

Procesos de inferencia y aprendizaje de relaciones causales en el condicionamiento de segundo orden

Elvia Jara¹, Antonio Maldonado² y Javier Vila^{1♦}

¹*Universidad Nacional Autónoma de México, F.E.S. Iztacala*

²*Universidad de Granada*

Los objetivos de este trabajo fueron en primer lugar, demostrar la fiabilidad y las condiciones necesarias del condicionamiento de segundo orden (CSO) en tareas de aprendizaje causal (Experimento 1); en segundo lugar, mostrar que la extinción de la relación causal de primer orden, no produce el mismo efecto de extinción en la relación causal de segundo orden (Experimento 2). Las aportaciones de este estudio fueron por un lado, que durante la fase de extinción de la causa de primer orden, se conservó el nivel de excitación en la condición de control; y por otro, que en la fase de prueba se evaluaba el efecto de la extinción no sólo sobre las claves de segundo orden, sino también sobre todas las de primer orden, extinguidas o no. Los resultados comprobaron que la extinción y ruptura de la relación causal de primer orden, no genera la extinción de la relación de segundo orden (CSO) una vez establecida, aunque sí produjo una atenuación de la fuerza de dicha relación causal. El conjunto de resultados es fácil de explicar desde los mismos modelos asociativos utilizados para explicar dicho efecto (CSO) en condicionamiento animal, basados en el aprendizaje de relaciones independientes entre estímulos condicionados y estímulos incondicionados. De manera similar y desde una perspectiva cognitiva, los resultados sugieren que el individuo durante el proceso de aprendizaje del CSO no forma relaciones causales encadenadas, sino más bien relaciones relativamente independientes entre cada causa y sus efectos.

La capacidad de establecer relaciones entre claves que nunca han aparecido juntas es una habilidad que comparten humanos y animales y ha sido demostrada frecuentemente en el fenómeno del condicionamiento de segundo orden (CSO). En la demostración del CSO en el aprendizaje

♦ Agradecimientos: La realización de este trabajo fue financiada por la DGAPA-UNAM (IN302605) y por el Proyecto Español de Investigación BSO2003-03723 del MCYT (Ministerio de Ciencia y Tecnología). Queremos agradecer las revisiones y el trabajo de edición realizado por los dos revisores anónimos de la revista. Su cuidadosa revisión y sus positivas críticas han permitido mejorar sensiblemente la versión final de este trabajo. Correspondencia: Dr. Javier Vila Carranza. División de Investigación y Posgrado. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. AP 314, Tlalnepantla, Edo. de México, C. P. 54096, México. Teléfono: 56231298 ext. 133; E-mail: javila@cablevision.net.mx

asociativo se usan tres fases consecutivas de entrenamiento. En la primera fase se establece una asociación entre un estímulo condicionado (EC1) y un estímulo incondicionado (EI). En la segunda fase, un segundo estímulo condicionado (EC2) se presenta asociado con el EC1 condicionado previamente. Finalmente, en la fase de prueba se presenta el EC2 y se registra si los sujetos emiten o no la respuesta condicionada (RC). Los resultados encontrados al emplear este diseño han demostrado que el EC2 evoca la misma RC que el EC1 (Pavlov, 1927). La robustez del fenómeno de CSO ha permitido replicarlo en una gran variedad de preparaciones de condicionamiento en animales (Rashotte, Griffin y Sisk, 1977; Kehoe, Feyer y Moses, 1981; Bevins, Delzer y Bardo, 1996; Marlin, 1983; Crawford y Domjan, 1995), así como en tareas de condicionamiento aversivo y aprendizaje causal en humanos (Davey y Arulampalam, 1982; Jara, Vila y Maldonado, 2006).

Para explicar el CSO desde una visión asociativa, Rizley y Rescorla (1972; véase Barnett, Cole y Miller, 1997, y Jara y cols., 2006, para una discusión más reciente de los diferentes modelos) propusieron que existen cuatro posibles hipótesis sobre las conexiones aprendidas durante el CSO que podrían explicar por qué el EC2 elicitaba la RC. En la primera hipótesis se considera que el EC2 y la RC establecen una asociación directa sin ningún tipo de mediación (EC2-RC). En la segunda hipótesis se propone la mediación del EC1 para la elicitación de la RC, dado que la presentación conjunta del EC2 y EC1 provoca el establecimiento de una asociación entre ellos y como resultado de esta asociación, el EC2 llega a evocar la RC (EC2-EC1-RC). De la misma forma, en la tercera hipótesis se supone el establecimiento de una asociación entre el EC2 con el EC1, sin embargo en ésta hipótesis se propone además que el EC1 a su vez genera una representación del EI responsable último de la evocación de la RC (EC2-EC1-EI-RC). Finalmente, en la cuarta hipótesis se considera la existencia de una asociación directa entre el EC2 y EI, dado que durante la segunda fase el EC2 puede llegar a activar una representación del EI que se asociaría al EC2 y que evocaría la RC (EC2-EI-RC).

En el condicionamiento animal y humano, una forma de determinar la naturaleza de las asociaciones entre las claves aprendidas durante el CSO, ha sido extinguiendo la relación de primer orden, después de haber establecido el condicionamiento de segundo orden. De esa forma, si la relación está mediada por el EC1, debería extinguirse también la RC al EC2. Sin embargo, la mayoría de los resultados obtenidos al emplear esta técnica de reevaluación post-condicionamiento tanto con animales como con humanos, han demostrado que la extinción de la relación de primer orden (EC1-EI) no elimina el aprendizaje de segundo orden (EC2-RC), sugiriendo que el CSO no se encuentre mediado por el EC de primer orden

(Rizley y Rescorla, 1972; Amiro y Bitterman, 1980; Davey y Arulampalam, 1982; Davey y McKenna, 1983; Marlin, 1983; Crawford y Domjan, 1995; Bevins, y cols., 1996). En otras palabras, el hecho que el CSO continúe manifestándose, hace más probable suponer que si bien una asociación del tipo EC1-EI es necesaria para la formación del CSO, una vez que éste se ha establecido, el papel del EC1 ya no es el de mediador de la RC.

Por tanto, los hallazgos previos permiten diferenciar entre las cuatro hipótesis propuestas para explicar el CSO (Rizley y Rescorla, 1972; Barnet, Cole y Miller, 1997; Barnet, Arnold, y Miller, 1991), ya que los resultados encontrados favorecen únicamente a las hipótesis que consideran o bien, la formación de una relación directa entre el EC2 y la RC (Rizley y Rescorla, 1972; Rashotte, 1981); o bien, entre el EC2 y el EI (Rescorla, 1979; Miller y Escobar, 2002). La utilización de tareas de aprendizaje causal en humanos puede permitir dilucidar cual de estas dos últimas hipótesis es la más apropiada para explicar la naturaleza de las asociaciones establecidas durante un aprendizaje de segundo orden, como veremos a continuación.

