as “relatum” or foundational element in relation to which the counterfactual model “A & B” is thought of as the “target” situation. This last alternative is consistent with Stewart, Haigh, and Kidd’s (2009) studies with counterfactuals in which they demonstrated that presenting a presuppositional scenario makes the comprehension of counterfactuals easier. Future research could clarify whether all these factors, such as processing time, kind of task and previous knowledge about causal relationships, could alter the basic directionality shown by the verification task.

3.2. Concessive and semifactual interpretations during reasoning with multiple conditionals

Referencia: Ruiz-Ballesteros, J. A., y Moreno-Ríos, S. (2016). Concessive and semifactual interpretations during reasoning with multiple conditionals. [doi: 10.1080/17470218.2016.1172098]. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1-11.

Abstract: The present research evaluates how people integrate factual “if then” and semifactual “even if” conditional premises in an inference task. The theory of mental models establishes that semifactual statements are represented by two mental models with different epistemic status: “A & B” is conjectured and “not-A & B” is presupposed. However, following the principle of cognitive economy in tasks with a high working memory load such as reasoning with multiple conditionals, people could simplify the deduction process in two ways, by discarding: 1) the presupposed case and/or 2) the epistemic status information. In Experiment 1 and Experiment 2, we evaluated each of these hypotheses. In Experiment 1, participants make inferences from two conditionals: two factual conditionals or one factual and one semifactual, with different representations. In Experiment 2, participants make inferences with a factual conditional followed by two different semifactual conditionals that share the same representations but differ in their epistemic status. Accuracy and latency data suggest that people think of both the conjectured and the presupposed situations, but do not codify the epistemic status of either when the task does not require it. The results are discussed through theoretical predictions about how people make inferences from different connected conditionals.

Keywords: “if then” statements, “even if” statements, inference task, mental footnotes, cognitive economy.

3.2.1. Introduction

When we reason about what could have been happened, we sometimes use semifactual conditional expressions, such as:

(1) *“Even if John had lost the tennis match, he would have been celebrating”*.

These statements are a particular kind of counterfactual conditional, such as:

(2) *“If John had won the tennis match, he would have been celebrating”*.

In contrast with the latter kind, semifactual conditionals refer to a concessive relation. From linguistics, it has been proposed that “even if” denies the sufficiency of the condition given in the antecedent to avoid the situation given in the consequent (in the example, losing the tennis match does not prevent a celebration; see Köning, 1986).

The psychology of reasoning studies how people interpret and infer from these conditional statements. The mental model theory (model theory from here; see Johnson-Laird, 1983; Johnson-Laird & Byrne, 2002) establishes that people represent every possibility derived from the statement as a mental model, an iconic representation of the situation described. For example, a mental model representation is a simple iconic idea that captures that John won and was celebrating. However, the negation and some other information need to be represented using abstract symbols, called “mental footnotes”. Thus, the case in which John did not win is represented by adding the symbol of negation to the previous mental model. Several studies (see Gómez-Veiga, García-Madruga, & Byrne, 2010; McCloy & Byrne, 2002; Santamaría, Espino, & Byrne, 2005) suggest that the comprehension of “even if A, B” statements leads to the construction of

two mental models: one corresponding to the conjectured case “A & B” (“John lost the tennis match and he was celebrating”) and the other corresponding to the presupposed case “not-A & B” (“John did not lose the tennis match and he was celebrating”; see Byrne, 2005, 2016). According to the model theory these possibilities are represented as mental models with other symbolic mental footnotes that indicate their epistemic status (see Johnson-Laird & Byrne, 2002). That is, whether the model is what actually happened or what was supposed to happen (see also Johnson-Laird, 2010).

Using an inference task, Moreno-Ríos, García-Madruga, and Byrne (2003, 2008, Experiment 1) carried out an experiment in which participants were asked to infer a conclusion for the four conditional inferences, given “if A then B” and “even if A, B” statements. Modus ponens (MP) inferences consist in concluding “B” from “A”, denial of the antecedent (DA) “not-B” from “not-A”, affirmation of the consequent (AC) “A” from “B” and modus tollens (MT) “not-A” from “not-B”. The pattern of results was consistent with the double initial representation proposed: participants concluded “B” instead of “not-B” from “not-A”, in accordance with the presupposed model. Also, they concluded “nothing follows” more frequently with the MT inference. This was because when the categorical premise “not-B” was shown, that element was not present in the mental representation. Also, for AC, people concluded that “nothing follows”. In this case, the reason was that the categorical premise “B” was present in the two models, but with opposite elements “A” and “not-A”. These results were also obtained in another study (see Moreno-Ríos & García-Madruga, 2002).

Those results are consistent with the model theory with a “semifactual interpretation”: two representations with different mental footnotes indicating their epistemic status. However, the results are also consistent with a simpler “concessive interpretation”, in which participants could make the inference discarding the mental

footnotes. That is, these studies cannot distinguish between semifactual and concessive interpretations.

Integration of information with conditionals

The integration of multiple conditionals requires considering several possibilities and tracking their epistemic status. It is possible that in situations with multiple conditionals, because of the high working memory load, the mental footnotes could be just discarded. Accordingly, Johnson-Laird and Byrne (2002) affirmed that people tend to forget mental footnotes during reasoning (p.654). During the inference process with semifactual conditionals, the mental footnotes initially represented from the semifactual interpretation could be discarded to facilitate integration. If this is the case, the introduction of a factually inconsistent context with respect to the factual model of the statement (i.e., “John lost the race” followed by “Even if John had lost the race...”), but not a consistent context (i.e., “John did not lose the race”), could force reasoners to assume a concessive reinterpretation.

The same logic was used by Stewart, Haigh and Kidd (2009) to evaluate the integration of “if then” counterfactuals like (2) and indicative ones, such as:

(3) *“If John won the tennis match, then he was celebrating”*

They measured reading times with different contexts. The sentences were displayed word by word, after being primed by contexts consistent and inconsistent with the presupposed factual model of the counterfactuals. For the indicative conditionals, the authors did not find differences in the latencies according to the context. However, the reading times for the critical words of the counterfactuals were faster when their presupposed mental model matched the previous context. This suggests that solving the pragmatic incongruence has a cognitive cost. One possibility is that these differences

are due to an “indicative” reinterpretation of the counterfactuals (see also the discussion about the reverse situation in the study of Girotto, Mazzocco, & Tasso, 1999, Experiment 6). That is, it is possible that the counterfactual statements were reinterpreted as factual and vice versa, according to their content and context (see Evans, 1993; Handley & Feeney, 2004, 2007; Johnson-Laird & Byrne, 2002). Actually, until very recently, we thought that pre-school children had a complete understanding of counterfactuals. Rafetseder, Schwitalla, and Perner (2013) demonstrated that pre-schoolers interpreted counterfactuals only as basic conditionals, unlike schoolchildren, who interpreted the two possible situations.

In the present study, people were presented with an “if then” conditional context. They then had to integrate it with a consistent or inconsistent “even if” premise to draw a conclusion. Following Stewart et al’s (2009) logic, the consistent condition must facilitate the process with respect to the inconsistent condition. Reading times for the semifactual premises are slower when the epistemic conflict needs to be solved and fewer endorsed inferences are expected.

For example, we can present the conditional (4) “If A then B” and (5) “Even if B, C” followed by a third categorical premise “A”

“If it rained yesterday then John lost the tennis match”

“Even if John had lost the tennis match, he would have been celebrating”

“Yesterday it rained”

These first two premises constitute a three-term relational syllogism with an AB/BC form. Because the middle term “B” is given consecutively in the two premises (John lost the tennis match), a transitive inference can be made between the other two

terms “A” and “C”, called “end terms”. For example, given “A”, we could conclude “C” in a forward direction inference, because “A” is related to “B” and “B” is related to “C”. The same is possible in the backward direction: given “C”, “A” can be concluded. All this is possible depending on how the premises are represented. The integration can be made or can be blocked.

According to the model theory, the initial meaning of (4) is

A B

The representation of (5) is:

[Conjectured] B C

[Presupposed] not-B C

The mental models include mental footnotes represented by brackets with information about the epistemic status of the information. When the fact “It rained” (A) is added as a categorical premise, the only possible integration is “A → B → C” (It rained - John lost - was celebrating). To conclude “C”, participants cannot use the “presupposed” model of the second premise (A → B ≠ not-B → C), but only the conjectured model (A → B = B → C). This is possible if they discard the mental footnotes about what actually happened (in fact, John did not lose the tennis match and he was celebrating) and what is conjectured information (John lost the tennis match, but he was celebrating). In this way, reasoners can connect the premises transitively (i.e., “A-B-C”) and obtain the conclusion “C” (John was celebrating).

Evans (2006, p. 368) provides another way of obtaining the same “C” conclusion from “A” in the previous example. In his view “suppositions must be *decoupled* from semantic memory, so that we do not confuse them with actual beliefs

about the real world". According to Evans' (2006) singularity principle, only one epistemic mental model is represented at a time. In our example, people initially think of the conjectured model (in accordance with the decoupled hypothesis), and therefore, given "A", people conclude "C". However, if the categorical premise is "C", people conclude "A" instead, because it is the conjectured situation that is initially considered. On the other hand, if people consider the two situations regardless of the mental footnotes (what we have called the concessive interpretation), given "C", people should conclude "nothing follows". This is because they notice that "C" is connected with "B" in one model, but with "not B" in the other, and there is not a necessary conclusion of "A". The two directions of inference, forward (given A, what follows) and backward (given C, what follows), are included in the study to test these hypotheses.

Syllogisms are classified in "Figures" depending on the position of the middle term in the premises. The order of the terms in the previous example corresponds to Figure 1. The terms in the two premises (AB/BC) can be easily integrated. In the present case, depending on how the second premise, "even if B, C", is represented (with not-B and/or with B), different predictions about whether the integration is made or blocked can be tested. Only if "B" is represented is the integration possible. An alternative order of the terms, corresponding to Figure 2, is also used to test "even if" representation and integration. It is obtained by reversing the terms in the two premises (BA/CB). In this way, the antecedent of "even if C, B" is no longer the middle term ("B"), and therefore, the first premise does not influence how the antecedent is represented. These two factors: order of the terms and direction of the inference were manipulated in the present study.

Therefore, if people initially think with mental footnotes, the reading times of the semifactual premise should be faster in epistemic congruence conditions. This is

because revision of the premises is not required. For example, after “if A then B”, when the critical premise is “even if not-B, C”, the integration is easy because the presupposed mental model is “B & C”. This condition is equivalent to when the critical premise has not included an epistemic implication, for example, an indicative “if B then C” conditional. That is, in an inference task with multiple premises like the present one, both economic reinterpretations of “even if” could increase the reading times with respect to congruent and neutral contexts (see Stewart et al., 2009). In turn, the two hypotheses predict different patterns of conclusions.

In accordance with previous studies of inference (Moreno-Ríos et al., 2008; Moreno-Ríos & García-Madruga, 2002) and the principle of cognitive economy (Johnson-Laird & Byrne, 1991, 2002), we predict that people will think of two mental models without their respective mental footnotes, following the “concessive” interpretation, rather than using the “decoupled” strategy suggested by the studies of Evans (2006). In Experiment 1, we test whether people initially reason with one or with two mental models, comparing the integration and the conclusions of “if A then B” with “even if not-B, C” and with “if B then C”. In Experiment 2, we also evaluate whether people follow the “semifactual” or the “concessive” interpretation. We then compare “even if not-B, C” with “even if B, C”.

3.2.1. Experiment 1.

In Experiment 1, reasoners made inferences with a first “if A then B” indicative premise such as:

“If there was an Actor (A), there was a Butcher (B)”

followed by a second “if B then C” or by a second “even if not B, C” premise like:

“Even if there had not been a Butcher (not-B), there would have been a Cook (C)”.

The objective of the present experiment is to test how people represent “even if B, C” conditionals when they have to integrate this inference with a previous “If A then B” conditional. Previous studies have shown that when participants have to make inferences with only one “even if” conditional, they consider two cases: the presupposed fact “not-B & C” and the conjectured case “B & C”. However, with two conditionals, people could use a more “economical” strategy considering only one possibility: the presupposition case or the conjecture case (Evans, 2006).

The initial representations proposed for the model theory for indicative “if then” and semifactual “even if” expressions are different: only one mental model “A & B” for “if” and two mental models “A & B” and “not-A & B” for “even if”. Predictions about the expected conclusion for “even if” are different if people think of one rather than two mental models (see Table 1, columns 1-2 and 3). We test this hypothesis using two different orders of the terms (figures) for premises: the regular and the reversed one (Figure 1 and Figure 2) and two directions of inference (forward and backward). The forward direction corresponds to the third premise “A” and the backward one has “C” as categorical premise. Table 2 shows predictions for the double representation hypothesis (corresponding to both the semifactual and the concessive interpretations) and the simple representation hypothesis (the decoupled one). As can be seen, the first row for the term-order (Figure 1 and Figure 2), shows predictions for the control “if then-if then”. An affirmative conclusion is predicted for these two premises in the two directions of inference, regardless of the term-order. So a lack of interaction between term-order and direction of inference is predicted.

Table 1
 Difference between the concessive, semifactual and decoupled interpretations of "even if" statements. The text in brackets corresponds to the epistemic status of the mental model.

	Concessive	Semifactual	Decoupled
Even if A, B	A & B	A & B (conjectured possibility)	A & B (conjectured possibility)
	not-A & B	not-A & B (presupposed facts)	

If people decouple the conjectured model of the factual model, according to Evans (2006), the “nothing follows” response must be given in all conditions, except for Figure 2 and the forward direction, for which the conclusion “not-C” is expected (see “even if” condition in Table 2, column 4). Also, although we think it highly improbable, people could just represent the presupposed model. In this case, the conclusions for Figures 1 and 2 are identical: in both cases the representation contains the same tokens (B & C). Therefore, no figure and direction of inference effects are expected.

In turn, if people follow the double representations, more endorsed conclusions are expected with Figure 1 in the forward direction and more “nothing follows” responses with the backward direction (see “even if” condition in Table 2, column 3). With Figure 2, the opposite pattern is expected: more endorsed inferences with the backward direction and more “nothing follows” responses with the forward direction. Moreover, a lower reading time is expected for the “if then” premise, given that it is represented with only one mental model and the semifactual premise with two, which should increase the cognitive load of the integration (see Barrouillet & Lecas, 1999).

Table 2
 Expected integration and derivations in Experiment 1 for the double and single
 (conjectured mental model) hypotheses. The text in brackets corresponds to the
 epistemic status of the mental model. “NF” means “nothing follows”.

Term-order	Possibilities	Double	Conjectured
			<u>Given A/Given C</u>
<i>Figure 1 (AB/BC)</i>			
If A then B	A B	C/A	C/A
If B then C	B C		
If A then B	A B	C/NF	NF/NF
Even if not-B, C	(Conjectured) no-B C (Presupposed) B C		
<i>Figure 2 (BA/CB)</i>			
If B then A	B A	C/A	C/A
If C then B	C B		
If B then A	B A	NF/A	no-C/NF
Even if not-C, B	(Conjectured) no-C B (Presupposed) C B		

3.2.1.1. Method

Participants

Sixty-six students in their 2nd year of Psychology (University of Granada) participated in the study and received academic compensation for their participation. Their average age was 19.85 years ($SD = 2.32$), ranging from 18 to 33. All participants were native speakers of Spanish and none of them had prior training in logic.

Design and materials

Sixteen different syllogisms were constructed, consisting of two premises with the following structure. Eight syllogisms had the form

“If there was an A then there was a B”

“*If* there was a B *then* there was a C”

and eight had the form

“If there was an A then there was a B”

“*Even if* there had not been a B, there would have been a C”.

The first premise was always a conditional “if then” in all trials. Furthermore, the order of the terms (figure) of the premises was manipulated so that 8 trials were ordered with the middle terms of both premises (B) presented consecutively, i.e., according to Figure 1 (AB/BC) and the remaining eight were ordered according to Figure 2 (BA/CB). The direction of derivation was also manipulated: in the forward direction, the end term of the first premise (“There was an A, therefore...”) was presented as the initial term in the third premise. In the backward direction, the end term of the second premise (“There was a C, therefore...”) was presented as the initial term of the third premise. The content of the terms A, B and C (lawyer, biologist and writer) was randomised for every participant, to avoid the same content always appearing in the same premise or term. All the sentences were about a party, where people with these professions could be found.