El interés por estudiar el posible establecimiento de relaciones directas entre causas (ECs) y efectos (EIs), sin que estuvieran mediadas por ningún tipo de RCs, condujo al estudio del condicionamiento de segundo orden en tareas de aprendizaje causal con humanos (Jara y cols., 2006). En dicho trabajo se empleó un diseño similar al originalmente propuesto por Rizley y Rescorla (1972) para el estudio del CSO en animales, y los resultados demostraron un claro efecto de CSO, favoreciendo el supuesto de que los humanos son capaces de inferir una relación causal directa entre la causa de segundo orden y el efecto (C2-E1), dos eventos que nunca se presentaron conjuntamente. Estos resultados sugerían y favorecían la hipótesis de que los individuos forman una relación directa entre la causa (ó EC2) y el efecto (ó EI), sin que se necesite la mediación o el establecimiento de ningún tipo de respuesta condicionada (RC), tal y como sucede en la investigación con animales (Rizley y Rescorla, 1972; Amiro y Bitterman, 1980).

Sin embargo, la mera demostración del CSO (Jara y cols., 2006) no descartaban la posibilidad de que en el caso del aprendizaje causal en humanos, el CSO estuviera mediado por la causa de primer orden. Una manipulación experimental que permite analizar la posible implicación de la causa de primer orden es la técnica de reevaluación post-condicionamiento, consistente en la extinción de la relación de primer orden (C1-E), una vez establecido el condicionamiento de segundo orden. Los resultados mostraron que la extinción del componente de primer orden (C1-E) no parece generar la extinción de las relaciones establecidas entre la causa de segundo orden y el efecto (C2-E), resultados similares a los

obtenidos en aprendizaje animal (Rizley y Rescorla, 1972; Davey y McKenna, 1983).

Sin embargo, en el estudio de Jara y cols. (2006) durante la fase de extinción no se conservó el nivel de excitación en ninguna de las causas. Es decir, durante la tercera fase se presentaron ensayos donde se les indicaba a los participantes que la clave C1 no causaba el efecto E1, a la vez que se presentaron ensayos donde se les indicó que una clave novedosa (C5) tampoco causaba el otro efecto utilizado en la condición de control (E2), por lo que en esta fase se eliminó totalmente el nivel de excitación adquirido en las dos fases iniciales de la tarea. Este hecho parece importante porque aunque en la mayoría de los estudios de CSO con animales y humanos se ha encontrado que a pesar de la extinción del componente de primer orden, no se extingue el CSO (Rizley y Rescorla, 1972; Davey, 1987; Crawford y Domjan, 1995; Amiro y Bitterman, 1980; Davey y McKenna, 1983, Jara y cols., 2006), sin embargo existen algunos trabajos en automoldeamiento en los que tras la reevaluación del EC1, la RC al EC2 no siempre se mantenía (Rashotte y cols., 1977).

Con el propósito de analizar estos resultados contradictorios, Rescorla (1979) usó un procedimiento de auto-moldeamiento, en el que tras el CSO, en un caso un EC1 se sometió a un procedimiento de extinción, mientras que el segundo EC1 continuaba siendo reforzando. Sus resultados mostraron que la respuesta condicionada ante el estímulo de segundo orden fue menor si se extinguía el EC1, que si se seguía reforzando. Por consiguiente, estos datos le llevaron a concluir que el CSO podría ser sensible a las manipulaciones en el valor del EC de primer orden, tal como sugerían Rashotte y cols., (1977), pero que si bien la extinción provocaba la disminución de la respuesta condicionada de segundo orden, no lograba eliminarla ya que el EC de segundo orden producía más respuestas que el EC de primer orden extinguido.

A partir de estos resultados, el primer objetivo de este estudio fue analizar el efecto diferencial de entrenar durante una tercera fase dos estímulos de primer orden con un entrenamiento de extinción o de excitación en cada uno de ellos, lo que podría favorecer la discriminación entre las dos últimas fases (una con sólo excitación y otra con sólo extinción) potenciando el mantenimiento del CSO. Pero además, en el trabajo de Jara y cols. (2006) durante la fase de prueba, a los participantes se les pidió que evaluaran sólo las relaciones de segundo orden. Por ello se consideró que la ausencia de las causas de primer orden (extinguida o no) durante la fase de prueba, podría también potenciar el mantenimiento de la excitación a la causa de segundo orden, al mismo tiempo que impedía conocer si dicha extinción de la causa de primer orden había sido exitosa o

no, y si la extinción de una causa de primer orden se podría generalizar a todas las relaciones de primer orden.

Por tanto, las dos aportaciones fundamentales del presente trabajo fueron: en primer lugar, evaluar el efecto de conservar el nivel de excitación durante la fase de extinción post-CSO y su posible efecto diferencial sobre el condicionamiento de segundo orden. En segundo lugar, al pedir tanto durante el entrenamiento, como en la fase de prueba, el juicio causal sobre todas las posibles relaciones establecidas a lo largo del entrenamiento, tanto si cambian su nivel de relación, como si las relaciones establecidas permanecen inalteradas a lo largo de todo el entrenamiento, los resultados obtenidos permitirán una más clara discriminación de si los participantes aprenden cada una de las relaciones específicas de cada causa con cada efecto a lo largo de cada fase del entrenamiento y el efecto específico de extinguir sólo una de ellas.

EXPERIMENTO 1

El condicionamiento de segundo orden se ha demostrado en tareas de juicios causales (Jara y cols., 2006) empleando una situación ficticia en donde todos los participantes aprendieron que una enfermedad (C1) causaba la aparición de una sustancia en la sangre (E1) en una primera fase, mientras que en una segunda fase aprendían que un conservador de alimentos (C2) causaba la aparición de la enfermedad (C1) presentada en la primera. Al final de todo el entrenamiento, se les pidió que emitiesen un juicio acerca de la posible relación causal entre el conservador (C2) y la aparición de la sustancia en la sangre (E1). Los resultados mostraron que los participantes consideraban que la C2 causaba el E1, demostrando con esto el CSO en tareas de aprendizaje causal y la capacidad humana para inferir relaciones entre causas y efectos que nunca han aparecido juntos en su propia experiencia, pero que pueden derivar de dicha experiencia.

En este experimento se intentó validar las condiciones necesarias para que se produzca CSO. Para ello, cada uno de los 2 grupos (RR-RN y RR-NR, ver Tabla 1) era entrenado en dos tipos de condiciones o relaciones, una condición Relacionada o de CSO (RR) y otra No Relacionada o condición control (NR o RN). En la condición relacionada (RR), a todos los participantes de los dos grupos se les presentaban ensayos durante la primera fase en los que la causa de primer orden (C1a) siempre producía el efecto (Ea); mientras que durante la segunda fase, la causa de segundo orden (C2a) producía la de primer orden (C1a). Este entrenamiento debe producir el fenómeno de CSO, ya que se debe inferir la existencia de una relación causal entre la causa de segundo orden (C2a) y el efecto (Ea), que previamente era producido por la causa de primer orden (C1a). Sin

embargo, en la condición de control (NR o RN) no había relación entre causa y efecto en una de las dos fases de aprendizaje; específicamente, en un grupo no había relación durante la primera fase (C1b- no Eb), y en el otro durante la segunda fase (C2b-noC1b) del entrenamiento, lo que debía impedir la formación del CSO. Como se mencionaba antes, al finalizar cada fase se preguntaba a los sujetos el grado de relación entre todas las causas potenciales y sus efectos, para confirmar que habían aprendido correctamente todas las contingencias establecidas entre ellas.