The experiment was a three-factor repeated measures design: 2 Relation (“if then” and “even if not-”) x 2 Term-order (Figure 1 and Figure 2) x 2 Direction of inference (forward and backward).

Procedure

Participants were presented with instructions and with a practice block consisting of four trials, with examples of the two figures, directions of inference and relations. All the sentences were presented on a computer screen. Each of the premises and the response options were presented on different consecutive screens. After pressing the space bar, the participant was shown a new line of text. After the two relational sentences, a third premise was shown, with the end term of the first premise in half the trials (forward direction) and the end term of the second premise in the other half (backward direction). After the third premise, a screen with the response options was presented. Participants then had to select one of them. When “A” was presented, the options were: 1. There was a C, 2. There was not a C, and 3. Nothing follows. When “C” was presented, the options referred to “A” instead. The instructions encouraged participants to do the task as quickly and accurately as possible. They were not explicitly informed that the time and responses were recorded. They had to select the conclusion by pressing the 1, 2 or 3 keys, respectively. Stimuli presentation and data recording were controlled by *E-prime 2.0* software (Psychology Software Tools, Sharpsburg, PA).

Results

Accuracy data were filtered, excluding the participants with more than 90% identical responses. No participant gave this percentage of responses, so all of them were included in the analysis. With the resulting accuracy data, two repeated measures ANOVAs were carried out for endorsed and for “nothing follows” responses, including the following factors: relation (“if then” and “even if not”), term-order (Figure 1 and Figure 2) and direction of inference (forward and backward). The results are summarised in Table 3.

Table 3

Accuracy data (%) for Experiment 1 according to relation, figure and direction of inference. Values in brackets show the standard deviation.

	If then		Even if no	
	Figure 1	Figure 2	Figure 1	Figure 2
<i>Endorsed</i>				
Forward	91 (19)	74 (36)	59 (38)	32 (38)
Backward	84 (31)	86 (27)	26 (34)	49 (40)
<i>Nothing follows</i>				
Forward	7 (17)	22 (35)	30 (35)	53 (42)
Backward	14 (30)	12 (26)	58 (41)	44 (39)

Accuracy data

Results showed more endorsed inferences for “if then” than for “even if not” (84% vs. 41%, $F(1, 65) = 158.22$, $p < .001$, $np^2 = .71$), an interaction effect between relation and direction of inference ($F(1, 65) = 4.49$, $p < .05$, $np^2 = .06$), between term-order and direction ($F(1, 65) = 25.68$, $p < .001$, $np^2 = .28$) and between the three factors ($F(1, 65) = 9.74$, $p < .01$, $np^2 = .13$). For “even if not”, the data showed more endorsed inferences in the forward direction with Figure 1 (59% vs. 26%, ($F(1, 65) = 26.98$, $p < .001$, $np^2 = .29$), and in the backward direction with Figure 2 (49% vs. 32% ($F(1, 65) = 7.34$, $p < .01$, $np^2 = .1$). For “if then”, the effect was significant for Figure 2 (86% vs. 74%, ($F(1, 65) = 9.35$, $p < .01$, $np^2 = .13$), but only marginally significant for Figure 1 (91% vs. 84%, ($F(1, 65) = 2.87$, $p < .1$, $np^2 = .04$). No other significant effects were found.

Results for “nothing follows” responses showed more “nothing follows” responses for “even if not” than for “if then” (46% vs. 14%, $F(1, 65) = 92.25, p < .001, np^2 = .59$), Figure 2 (33% vs. 27%, $F(1, 65) = 4.05, p < .05, np^2 = .06$), an interaction effect between relation and direction of inference ($F(1, 65) = 6.26, p < .05, np^2 = .09$), between term-order and direction ($F(1, 65) = 15.11, p < .001, np^2 = .19$) and between the three factors ($F(1, 65) = 4.66, p < .05, np^2 = .07$). Results showed the critical interaction between term-order and direction of inference for “if” ($F(1, 65) = 6.06, p < .05, np^2 = .08$) and for “even if not” ($F(1, 65) = 14.54, p < .001, np^2 = .18$), showing the inverse pattern of “nothing follows” responses in relation to that shown by the endorsed inferences. More “nothing follows” responses were given for the backward direction with Figure 1, and for the forward direction with Figure 2. For “if then”, more “nothing follows” responses were found in the backward direction with Figure 1, but again the effect was only marginally significant (91% vs. 84%, $F(1, 65) = 3.36, p < .1, np^2 = .05$).

Reading time data

Reading times of the second premise were logarithmically transformed and filtered used 2.5 standard deviations (1.06% of trial eliminated). Because “even if” sentences were two words longer than “if then” sentences, the analysis was done considering reading time per word rather than for the complete sentence. Data are summarised in Table 4. With the resulting latencies, a repeated measures ANOVA was carried out for relation and term-order. Results showed a faster word-reading time of the second premise for “if then” statements (720ms vs. 817ms, $F(1, 65) = 7.41, p < .01, np^2 = .1$), Figure 1 (698ms vs. 840ms, $F(1, 65) = 23.12, p < .001, np^2 = .26$) and an interaction effect ($F(1, 65) = 16.04, p < .001, np^2 = .2$). Faster reading times per word were found for Figure 1, but only with “if then” (596ms vs. 844ms, $F(1, 65) = 37.63, p$

< .001, $np^2 = .37$). The analysis of complete reading time of the affirmative and negative “even if” showed no differences.

Table 4

Reading time data per word (ms) of the second premise in Experiment 1 according to relation and figure. Values in brackets show the standard deviation.

	Figure 1	Figure 2
If then	596 (239)	844 (409)
Even if no	799 (383)	835 (359)

3.2.1.2. Discussion

Results in previous studies of inference with only one semifactual conditional (Moreno-Ríos et al., 2008; Moreno-Ríos & García-Madruga, 2002) were consistent with the proposal that semifactual statements are represented with two initial mental models and “if then” with only one. In the present experiment, participants had to integrate information from an “if A then B” conditional followed by an “even if not-B, C” semifactual conditional. In these conditions, we tested whether people use an economic strategy in the sense of using only one model: the conjectured mental model (see Evans, 2006) or the suppositional one. Instead, results were consistent with the representation of two initial mental models, as in the previous experiments. In particular, the interaction between term-order (Figures 1 and 2) and order in the inference (forward and backward) both in the endorsed inferences and in the acceptance of “nothing follows” responses was not predicted if people were considering only the hypothetical or conjectured situation. The results of reading time of the premises are consistent with previous studies. Reading times were faster for “if then” than for “even if” premises.

This is consistent with the number of mental models predicted by the model theory (Barrouillet & Lecas, 1999).

Experiment 1 could not distinguish between the semifactual and the concessive hypothesis predictions for “even if not”, so a new experiment was designed. In order to reduce the load of working memory, people use an alternative strategy. Instead of ignoring one mental model, they can use a more economical double representation: discarding the information about whether the possibilities are conjectured or presupposed when they are not required by the task. In Experiment 2 we test that possibility.

3.2.2. Experiment 2.

The semifactual and the concessive hypothesis are tested in this experiment using problems with the same structure as in the previous one. In Experiment 1, “if then” and “even if not” were displayed after an “if then” premise. In Experiment 2, “even if” and “even if not” are instead displayed as second premises. The interest in this situation is that the two expressions “even if B, C” and “even if not-B, C” have the same initial representations but with opposite “mental footnotes” (see Table 5, column 2). In the affirmative version, the model “not-B & C” is the presupposed fact and, for the negative version, this model is the conjectured model. The opposite occurs for the “B & C” model, which is the conjectured model for the affirmative version but the presupposed fact for the negative one.

According to the concessive hypothesis, the representations for “even if” and “even if not-” are identical, and therefore the predictions about the expected conclusions are the same as those in Experiment 1. However, if people initially represent the pragmatic status of the mental model, following the semifactual hypothesis, the

integration should be harder for “even if” than for “even if not”, because participants need to discard that pragmatic information. The same critical interaction between the order of the terms and direction found in Experiment 1 must therefore be given for both statements according to the double representation: i.e., more endorsed conclusions must be made in the forward direction with Figure 1 (when the terms in the conditionals allow a direct integration: AB/BC) and more “nothing follows” responses in the backward direction (see Table 5, column 3). With Figure 2 (when the terms in the premises followed have the BA/CB order), this pattern should also be the opposite. Therefore, an interaction is predicted between term-order and direction in both endorsed inferences and “nothing follows”. However, if people follow the decoupled interpretation, the expected derivation with “even if not-” is the same as in Experiment 1, while with “even if”, a conclusion can be drawn in all conditions (see Table 5, column 4).

There is an epistemic consistency between the status of “if A then B” and “even if not B, C”, but not with “even if B, C”. Therefore, according to the semifactual interpretation, reading times of the second premise are expected to be faster for “even if not” than for “even if” only with Figure 1. This is because the initial semifactual interpretation implies the resolution of the inconsistent situation, which should show a cognitive cost with respect to a congruent condition (Khelmani & Johnson-Laird, 2012, 2013; Stewart et al., 2009). In turn, from the concessive hypothesis, no differences are expected according to the figure and the kind of relational statement, because the epistemic information is not considered.

Table 5

Expected integration and derivations in Experiment 2 for the double and single (conjectured mental model) hypotheses. The text in brackets corresponds to the epistemic status of the mental model. “NF” means “nothing follows”.

Term-order	Possibilities	Double	Conjectured
		Given A/Given C	
<i>Figure 1 (AB/BC)</i>			
If A then B	A B		
Even if B then C	(Conjectured) B C (Presupposed) no-B C	C/NF	C/A
If A then B	A B		
Even if not-B, C	(Conjectured) no-B C (Presupposed) B C	C/NF	NF/NF
<i>Figure 2 (BA/CB)</i>			
If B then A	B A		
Even if C then B	(Conjectured) C B (Presupposed) no-C B	NF/A	C/A
If B then A	B A		
Even if not-C, B	(Conjectured) no-C B (Presupposed) C B	NF/A	no-C/NF

3.2.2.1. Method

Participants

One hundred and four students from the same population as those in Experiment 1. Their average age was 19.38 years ($SD = 1.30$), ranging from 18 to 27.

Design and materials

The same kind of materials and procedure as in Experiment 1 were used. As in Experiment 1, the first premise was always an “if then” sentence. In addition, 8 syllogisms had the form

“if there was an Actor then there was a Butcher”

“*Even if* there had *not* been a Butcher there would have been a Cook”

However, the other 8 syllogisms had the affirmative version of the semifactual antecedent: that is,

“If there was an Actor then there was a Butcher”

“*Even if* there had been a Butcher there would have been a Cook”.

Therefore, only this relational condition was different to Experiment 1. A 2 Relation (“even if” and “even if not-”) x 2 Term-order (Figure 1 and Figure 2) x 2 Direction of inference (forward and backward) repeated measures design was used.

Results

As in Experiment 1, the participants with more than 90% identical responses (3.85 %) were eliminated from the analysis. With the resulting accuracy data, two repeated measures ANOVAs were carried out for endorsed and for “nothing follows” responses, including the following factors: semifactual antecedent (“even if” and “even if not”), figure (Figure 1 and Figure 2) and direction of inference (forward and backward). The results are summarised in Table 6.

Table 6

Accuracy data (%) for Experiment 2 according to semifactual antecedent, figure and direction of inference. Values in brackets show the standard deviation.

	Even if		Even if no	
	Figure 1	Figure 2	Figure 1	Figure 2
<i>Endorsed</i>				
Forward	73 (34)	54 (39)	61 (42)	30 (37)
Backward	58 (39)	67 (38)	40 (36)	54 (38)
<i>Nothing follows</i>				
Forward	20 (32)	36 (38)	20 (31)	52 (41)
Backward	33 (39)	24 (33)	41 (39)	29 (36)

Accuracy data

Results showed more endorsed responses for the affirmative semifactual antecedent (63% vs. 46%, $F(1, 99) = 31.62, p < .001, np^2 = .24$), Figure 1 (58% vs. 51%, $F(1, 99) = 8.83, p < .01, np^2 = .08$) and an interaction effect between term-order and direction of inference ($F(1, 99) = 34.32, p < .001, np^2 = .26$). The results showed the same pattern of response as in Experiment 1: more endorsed inferences were made in the forward direction with Figure 1 and in the backward direction with Figure 2. The remaining factors and interactions showed no significant effects.

The results for “nothing follows” responses showed more responses for negative semifactual antecedent (35% vs. 28%, $F(1, 99) = 0.02, p < .01, np^2 = .08$), Figure 2 (35% vs. 28%, $F(1, 99) = 10.02, p < .01, np^2 = .09$), an interaction effect between term-order and direction of inference ($F(1, 99) = 32.29, p < .001, np^2 = .28$), and between the

three factors ($F(1, 99) = 5.15, p < .05, np^2 = .05$). As predicted, more “nothing follows” responses were given for forward than for backward in Figure 1 ($F(1, 99) = 23.14, p < .001, np^2 = .19$) and the opposite happened for Figure 2 ($F(1, 99) = 22.83, p < .001, np^2 = .19$). As in Experiment 1, the critical interaction effect between term-order and direction of inference for “even if” ($F(1, 99) = 13.98, p < .001, np^2 = .12$) and for “even if not” ($F(1, 99) = 37.98, p < .001, np^2 = .28$) fits with the complementary pattern of response with respect to the endorsed inferences. However, the results showed more “nothing follows” responses for “even if not” than “even if”, but only for Figure 2 and forward direction (52% vs. 36%, $F(1, 99) = 10.64, p < .01, np^2 = .1$). The remaining factors and interactions showed no significant effects.

Reading time data

Reading times per word of the second premise were logarithmically transformed and filtered using 2.5 standard deviations (0.49% of trials eliminated). The data are summarised in Table 7. With the resulting latencies, a repeated measures ANOVA was carried out for relation and figure. The results showed slower reading times for affirmative “even if” statements than for negative “even if not” (948ms vs. 866ms, $F(1, 99) = 16.94, p < .001, np^2 = .15$). However, in contrast to the semifactual hypothesis, the differences were given for both arrangements of the premises, not only Figure 1.

Table 7

Reading time data per word (ms) of the second premise in Experiment 2 according to relation and figure. Values in brackets show the standard deviation.

	Figure 1	Figure 2
Even if	952 (601)	944 (578)
Even if no	883 (609)	848 (462)

3.2.3. General discussion

In everyday life it is common to have to integrate information from connected conditionals to make deductions. In the present study we tested how people integrate and make deductions with an “even if” semifactual conditional shown after an “if then” conditional. The model theory has explained how people make inferences with relational premises based on their initial representations (Khemlani & Johnson-Laird, 2013). A mental model is an iconic representation of one possible situation. Sometimes, the model includes mental footnotes: symbolic elements that indicate, for example, whether that possibility was hypothetical or factual. One basic prediction of the theory is that thinking with multiple initial models is harder than thinking with just one (Barrouillet & Lecas, 1999; Johnson-Laird, 1983; Johnson-Laird & Byrne, 1991, 2002). Moreover, the model theory makes specific predictions for different conditional expressions based on their core meaning, even when arbitrary contents are used (Johnson-Laird & Byrne, 2002). Predictions can be made for inferences about, for example, people at a party, from sentences such as “if there was an *Actor*, there was a *Butcher*” and “even if there had not been a *Butcher*, there would have been a *Cook*”. It is not clear how other theories could make predictions from the integration of this kind of premise with arbitrary contents.

Some studies have tested how “even if” conditionals are represented during the comprehension phase, using a priming task (Gomez-Veiga, et al. 2010; Santamaría et al. 2005) or a verification task (Ruiz-Ballesteros & Moreno-Ríos, 2016). Other studies have used “even if” statements with inference tasks (Moreno-Ríos et al., 2008; Moreno-Ríos & García-Madruga, 2002). All of these are consistent with the proposal that semifactual conditionals are represented by two initial mental models that include mental footnotes indicating the epistemic status of each mental model: whether the

possibility is conjectured or presupposed (Byrne, 2005, 2016; Johnson-Laird & Byrne, 2002). However, unlike previous studies, we tested for the first time (as far as we know) how people integrate semifactual conditionals with previous conditionals. The task requires handling different possibilities and we predict that people need to simplify the multiple initial representations. One way to do this, tested in Experiment 1, is just discarding one of the two mental models (e.g. the presupposed situation). Accuracy and latency data in Experiment 1 replicated the previous evidence about the one-model initial representation for indicative “if” (i.e., “A & B”) and the representation through two mental models for semifactual “even if” statements (i.e., “A & B” and “not-A & B”).

In Experiment 2 we tested another possible way of simplifying based on the model theory proposal: people tend to forget mental footnotes (see Johnson-Laird & Byrne, 2002). In these more complex tasks, we proposed that people could use instead of a semifactual interpretation, which involves mental footnotes (i.e. “not-A & B” actually happened and “A & B” could have happened), a simpler concessive interpretation (both logical cases are possible without considering whether they actually happened). The semifactual and the concessive hypotheses were tested in Experiment 2. If people initially represent the mental footnotes after reading “if A, then B” a faster reading time is expected for “even if not-B, C” than for “even if B, C” statements (Stewart et al., 2009). Also, more endorsed inferences will be made with the first (congruent) conditional and more “nothing follows” with the second (incongruent) one. However, if people do not consider the epistemic status, following only the concessive interpretation, the factual consistence or inconsistency between context and statement is irrelevant for the integration. Therefore, inferences in those conditions will be similar

and no differences in the reading times of the critical premises are expected, because the process of revision is not required.

Results obtained for “even if not-A, B” statements in Experiment 2 replicate the data found in Experiment 1. More inferences were made in the forward direction when the order of the terms in the premises was regular (Figure 1) and in the backward direction when the order of the terms in the two premises was reversed (Figure 2). Also, the pattern of responses for the “nothing follows” conclusion was opposite for the two term-order. Moreover, this interaction was replicated for “even if” with affirmative antecedent, even when it did not fulfill pragmatic consistence with the previous information. The revision of the inconsistent premises expected from the initial representation of the mental footnotes predicts a cognitive cost in this condition that was not found. However, “even if not” was read faster than “even if” regardless of whether it was consistent or inconsistent. Similar results were found in the literature (see Begeer & Stockmann, 2009) related to how people represent “subtractive” and “additive” counterfactuals: it is easier to represent the double representation by erasing something given previously (Even if “not-something” had happened) than by creating something not given previously (Even if “something” had happened”). Therefore, taking the results of the two experiments together, the conclusions endorsed and the reading time in the second premise, support the concessive interpretation in deduction with “even if” statements.

One potential limitation of the present study is that the “concessive” hypothesis is based on the absence of differences between conditions. It is possible that the present task is not sufficiently sensitive to detect some possible slight effects. In any case, in the present conditions, the congruence of the epistemic status of the representations did not influence the inferences made or the time taken to read the premises. It is difficult to

find other theories that make predictions for these results, particularly for inferences with arbitrary contents. For the suppositional theory, counterfactual conditionals do not differ from other conditionals: the presupposed fact is not in the logic of the counterfactuals (it is not an initial mental model) as the model theory maintains but is given by a pragmatic implicature (see Evans, Over & Handley, 2005, p.1049). Semifactuals and counterfactuals differ from basic conditionals in the content and the context. In the present task, arbitrary contents were used. So where is the source of the “pragmatic implicature” if it is not in the basic meaning of the semifactual conditional? Our results demonstrate that people do not interpret semifactual conditionals considering only the suppositional situation (see Experiment 1). We think that the use of those arbitrary contents have an important theoretical interest and give us a basis to make predictions with other specific contents. It is possible that other concrete contents, related to people’s general knowledge, makes the epistemic status of the information more salient and stable (see Quelhas & Byrne, 2003). This is because, in Johnson-Laird and Byrne’s (2002), theory, the context, but also the content, works as modulator in the inference processes. Feeney and Handley (2011; see also Handley & Feeney, 2004, 2007) have an alternative explanation to the model theory for the interpretation of “even if” conditionals but it is based on the effect of the content and the relationship between antecedent and consequent. It is not clear how this account could explain the present results with arbitrary contents.

In the hypothesis we have tested, people seem to represent semifactuals with two mental models and, during the integration with other conditionals, to deal with the limitation in working memory, they discard the epistemic mental footnotes. These two mental models share the same consequent but have two possible opposed antecedents. Therefore, people can know only the consequent, while the antecedent is undetermined.

Schaeken, Van der Henst, and Schroyens (2007) using relational reasoning problems, proposed that people represent the uncertainty with just one model instead of two, by including a mental note (about uncertainty) in the mental model. They called this single model “isomeric”, which is informationally equivalent to the two models. The advantage of this proposal is that it fits better with the results obtained in the relational reasoning literature (see Schaeken et al., 2007). This simple representation of indeterminacy has been shown with other kinds of task and with differences between children and adults (e.g. Moreno-Ríos, Rojas-Barahona & García-Madruga, 2014).

It is possible, that some sort of representation of indeterminacy with semifactual conditionals could be represented with only one mental model, as was proposed in relational tasks. We cannot assert this possibility in the present study. Anyway, even if this is the case, the results tell us that people discard the epistemic status information during the integration of semifactual conditionals with others. In terms of Schaeken et al. (2007) the epistemic status could be interpreted in this task as “not pertinent” information, which if we discard it leads to more economical processing.

To summarise, the present study suggests that when people make inferences from semifactual “even if” premises proceeding from other conditionals, they tend to think of two possibilities: those corresponding to the literal conjecture “A & B” and those corresponding to the presupposed facts “not-A & B”. However, the process of inference seems to discard the epistemic integrating information. Therefore, people integrate information from what is conjectured with what is presupposed. This could be following the principle of cognitive economy (Johnson-Laird and Byrne, 1991, 2002).

3.3. El desarrollo del razonamiento semifactual

Autores: José Antonio Ruíz-Ballesteros, Sergio Moreno-Ríos

Resumen: En el presente estudio examinamos las diferencias en el razonamiento con premisas contra y semifactuales en niños y preadolescentes. Utilizamos diferentes escenarios “semifactuales”, donde se plantea un efecto debido a una causa y a continuación se plantea una alternativa contrafactual o bien innecesaria para el resultado obtenido o bien insuficiente para haberlo alterado. Se realizan dos pruebas, una consistente en determinar el consecuente dado el antecedente contrafactual y otra en la que se debe decidir si el antecedente afirma que ocurrió o no ocurrió esa situación. Los datos sugieren que los participantes de 7-8 años obtenían más errores en la prueba de inferencia, pero no se encontraron diferencias en la prueba de comprensión. También se encontraron para ambos grupos más aciertos con escenarios con activadores en la prueba de inferencia y menos en la prueba de comprensión. Los datos son discutidos en el contexto de la teoría de modelos mentales.

3.3.1. Introducción

Cuando pensamos sobre lo que podría o no haber ocurrido en caso de que la realidad hubiese sido de otro modo habitualmente utilizamos expresiones semifactuales como

(1) “*Aunque Juan hubiese estudiado duro, habría suspendido el examen*”.

Desde la psicología, varios estudios de comprensión e inferencia han propuesto que existen dos aspectos diferenciados cuando la gente piensa en éste tipo de oraciones condicionales (véase Gómez-Veiga, García-Madruga, y Byrne, 2010; McCloy y Byrne, 2002; Moreno-Ríos, García-Madruga, y Byrne, 2003, 2008; Ruiz-Ballesteros y Moreno-Ríos, 2016; Santamaría, Espino, y Byrne, 2005). Por una parte, se representa su

significado mediante dos modelos mentales. Por otra parte, cada uno de estos modelos lleva asignada una nota mental que codifica su carácter epistémico (véase Johnson-Laird y Byrne, 2002). Es decir, por una parte “A y B” representa una situación conjeturada o no factual (“*Juan estudió duro y suspendió el examen*”) y por otra parte, “no-A y B” una situación realmente ocurrida o factual (“*Juan no estudió duro y suspendió el examen*”).

Moreno-Ríos y García-Madruga (2002) compararon las inferencias realizadas con premisas “si entonces” indicativas como

(2) “*Si Juan estudió duro entonces aprobó el examen*”

y “aunque” semifactuales como (1) en niños y adultos. Los autores presentaron estos condicionales seguidos de cada valor posible de antecedente (A, no-A) y consecuente (B, no-B) como segunda premisa. Los participantes debían extraer una conclusión afirmativa, negativa o bien la respuesta “no se puede concluir”. Los resultados mostraron que cuando la premisa condicional era “aunque”, el grupo de 7-8 y 10-11 años inferían “B”, tanto dado “A” como dado “no-A”. Sin embargo, tan solo a partir de 11-13 años los participantes daban la respuesta “nada se puede concluir” cuando la segunda premisa era “B”. Es decir, es posible que si bien “A y B” y “no-A y B” son pensados como situaciones compatibles con “aunque” tempranamente, hasta la pre-adolescencia no se desarrolla la capacidad para razonar pensando en ambas situaciones conjuntamente. No obstante, la prueba de inferencia condicional utilizada por Moreno-Ríos y García-Madruga (2002) no nos permite saber si además de los dos modelos mentales se están representando notas mentales epistémicas. Esto es porque las respuestas esperadas en ambos casos son idénticas. Dentro de la teoría de modelos mentales, las notas mentales son representaciones simbólicas, añadidas en ciertos

contextos a las representaciones icónicas o modelos mentales propiamente dichos (véase Johnson-Laird, 2010). La negación de un término en los modelos mentales se hace con notas mentales. Es decir, está la nota mental “lógica” o negación, que afecta a términos, y notas mentales complejas, que afectan a un modelo mental completo, codificando su carácter epistémico de conjetura contrafactual o presuposición factual.

Otro estudio sobre el desarrollo del pensamiento contrario a los hechos que utiliza un paradigma diferente (véase Rafetseder, Schwitalla, y Perner, 2013), tampoco nos informa si las notas mentales fueron representadas. Estos autores cuestionaron que los niños comprendieran adecuadamente los condicionales contrafactuales a pesar de responder adecuadamente a preguntas contrafactuales. Por ejemplo, se informa de que una habitación estaba fría porque la chimenea estaba apagada. Entonces, al presentar “*si hubiera encendido la chimenea, ¿la habitación habría estado caliente o fría?*” el niño puede responder correctamente “caliente” aunque no entienda la expresión contrafáctica y solo intuya la relación básica del condicional: “si se enciende la chimenea, entonces la habitación está caliente”. De este modo, la pregunta no nos permite distinguir entre la capacidad de comprender el condicional básico y la de comprender el contrafáctico.

Con el objetivo de distinguir entre las respuestas esperadas según el “razonamiento condicional básico” (BCR) y el “razonamiento contrafactual” propiamente dicho (CFR) los autores diseñaron una prueba en la que hay que razonar sobre qué habría ocurrido según diferentes situaciones que podemos denominar “semifactuales”. Por ejemplo, supongamos que un hombre encuentra un cubo de agua vacío con un agujero grande en el fondo y consecuentemente no vierte agua en él. Si imaginamos que el hombre hubiese vertido agua y preguntamos a continuación “*¿el cubo habría quedado lleno o vacío?*” la respuesta correcta sería “vacío”, puesto que se ha informado que el cubo tiene un agujero por el que se habría perdido el agua. Sin

embargo, la respuesta basada en el conocimiento previo (lo que los autores llaman “basic conditional reasoning”) predispone a inferir que, si alguien vierte agua en un cubo, entonces el cubo debe quedar lleno de agua. Por lo tanto, para resolver éste tipo de problemas es necesario comprender que hay condiciones (en este caso “agujero en el fondo”) que hacen insuficientes a otras condiciones habitualmente suficientes para un resultado (p. ej., “Si viertes agua en un cubo entonces el cubo termina lleno”).

También pueden formularse situaciones semifactuales en las cuales la condición habitualmente suficiente mantiene su suficiencia pero se convierte además en una condición innecesaria. Por ejemplo, supongamos que un pescador pesca mientras llueve. Camina por la orilla de un río, resbala y cae accidentalmente al agua. A continuación se pregunta si el pescador habría terminado mojado o seco en caso de no haber caído al agua. En este caso, caer al agua es suficiente para que termine mojado. Sin embargo, la coexistencia de lluvia hace que dicha condición sea suficiente pero innecesaria para el resultado considerado. Por lo tanto, tenemos dos tipos de escenarios semifactuales, los que añaden alguna condición insuficiente para un resultado, y los que sustraen una condición de forma que se obtendría el mismo resultado.

Este último tipo de situaciones fueron empleadas por Rafetseder et al. (2013). Los autores encontraron que hasta los 12 años los participantes no eran capaces de resolver correctamente problemas como los anteriores, con una estructura “semifactual”. No se debía a factores asociados a la memoria, puesto que los participantes más pequeños recordaban sin problemas la existencia de condiciones alternativas (en los ejemplos previos “agujero en el fondo” y “lluvia”). Sin embargo, al igual que el estudio de Moreno-Ríos y García-Madruga (2002), el estudio de Rafetseder et al. (2013) nos informa de que ambas situaciones “A y B” y “no-A y B” fueron representadas, pero no nos informa de si se representaron también adicionalmente las

notas mentales epistémicas para cada modelo mental. Los autores utilizaron además de la pregunta contrafactual, dos preguntas control sobre el estado inicial y final del objeto crítico. Por ejemplo, “¿cómo está ahora el cubo, lleno o vacío?” y “¿cómo estaba el cubo antes, lleno o vacío?” pero no preguntaron sobre la realidad de los antecedentes contrafactuales como “¿vertió el hombre agua en el cubo? ¿sí o no?”.

Es decir, tanto el estudio de Moreno-Ríos y García-Madruga (2002) como el de Rafetseder et al. (2013) son compatibles con una interpretación concesiva y con una interpretación “epistémica” o propiamente semifactual de los estamentos. Según el principio de economía cognitiva de la teoría de modelos mentales (Johnson-Laird y Byrne, 2002), la gente tiende a olvidar las notas mentales cuando el contexto o características de la tarea demanda una alta carga de memoria de trabajo. Ruiz-Ballesteros y Moreno-Ríos (2016, en prensa) encontraron que la gente tiende a razonar olvidando las notas mentales cuando deben integrar varias premisas condicionales y obtener una conclusión. Por ejemplo, tras presentar “Si había un abogado (A) entonces había un escritor (B)” la gente no muestra un mayor tiempo de lectura cuando se presenta una segunda premisa condicional cuyas notas mentales son incongruentes (por ejemplo “Aunque hubiese habido un escritor (B) habría habido un biólogo (C)”) que cuando es congruente (p. ej. “Aunque no hubiese habido un escritor (no-B habría habido un biólogo (C)”). En el estudio de Rafetseder et al. (2013) existen también tres elementos fundamentales relacionados entre sí. Por ejemplo, en la historia del niño en la cama tenemos que el despertador suena (A) de forma que despierta al niño (B). Es decir, tenemos que implícitamente es verdad que “Si A entonces B” y también que ocurrió “A y B”. Por otra parte, el conocimiento sobre las regularidades empíricas nos dice que si la niña hace ruido al entrar al cuarto (C) entonces también se obtiene “B” como consecuencia, de forma que también es verdad que “Si C entonces B”. Sin embargo, a

diferencia del estudio de Ruiz-Ballesteros y Moreno-Ríos (2016), en el estudio de Rafetseder se utilizan relaciones no arbitrarias. Puesto que también el contenido modula el proceso de inferencia según la teoría de modelos mentales (Johnson-Laird y Byrne, 2002) es posible que las notas mentales sean representadas en tareas donde las relaciones son empíricas, aún cuando su complejidad en términos de memoria de trabajo sea alta.

Entonces, una forma de saber si los participantes están representando también notas mentales, puede ser replicar el estudio de Rafetseder et al. (2013), pero sin dar información explícita acerca del antecedente de los condicionales contrafactuales. Por ejemplo, en el caso del hombre y el cubo de agua no se informa de que el hombre no vertió efectivamente agua en el cubo. Dicha información es presentada implícitamente, en la formulación del antecedente de la oración contrafactual, por ejemplo “*Si el hombre hubiese vertido agua en el cubo...*”. Tras responder cómo habría quedado el cubo en ese supuesto, lleno o vacío, se pregunta si el hombre vertió o no realmente agua en él. Entonces, a diferencia de los estudios de Moreno-Ríos y García-Madruga (2002) y Rafetseder et al. (2013), el diseño de nuestro estudio permite evaluar el desarrollo tanto de la capacidad para representar información epistémica como la capacidad para razonar desde supuestos no factuales.