MÉTODO

Participantes. Se pidió la colaboración voluntaria de 20 estudiantes universitarios de Psicología de la Universidad Nacional Autónoma de México, ambos sexos, con un rango de edad de 19 a 24 años. A los participantes se les asignó de manera aleatoria a los diferentes arreglos experimentales en grupos de 10 personas. Los participantes fueron informados de las normas y principios éticos para la investigación con humanos.

Aparatos y situación experimental. Los materiales empleados fueron un ordenador portátil y un proyector de cañón. Se empleó el programa informático Super Lab Pro for Windows v 2.1 (Cedrus Co.) para realizar los experimentos y presentar los estímulos. El experimento se llevó a cabo en una habitación oscura en la cual se proyectaron los estímulos. El experimentador permaneció en la habitación durante todo el experimento.

Tarea experimental. La tarea experimental consistió en presentarles a los participantes de manera contrabalanceda, relaciones entre dos enfermedades ficticias llamadas C1a (Midiasis) ó C1b (Xeritis) y dos posibles consecuencias (aparición de una sustancia en la sangre) Ea (Alfa) ó Eb (Beta) en la primera fase del experimento y, en la segunda fase del experimento se presentaron ensayos entre el consumo de un alimento (salchichas) en cuya preparación se emplearon los conservadores C2a (Neocina) y C2b (Licaina) con la aparición de las enfermedades C1a y C1b. Al final se les pidió a los participantes un juicio de causalidad acerca del porcentaje en que los conservadores (C2a y C2b) producían alguna de las sustancias en la sangre (Ea ó Eb) en una escala unidireccional de 0 a 100.

Procedimiento. Las sesiones experimentales se llevaron a cabo en grupos de 5 personas (debido al contrabalanceo de los estímulos). A cada participante se le proporcionaron lápices y hojas de evaluación para

registrar su predicción y su juicio. Las instrucciones presentadas fueron las siguientes:

“En los laboratorios “Gersy” de los Países Bajos se detectaron dos nuevas enfermedades conocidas como Midiasis y Xeritis. Las enfermedades se propagan rápidamente, tu labor es identificar si las sustancias Alfa y Beta encontradas en la sangre de los pacientes infectados tienen alguna relación con el problema. Además, identificar si los conservadores Neocina y Licaina utilizados en salchichas consumidos por los pacientes se relacionan con las enfermedades.

Para ello tendrás que presionar algunas teclas, después se te indicará si existe alguna relación. Inicialmente tu respuesta será al azar, pero poco a poco te convertirás en un experto.

Si en algún momento notas que existen variaciones en el experimento por favor continúa ya que son parte del mismo.

Por último recuerda que puedes tomarte el tiempo que necesites”.

Una vez que los participantes conocieron las instrucciones inició el experimento. Las pantallas de entrenamiento estuvieron diseñadas de la siguiente manera (variaron de acuerdo a los estímulos presentados); en la parte superior se encontró el nombre de un laboratorio ficticio (Laboratorios Gersy) en letras mayúsculas y en color rosa; debajo se presentaron las siguientes instrucciones “El paciente presenta Midiasis ¿esta enfermedad causa la aparición de la sustancia Alfa?” en color púrpura. Debajo de esta pregunta aparecía el nombre de las dos sustancias “Alfa” y “Beta” seguidas de un número en específico y en color azul. Si el participante consideraba *Si* debía de escribir en la hoja de respuesta el número 1, si consideraba que *No* debía de escribir el número 3. Independientemente de su respuesta y de acuerdo al diseño experimental, se les presentó una pantalla de retroalimentación (con una duración de 1200 ms) que indicó cual era la sustancia que causaba.

Las fases de entrenamiento consistieron en la presentación de dos bloques de 12 ensayos, uno para cada una de las relaciones (de acuerdo con los diseños experimentales), las cuales se presentaron de manera aleatoria. El diseño del Experimento 1 se resume en la Tabla 1. Se emplearon dos grupos experimentales RR-RN y RR-NR. Cada uno de los grupos se dividió en dos condiciones, la condición Relacionada-Relacionada (RR) o de CSO y la No Relacionada (NR o RN). La primera de las condiciones (RR) fue similar para ambos grupos experimentales. En esas condiciones, la clave C1a estuvo relacionada con el efecto Ea en la primera fase y con la C2a en la fase de segundo orden (contingencia de 1.0). Las condiciones en donde las claves no se presentaron relacionadas sirvieron como control. En estas condiciones las claves nunca se presentaron relacionadas en alguna de las

fases experimentales (contingencia 0.0) de la siguiente manera, en la condición RN la causa de primer orden (C1b) nunca iba seguida del efecto (Eb) en la primera fase (contingencia 0), y en la condición NR fue en la segunda fase donde la causa de segundo orden (C2b) nunca iba seguida de la causa de primer orden (C1b) no se presentaron relacionadas.

Tabla 1. Diseños experimentales.

EXP	GRUPOS	FASE 1	PRUEBA	FASE 2	PRUEBA	FASE 3	PRUEBA DE CSO
1	RR/NR (n=10)	C1a-Ea / C1b-No Eb	C1a - Ea? / C1b- Eb?	C2a-C1a / C2b-C1b	C2a - C1a? / C2b-C1b?		C2a-Ea?/ C2b-Eb?
	RR/RN (n=10)	C1a-Ea / C1b- Eb		C2a-C1a / C2b-No C1b			
2	EXT/EXT (n=12)	C1a - Ea / C1b - Eb	C1a - Ea? / C1b - Eb?	C2a - C1a? / C2b - C1b?	C2a - C1a? / C2b - C1b?	C1a-No Ea/ C3-No Eb	C2a-Ea?/C2b- Eb? C1a-Ea?/ C1b- Eb?
	EXT/EXC (n=12)					C1a-No Ea / C3-Eb	

NOTA: En el experimento 1, RR, NR y RN representan si la causa y su efecto se presentaban relacionadas (R) o no relacionada (N)s en cada fase (la primera letra representa a la primera fase; y la segunda letra, a la segunda fase). En el grupo 2, EXT indica extinción, EXC indica conservación de la excitación, ambas en la tercera fase de entrenamiento. En cada fase, las letras indican los diferentes estímulos presentados de manera contrabalanceada a lo largo del entrenamiento. C1a y C1b (causas de primer orden): enfermedades Mídiasis ó Xeritis. Ea y Eb (efectos): sustancias en la sangre Alfa ó Beta. C2a y C2b (causas de segundo orden): sustancias químicas Neocina ó Licaina.