Por lo tanto, de acuerdo con Moreno-Ríos y García-Madruga (2002) y Rafetseder et al. (2013), debemos encontrar un mayor porcentaje de aciertos para el grupo de 6º curso en la tarea de inferencia. Sin embargo, si ambos participantes tienden a olvidar las notas mentales epistémica, como sugieren Ruiz-Ballesteros y Moreno-Ríos (2016), no debemos encontrar diferencias entre grupos en la pregunta de comprensión.

Por otra parte, en el presente estudio utilizamos historias con “alternativas” e historias con “desactivadores de alternativas”, a diferencia de Rafetseder et al. (2013) que usan solo escenarios del primer tipo. La Tabla 1 representa la estructura de los escenarios utilizados en el presente trabajo. En la situación de desactivador, el escenario presenta un cubo con un agujero (C) que se vacía (B). Se explicita el hecho de que el cubo está vacío debido a que tiene un agujero en el fondo (Si C, entonces B). A continuación se formula un condicional contrafáctico (o semifáctico, sustituyendo “si” por “aunque”): “si se hubiese vertido agua (A) ¿cómo habría estado el cubo? ¿lleno o vacío?”. Nótese que no se recuerda el hecho de que el cubo tiene un agujero. Únicamente se informa al presentar el estado crítico inicial como causa de éste. El conocimiento básico nos dice que “si viertes agua en un cubo, este no se vacía (sino que se llena; Si A, no-B). Si los niños aplicaran la regla enunciada sin comprender el carácter contrafáctico, responderían “que se habría llenado” (no se habría vaciado; no-B). Se trataría de una inferencia modus ponens, por lo tanto. Por el contrario, si comprenden el carácter contrafáctico, entenderán que aunque se vierta agua, el agujero hará que se vacíe, por lo tanto concluirán (B). Además, si comprenden adecuadamente el contrafáctico entenderán que la frase “si hubiera vertido agua...” implica que “no se vertió agua” (no-A).

Algo semejante ocurre en el caso de los escenarios con activación de alternativas. Por ejemplo, un escenario en el que un pescador cae al agua un día de tormenta C, termina mojado B (C y B). Caer al agua en esas condiciones implica mojarse (Si C, B). Para un enunciado contrafáctico “si no hubiese caído al agua (Si no A, ...) qué habría ocurrido ... (B o no-B?)” la regla básica aquí es que si alguien no cae al agua, no se moja y si cae al agua, se moja. De nuevo, las respuestas esperadas si no comprenden el contrafáctico serán, igual que en el caso anterior, que no se moja. La

comprensión del contrafáctico hará pensar en la lluvia y concluirán “se moja de todos modos”. En este caso, ante la pregunta de si cayó, según la expresión “si no hubiera caído” la respuesta esperada ante la comprensión del contrafáctico es que efectivamente cayó (A).

Tabla 1.

Esquema del diseño del estudio y de las respuestas esperadas según la hipótesis de BCR (razonamiento condicional básico) y del CFR (razonamiento contrafactual). “MP” significa modus ponens y “NA” negación del antecedente. "a" significa "asimétrico".

Representación mental				
Estructura historia	Desactivador de alternativas		Alternativa	
Estado inicial	B porque C			
	(aditivo)		(sustractivo)	
Antecedente pregunta	Si/aunque hubiese habido A...		Si/aunque NO hubiese habido A...	
Regla implícita	Si A entonces no-B		Si no-A entonces no-B	
Hipótesis	BCR	CFR	BCR	CFR
Conclusión	no-B (MP)	B (MP ^a)	no-B (MP)	B (MP ^a)
Estado final antecedente	no-A		A	

Por otra parte, el uso de negaciones en el antecedente en las historias con alternativas conlleva una mayor carga cognitiva que la condición de antecedentes aditivos (Khelmani et al., 2012). Esta diferencia podría traducirse en un mayor número de errores en la prueba de inferencia. Sin embargo, por la misma razón, debido a la presencia de la negación, (*no*-hizo ruido al entrar) es posible que el modelo complementario, el caso afirmado “A”, esté más presente que en caso de enunciados aditivos o afirmativos, sin negación. Esto debería evidenciarse en un menor número de

errores en la prueba de comprensión, donde se identifica el estatus epistémico del antecedente (si realmente ocurrió o no ocurrió A).

El experimento

En el presente estudio adaptamos la prueba realizada en el Experimento 2 del estudio de Rafetseder et al. (2013). La prueba original consiste en presentar diferentes historias donde se da una relación entre condiciones que puede expresarse semifactualmente. Es decir, las historias, tales como la situación del cubo de agua y del pescador, hacen verdaderas oraciones semifactuales del tipo “aunque A, B” (p. ej., “*Aunque hubiese vertido agua en el cubo, éste habría terminado vacío*”) y “aunque no-A, B” (p. ej., “*Aunque el pescador no hubiese caído al agua, éste habría terminado mojado*”). Además de esta condición experimental presentan situaciones puramente contrafactuales, en las cuales no se da la condición que hace insuficiente o innecesaria la condición habitualmente suficiente. Por ejemplo, en la historia del cubo no existe agujero en el fondo. En el presente estudio solo utilizaremos historias semifactuales pero en cambio manipularemos el tipo de conectiva crítica (“si” y “aunque”).

Además se manipulará si el antecedente es aditivo o sustractivo, es decir, si la condición crítica se convierte en insuficiente o bien en innecesaria. Para mantener la semifactualidad de los escenarios, las oraciones aditivas siempre aparecían con historias con desactivadores de alternativas o contraejemplos y las oraciones sustractivas con historias con alternativas. Tras la pregunta crítica sobre el valor del consecuente se preguntará si la situación enunciada en el antecedente ocurrió o no realmente. Esta prueba será realizada por dos grupos de participantes de 3º y 6º de primaria (7-8 vs. 11-12 años).

3.3.2. Método

Participantes

38 colegiales de educación primaria matriculados en un colegio de la ciudad de Granada de entre participaron en el estudio. Los 16 componentes del grupo de 3º curso estaban comprendidos entre los 7 y 8 años (mean= 7.4, SD=.5) y los 21 participantes de 6º curso entre 11-12 años (mean=11.5, SD=.5). Todos los participantes eran hablantes nativos del español y no tenían entrenamiento previo en lógica.

Diseño y materiales

Ocho diferentes historias fueron diseñadas para ser leídas individualmente a cada participante. Todas las historias hacían referencia a una familia ficticia compuesta de un padre, una madre y dos hermanos: un niño y una niña. La familia vivía en una casa con jardín. Cada historia introducía un estado inicial de una variable dicotómica (despierto/dormido, abierto/cerrado, apagado/encendido, sucio/limpio, mojado/seco, abierto/cerrado, pintado/en blanco y lleno/vacío) como efecto de una causa habitual. El estado inicial y la causa inicial son explícitamente introducidos en cada una de las historias. La causa alternativa que convierte la situación en semifactual es introducida mediante una pregunta. Por ejemplo, tras *“El niño estaba despierto en su cuarto porque había sonado el despertador. Entonces, la niña entró a su habitación a coger un juguete que había olvidado allí.”* se pregunta *“¿Qué habría pasado aunque la niña hubiese entrado sin hacer ruido? ¿Cómo habría estado el niño, despierto o dormido?”*. Seguidamente, se realiza otra pregunta de comprensión sobre lo realmente ocurrido *“¿Hizo la niña ruido al entrar? ¿sí o no?”*. La mitad de las preguntas iniciales contenían la conectiva “si” y la otra mitad la conectiva “aunque”. También, la mitad de las historias contenían un estamento aditivo (p. ej., “aunque hubiese vertido agua en el

cubo”) y la otra mitad un estamento sustractivo (p. ej., “aunque hubiese entrado sin hacer ruido”).

Procedimiento

Cada participante fue invitado a sentarse cómodamente en una silla en la misma mesa que el experimentador. La prueba fue realizada individualmente a cada uno de ellos con una duración media de 15 minutos. En primer lugar, se introducía verbalmente el objetivo de la prueba. Cada participante debía deducir la respuesta correcta a las preguntas que se les hacen, dada cierta información previa. A continuación se introduce el contexto específico relativo a la familia protagonista de las historias (padre, madre, hermano, hermana) y se realizan los 8 ensayos. El experimentador lee cada una de las historias y preguntas detenidamente a cada participante y registra las respuestas dadas en cada una de ellas. No se establece límite de tiempo para contestar y solo las respuestas dadas inicialmente son anotadas en los casos de producción de varias respuestas consecutivas. El orden de aparición de las 8 historias, de la conectiva crítica (“si” y “aunque”), del tipo de estamento (aditivo y sustractivo) y de los estados en la pregunta inicial (p. ej. “¿despierto o dormido?” vs. “¿dormido o despierto?”) fue aleatorizado.

Resultados

Un análisis de varianza (Anova) factorial mixto fue realizado para la pregunta de inferencia incluyendo los factores 2 Tipo de conectiva (“si” y “aunque”), 2 Tipo de oración (aditiva y sustractiva) manipulados intrasujeto y el factor 2 Curso (3° y 6°) como factor categórico. El análisis de la pregunta inferencial, sobre los efectos de una condición contrafactual, mostró un mayor número de aciertos para el grupo de 6° de

primaria ($F(1, 36) = 5.08, p = .03, \eta^2 = .12$) y para los estamentos aditivos ($F(1, 36) = 8.51, p = .006, \eta^2 = .19$).

Tabla 2.

Promedios (%) de respuestas correctas en la pregunta de inferencia según el tipo de oración (aditiva y sustractiva), tipo de conectiva (si y aunque) y grupo de edad (3° y 6° de educación primaria). Los valores entre paréntesis indican la desviación estándar.

Tipo de oración	si		aunque	
Estructura historia	Contraejemplo	Alternativa	Contraejemplo	Alternativa
3°	81 (40)	74 (36)	83 (40)	65 (23)
6°	97 (22)	74 (30)	90 (18)	79 (36)

Se realizó un segundo Anova factorial mixto con los mismos factores para la pregunta de comprensión. El análisis solo mostró más aciertos en los estamentos sustractivos que en los aditivos ($F(1, 36) = 7.22, p = .011, \eta^2 = .17$), donde la acción crítica no se realizó efectivamente. No se encontraron más efectos significativos.

Tabla 3.

Promedios (%) de respuestas correctas en la pregunta de comprensión según el tipo de oración (aditiva y sustractiva), tipo de conectiva (si y aunque) y grupo de edad (3° y 6° de educación primaria). Los valores entre paréntesis indican la desviación estándar.

Tipo de oración	Si		Aunque	
Estructura historia	Desactivador	Activador	Desactivador	Activador
3°	37 (45)	53 (37)	29 (44)	47 (37)
6°	47 (45)	52 (37)	32 (43)	64 (36)

3.3.3. Discusión

En el presente estudio hemos investigado como se produce el razonamiento con contrafactuales y semifactuales en niños y preadolescentes. Los estudios previos sugieren que los niños de 11-12 años ya son capaces de pensar fluidamente en dos modelos mentales al procesar enunciados contrafácticos con “si” y con “aunque” (véase Moreno-Ríos y García-Madruga, 2002). Sin embargo, utilizando tareas distintas, otros estudios sugieren que la representación de notas mentales epistémicas con esos modelos mentales (“A y B” es conjeturado y “no-A y no-B” y “no-A y B” respectivamente son presupuestos con “si” y “aunque”) no se produce cuando la carga de memoria de trabajo es alta (véase Ruiz-Ballesteros y Moreno-Ríos, 2016).

Rafetseder et al. (2013) realizaron un estudio comparando diferentes grupos de edad en el que los participantes debían extraer una conclusión desde un supuesto contrafactual dado un escenario previo con una estructura “semifactual”. Los datos mostraron que los participantes de 13-15 años eran capaces de resolver correctamente los problemas. Sin embargo, al igual que en el estudio de Moreno-Ríos y García-Madruga (2002), el estudio de Rafetseder et al. (2013) no informa de si los participantes estaban representando notas mentales epistémicas. Puesto que si bien la complejidad en términos de memoria de trabajo es similar a la de los estudios de Ruíz-Ballesteros y Moreno-Ríos (2016), en el estudio de Rafetseder et al. (2013) se utilizaron relaciones no arbitrarias. Puesto que el contenido es sabido que modula el proceso de inferencia (Johnson-Laird y Byrne, 2002) decidimos replicar este estudio, pero introduciendo las modificaciones necesarias para poder examinar también la representación de notas mentales.

Los resultados del presente estudio sugieren dos conclusiones principales. Por una parte, en consistencia con los estudios previos, los participantes preadolescentes de

11-12 años dieron respuestas correctas en la tarea de inferencia con mayor frecuencia que los niños de 7-8 años. Los participantes de 11-12 años ya son capaces de representar inicialmente dos modelos mentales, con sus notas lógicas para la negación. Más aún, no se encontraron diferencias entre ambos grupos en la pregunta de comprensión, lo que sugiere que los preadolescentes tampoco tienden a representar las notas mentales epistémicas. Es decir, los datos de nuestro experimento muestran que el despliegue metalógico no se realiza con una alta carga de memoria de trabajo, incluso cuando se utilizan relaciones no arbitrarias. Esta eventual fase 4 según Moshman (2014) de la evolución del razonamiento corresponde a la reflexión sobre la verdad y la justificación, es decir, justamente a la capacidad para razonar “semifactualmente”: incluso cuando estamos justificados a creer en algo (p. ej. un cubo debe quedar lleno si se ha vertido agua en él) puede ser sin embargo falso (queda vacío porque tiene un agujero).

Esta ausencia de diferencias podría ser no obstante debida al actual diseño del estudio. Por ejemplo, es necesario notar que no se registraron los tiempos de respuesta. Algo similar podría haber ocurrido con las diferencias entre el tipo de oración. Es decir, respecto a efectos de priming, con el actual diseño, cabría esperar que “aunque” actuara como facilitador de la respuesta correcta, al negar que algo pudiese haber sido de otra manera dada cierta condición. Si en cambio, proponemos historias “contrafactuales” -la condición BCR=CFR de Rafetseder et al. (2013)- en este caso el BCR (razonamiento condicional básico) coincide con la respuesta correcta según el CFR (razonamiento contrafactual). Sin embargo, no ocurre lo mismo con lo que podemos llamar siguiendo su terminología “BSR” (“basic semifactual reasoning”) y el “SFR” (“semifactual reasoning”). Es decir, si en la historia del niño dormido decimos “Aunque la niña hubiese hecho ruido...”, la respuesta correcta según el CFR y el SFR es “despierto”, pero según el BSR es “dormido”. Entonces, con esta estructura, los antecedentes con

“aunque” deberían inducir la respuesta incorrecta e “si” a la respuesta correcta, justo al contrario de lo que ocurre con las historias “semifactuales” de la presente investigación.

Es decir, es posible que los diferentes enunciados condicionales formulados contrafactualmente tengan un significado inicial, sin notas epistémicas, y un significado elaborado, con notas epistémicas. Esta distinción es análoga a la que se produce con las notas mentales lógicas –la negación de términos-. Según la teoría de modelos mentales, el significado inicial de los condicionales con oraciones indicativas no incluye la negación –véase el principio de modelos implícitos y de verdad, Johnson-Laird y Byrne (2002)- pero ésta sí se representa en una eventual segunda fase de despliegue de la información inicialmente implícita. En el caso de “si”, “no-A y B” y “no-A y no-B” aparecen representados con sus respectivas notas mentales para la negación. Entonces, con la representación de notas mentales epistémicas con contrafácticos podría ocurrir algo similar. Inicialmente, los enunciados contrafactuales son representados con varios modelos mentales, diferentes en su modelo presupuesto (p. ej. “no-A y no-B” para “si” y “no-A y B” para “aunque”), lo que involucra la representación inicial de notas lógicas –negación-. Sin embargo, es posible en ciertos contextos realizar el despliegue de información implícita y codificar el carácter epistémico de los modelos mentales representados. Entonces, podemos decir que existen dos procesos de despliegue de información implícita, lógico y metalógico. El primer tipo puede realizarse probablemente ya a partir de 6 años, donde empieza a aparecer la interpretación bicondicional de “si”, desplegando “no-A y no-B” de su estado implícito. Sin embargo, el segundo tipo de despliegue implica la representación inicial de varios modelos mentales, con sus notas para la negación, de manera que el razonamiento metalógico o epistémico –añadir notas mentales a los modelos- no puede realizarse correctamente hasta los 12 años aproximadamente (Moshman, 2004, 2014). Siguiendo esta línea de

investigación entre el significado “básico” y “elaborado” de enunciados contrafácticos, sería también interesante investigar si las diferentes conectivas condicionales tienden a inducir diferentes respuestas “básicas”, de forma que podamos hablar de “basic conditional reasoning” con “sí” pero también de “biconditional”, “exclusive” o “semifactual” reasoning para “if and only if”, “only if” y “aunque” respectivamente, tal como proponemos.