Después de presentar los ensayos de cada fase y con el propósito de corroborar que los participantes aprendieran las relaciones entre las causas y los efectos presentados en cada fase de entrenamiento se les presentó una pantalla en la que los participantes debían de valorar las relaciones entre éstos. Las pantallas de evaluación contenían las siguientes instrucciones (que variaron de acuerdo con los estímulos presentados): “En qué grado crees que la Midiasis causa la aparición de la siguiente sustancia. En una escala de 0 a 100, donde 0 significa que nunca lo causa y 100 que siempre lo causa”. En la parte inferior y del lado izquierdo se presentaba el estímulo Alfa y del lado derecho aparecía un cuadro en el que debieron de anotar el porcentaje en el que ellos consideraban que estaban relacionados. Finalmente se presentó una escala numérica del 0 al 100, con valoraciones intermedias (0%, 25%, 50%, 75% y 100%). Al final de todo el experimento, se les pidió a los participantes que evaluaran las relaciones entre las claves de segundo orden (C2a-Ea y C2b-Eb) para conocer si se había establecido o no una relación de segundo orden. Los participantes debieron de anotar su juicio en la hoja de evaluación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 2 se muestra el juicio promedio emitido por los participantes en la prueba de CSO. Como se puede observar, los participantes valoraron con un juicio más alto las condiciones RR o de CSO (relación C2a-Ea) en comparación con los juicios otorgados a las condiciones control RN y NR (relaciones C2b-Eb) siendo los juicios las condiciones relacionadas o no relacionadas similares en ambos grupos.

Para comprobar el efecto de CSO, se realizó un ANOVA 2 (Grupos: RR-NR *vs* RR-RN) x 2 (Tipo de causa: C1a-Ea (CSO: condición RR) *vs* C1b-Eb (Control: condición NR o RN) sobre los juicios finales acerca de la relación entre la Causa de segundo orden y el efecto (C2-E), claves que no se habían entrenado juntas en ninguna de las dos fases. Los resultados revelaron sólo un efecto principal en el factor Tipo de causa, $F(1, 18) = 102.77$, $p \leq 0.01$, $MSE = 543.68$. Es decir, los participantes manifestaron un aprendizaje de segundo orden únicamente cuando las causas y efectos se encontraron relacionados en ambas fases experimentales (condición RR), pero no cuando no estaban relacionadas en alguna de las dos fases (condiciones NR ó RN), porque los juicios sobre la relación causal C2a-Ea en ambos grupos fueron similares y significativamente más altos (mediante la prueba LSD) que los juicios sobre la condición de control, C2b-Eb, que también fueron similares entre sí. Estos resultados replican los hallazgos encontrados por Jara y cols. (2006) y demuestran que los participantes fueron capaces de establecer una relación causal entre dos claves no

entrenadas (C2a-Ea), lo que pone de manifiesto la generalidad y robustez del fenómeno de CSO a través de diferentes preparaciones y especies.

Tabla 2. Juicios promedio emitidos después cada fase experimental.

EXP	GRUPO	FASE 1 C1-E	FASE 2 C2-C1	TIPO DE CAUSA	PRUEBA DE CSO
1	RR / NR	95	92	RR: C2a-Ea	92
		07	95	NR: C2b-Eb	05
	RR / RN	84	87	RR: C2a-Ea	77
		81	17	NR: C2b-Eb	15
2	EXT-EXT	C1a-Ea: 9.2	C2a-C1a: 9.3	EXT C2a-Ea	5.0
		C1b-Eb: 9.4	C2b-C1b: 9.5	CSO C2b-Eb	7.4
				EXT C1a-Ea	2.4
				CPO C1b-Eb	8.0
	EXT-EXC	C1a-Ea: 8.7	C2a-C1a: 8.9	EXT C2a-Ea	5.7
		C1b-Eb: 8.4	C2b-C1b: 8.5	CSO C2b-Eb	7.3
				EXT C1a-Ea	2.7
				CPO-C1b-Eb	6.7

NOTA: En el Exp. 1, RR indica la condición Relacionada en ambas fases (CSO); mientras que NR ó RN, la condición no-relacionada en la 1ª o 2ª fase respectivamente (Control). En el Exp. 2, CSO y CPO: indican Condicionamiento de Segundo y Primer Orden, respectivamente. EXT: con clave extinguida y EXC: con clave no extinguida durante la tercera fase. C1, C2 y E indican la causa de primer o segundo orden y el efecto en cada caso.

Para asegurar el correcto aprendizaje de las relaciones entre todas las claves a lo largo del entrenamiento, se analizaron también los juicios emitidos después de cada fase de entrenamiento para cada relación entre causas y efectos (Tabla 2). Un segundo ANOVA 2 (Grupos: RR-NR vs RR-RN) x 2 (Condiciones RR - vs -NR/RN) x 2 Fases de entrenamiento, reveló

un efecto principal en el factor Condiciones, $F(1, 18) = 20.209$, $p < 0.01$, $MSE = 520.3$, así como una interacción significativa entre Grupo x Condiciones, $F(1, 54) = 36.976$, $p < 0.01$, $MSE = 520.3$. El análisis de la interacción (prueba LSD) mostró que en cualquiera de las dos fases, los juicios en todas las condiciones relacionadas (R) siempre eran significativamente más altos que en las no relacionadas (N); mientras que nunca hubo diferencias entre los juicios a cada clave relacionada o entre los juicios a las claves no-relacionadas (C1b-Eb en el grupo RR-NR o C2b-C1b en el grupo RR-RN).

En resumen, todos estos resultados permiten concluir que los sujetos son sensibles a las relaciones establecidas entre cada causa y su efecto y que una de las condiciones necesarias del CSO en aprendizaje causal, al igual que ocurre en aprendizaje animal, es que las causas y sus efectos se presenten relacionados en ambas fases de entrenamiento. Sin embargo, este experimento no permite distinguir ni entre los diferentes modelos asociativos presentados en la introducción para explicar el fenómeno de CSO en el aprendizaje animal, ni permite analizar el posible papel mediador de la causa de primer orden para inferir las relaciones entre la causa de segundo orden y el efecto, como analizaremos en la discusión general. En el siguiente experimento, se empleó la técnica post-condicionamiento de extinción para tratar de solventar estas cuestiones.

EXPERIMENTO 2

El propósito de este experimento fue confirmar la evidencia de que al igual que ocurre con la RC en el CSO, el juicio sobre la relación entre la causa de segundo orden (C2) y el efecto (E), una vez aprendido mediante un CSO, no se ve afectada por la extinción del componente de primer orden.

Como se ha mencionado antes, aunque en múltiples estudios de CSO con animales y humanos se ha encontrado que la extinción del componente de primer orden no afecta al CSO (Rizley y Rescorla, 1972; Davey, 1987; Crawford y Domjan, 1995; Amiro y Bitterman, 1980; Davey y McKenna, 1983; Jara y cols., 2006), hay evidencia en auto-moldeamiento de que tras la reevaluación del EC1, la RC al EC2 no siempre se mantenía (Rashotte y cols., 1977).