Por otra parte, las historias con condiciones “alternativas”, las cuales en el presente estudio se corresponden con los antecedentes “sustractivos” (p. ej. “Aunque no hubiese hecho ruido...”) mostraron una mayor frecuencia de errores en la tarea de inferencia, pero una mayor frecuencia de aciertos en la tarea de comprensión, donde se pide evaluar la ocurrencia o no de lo enunciado en el antecedente (“no” o “sí” hizo ruido). Este resultado es previsto desde la teoría de modelos mentales. Es decir, en el caso de los contrafactuales sustractivos se incluye la negación y en el caso de los aditivos no. Según la teoría de modelos mentales la negación se representa simbólicamente, añadida a un modelo mental (Khemmani et al., 2012). De este modo, el modelo complementario debe estar más presente en el caso de negaciones (“hizo ruido” en el caso de “Aunque no hubiese hecho ruido”) que en el caso de afirmaciones. Entonces, la necesidad de representar “no-A” y “A” podría estar haciendo que, al mismo tiempo que se reducen los aciertos en inferencia, aumenten en comprensión, donde se identifica el estatus epistémico de “A”.

En resumen, podemos asumir que existe una fase en el desarrollo del razonamiento (sobre la preadolescencia) en la que se dispone de suficiente memoria de trabajo como para representar varios modelos mentales y entonces poder distinguir el estatus epistémico de cada uno. Por otra parte, existe una tendencia general a olvidar notas mentales epistémicas, sobre el carácter factual o contrafactual en el caso de

enunciados tipo “Si hubiera habido A...”. La presencia de la negación parece inducir en mayor medida a pensar tanto en “A” como “no-A”, de forma que esta mayor carga cognitiva parece complicar al mismo tiempo el proceso de inferencia. En cambio, el hecho de mantener en mente ambas posibilidades parece mejorar la identificación de las notas epistémicas de cada uno.

3.3.4. Anexos

Figura 1.

Ejemplo de cuestionario con las ocho historias y los diferentes tipos de pregunta de inferencia y comprensión.

(Introducción para leer a los alumnos) A continuación, vas a escuchar diferentes historias que les han pasado esta semana a los miembros de una familia. Debes imaginar que en una casa con jardín vive una familia con un padre, una madre y dos hermanos, una niña y un niño. Después de escuchar cada historia, que repetiré dos veces, debes contestar correctamente dos preguntas que te haré lo más rápido que puedas.

1. Imagina que el sábado por la mañana, el niño estaba tumbado en su cama despierto porque acababa de sonar el despertador. Entonces, la niña fue hacia el dormitorio del niño a coger un juguete que estaba allí.

P1.1: ¿Qué habría pasado si la niña hubiese entrado sin hacer ruido?, ¿el niño habría estado despierto o dormido?

- a) despierto
- b) dormido

P1.2: ¿Hizo la niña ruido al entrar? ¿sí o no?

2. Imagina que un día por la tarde el padre fue a hacer unas compras. Cuando llegó a casa, una puerta del coche estaba abierta porque había olvidado cerrarla al venir del supermercado. Después, el padre se fue y la madre fue al coche para coger unas bolsas que estaban dentro.

P2.1: ¿Qué habría pasado aunque la madre hubiese olvidado las llaves?, ¿el coche habría estado abierto o cerrado?

- a) abierto
- b) cerrado

P2.2: ¿Llevaba la madre las llaves del coche? ¿sí o no?

3. Imagina que una tarde el niño estaba en su habitación. El niño tenía un folio en blanco porque su bolígrafo estaba sin tinta. Después, el niño se fue y la niña llegó a la habitación del niño. Entonces, la niña cogió el folio y el bolígrafo.

P3.1: ¿Qué habría pasado si la niña hubiese usado el bolígrafo?, ¿el folio habría estado en blanco o pintado?

- a) en blanco
- b) pintado

P3.2: ¿Usó la niña el bolígrafo? ¿sí o no?

4. Imagina que un día por la tarde, la televisión estaba apagada porque tenía una avería. Entonces, la madre llegó al salón para sentarse a ver su programa favorito.

P4.1: ¿Qué habría pasado aunque la madre hubiese enchufado el cable a la corriente?, ¿la televisión habría estado apagada o encendida?

- a) apagada
- b) encendida

P4.2: ¿Enchufó la madre el cable a la corriente? ¿sí o no?

5. Imagina que en el jardín de la casa había un cubo de agua. El cubo estaba vacío porque tenía un agujero en el fondo. Entonces, el padre llegó al jardín y cogió el cubo.

P5.1: ¿Qué habría pasado aunque el padre hubiese echado agua?, ¿el cubo habría estado vacío o lleno?

- a) vacío
- b) lleno

P5.2: ¿Echó el padre agua en el cubo? ¿sí o no?

6. Imagina que el niño iba andando por la calle comiendo un helado. Entonces, le cayó un poco encima y manchó su camiseta. Cuando el niño estaba justo al lado de un charco con barro que había en la calle, un coche pasó muy rápido por encima del charco.

P6.1: ¿Qué habría pasado si el coche hubiese pasado sin salpicar?, ¿la camiseta del niño habría estado sucia o limpia?

- a) sucia
- b) limpia

P6.2: ¿Salpicó el coche de barro al niño? ¿sí o no?

7. Imagina que en la piscina de la casa había una colchoneta. La colchoneta estaba desinflada porque el niño la había pinchado hace un rato jugando con ella en la piscina. Después, llegó el padre y cogió la colchoneta.

P7.1: ¿Qué habría pasado si el padre hubiese usado el inflador?, ¿la colchoneta habría estado desinflada o inflada?

- a) desinflada
- b) inflada

P7.2: ¿Usó el padre el inflador? ¿sí o no?

8. Imagina que el suelo de la entrada de la casa estaba mojado porque la madre acababa de fregarlo. Cuando la madre terminó, el niño vino del colegio corriendo hacia casa y pisó un charco de agua que había cerca de la puerta.

P8.1: ¿Qué habría pasado aunque el niño hubiese entrado sin zapatillas?, ¿el suelo habría estado mojado o seco?

- a) mojado
- b) seco

P8.2: ¿Llevaba el niño las zapatillas cuando entró en casa? ¿sí o no?

3.4. Equivalencia entre el procesamiento de inferencias sobre posibilidades y sobre valores de verdad.

Autores: José Antonio Ruiz-Ballesteros; Sergio Moreno-Ríos

Resumen: Barrouillet, Gauffray y Lecas (2008) han propuesto una versión de la teoría de modelos mentales según la cual en tareas de verificación no se representa el carácter de “verificador” de los casos lógicos “no-A” con condicionales “Si A entonces B”. En contraste se representa su carácter de “posible” o “imposible” en tareas donde se pide evaluar su compatibilidad con el estamento. En el presente estudio replicamos el estudio de Gauffroy y Barrouillet (2011) introduciendo algunas manipulaciones en el diseño que a nuestro juicio podrían ser responsables de los resultados encontrados. Los datos obtenidos son analizados en el contexto de la teoría suposicional de los condicionales y de la teoría de modelos mentales.

3.4.1. Introducción

Cuando la gente piensa en situaciones relacionadas entre sí, a menudo utiliza expresiones condicionales como:

(1) *Si Juan es español (A), entonces es europeo (B).*

La comprensión e inferencia con este tipo de enunciados es objeto de controversia en el ámbito de la psicología del razonamiento. Por una parte, la teoría de modelos mentales propone que los condicionales del tipo “Si A entonces B”, como el del ejemplo, son comprendidos pensando en estados de hechos compatibles con la verdad del estamento (véase Byrne, 2005; Johnson-Laird y Byrne, 2002). La representación inicial incluye la posibilidad en la que se satisfacen ambos antecedente y consecuente mientras que el resto de posibilidades se mantienen en un estado “implícito”:

Juan es español Juan es europeo

...

Así, el modelo explícito de “si A entonces B” es “A y B” y los modelos implícitos corresponden a “no-A y B” (Juan no es español pero es europeo) y “no-A y no-B” (Juan no es español ni europeo). Cada tipo de conectiva puede tener o no modelos implícitos y cuáles son para cada una de ellas es una cuestión que se determina de forma empírica. Nótese que el caso que hace falso el condicional, “A y no-B” (Juan es español pero no europeo) no coincide con ninguno de los modelos anteriores por lo que cualquier persona consideraría ese caso como no consistente con el condicional. Por su parte, según la teoría suposicional de los condicionales (véase Evans, Over, y Handley, 2005), este tipo de enunciados son pensados en términos de probabilidades. Entonces, la gente piensa en la probabilidad de que se cumpla el consecuente “B” (Juan es europeo) dado que se da el antecedente “A” (Juan es español) –probabilidad condicionada, correspondiente a la notación $P(B | A)$ –, desestimando los casos “no-A” (Juan no es español) como irrelevantes (véase Barrouillet, y Gauffroy, 2015; Evans, Handley, y Over, 2003; Evans, y Over, 2004). Ambas aproximaciones a la psicología de los condicionales cuentan con abundante evidencia empírica (véase Gauffroy, y Barrouillet, 2014a, 2014b). Sin embargo, los resultados son aparentemente contradictorios. Los teóricos de los modelos mentales han utilizado preferentemente tareas de inferencia para poner a prueba su teoría, mientras que los teóricos suposicionales lo han hecho con tareas que requieren la evaluación de la verdad de los condicionales. En las tareas de inferencia usualmente o bien se pide obtener una conclusión dada una o varias premisas, o bien evaluar la validez o invalidez de una deducción. En las tareas de valores de verdad, usualmente se evalúa un enunciado o conjunto de enunciados en función de diferentes interpretaciones, es decir, de valores lógicos asignados a sus términos.

Barrouillet, Gauffray y Lecas (2008) han propuesto un modelo teórico que proporciona una integración de la teoría de los modelos mentales de Johnson-Laird y Byrne (2002) y la teoría suposicional de los condicionales de Evans et al. (2005). Según su propuesta, el proceso de despliegue de modelos mentales conlleva que los modelos en cuestión se consideran compatibles con el estamento, pero no se consideran verificadores del mismo (véase también Gauffray y Barrouillet, 2009). Entonces, cuando pedimos realizar una tarea donde debe considerarse la compatibilidad de situaciones y enunciados y los participantes despliegan los modelos mentales implícitos, éstos parecen responder con un patrón correspondiente a la tabla de verdad de la implicación material (todos los casos lógicos son posibles y “A y no-B” imposible). En cambio, cuando preguntamos si los casos lógicos hacen o no verdadero al condicional cuando ocurren, los participantes parecen responder dando una respuesta correspondiente a la tabla de verdad defectiva del condicional (“A y B” es el verificador, “A y no-B” el refutador y el resto “no-A y B” y “no-A y no-B” son irrelevantes para su valor de verdad).

Gauffray y Barrouillet (2011) realizaron un estudio evolutivo en el que pedían a participantes de diferentes grupos de edad (de 8.6, 11.5, 15.6 y 28.5 años) realizar ambos tipos de tareas. Sus resultados mostraron que a medida que la edad de los participantes permitía el despliegue de modelos implícitos (primero “no-A y no-B” sobre los 12 años y después “no-A y B” sobre los 15, patrón evolutivo consistente con estudios previos, véase Markovits, y Barrouillet, 2002), se obtenía la tabla de verdad defectiva en la prueba de verificación y la tabla de verdad de la implicación material en la prueba de posibilidades.

Los datos obtenidos por Barrouillet et al. (2008) y Gauffray y Barrouillet (2011) parecen confirmar la existencia de dos modos claramente diferenciados en el modo de

representar los condicionales y hacer inferencias dependiendo de si los participantes evalúan la verdad de los enunciados o la posibilidad de una situación o caso lógico (véase también Barrouillet, 2011). Sin embargo existen algunas decisiones experimentales que tomaron Gauffray y Barrouillet (2011) que podrían comprometer el diseño de investigación. A nuestro juicio, las dos más importantes tienen que ver con el modo en el que ordenaban las diferentes tareas en la pasación y a que el número posibles conclusiones que ofrecían en cada tarea era diferente. Administraron ambas tareas a cada participante, pero en primer lugar se presentaban todas las preguntas de una tarea y en segundo lugar las preguntas de la otra tarea. Es decir, podemos considerar cada una de ellas de modo separado en dos experimentos. En el presente estudio replicamos el de Gauffray y Barrouillet (2011) con adultos, pero pedimos realizar ambas pruebas en un mismo ensayo. Es decir, o bien pedimos realizar primero una prueba de posibilidad y después de verificación o al revés.

2.4.2. Experimento 1

Pretendemos evaluar el modelo de Barrouillet et al. (2008) y Gauffray y Barrouillet (2011). Para ello, replicaremos la tarea utilizada por los autores pero pidiendo a los participantes que realicen las dos tareas (evaluación de la posibilidad y evaluación de la verdad) conjuntamente para cada problema, en lugar de presentar las tareas de modo separado. En la mitad de los ensayos, los participantes realizarán la tarea de verificación sobre un problema, seguido de preguntas sobre la evaluación de la posibilidad de que ocurran los cuatro casos (A y B, no-A y B, no-A y no-B, A y no-B). En la otra mitad de los ensayos realizarán una tarea de evaluación de posibilidad sobre un problema, seguido de preguntas sobre la evaluación de la verdad de los cuatro casos.

La presentación mezclada nos permite evaluar los procesos de las dos tareas de un modo interactivo y nos permite hacer predicciones específicas sobre el efecto de la

evaluación inicial de cada caso sobre la tarea subsecuente. Según el modelo de Barrouillet y col. (2008), podemos predecir que si presentamos “anticipado” el caso “no-A” antes de pedir que se evalúe un condicional del tipo “Si A entonces B”, facilitará el despliegue de los casos posibles “no-A y B” y/o “no A y no B”. Esta facilitación se producirá al compararla con otra en la que el caso que presentamos “anticipado” es uno no presente en la representación del condicional: “A y no-B” o del caso coincidente con el modelo explícito “A y B” (que no necesita despliegue). De este modo, cuando a continuación se pregunte por la compatibilidad de esos mismo modelos implícitos, las aceptaciones deben ser más frecuentes que en el resto de condiciones en las que el despliegue no es forzado por los requerimientos de la tarea. En el presente estudio replicamos la investigación de Gauffray y Barrouillet (2011) con el grupo de adultos poniendo a prueba además esta predicción adicional.

3.4.2.1. Método

Participantes

107 estudiantes de Psicología (36 hombres y 71 mujeres, de entre 18 y 36 años, con un promedio de 22.78 años, $SD=4.47$) participaron en el estudio. Ninguno de ellos tenía entrenamiento previo en lógica. Los participantes fueron compensados académicamente por su participación.