Con el propósito de analizar estos resultados contradictorios, Rescorla (1979) investigó si los sujetos aprendían las propiedades específicas y diferenciales de los estímulos incondicionados cuando se empleaba la técnica de extinción post-condicionamiento en CSO, utilizando una preparación de auto-moldeamiento. Específicamente, en el primer experimento, luego de entrenar dos ECs en un procedimiento típico de

CSO, en un grupo el EC1 se sometió a un procedimiento de extinción, mientras que el segundo EC1 continuó siendo reforzando. Sus resultados mostraron que la respuesta condicionada ante el estímulo de segundo orden fue menor si se extinguía el EC1, que si se seguía reforzando. Por consiguiente, estos datos le llevaron a concluir que el CSO parece sensible a las manipulaciones en el valor del EC de primer orden, tal como sugerían Rashotte y cols. (1977), pero que la extinción del EC1 sólo era capaz de provocar una disminución de la respuesta condicionada de segundo orden, no de eliminarla; ya que, el EC de segundo orden producía más respuestas que el EC de primer orden extinguido. Así pues, estos experimentos permitieron conocer el efecto diferencial de entrenar durante una tercera fase dos estímulos de primer orden con un entrenamiento de extinción en un caso, o de excitación en el otro y confirmar que en cualquier caso, no se producía la extinción del CSO, sino sólo una mera atenuación de la excitación.

Dado que en el trabajo de Jara y cols. (2006), durante la fase de extinción post-condicionamiento únicamente se presentaban ensayos de extinción de todas las claves presentadas y en la fase de prueba sólo se preguntaba sobre las claves de segundo orden, los resultados no permiten comprobar si realmente hay un efecto diferencial según haya sólo extinción o se mantenga el nivel de excitación en alguna de las claves, como se deduce de los trabajos previos. Por ello, en este experimento se empleó un diseño similar al de Rescorla (1979) y durante la tercera fase, se conservaba el nivel de excitación en una de las condiciones presentando el efecto no-extinguido (Eb) asociado a una nueva clave (C3b). El objetivo fundamental fue evitar que los participantes en el experimento, tras pasar por la fase de extinción, extraigan la conclusión de que ningún agente potencialmente causal produce ninguno de los efectos que aparecen en la tarea. Dicha inferencia podría tender a igualar las relaciones de primer orden utilizadas en las diferentes condiciones experimentales, oscureciendo el efecto que debería producir la extinción de la relación de primer orden en la expresión de la relación de segundo orden. De esta forma, se evitaba que durante la tercera fase, sólo haya extinción en todos los estímulos presentes en la misma, lo que podría producir un efecto de una más fácil discriminación de todas las claves que no se presentan durante esta fase y podría explicar la ausencia de efecto de la extinción de la clave de primer orden. Alternativamente, si no se conserva ningún nivel de excitación durante la tercera fase, podría producirse un efecto de generalización de la extinción sobre la clave de primer orden, interpretación que no podía analizarse en los resultados previamente obtenidos por Jara y cols. (2006), porque no se preguntaba sobre las claves de primer orden en la fase de prueba.

Por ello, la segunda manipulación es también importante porque los participantes, además de valorar las relaciones de segundo orden (como en el trabajo anterior, Jara y cols., 2006), debían emitir un juicio sobre todas las relaciones de primer orden, hubieran sido extinguidas o no. De esa forma, este experimento permite comprobar hasta qué punto una vez formado el CSO en aprendizaje causal, dicho aprendizaje es realmente independiente de la extinción de la clave de primer orden, independientemente de que se mantenga o no la excitación en una de las claves y además, permite comparar entre sí todas las relaciones establecidas a lo largo de todo el proceso de entrenamiento, para comprobar el efecto diferencial del aprendizaje de cada tipo de relación.

MÉTODO

Participantes. Veinticuatro estudiantes universitarios de ambos sexos de la Facultad de Psicología de la Universidad de Granada recibieron un crédito escolar por su participación. Su edad varió de 19 a 24 años, y se les asignó de manera aleatoria a los diferentes grupos experimentales. Igual que en el experimento anterior, en este se les informó a los participantes de las normas y principios éticos para la investigación con humanos.

Procedimiento. En este experimento, se realizaron algunos cambios en el procedimiento, ya que se llevó a cabo de manera individual en cabinas experimentales. Los participantes se sentaban frente al ordenador y el experimentador estaba presente durante la lectura de las instrucciones y los ensayos de prueba para asegurarse de su correcta comprensión. La tarea experimental fue similar a la del experimento anterior y la distribución de las pantallas de entrenamiento fue idéntica, con la salvedad de que en cada ensayo de entrenamiento, para emitir su respuesta predictiva los participantes debían de presionar la tecla S para indicar “Sí” y la tecla N para indicar “No”.

El diseño experimental se encuentra resumido en la parte inferior de la Tabla 1. La primera fase consistió en dos bloques de 12 ensayos cada uno donde se presentaron las relaciones entre las claves C1a-Ea y C1b-Eb, en la segunda fase se presentaron relaciones entre las C2a-C1a y C2b-C1b el mismo número de ensayos; el nivel de contingencia para cada relación fue de 1.0. Finalmente, los participantes emitieron un juicio de causalidad después de la primera y segunda fase experimental. Para emitir su juicio los participantes debían presionar una tecla marcada con un número, para poder emplear los números del teclado del ordenador la escala cambió del 1 al 10, pero se siguieron conservando los mismos valores intermedios (0%, 25%, 50%, 75% y 100%).

Se realizó una tercera fase que constaba del mismo número de ensayos, en la que se manipuló la extinción de las relaciones de primer orden. Al igual que en el Experimento anterior, se presentaron dos condiciones experimentales en cada uno de los grupos, una de condicionamiento de segundo orden ó CSO y una de extinción ó EXT. La condición de Extinción (EXT) fue similar para ambos grupos, se presentaron 12 ensayos en los que la clave C1a no se presentaba seguida del Ea. En la condición de CSO se presentó una clave novedosa (C3), en esta condición también se presentaron 12 ensayos; en esta condición en el grupo EXT-EXT, todos los ensayos eran del tipo C3-no Eb, dado que la clave nueva (C3) nunca iba seguida del efecto (Eb); mientras que en el grupo donde se conservó el nivel de excitación (EXT- EXC), la clave C3 se presentó siempre seguida del Eb.

Tras cada fase del entrenamiento se pedía el juicio sobre las relaciones causales entre todas las claves que aparecían en cada una de ellas. En la prueba final, los participantes tuvieron que valorar cuatro diferentes relaciones de forma aleatoria y contrabalanceada. Debían emitir un juicio sobre las relaciones de Primer Orden, extinguida (C1a-Ea) o no extinguida (C1b-Eb), con la finalidad de confirmar que los participantes habían aprendido que la relación de primer orden (C1a-Ea) se encontraba extinguida o si había algún efecto de generalización de la extinción. Además se les pidió que evaluaran las relaciones entre las claves de segundo orden (C2a-Ea y C2b-Eb) para conocer si se mantenía o no la relación de segundo orden, en función de la extinción de la relación de primer orden.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 2 muestra el promedio de los juicios otorgados por los participantes después de la primera y segunda fase de entrenamiento. Como se observa, los participantes emitieron juicios con valores altos a las relaciones entre cada causa de primer orden y su efecto (C1a-Ea y C1b-Eb) en la primera fase, siendo el mismo patrón de resultados el encontrado en los juicios emitidos a las relaciones de la segunda fase (C2a-C1a y C2b-C1b). Un ANOVA 2 (Grupos EXT-EXT vs. EXT-EXC) x 2 (Tipos de causa: EXT vs. CSO) x 2 (Fases de entrenamiento), no apreció diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los factores ni en sus interacciones ($p > 0.05$). Estos resultados muestran que los juicios de los participantes eran similares a todas las relaciones establecidas durante el entrenamiento en esas dos fases, lo que confirma que han aprendido lo mismo sobre cada relación y que cualquier diferencia posterior, no se debe a un aprendizaje diferencial durante estas fases. Además, dado que estos

juicios eran muy altos y significativamente mayores que los otorgados en la siguiente fase a las claves extinguidas, estos resultados permiten inferir que se había aprendido correctamente que todas las claves estaban positivamente relacionadas con sus efectos.

Ahora bien, los resultados más interesantes y sugestivos de este experimento son los obtenidos en la fase de prueba, representada en la figura 1. Para analizar estadísticamente estos resultados se empleó un ANOVA factorial 2 (Grupos: EXT-EXT *vs.* EXT-EXC) x 4 (tipo de relación causal, véase Tabla 2 fase de prueba), que mostró sólo un efecto principal en el factor Tipo de Relación Causal ($F(3, 66) = 10.76, p < .0001, MSE = 11.46$). La ausencia de resultados significativos del factor Grupo o de su interacción con el Tipo de Relación Causal (ambas $F < 1, p < 0.8$; muy lejos de la significatividad estadística, $p < 0.05$), demuestra que el mantenimiento o no de la excitación durante la tercera fase, no parece ejercer ningún efecto diferencial ni en la evaluación de las claves de primer orden, extinguida o no, ni en la evaluación de las claves de segundo orden en tareas de aprendizaje causal, a diferencia de los resultados de Rescorla (1979).

Al analizar el efecto del Tipo de Relación Causal, para lo que se utilizó la prueba LSD, los resultados más importantes que se pueden observar en la figura 1 fueron:

1) La existencia de un claro efecto de extinción de la clave de primer orden, dadas las diferencias significativas entre la clave de primer orden extinguida y la no extinguida ($C1a-Ea < C1b-Eb, p < 0.001$). Esto demuestra que los sujetos fueron capaces de captar de forma adecuada y diferencial la extinción de una de las claves y el mantenimiento de la excitación en la otra clave, que no había sido presentada durante la tercera fase.

2) El resultado más importante fue que en la condición en que se produjo la extinción de la clave de primer orden, la relación de segundo orden difería también significativamente de la clave de primer orden extinguida ($C1a-Ea < C2a-Ea, p < 0.006$). Este dato es fundamental y confirma que la extinción de la clave de primer orden no parece tener un efecto de extinción en la de segundo orden. Es muy importante señalar, que dada la ausencia de un efecto de grupo, el hecho de que se mantenga o no la excitación, no parece tener ningún efecto diferencial. Para confirmar aún más este dato, el análisis de los juicios a la clave de segundo orden cuya relación de primer orden había sido extinguida ($C2a-Ea$) entre los dos grupos con sólo extinción (EXT-EXT) o con excitación (EXT-EXC) mostró la clara ausencia de cualquier tipo de significatividad ($F < 1; p < 0.67$).

3) Nunca hubo diferencias significativas entre las causas de segundo o primer orden no afectadas por ningún proceso de extinción (C2b-Eb y C1b-Eb), lo que demuestra un claro efecto de CSO mantenida en la condición C2b-Eb, dado que dicha causa y efecto nunca habían sido entrenados juntos.

4) Por último, las diferencias entre la relación de segundo orden afectada por la extinción de primer orden (C2a-Ea), con la clave de segundo o primer orden no afectadas por ningún proceso de extinción (C2b-Eb y C1b-Eb) fueron igualmente significativas ($p < 0.045$ en ambos casos). Estas últimas diferencias sugieren la posibilidad de que la extinción de la clave de primer orden sí tenga algún efecto atenuador sobre la fuerza de la relación causal de segundo orden, efecto cuya importancia analizaremos en la discusión general.

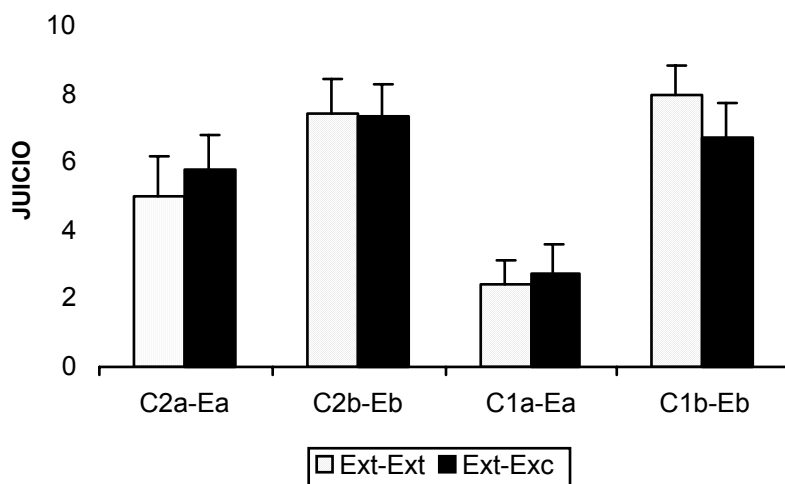


Figura 1. Juicio medio de causalidad en la prueba final de CSO en cada una de las relaciones de primer y segundo orden. Las barras de error representan el error estándar de la media.

En resumen, el resultado más importante de este experimento es que aunque se produjo una clara extinción de la clave de primer orden como efecto del entrenamiento en la tercera fase, no se produjo la misma extinción en la clave de segundo orden, resultado idéntico al que ocurre en aprendizaje animal (Rescorla, 1979). Además, los resultados demostraron también que los participantes eran capaces de discriminar las relaciones específicas de cada clave con sus efectos y que la extinción post-condicionamiento de la clave de primer orden tuvo un efecto atenuante

sobre el CSO, pero que dicho efecto atenuador nunca llegó al nivel que la extinción produjo sobre la clave de primer orden resultado también similar al obtenido por Rescorla (1979). Por último, y a diferencia con los resultados en aprendizaje animal (Rescorla, 1979), el mantenimiento o no de la excitación durante la tercera fase, no produjo ningún efecto diferencial en la estimación de las relaciones causales de cada causa y su efecto.

DISCUSIÓN GENERAL

De manera general, los resultados del primer experimento replicaban el fenómeno de CSO en tareas de aprendizaje causal con humanos, mostrando así el establecimiento de una inferencia causal directa entre dos eventos (C2a-Ea, causa 2 y efecto) que nunca fueron presentados conjuntamente durante las fases de entrenamiento, lo que confirma la robustez y fiabilidad del fenómeno de CSO en aprendizaje causal con humanos. Además, muestran que una condición necesaria para que se produzca tal inferencia causal es que exista una primera relación entre la causa 1 y el efecto, y luego entre la causa 2 y la causa 1; la ausencia de relación en cualquiera de las dos fases, impide la formación del CSO.