Diseño y materiales

Los factores “caso inicial” (A y B, no-A y B, A y no-B, no-A y no-B), “caso crítico” (A y B, no-A y B, A y no-B, no-A y no-B) y “tipo de tarea” (posibilidades y valores de verdad) fueron manipulados intrasujeto. Para construir las reglas (enunciados condicionales, del tipo “si A entonces B”) y los casos lógicos (cuatro posibilidades derivadas de combinar los valores afirmados y negados del antecedente “A” y

consecuente “B”) se creó un escenario ficticio en el que una profesora propone dos actividades a sus alumnos. Los participantes deberán evaluar estas actividades. Una de ellas es decidir si la regla que presenta la profesora es verdadera o falsa a partir de la tarjeta que muestra el niño (la evidencia correspondiente a un caso particular). Por ejemplo, cuando la profesora presentaba la regla que cumple la baraja de cartas “si el círculo es azul, entonces la estrella es negra”, los participantes debían decidir si la regla era verdadera al extraer una tarjeta que mostraba, por ejemplo, “un círculo verde y una estrella naranja”. La otra actividad consiste en realizar la operación inversa, es decir, en determinar si la tarjeta es compatible o incompatible con la regla. Las reglas (oraciones condicionales tipo “Si A entonces B”) siempre relacionan el color de un círculo (A) con el color de una estrella (B) y los diferentes casos son diferentes combinaciones de colores de esas figuras que aparecen dibujadas en una tarjeta (representada por un rectángulo de borde negro y fondo blanco que las incluye). El círculo puede ser de color verde, rojo, amarillo o azul. La estrella puede ser gris, negra, naranja y rosa. En total, las posibles combinaciones fueron 16 con los que se construyeron los cuatro casos lógicos: “A y B”, “no-A y B”, etc.. En ningún ensayo se repite la misma combinación de colores para el caso de la tarea inicial y para el mismo caso en la tarea final, salvo para el caso correspondiente a “A y B”. Todos los ensayos son introducidos con el texto "*A continuación se mostrará una regla propuesta por la profesora y una tarjeta presentada por un alumno*", para la posibilidad se continúa con "*Debes decidir si la tarjeta es compatible o incompatible con la regla*" y para la verdad con "*Debes decidir si la regla es verdadera o falsa según la tarjeta*". En la segunda tarea de cada ensayo se introduce el texto "*Ahora debes decidir si...*" y el resto de casos finales únicamente con "*Debes decidir si...*". Las opciones de respuesta están compuestas de “1. Verdadera, 2. Falsa, 3. No se sabe” en la actividad de evaluación de la verdad y “1. Compatible, 2.

Incompatible” en la actividad de evaluación de la posibilidad. Para aleatorizar el orden de presentación de las cuatro posibilidades se crearon 4 bloques diferentes, compuestos cada uno por uno de los cuatro casos iniciales A y B, no-A y B, A y no-B, no-A y no-B, seguidos de cada una de las 24 secuencias posibles de los 4 casos finales. En cada sesión, 4 ensayos de cada uno de estos bloques fueron presentados aleatoriamente para cada orden de presentación de la tarea, de forma que cada participante deberá procesar cada uno de los cuatro casos seguidos de 4 de las 24 posibles ordenaciones de los casos finales seleccionadas aleatoriamente. Se construirá adicionalmente un bloque inicial para fijar el nombre de los colores, compuesto de un ejemplo de cada color junto a su nombre debajo con figuras que no aparecen después (cuadrado y cruz), seguido de un ensayo de prácticas donde aparecen ejemplos de las dos tareas.

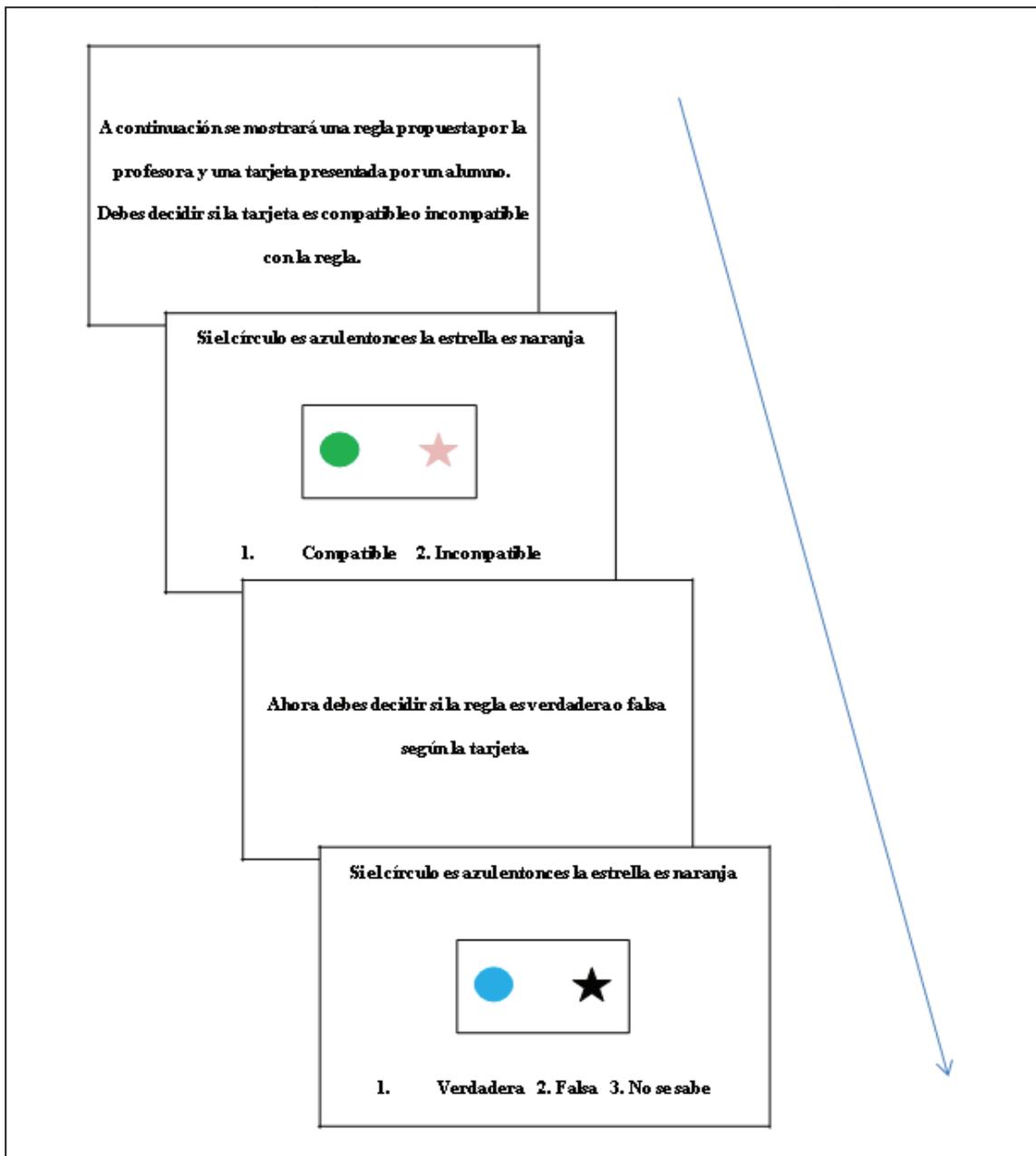
Procedimiento

Cada participante fue invitado a sentarse cómodamente en una silla frente a la pantalla de un PC. Antes de empezar, el experimentador explicó verbalmente las instrucciones a cada participante y éstos podían leerlas en la pantalla antes del experimento. Tras las instrucciones, cada participante visualizaba los colores de ejemplo y realizó el bloque de prácticas. Cada uno de los 16 ensayos experimentales está compuesto de una primera pantalla de texto, diferente según la condición. Esta primera pantalla correspondía a la primera tarea en la que se evaluaba un único caso: en la mitad de los casos la tarea de evaluación de valores de verdad y, en la otra mitad, la actividad de evaluación de la posibilidad. El orden de presentación de los casos fue aleatorizado. En la actividad de evaluación de la verdad de la regla los participantes veían las opciones tres opciones de respuesta y debían elegir pulsando las teclas “1” para “verdadera”, “2” para “falsa” y la tecla “3” para “no se sabe”. Para la actividad de evaluación de la posibilidad debían elegir entre las dos opciones mostradas en pantalla,

si la tarjeta era compatible o incompatible pulsando las teclas “1” y “2” respectivamente.

Tras esta tarea inicial, se realizaba la segunda tarea, que es introducida con una nueva pantalla de texto. En este caso se realizaba la actividad alternativa a la presentada en la tarea primera (evaluación de posibilidad si en la primera tarea fue evaluación de verdad y viceversa). En esta segunda tarea, en vez de un solo caso se pedía evaluar los cuatro casos posibles de modo secuencial y aleatorio (véase Figura 1). La presentación de los estímulos no tuvo límite de tiempo y los participantes debieron pasar de una pantalla a otra pulsando la barra espaciadora. La presentación de estímulos y el registro de datos se realizó utilizando el programa *E-prime 2.0* (Psychology Software Tools, Sharpsburg, PA).

Figura 1. Ensayo de ejemplo.



Resultados

Con las respuestas aceptadas obtenidas en la primera actividad se realizó un ANOVA de medidas repetidas incluyendo los factores 4 Caso inicial (A y B, no-A y B, A y no-B, no-A y no-B) x 2 Tipo de tarea (posibilidad y valores de verdad). La interacción entre ambos factores mostró ser significativa ($F(3, 318)=40.25, p<.001$,

$np^2=.27$). Consistentemente con la hipótesis de Barrouillet et al. (2008), se encontraron más aceptaciones en la prueba de posibilidad de la actividad inicial con “no-A y no-B” ($F(1, 106)=79.38, p<.001, np^2=.43$) y “no-A y B” ($F(1, 106)=51.62, p<.001, np^2=.33$), pero no para “A y B” ($F(1, 106)=1.61, p>.1, np^2=.01$). Sin embargo, también se encontraron más aceptaciones con “A y no-B” ($F(1, 106)=8.64, p<.01, np^2=.07$).

Se realizó un segundo ANOVA de medidas repetidas con los rechazos de la actividad inicial. El análisis mostró efectos significativos para la interacción ($F(3, 318)=5.07, p<.05, np^2=.002$). El análisis mostró más rechazos en la prueba de posibilidad con “no-A y no-B” ($F(1, 106)=9.22, p<.01, np^2=.08$), “no-A y B” ($F(1, 106)=7.30, p<.01, np^2=.06$), pero no para “A y no-B” ($F(1, 106)=.09, p>.1, np^2=.00$) ni “A y B” ($F(1, 106)=.0, p=1, np^2=0$).

Tabla 1.

Porcentaje de cada respuesta a la pregunta inicial en el Experimento 1 para cada caso lógico (A y B, no-A y B, A y no-B y no-A y no-B) y tipo de tarea (verificación y posibilidad). Los valores entre paréntesis indican la desviación estándar.

Caso lógico	A y B		A y no-B		No-A y B		No-A y no-B	
Tipo de tarea/ Respuesta	posib	verdad	posib	verdad	posib	verdad	posib	verdad
Aceptaciones	99 (7)	98(13)	7(17)	1(8)	30(39)	2(8)	51(47)	9(25)
Rechazos	1(7)	1(7)	93(22)	92(25)	70(41)	58(43)	49(46)	37(44)
No se puede concluir	1(10)		7(22)		41(43)		54(46)	

Para evaluar el posible efecto de “priming” del caso presentado inicialmente, con las aceptaciones en la segunda actividad se realizó un tercer ANOVA de medidas repetidas incluyendo los factores: 4 Caso inicial (A y B, A y no-B, no-A y B y no-A y no-B) x 4 Caso crítico (A y B, A y no-B, no-A y B y no-A y no-B) x 2 Tipo de tarea (posibilidad y valores de verdad). Los resultados no mostraron, en contraste con la

hipótesis de Barrouillet y cols., una interacción significativa entre los tres factores ($F(9, 954)=.03, p>.1, np^2=.97$). No hubo más aceptaciones para una u otra prueba en función del caso inicial para “no-A y B” ($F(3, 318)=.43, p>.1, np^2=0$), “no-A y no-B” ($F(3, 318)=1.70, p>.1, np^2=.016$), “A y B” ($F(3, 318)=.50, p>.1, np^2=.01$) ni “A y no-B” ($F(3, 318)=.95, p>.1, np^2=.01$).

Sin embargo, nuevamente en consistencia con Barrouillet y cols., centrándonos únicamente en la actividad final, la interacción entre Caso final x Tipo de tarea fue significativa ($F(3, 318)=60.70, p<.001, np^2=.36$). Se encontraron más aceptaciones para “no-A y no-B” ($F(1, 106)=95.17, p<.001, np^2=.47$ en la tarea de posibilidad, para “no-A y B” ($F(1, 106)=49.28, p<.001, np^2=.32$) pero no para “A y no-B” ($F(1, 106)=3.70, p=.06, np^2=.03$), ni para “A y B” ($F(1, 106)=.06, p>.1, np^2=.01$).

Se realizó un quinto ANOVA de medidas repetidas con los rechazos de la actividad final con los factores: 4 Caso inicial (A y B, A y no-B, no-A y B y no-A y no-B) x 4 Caso crítico (A y B, A y no-B, no-A y B y no-A y no-B) x 2 Tipo de tarea (posibilidad y valores de verdad). La interacción triple mostró ser significativa ($F(9, 954)=6.15, p<.001, np^2=.05$). Los análisis posteriores mostraron un mismo patrón de respuesta para los casos iniciales “A y B”, “no-A y B” y “A y no-B”. Para cada uno de ellos, el caso “A y no-B” fue el más frecuentemente rechazado, seguido en orden de frecuencia por “no-A y B”, “no-A y no-B” y “A y B”. Sin embargo, cuando el caso inicial fue “no-A y no-B”, nuevamente “A y no-B” fue el caso más frecuentemente rechazado y “A y B” el caso menos rechazado, pero en esta condición ese mismo caso “no-A y no-B” fue más frecuentemente rechazado que “no-A y B” ($F(1, 106)= 5.18, p<.05, np^2=.05$).

Nuevamente, la interacción entre Caso final x Tipo de tarea resultó ser significativa ($F(3, 318)=16.74, p<.001, np^2=.14$). Se encontraron más rechazos con “A y no-B” en la tarea de posibilidad (marginalmente, $F(1, 106)=3.70, p=.06, np^2=.03$), no-A y B ($F(1, 106)=9.30, p<.01, np^2=.08$) y no-A y no-B ($F(1, 106)=8.86, p<.01, np^2=.08$) pero no para “A y B” ($F(1, 106)=0, p=1, np^2=0$).

Tabla 2.

Porcentaje de cada respuesta a la pregunta crítica en el Experimento 1 para cada caso lógico (A y B, no-A y B, A y no-B y no-A y no-B) y tipo de tarea (verificación y posibilidad). Los valores entre paréntesis indican la desviación estándar.

Caso lógico	A y B		A y no-B		No-A y B		No-A y no-B	
	posib	verdad	posib	verdad	posib	verdad	posib	verdad
Tipo de tarea/ Respuesta								
Aceptaciones	99 (11)	98 (6)	5(8)	3(14)	31(37)	5(14)	52(44)	1(23)
Rechazos	1(4)	1 (3)	95(21)	9(16)	69(37)	6 (40)	48(43)	39(41)
No se sabe		1(10)		7(20)		34(39)		51(42)

3.4.2.2. *Discusión*

Los resultados obtenidos con adultos apoyan parcialmente la hipótesis de Gauffray Barrouillet (2011). Los resultados son consistentes con la hipótesis de la existencia de dos modos de procesamiento diferentes dependientes de la tarea de evaluación. Es importante notar que en esta replicación se mantuvo el criterio del estudio original de no incluir la opción “no se sabe” como alternativa de respuesta en la actividad de evaluación de posibilidad, mientras que sí se incluía esta opción en la actividad de evaluación de la verdad. Pensamos que esta diferencia podría ser un factor responsable de las diferencias halladas en el estudio de Gauffray y Barrouillet (2011) y en este estudio con adultos.

Por otra parte los resultados no han mostrado efecto de haber utilizado un caso particular en una tarea de inferencia previa, sobre la inferencia posterior con otra tarea. Es decir, procesar el caso “no-A y B” y “no-A y no-B” en evaluación de la posibilidad no ha ejercido ningún efecto facilitador ni perjudicial para evaluar la verdad del mismo caso o de otro con una tarea de inferencia de la verdad. Únicamente, cuando “no-A y no-B” fue presentado como caso inicial, los rechazos de ese caso fueron menores para ese mismo caso que para “no-A y B”, a diferencia del mismo patrón encontrado con el resto de casos, donde el orden de frecuencia de rechazos es de mayor a menor “A y no-B”, “no-A y B”, “no-A y no-B” y “A y B”.

Tampoco ocurre en el sentido opuesto. Cabría esperar algún efecto diferencial debido a la facilitación de la operación despliegue en el caso de evaluación de la posibilidad. No obstante, la ausencia de diferencias en nuestro estudio no nos permite descartar esta posibilidad. Es posible que la ausencia de efecto se daba al hecho de que en la segunda actividad no solo se ha evaluado un caso aislado, sino los cuatro casos y puede haberse perdido el efecto de “priming” de la actividad previa. En el Experimento 2 se utilizará un solo caso para volver a evaluar la posibilidad de un efecto del caso previo.