Sin embargo, el principal resultado de este trabajo fue que la extinción específica de la causa de primer orden, no anula o extingue la inferencia de la relación causal de segundo orden, resultado obtenido en el Experimento 2 y que confirma los obtenidos en estudios previos de CSO en aprendizaje animal y humano. Ahora bien, en ese mismo experimento se comprobó que la extinción de la causa de primer orden produjo un efecto atenuador sobre la relación de segundo orden, como ocurría en el trabajo de Rescorla (1979), aunque contrariamente a éste, esta atenuación era independiente de que se mantuviera o no el estado de excitación durante la fase de extinción. Por último, los resultados de este segundo experimento permitieron comprobar también un alto grado de especificidad en los juicios de cada una de las asociaciones entre causas y efectos durante cada una de las fases de entrenamiento.

Desde una perspectiva asociativa, la importancia de que la extinción del primer componente no genere al mismo tiempo la extinción del CSO, reside en que confirman una vez más la conclusión de que este fenómeno no parece estar mediado por la representación de la causa (o el EC) de primer orden. De hecho, los resultados obtenidos en condicionamiento animal y humano mediante manipulaciones post-condicionamiento, especialmente la extinción, sólo pueden interpretarse a partir de dos posibles tipos de conexiones. Los individuos pueden haber establecido una relación directa del EC2 con el EI o del EC con la RC (Rizley y Rescorla, 1972). El fenómeno de CSO en tareas de aprendizaje causal, así como la

demostración de que la extinción de la relación de primer orden no produce la extinción del CSO, apoyan más bien la idea de la existencia de una asociación entre el EC2 y una representación mental del EI, dado que no parece imprescindible la emisión de ninguna respuesta para lograr establecer dicho fenómeno, al menos en humanos en el caso de aprendizaje de relaciones causales. En este sentido, los resultados en tareas de aprendizaje causal también confirman los hallazgos encontrados en la investigación con animales que apoyaban la hipótesis de la necesidad de la representación del EI para la formación del CSO (Barnet y cols., 1991; ver también Rescorla, 1979).

Desde una perspectiva cognitiva, esta hipótesis de la conexión directa entre el EC y la representación mental del EI, sugiere también que el individuo durante tareas de aprendizaje causal tiende a formar relaciones causales relativamente independientes entre cada causa con sus efectos. A pesar de que el entrenamiento podría favorecer la formación de una cadena causal, en la que los sujetos aprenderían que la Causa 2 produce la Causa 1 que previamente producía el Efecto (C2-C1-E), el hecho de que los sujetos continúen infiriendo la existencia de una relación causal entre la Causa 2 y el efecto, una vez extinguida la relación C1-E, sugiere que no es necesaria la mediación de la C1 para el mantenimiento de la relación causal C2-E, y por tanto que las relaciones causales aprendidas son relativamente independientes.

Ahora bien, en este trabajo, al igual que en el trabajo de Rescorla (1979), se produjo un efecto atenuador de las relaciones causales en el segundo componente como resultado de la extinción del primer componente, aunque en nuestro caso ese efecto fue independiente del mantenimiento de la excitación durante la fase de extinción, quizá porque se utilizó una nueva clave y no la misma clave primer orden durante la última fase. En cualquier caso, una posible explicación de este fenómeno podría implicar el hecho de que la relación de primer orden es evaluada por los participantes en dos ocasiones distintas: una tras la primera fase de entrenamiento de la relación de primer orden; y otra en la prueba final, justo después de la extinción de la relación de primer orden. Por el contrario, el juicio sobre la relación de segundo orden y el efecto sólo tiene lugar en la prueba final¹. La evidencia experimental en otras tareas de aprendizaje causal ha mostrado que si se realiza un juicio global, el individuo tiende a integrar la información suministrada a lo largo de toda la tarea, pero que si se piden juicios tras cada fase de un experimento, el individuo sólo valora o

¹ Esta interpretación fue sugerida por un revisor anónimo, al que queremos agradecer no sólo esta sugerencia, sino todo el trabajo de edición y crítica constructiva realizada sobre una versión anterior de este artículo.

da mayor peso a la información inmediatamente precedente (véase, Catena, Maldonado, y Cándido, 1998; Vadillo, Vegas, y Matute, 2004).

En este trabajo, dado que la misma relación de primer orden fue evaluada primero justo después de la fase de entrenamiento de dicha relación y luego otra vez, justo después de la fase de extinción de la misma relación, cabría esperar que los juicios al final estuvieran determinados casi exclusivamente por los ensayos de la fase de extinción. En cambio, dado que la relación de segundo orden sólo se evaluó al final, es posible que los ensayos de la primera fase (entrenamiento de la relación de primer orden) hayan tenido bastante más peso que en el caso anterior y por eso no se observe la extinción. De modo que las diferencias entre la relación de causal de primer y segundo orden, una vez extinguida la primera, se deberían no al hecho de que el mantenimiento de la relación de segundo orden no esté mediado por la relación de primer orden, sino a que las diferentes condiciones en que se solicita el juicio sobre las relaciones proporcionan un efecto de recencia en el caso de la relación de primer orden y un efecto “integrativo” o “promediador” en el caso de la relación de segundo orden. Es importante señalar sin embargo, que una forma de solucionar este problema, sería eliminar la fase de prueba tras la fase de entrenamiento de la relación de primer orden, como se hizo en Jara y cols. (2006). En ese trabajo se demostró que la introducción de esa prueba intermedia (Exp. 2a vs. Exp. 2b), no producía ningún efecto diferencial en las estimaciones finales sobre la causa de segundo orden, tras la extinción de la de primer orden. Además es importante señalar, que en este trabajo, se solicita el juicio sobre la relación entre la causa de segundo orden y la de primer orden tras la segunda fase. Según la propuesta previa, el individuo debería ser más sensible a la tercera fase en su estimación final, y ni en este experimento, ni sobre todo en el trabajo antes mencionado (Jara y cols., 2006), este juicio intermedio sobre la clave de segundo orden produjo ningún efecto diferencial de la extinción. Por tanto, aunque la frecuencia del juicio no parece ser el factor determinante del mantenimiento de la relación causal entre la clave de segundo orden y el efecto una vez extinguida la relación de la clave de primer orden, los datos actuales tampoco permiten rechazar la plausibilidad de dicha hipótesis y futuros experimentos deberán dilucidar el impacto que la frecuencia del juicio puede tener en todos estos efectos.