En un segundo experimento de control damos esta opción de respuesta, a diferencia del experimento control de Gauffray y Barrouillet (2011), en el que suprimen la respuesta “no se sabe” en valores de verdad. La teoría de Barrouillet et al. (2008) predice que con los casos “no-A” habrá más respuestas “no se sabe” en la tarea de verdad, además de más aceptaciones en posibilidad tal como se encontró en el primer experimento. En este segundo experimento simplificamos el diseño. Es decir, cuando damos “no-A” en la primera pregunta siempre preguntamos por valores de verdad y cuando es “A” por su posibilidad.

3.4.3. Experimento 2

En el Experimento 2 se compara la evaluación de casos posibles y la verdad de condicionales cuando se realizan las dos tareas de modo secuencial. También se evalúa el efecto que puede causar en la segunda tarea el procesar un caso particular en la primera tarea. Se alteran los siguientes elementos respecto al Experimento 1: se añade la posibilidad “no se sabe” en la tarea de evaluación de posibilidad y se reduce el número de casos presentados en la tarea segunda, de modo que solo se presenta uno. Dado que en este estudio solo se pretende identificar el posible efecto de repetir el caso inicial, se reduce el número de casos: cuando se presenta la tarea de evaluación de la verdad como primera tarea se presenta uno de los siguientes casos posibles: “no-A y B” o “no-A y no-B”. En la segunda tarea siempre se presenta uno de los cuatro casos posibles. Si su procesamiento facilita el despliegue, en la tarea posterior de evaluación de la posibilidad se obtendrán más aceptaciones cuando se repite el mismo caso pero no cuando se presenta el otro. Cuando la primera tarea es de posibilidad se presenta uno de los dos casos posibles: “A y B” o “A y no-B”. En este caso, desde el modelo de Barrouillet et al. (2008) no se esperaría una facilitación por efecto del despliegue de modelos.

3.4.3.1. Método

Participantes

72 participantes de la misma población que el Experimento 1 (12 hombres y 60 mujeres, de entre 19 y 36 años, con 24.43 de promedio y SD=6.24) participaron en el estudio.

Resultados

Con las aceptaciones de la actividad final se realizó un ANOVA de medidas repetidas incluyendo los factores 4 Caso final (A y B, A y no-B, no-A y B, no-A y no-

B) x 2 Tipo de tarea (posibilidad y valores de verdad). Al igual que en el Experimento 1, los resultados tampoco confirman el efecto esperado de facilitación de los casos “no-A” en la segunda pregunta. Es decir, incluso cuando se pregunta previamente por la verdad de “no-A y B” o de “no-A y no-B”, éstos mismos casos no son considerados posibles con mayor frecuencia que cuando se pregunta por su verdad ($F(3, 213)=2.16$, $p=.09$, $np^2=.03$). No se encontraron diferencias significativas para “no-A y B” ($F(1, 71)=3.87$, $p=.05$, $np^2=.05$), “no-A y no-B” ($F(1, 71)=1.23$, $p>.1$, $np^2=.02$), “A y B” ($F(1, 71)=1.04$, $p>.1$, $np^2=.014$), ni “A y no-B” ($F(1, 71)=2.00$, $p>.1$, $np^2=.03$).

Se realizó un segundo ANOVA de medidas repetidas con los rechazos. La interacción no mostró ser significativa ($F(3, 213)=1.54$, $p=.20$, $np^2=.02$). El análisis no mostró diferencias para “no-A y no-B” ($F(1, 71)=.13$, $p>.1$, $np^2=.002$), “no-A y B” ($F(1, 71)=2.31$, $p>.1$, $np^2=.03$), “A y B” ($F(1, 71)=.12$, $p>.1$, $np^2=.002$), pero mostró más rechazos en posibilidad con “A y no-B” ($F(1, 71)=7.28$, $p<.01$, $np^2=.1$).

Tabla 3.

Porcentaje de cada respuesta a la pregunta crítica en el Experimento 2 para cada caso lógico (A y B, no-A y B, A y no-B y no-A y no-B) y tipo de tarea (verificación y posibilidad). Los valores entre paréntesis indican la desviación estándar.

Caso lógico	A y B		A y no-B		No-A y B		No-A y no-B	
	posib	verdad	posib	verdad	posib	verdad	posib	verdad
Tipo de tarea/ Respuesta								
Aceptaciones	97(8)	96(12)	6(11)	4(10)	21(32)	15(25)	30(37)	26(35)
Rechazos	3(9)	3(37)	88(18)	91(8)	60(38)	63(20)	44(41)	45(39)
No se sabe	0(1)	1(9)	6(16)	5(16)	20(33)	22(35)	26(38)	29(39)

En contraste con la hipótesis de Barrouillet et al. (2008) tampoco se encontraron más respuestas “no se sabe” en la prueba de verdad ($F(3, 213)=1.71$, $p>.1$, $np^2=.02$). Los análisis separados no mostraron diferencias entre tareas con “A y no-B”, ($F(1,$

71)=.95, $p>.1$, $np^2=.01$), “A y B” ($F(1, 71)=.95$, $p>.1$, $np^2=.01$), “no-A y B” ($F(1, 71)=1.77$, $p>.1$, $np^2=.02$) y “no-A y no-B” ($F(1, 70)=2.26$, $p>.1$, $np^2=.03$).

3.4.4. Discusión general

Diversos estudios sobre el razonamiento con estamentos condicionales sugieren que la gente tiende a considerar relevantes los casos “no-A” en tareas de inferencia (Johnson-Laird y Byrne, 2002), pero no en tareas de verificación (Evans et al., 2005). Barrouillet et al. (2008) han propuesto una teoría basada en la teoría de modelos mentales de Johnson-Laird y Byrne (2002) de acuerdo con la cual los casos “no-A” son considerados irrelevantes al resolver este tipo de problemas porque no son modelos mentales explícitos. Son modelos desplegados de un estado implícito y este proceso de despliegue tiene como consecuencia una desestimación del valor de verdad de la oración (verdadera o falsa) en función de ese caso. En sus propias palabras, dichos modelos “*even when explicitly represented, they are no considered as making the sentence true because they were no part of the initial model*” (Barrouillet et al, 2008, p. 765).

En el presente estudio hemos puesto a prueba esta hipótesis replicando el estudio de Gauffray y Barrouillet (2011) únicamente con participantes adultos, pero introduciendo dos modificaciones. En primer lugar, realizamos el contraste entre tareas en un mismo experimento, de manera que en cada ensayo aparecían dos problemas consecutivos correspondientes a cada una de las pruebas (compatibilidad y valor de verdad). Gauffray y Barrouillet (2011) presentaron todas las pruebas de compatibilidad y de verdad consecutivamente. Este diseño con bloqueo intrasujeto podría estar actuando de forma que los participantes generasen diferentes estrategias de razonamiento para cada tarea.

De acuerdo con el modelo de Barrouillet y cols., podría predecirse que el hecho de presentar “no-A” inicialmente debe forzar el despliegue, de forma que cuando a continuación se vuelva a preguntar por estos casos, la frecuencia de aceptaciones en posibilidad debe ser mayor que cuando el despliegue no es inducido previamente. El Experimento 1 mostró que la presentación de los casos iniciales “no-A” no produjo diferencias en las aceptaciones según la tarea. No obstante, el caso inicial “no-A y no-B” sí primó a ese mismo caso en la tarea subsecuente, reduciendo los rechazos respecto a “no-A y B” en la tarea de posibilidad. Más aún, también consistentemente con Barrouillet et al. (2008), los casos iniciales y finales “no-A” fueron aceptados más frecuentemente en la tarea de posibilidad, pero no los casos “A”.

Es posible, no obstante, que estas diferencias entre tareas sean debidas al diseño de estudio. Es decir, puesto que solo están las opciones “sí” y “no” en la prueba de posibilidad y en la tarea de verdad está además la respuestas “no se sabe” realizamos otro estudio donde se incluye esta opción de respuesta en ambas pruebas. Además, únicamente presentamos los casos “no-A” inicialmente con la prueba de valores de verdad y los casos “A” con la prueba de posibilidad. Nuevamente, el hecho de presentar inicialmente “no-A” no hizo más frecuentes las aceptaciones en la prueba de posibilidad que presentar “A” cuando los participantes tenían la opción de seleccionar “no se sabe” en esta tarea. Una predicción directa de la teoría de Barrouillet y cols. es que también las respuestas “no se sabe” deberían ser más frecuentes con “no-A” en la prueba de valores de verdad. Sin embargo, los resultados obtenidos en el Experimento 2 sugieren que los participantes consideran que los casos que son compatibles con un condicional también lo hacen verdadero, tal como predice la teoría de modelos mentales de Johnson-Laird y Byrne (2002). La teoría de modelos mentales de Johnson-Laird y Byrne (2002) propone que la comprensión de estamentos condicionales tipo “Si A entonces B” puede

incluir una eventual segunda fase en la que se despliegan los modelos inicialmente implícitos (no-A y B y no-A y no-B). Este proceso de despliegue puede darse en diferentes tareas de razonamiento sin que conlleve necesariamente una pérdida de información epistémica.

Por su parte, es difícil para otras teorías dar cuenta de los presentes resultados. De acuerdo con la teoría suposicional de los condicionales (véase Evans et al., 2005), los casos lógicos “no-A” no son pensados como relevantes para “if A then B”. En ambos experimentos del presente estudio, los porcentajes de rechazos de estos casos son mayores que las respuestas “no se sabe”. Esto sugiere que hay una representación inicial de los condicionales con “A y B”, de forma que “no-A” es rechazado directamente en ambas tareas al no estar en la representación, y una eventual representación de los casos “no-A”, los cuales son aceptados en ambas tareas cuando son desplegados de su estado implícito.

No obstante, hemos de admitir que la ausencia de efecto de facilitación de los casos “no-A” en los casos análogos subsiguientes no es una prueba directa de nuestra hipótesis. Es posible que las características del estudio no lo hagan suficientemente sensible a la detección del efecto de los casos previos. Habitualmente, los estudios que analizan el papel de priming en el razonamiento comparan los tiempos de lectura de las premisas y/o las latencias de respuesta (véase Santamaría et al., 2005). En el presente estudio únicamente analizamos las respuestas obtenidas, de forma que futuras investigaciones que incluyan la medida de otras variables independientes podrían aclarar esta cuestión. Otra limitación, tanto en el diseño de Gauffray y Barrouillet (2011) como en el presente estudio, es que se realizan preguntas directas acerca de los dos aspectos del razonamiento analizados. Sería interesante en futuras investigaciones replicar el estudio planteando una tarea de inferencia, en la cual se deben seleccionar

dos valores posibles para cada inferencia junto a la respuesta “no se sabe”. Por ejemplo, se plantea un MP, “si A entonces B” y “A”, y a continuación se deben seleccionar las opciones “B”, “no-B” o “no se sabe”. Del mismo modo podría utilizarse también una tarea de evaluación de validez, presentando un argumento completo y pidiendo decidir si la conclusión se sigue o no de las premisas. Estas manipulaciones serían interesantes en la medida en que reflejan las diferentes tareas incluidas en lo que Barrouillet et al. (2008) agrupa bajo el constructo de razonamiento sobre posibilidades.

En conclusión, los resultados obtenidos en el presente estudio no confirman la existencia de dos procesos cognitivos diferenciados en el razonamiento condicional (Barrouillet, 2011; Barrouillet et al., 2008; Gauffray y Barrouillet, 2009; 2011). Por el contrario, sugieren la existencia de un único proceso cognitivo consistente en el despliegue de modelos mentales implícitos, el cual puede producirse en diferentes tareas dependiendo de factores como disponibilidad de memoria de trabajo, contenido o contexto.

4. CONCLUSIONES

Cómo comprendemos los distintos tipos de enunciados condicionales es uno de los problemas de la psicología del razonamiento que más soluciones diferentes ha generado. Diferentes teorías han propuesto diferentes formatos cognitivos para dar cuenta de este tipo de enunciados. Teorías como la lógica mental (O'Brine, y Manfrenati, 2010), la teoría suposicional de los condicionales (Evans et al., 2005) o la teoría de modelos mentales (Johnson-Laird, y Byrne, 2002) cuentan con abundante apoyo empírico aún siendo incompatibles desde un punto de vista teórico.

En la presente tesis doctoral hemos estudiado un aspecto del razonamiento con oraciones condicionales, la representación de información simbólica, negación y notas mentales epistémicas de factualidad y contrafactualidad. Partiendo del principio de iconicidad de la teoría (Johnson-Laird, 2006), hemos realizado una serie de estudios encaminados a determinar en qué condiciones se mantiene en mente u olvida este tipo de información. Nuestro enfoque general, siguiendo el principio de iconicidad, es que la representación de notas mentales epistémicas es muy costosa, constituyendo el tipo de representación mental más compleja de acuerdo con la teoría de modelos mentales. Esto es porque exige previamente como condición necesaria la representación de varios modelos mentales, con sus correspondientes notas lógicas de negación. Esta dificultad debe evidenciarse incluso en adultos (Estudio 1 y Estudio 2). Esta mayor complejidad representacional debe mostrarse también en un desarrollo tardío de la habilidad para razonar con estamentos contrafactuales, puesto que para representar el estatus epistémico de los modelos mentales (factual y contrafactual) hay que mantener varios modelos mentales en mente (Estudio 3). Ambas conclusiones, acerca de la carga de memoria de trabajo y acerca de las diferencias en el desarrollo evolutivo, parecen ser corroboradas por los resultados de nuestros estudios. Más aún, nuestro Estudio 4 sugiere

que estas diferencias no son debidas al tipo de tarea, inferencia o verificación, como sugieren aproximaciones como la de Barrouillet et al. (2008).

Por tanto, la presente tesis doctoral arroja dos conclusiones principales. Por una parte, sugiere que (1) la representación de notas mentales metalógicas sobre el carácter factual o posible de un modelo mental tiende a producirse solo con estamentos complejos, es decir, aquellos que están formulados con varias conectivas y/o con modo contrafactual. Tanto la acción de auxiliares de conectivas condicionales como factores morfológicos como el modo verbal modulan el significado “básico” de los condicionales (véase Goodwin, y Johnson- Laird, 2005; Juhos, Quelhas, y Johnson-Laird, 2012; Quelhas, y Johnson-Laird, 2016).

Por otra parte, nuestra investigación sugiere también que (2) este despliegue de información epistémica empieza a desarrollarse cuando se tiene la memoria de trabajo suficiente para pensar en múltiples posibilidades de forma inmediata, lo cual constituye un salto en la evolución del razonamiento. Esta capacidad se desarrolla completamente en la preadolescencia, sobre los 11-12 años. Es en esta edad donde según Moshman (2004) se completa la tercera fase en la evolución del razonamiento denominada de “lógica explícita-metalógica implícita”. Es decir, en esta edad los razonadores ya son capaces de distinguir implícitamente entre los conceptos epistemológicos de justificación y verdad. Hay situaciones, como las expresadas por “aunque”, en las que incluso cuando estamos justificados a obtener una conclusión (por ejemplo, verter agua en un cubo hace que quede lleno), ésta puede ser sin embargo falsa (el cubo estaba roto y el agua se pierde). Se razona según la metalógica implícita y no explícita puesto que aún cuando los niños de 11-12 años son capaces de obtener el consecuente correcto (el cubo queda vacío igual que estaba inicialmente) razonando *desde* supuestos en escenarios “semifactuales”, no son capaces de inferir implícita o inmediatamente *acerca*

del propio contrafactual, es decir, qué es lo que propone y qué es lo que presupone. Esta inferencia sobre el estatus epistémico de las representaciones exige un proceso de despliegue para poder darse en esta etapa, lo cual está determinado por las limitaciones de memoria de trabajo.