En resumen, el hecho de que la extinción o ruptura de relaciones entre la C1 y el efecto no produzca al mismo tiempo la extinción del CSO, potencia la hipótesis asociativa de que el individuo forma una relación directa entre el EC2 o la causa 2a y el EI o el efecto, relación no mediada por el ECI o la causa 1a (Barnet y cols, 1997; Rescorla, 1979). Ahora bien, este trabajo, al igual que el de Rescorla (1979) con auto-moldeamiento,

demuestra también que los individuos no son absolutamente insensibles a la extinción del primer componente, ya que se produjo una atenuación de las relaciones causales entre la C2 y el efecto, como resultado de la extinción del primer componente. Este resultado abre también nuevas perspectivas de investigación para intentar descubrir bajo qué condiciones los humanos somos capaces de integrar nuevas informaciones en nuestras creencias causales, aunque ya hayamos formado una conexión causal y no estén presentes las causas en ese momento, como ya ocurre en el caso de la reevaluación retrospectiva del bloqueo y el ensombrecimiento en el aprendizaje animal y humano.

Para concluir, los resultados encontrados en este trabajo permiten sustentar la capacidad humana para deducir la existencia de una relación causal entre una causa de segundo orden y un efecto, a partir de la información aprendida en dos experiencias previas distintas, en las que dicha causa y su efecto nunca aparecieron conjuntamente. En segundo lugar, corroboran la ausencia de extinción del CSO (C2a-E) tras la extinción del primer eslabón causal (C1a-E), lo que parece indicar que la relación entre la causa de segundo orden y el efecto no parece estar mediada por la causa de primer orden. Este resultado sugiere además que durante el aprendizaje causal de segundo orden (CSO), los individuos parecen formar relaciones causales relativamente independientes entre cada causa y el efecto, y no relaciones encadenadas, lo que permite explicar no sólo la emergencia de una relación de segundo orden, sino también la falta de influencia de la extinción del primer componente sobre este aprendizaje. Es interesante comprobar, que dicha hipótesis coincide con la interpretación desde un modelo asociativo de la formación de una relación directa entre el EC y la representación del EI (véase, Rescorla, 1979, o Barnet y cols., 1991). En tercer lugar, los resultados han permitido observar que en cada tipo de experiencia, el individuo es capaz de aprender y evaluar correctamente el tipo de relación específica establecida entre cada causa con su efecto y cómo estas permanecen inalteradas, aunque se alteren (o extingan) las relaciones de otras claves. Finalmente, el hecho de que hubiera un efecto de debilitamiento (pero no extinción), de la conexión causal de segundo orden tras la extinción de la de primer orden, abre la investigación futura al estudio de cuáles son las condiciones que permiten romper una conexión causal de segundo orden una vez establecida.

ABSTRACT

Causal inference and learning processes in second order conditioning.

The main objective of this study was twofold. Experiment 1 showed the reliability of second-order conditioning (SOC) in causal learning tasks. Experiment 2 confirmed that post-conditioning extinction of the first-order causal relationships does not have the same extinction effect on the causal relationships between the second-order cue and the effect. The important contributions of second experiment were firstly, that during the extinction phase in one condition, the excitation level of acquisition was conserved in the other condition; finally, participants not only should judge the second-order relationships but also those of first-order extinguished or not during the test phase. The results confirmed that extinguishing the first-order relationship, does not generate the extinction of the second-order one (SOC), although it produced an attenuation of the strength of the second-order causal relationship. These results accords with associative models explaining SOC in animal conditioning based upon relatively independent associations between conditioned and unconditioned stimuli. In a similar way, they also suggest the possibility that people were learning independent rather than chained causal relationships during SOC learning.

REFERENCES

- Amiro, T. W. y Bitterman, M. E. (1980). Second-order appetitive conditioning in goldfish. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 6, 41-48.
- Barnet, R. C., Cole, R. P. y Miller, R. R. (1997). Temporal integration in second-order conditioning and sensory preconditioning. *Animal Learning and Behavior*, 25, 2, 221-232.
- Barnet, R.C., Arnold, M., y Miller, R. (1991). Simultaneous conditioning demonstrated in second-order conditioning: Evidence for similar associative structure in forward and simultaneous conditioning. *Learning and Motivation*, 22, 253-568.
- Bevins, R. , Delzer, T.y Bardo, M. (1996). Second-order conditioning detects unexpressed morphine-induced salt aversion. *Animal Learning and Behavior*, 24, 221-29
- Catena, A., Maldonado, A. y Cándido, A (1998) The frequency of judgment effect. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 24, 481-495.
- Crawford, L. y Domjan, M. (1995). Second-order sexual conditioning in males Japanese quail (*Coturnix japonica*). *Animal Learning and Behavior*, 23, 327-334.
- Davey, G. C. L. (1987). An integration of human and animal models of Pavlovian conditioning: Associations, cognitions, and attributions. In G.C.L. Davey (Ed.). *Cognitive processes and Pavlovian conditioning in humans* (pp. 83-114). Chichester, England: Wiley.
- Davey, G. C. L., y Arulampalan. T. (1982). Second-order "fear" conditioning in humans. Persistence of CR2 following extinction of CR1. *Behavior Research and Therapy*, 20, 391- 396.
- Davey, G. C. L, y Mc Kenna, I. (1983). The effects of post-conditioning revaluation of CS1 and UCS following Pavlovian second-order electrodermal conditioning in humans. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 35B, 125-133.

- Jara, E., Vila, J. y Maldonado, A. (2006). Second-order conditioning of human causal learning. *Learning and Motivation*, 37, 230-246.
- Kehoe, E. J., Feyer, A. M. y Moses, J. L. (1981). Second-order conditioning of the rabbit's Nictitating membrane response as a function of the CS2-CS1 and CS1-CS2 intervals. *Animal Learning and Behavior*, 9, 304-315.
- Marlin, N. (1983) Second-order conditioning using a contextual stimulus as S1. *Animal Learning and Behavior*, 11, 3, 290-294.
- Miller, R. y Escobar, M. (2002). Learning: Laws and models of basic conditioning. En R. Gallistel y H. Pashler (2002). *Stevens' Handbook of Experimental Psychology* 3^o Ed. Learning, Motivation and Emotion. New York: John Wiley and Sons.
- Pavlov, I. (1927). *Conditioned Reflexes*. England: Oxford University Press.
- Rashotte, M. (1981). Second-order autoshaping: Contributions to the research and theory of Pavlovian reinforcement by conditioned stimuli. In: Locurto, C.M., Terrace, H.S. y Gibbon, J. *Autoshaping and conditioning theory* (pp. 139-180). New York: Academic Press.
- Rashotte, M., Griffin, R. W. y Sisk, C.L. (1977). Second-order conditioning of the pigeon's keypeck. *Animal Learning and Behavior*, 5, 25-38.
- Rescorla, R. (1979). Aspects of the reinforcer learned in Second-order Pavlovian conditioning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 5, 79-95.
- Rizley, R. C. y Rescorla, R. A. (1972). Associations in second-order conditioning and sensory preconditioning. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 81, 1-11.
- Vadillo, M. A., Vegas, S., & Matute, H. (2004). Frequency of judgment as a context-like determinant of predictive judgments. *Memory & Cognition*, 32, 1065-1075.

(Manuscript received: 22 September 2006; accepted: 12 February 2007)