Moshman (2004; 2014) propone que existe una cuarta fase evolutiva denominada de “metalógica explícita”, en la cual los razonadores piensan teniendo en cuenta las limitaciones de los sistemas inferenciales y cómo pueden llevarnos a error después de todo. Solo razonando de esta manera podríamos hablar de “racionalidad”, es decir, el tipo de cognición que fundamenta el conocimiento científico. Sin embargo, esta fase del razonamiento no tiene por qué darse en todos los individuos. Tal vez este porcentaje de personas corresponda con los que dan el patrón “elaborado” (solo “A y no-B” falsa “si entonces”, el resto solo lo hacen indeterminado) en la prueba de valores de verdad de Gauffray y Barrouillet (2011). Al fin y al cabo, al igual que “aunque” implica o presupone “no-A y B” y conjetura o propone “A y B”, una interpretación metalógica explícita de “si” induce a presuponer que no es verdad “A y no-B”, siendo el resto de alternativas simples conjeturas propuestas por el estamento. Es decir, usando las tablas de verdad de la lógica proposicional tenemos que, si “Si A entonces B” es verdadero, entonces necesariamente es falso “A y no-B”, pero de la verdad del condicional no podemos inferir que deba ocurrir “A y B”, “no-A y B” o “no-A y no-B”. Es decir, no podemos confirmar de forma directa que un efecto sea resultado de una condición previa. Únicamente podemos descartar la relación condicional si encontramos un contraejemplo. Según Popper (2005), en esta dialéctica radica el fundamento mismo de la actividad científica. Es decir, puede que haya solo un pequeño porcentaje de humanos con una tendencia al razonamiento científico, con tendencia a buscar contraejemplos de forma inmediata. Al fin y al cabo, como nota Barrouillet et al.

(2008), ya desde los estudios clásicos de Wason (1966, la versión en abstracto), un porcentaje similar de personas no considera que la regla sea verdadera en ningún caso y eligen únicamente la opción que informa sobre “A y no-B”. A este respecto sería interesante analizar si el porcentaje de participantes que dan la tabla de verdad elaborada con “si” en el estudio de Gauffray y Barrouillet (2011) identifican fácilmente las notas mentales de enunciados contrafactuales, hipotéticos, etc., aún en tareas de alta carga de memoria de trabajo.

Esta tipología de la evolución del razonamiento es interesante en relación el tema de la presente tesis en la medida en que comparte con la teoría de modelos mentales que venimos defendiendo el hecho de asumir que la información que en una etapa del desarrollo permanece implícita se convierte en explícita en una etapa posterior. Esto ocurre tanto para las notas de negación, en una primera etapa no son representadas en ningún caso pero sí pueden desplegarse en una segunda etapa, correspondiendo en la clasificación de Moshman (2004, 2014) al paso de etapa de “contenido explícito/inferencia implícita” a la etapa de “inferencia explícita/lógica implícita”, fijada en torno a los 6 años. Con las notas epistémicas ocurriría igual, en la fase 2 todavía no son representadas pero en la fase 3 sobre los 11-12 años pueden ser eventualmente representadas mediante despliegue, correspondiendo al paso de la etapa 2 a la etapa de “inferencia explícita/metalingüística explícita”. Existen algunos estudios que tratan de integrar estas aproximaciones y demuestran cómo el desarrollo metadeductivo continúa más allá de la educación primaria (véase Santamaría, Ping, Moreno-Ríos y García-Madruga, 2013). Futuras investigaciones deberán aclarar hasta qué punto ambas aproximaciones son integrables en un modelo común sobre el razonamiento humano.

Un último aspecto que consideramos interesante en relación con la teoría de modelos mentales es su congruencia conceptual con la semiótica de C. S. Peirce.

Johnson-Laird (Johnson-Laird, 2004) identifica a Peirce como uno de los creadores del concepto de “modelo mental”. No obstante, las diferencias entre el proceso de semiosis de Peirce y la teoría de modelos mentales parecen ir más allá. Peirce (2005) define tres tipos de signos de acuerdo con su nivel de complejidad, iconos, índices y símbolos. De acuerdo con la teoría de modelos mentales, los modelos propiamente dichos son iconos y existen también elementos simbólicos, como la negación o el carácter epistémico. Sin embargo, la teoría no incorpora conceptualmente los signos de tipo índice. ¿Es posible que las conectivas o “cláusulas” en la teoría de modelos mentales se corresponda con Peirce llama “índices”, siendo un tipo de elemento codificado de forma diferente a la de términos, negación y notas epistémicas?

Al fin y al cabo, Peirce identifica expresiones de relaciones entre términos con índices, por ejemplo, tras identificar como índices cuantificaciones tipo “todos menos uno” o “unos pocos” afirma “*Otras palabras indécicas son las preposiciones y frases preposicionales, tales como "a la derecha (o a la izquierda) de". Derecha e izquierda no pueden distinguirse mediante ninguna descripción general.*” (Peirce, 2005, párrafo 2.290). Según la teoría de modelos mentales los diferentes modelos que se construyen al procesar un enunciado relacional son determinados principalmente por el tipo de conectiva empleada. Entonces, es posible asumir que las conectivas son signos indicativos, indicaciones o instrucciones para construir modelos mentales (o tablas de verdad en aproximaciones normativas). Informan acerca de qué combinaciones son posibles entre los términos.

En definitiva, la teoría de modelos mentales parece ser una de las teorías psicológicas que permite reflejar de una forma coherente los aspectos más elementales del razonamiento lógico. Los términos son representados icónicamente, las conectivas son instrucciones para construir estos iconos en combinación con símbolos, que pueden

ser lógicos si afectan a un icono aislado (como la negación), y metalógicos si afectan a una combinación (como el carácter contrafactual o factual). Algunas aproximaciones consideran a la negación “¬” una conectiva monádica, que afecta a un solo término. Sin embargo, el propio significado de “conectiva”, donde se conectan o relacionan términos, parece excluir la existencia de conectivas monádicas. Del mismo modo, las notas metales epistémicas afectan a dos términos, pero tampoco los conectan sino que los califican. Nuevamente, futuras investigaciones deberán evaluar las consecuencias empíricas de esta aproximación semiótica al pensamiento humano.

5. REFERENCIAS

- Barrouillet, P. (2011). Dual-process theories of reasoning: The test of development. *Developmental Review, 31*, 151-179.
- Barrouillet, P., y Gauffroy, C. (2015). Probability in reasoning: A developmental test on conditionals. *Cognition, 137*, 22-39.
- Barrouillet, P., Gauffroy, C., y Lecas, J. F. (2008). Mental models and the suppositional account of conditionals. *Psychological Review, 115*(3), 760-771.
- Barrouillet, P., y Lecas, J. F. (1999). Mental models in conditional reasoning and working memory. *Thinking y Reasoning, 5*(4), 289-302.
- Begeer, S., y Stockmann, L. (2009). Brief Report: Inhibitory Control of Socially Relevant Stimuli in Children with High Functioning Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 39*, 1603.
- Byrne, R. M. J. (2002). Mental models and counterfactual thoughts about what might have been. *Trends in Cognitive Sciences, 6*(10), 426-431.
- Byrne, R. M. J. (2005). *The rational imagination: How people create alternatives to reality*: MIT press.
- Byrne, R. M. J. (2016). Counterfactual Thought. *Annual Review of Psychology, 67*(1), In press.
- Byrne, R. M. J., y Tasso, A. (1999). Deductive reasoning with factual, possible, and counterfactual conditionals. *Memory and Cognition, 27*(4), 726-740.
- Espino, O., y Hernández, E. (2009). Efectos de direccionalidad en condicionales. *Psicológica, 30*(1), 41-57.
- Evans, J. S. B. T. (2006). The heuristic-analytic theory of reasoning: Extension and evaluation. *Psychonomic Bulletin and Review, 13*, 378-395.

- Evans, J. S. B. T. (1993). The mental model theory of conditional reasoning: critical appraisal and revision. *Cognition*, 48(1), 1-20.
- Evans, J. S. B. T., Over, D. E., y Handley, S. J. (2005). Suppositions, extensionality and conditionals: A critique of the mental model theory of Johnson-Laird and Byrne (2002). *Psychological Review*, 112(4), 1040–1052.
- Evans, J. S. B. T., y Over, D. E. (2004). *If*. Oxford: Oxford University Press.
- Evans, J. S. B. T., Handley, S. J., y Over, D. E. (2003). Conditionals and conditional probability. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 29, 321–355.
- Feeney, A., y Handley, S. J. (2011). Suppositions, conditionals, and causal claims. In *Understanding Counterfactuals and Causation: Issues in Philosophy and Psychology* (pp. 242-262). Oxford, UK: Oxford University Press.
- Gauffroy, C., y Barrouillet, P. (2014a). A developmental mental model theory of conditional reasoning. In H. Markovits (Ed.), *The developmental psychology of reasoning and decision-making* (pp. 63–83). Hove: Psychology Press.
- Gauffroy, C., y Barrouillet, P. (2014b). Conditional reasoning in context: A developmental dual processes account. *Thinking and Reasoning*, 20, 372–384.
- Gauffroy, C., y Barrouillet, P. (2009). Heuristic and analytic processes in mental models for conditional: An integrative developmental theory. *Developmental review*, 29, 249-282.
- Gauffroy, C., y Barrouillet, P. (2011). The primacy of thinking about possibilities in the development of reasoning. *Developmental Psychology*, 47, 1000-1011
- Gernsbacher, M. A. (1991). Cognitive processes and mechanisms in language comprehension: The structure building framework. In G. Bower (Ed.), *The*

- psychology of learning and motivation* (Vol. 27, pp. 217-263). New York: Academic Press.
- Giroto, V., Mazzocco, A., y Tasso, A. (1999). The effect of premise order in conditional reasoning: a test of the mental model theory, *Cognition*, 63(1),1-28.
- Gómez-Veiga, I., García-Madruga, J. A., y Moreno-Ríos, S. (2010). The interpretation of indicative and subjunctive concessives. *Acta Psychologica*, 134(2), 245-252.
- Goodwin, G. P., y Johnson-Laird, P. N. (2005). Reasoning about relations. *Psychological review*, 112(2), 468.
- Handley, S. J, y Feeney, A. (2004). Reasoning and pragmatics: The case of even-if. In I. A. Noveck y D. Sperberg (Eds.), *Experimental pragmatics* (pp. 228–253). Besingstone: Palgrave.
- Handley, S. J., y Feeney, A. (2007a). Semifactual: Byrne's account of even-if. *Behavioral and Brain Sciences*, 30(5-6), 458-459.
- Handley, S. J., y Feeney, A. (2007b). Representation, pragmatics and process in model based reasoning. In W. Shaeken, A. Vandierendonck, W. Schroyens, y G. d'Ydewalle (Eds.), *The mental models theory of reasoning. Refinements and extension* (pp. 25–52). Mahwah, NJ: LEA.
- Johnson-Laird, P. N. (2010). Against logical form. *Psychologica Belgica*, 50(34),193-221.
- Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental Models: Towards a Cognitive Science of Language, Inference, and Consciousness*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Johnson-Laird, P. N. (2004). 8 The history of mental models. *Psychology of reasoning: Theoretical and historical perspectives*, 179.

- Johnson-Laird, P. N., y Byrne, R. M. J. (2002). Conditionals: a theory of meaning, pragmatics, and inference. *Psychological Review*, 109(4), 646-678.
- Johnson-Laird, P. N., y Byrne, R. M. J. (1991). *Deduction*: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Johnson-Laird, P. N., y Khemlani, S. S. (2013). Toward a unified theory of reasoning. *The psychology of learning and motivation*, 59, 1-42.
- Khemlani, S., y Johnson-Laird, P. N. (2012). Hidden conflicts: Explanations make inconsistencies harder to detect. *Acta Psychologica*, 139(3), 486-491.
- Kahneman, D., y Tversky, A. (1982). The simulation heuristic. In Kahneman, D. P. Slovic, and Tversky, A. (Eds.). *Judgment under uncertainty: heuristics and biases*. pp. 201–208. New York: Cambridge University Press.
- Khemlani, S., y Johnson-Laird, P. N. (2013). Cognitive changes from explanations. *Journal of Cognitive Psychology*, 25(2), 139-146.
- Khemlani, S., Orenes, I., y Johnson-Laird, P. N. (2012). Negation: A theory of its meaning, representation, and use. *Journal of Cognitive Psychology*, 24(5), 541-559.
- Knauff, M., Fangmeier T., Ruff C.C, Johnson-Laird, P.N. (2003) Reasoning, models, and images: behavioral measures and cortical activity. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 15(4), 559-73.
- König, E. (1986). Conditionals, concessive–conditionals, and concessives: Areas of contrast, overlap and neutralisation. In E. Traugott (Ed.), *On conditionals*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Markovits, H., y Barrouillet, P. (2002). The development of conditional reasoning : A mental model account. *Developmental Review*, 22(1), 5-36.

- McCloy, R., y Byrne, R. M. J. (2002). Semifactual “even if” thinking. *Thinking y Reasoning*, 8(1), 41-67.
- Moreno-Ríos, S., y García-Madruga, J. A., (2002). The development of reasoning about what might have happened: Indicative and subjunctive conditionals. *Infancia y aprendizaje*, 25(4), 485-498.
- Moreno-Ríos, S., García-Madruga, J. A., y Byrne, R. M. J. (2003). The effect of linguistic mood on if: semifactual and counterfactual conditionals. Paper unpublished.
- Moreno-Ríos, S., García-Madruga, J. A., y Byrne, R. M. J. (2008). Inferences from semifactual ‘even if’ conditionals. *Acta Psychologica*, 128(2), 197-209.
- Moreno-Ríos, S., Rojas-Barahona, C. A. y García-Madruga, J. (2014). Perceptual inferences about indeterminate arrangements of figures. *Acta Psychologica*, 148, 216-225.
- Moshman, D. (1990). The development of metalogical understanding. In W. F. Overton (Ed.), *Reasoning, necessity, and logic: Developmental perspectives* (pp. 205–226). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Moshman, D. (2004). From inference to reasoning: The construction of rationality. *Thinking and Reasoning*, 10(2), 221-239.
- Moshman, D. (2014). *Epistemic cognition and development: The psychology of justification and truth*. Psychology Press.
- Oberauer, K., Hörnig, R., Weidenfeld, A., y Wilhelm, O. (2005). Effects of directionality in deductive reasoning: II. Premise integration and conclusion

- evaluation. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 58(7), 1225-1247.
- Oberauer, K., y Wilhelm, O. (2000). Effects of directionality in deductive reasoning I: The comprehension of single relational premises. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 26(6), 1702-1712.
- O'Brien, D. P., y Manfrinati, A. (2010). The mental logic theory of conditional proposition. *Cognition and Conditionals*, 39-54.
- Peirce, C. S. (2005). El icono, el índice y el símbolo. *Traducción castellana de Sara Barrena. Fuente textual en CP*, 2-274.
- Popper, K. (2005). *The logic of scientific discovery*. Routledge.
- Quelhas, A. C. y Byrne, R. M. J. (2003). Reasoning with deontic and counterfactual conditionals. *Thinking and Reasoning*, 9, 43-66.
- Quelhas, A. C., y Johnson-Laird, P. N. (2012). Conhecimentos, modelos, e raciocínio condicional. *Análise Psicológica*, 22(2), 309-317.
- Quelhas, A. C., y Johnson-Laird, P. N. (2016). The modulation of disjunctive assertions. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1-15.
- Rafetseder, E., Schwitalla, M., Perner, J. (2013). Counterfactual reasoning: From childhood to adulthood. *Journal of Experimental Child Psychology*, 114(3), 389-404.
- Ruiz-Ballesteros, J. A., y Moreno-Ríos, S. (2016). Inherent directionality of “even if” counterfactual conditionals. *Journal of Cognitive Psychology*, 28(4), 505-511.
- Ruiz-Ballesteros, J. A., y Moreno-Ríos, S. (2016). Concessive and semifactual interpretations during reasoning with multiple conditionals. [doi: 10.1080/17470218.2016.1172098]. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1-11.

- Santamaría, C., Espino, O., y Byrne, R. M. J. (2005). Counterfactual and semifactual conditionals prime alternative possibilities. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 31(5), 1149-1154.
- Santamaría, C., Ping Ping Tse, Moreno-Ríos, S., García-Madruga, J.A. (2013). Deductive reasoning and metalogical knowledge in preadolescence: A mental model appraisal. *Journal of Cognitive Psychology*, 25(2), 192-200.
- Schaeken, W. S., Van der Henst, J. B., y Schroyens, W. (2007). The mental models theory of relational reasoning: Premises' relevance, conclusions' phrasing, and cognitive economy. In W. Schaeken, A. Vandierendonck, W. Schroyens, y G. d'Ydewalle (Eds.), *The mental models theory of reasoning: Refinements and extensions* (pp. 129–149). Mahwah: Erlbaum.
- Stewart, A. J., Haigh, M., y Kidd, E. (2009). An investigation into the online processing of counterfactual and indicative conditionals. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 62(11), 2113-2125.
- Wason, P. C. (1966). Reasoning. In B. M. Foss (Ed.), *New horizons in psychology* (pp. 106–137). Harmondsworth, England: Penguin.