



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN PSICOLOGÍA  
ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LA CONDUCTA

## CONDICIONAMIENTO DE SEGUNDO ORDEN EN TAREAS DE APRENDIZAJE CAUSAL

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
**DOCTORA EN PSICOLOGÍA**  
P R E S E N T A  
**Elvia Jara Hernández**

### JURADO DE EXAMEN DE GRADO

**DIRECTOR:** Dr. Javier Vila Carranza  
**COMITÉ:** Dr. Arturo Bouzas Riaño  
Dr. Antonio Maldonado López  
Dr. Florencio Miranda Herrera  
Dr. Javier Nieto Gutiérrez  
Dra. Rosalva Cabrera  
Dr. Florente López

Ciudad Universitaria, 2007



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Esta tesis fue realizada gracias a las becas otorgadas a Elvia Jara Hernández por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONACYT (N. R. 172766), y por la Universidad Nacional Autónoma de México y la Universidad de Granada para la realización de estancia doctoral. Y al financiamiento otorgado por CONACYT (4855-H) y DGAPA-UNAM (IN302605) al grupo de investigación “Aprendizaje Asociativo Humano” de la FES Iztacala

A mis papás y mis hermanas.....

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar me gustaría agradecer al Dr. Javier Vila quien desde el primer momento en que me aceptó en su laboratorio fue desarrollando en mí una ilusión muy grande por la labor investigadora guiándome paso a pasito en este, algunas veces, complicado camino. Gracias Javier por todas tus enseñanzas y por todos los gratos momentos que durante tantos años me permitiste pasar a tu lado en el laboratorio.

Gracias también al Dr. Antonio Maldonado, quien siempre mostró gran entusiasmo e interés en este trabajo y con cada proyecto que emprendíamos juntos; gracias Antonio por enseñarme a emocionarme tanto con nuestra investigación; pero sobre todo muchas gracias por sus invaluable palabras de aliento.

Además, agradezco sinceramente la ayuda brindada en la realización de los experimentos de todos los que alguna vez formaron parte del grupo de investigación “Aprendizaje Asociativo Humano”; y a los profesores del área de Psicología Experimental de la FES Iztacala quienes cada vez que fue necesario, permitieron a sus alumnos ocupar tiempo de sus clases para participar en los experimentos.

También, quiero agradecer al departamento de Psicología Experimental de la Universidad de Granada, quienes durante toda mi estancia me hicieron sentir parte suya. Especialmente al grupo de Investigación “Aprendizaje causal y humano”, quienes hacen una excelente investigación y con quienes aprendí que la investigación y la diversión pueden hacer muy buena mancuerna, gracias a Antonio Cándido, Andrés Catena, Amparo Herrera, José C. Perales y por supuesto a Antonio Maldonado e Isabel.

Asimismo, me gustaría agradecer a todas y todos los que participaron en el desarrollo de esta tesis haciendo mis momentos muy muy felices, a Manu, Cynthia, Karla, Sofía, Arturo, Gómez, Raúl, Sujas, Marlene, Marcela, Christina, Catherine, José G., Yula, Olga, Laura, por supuesto a todos los “Jara”; a los “Granainos” Amparo, Conchi, Nacho, Ana, Puri, Pedro M., Joaquín, Chechu, María E., Pedro G, Alicia . . . . .y perdón por si alguien se me quedó fuera de esta lista, deben entender que a veces mi memoria falla. . . . .gracias por esas sonrisas!!!

Finalmente, mi agradecimiento más grande es para mis papás y mis hermanas quienes al quererme todos los días, apoyaron y alentaron la finalización de este proyecto, sin ustedes difícilmente hubiera alcanzado ésta meta... gracias porque sé que siempre contaré con su apoyo!!!

# ÍNDICE

<b>RESUMEN</b>	7
<b>CAPÍTULO 1.</b>	
<b>APENDIZAJE ASOCIATIVO Y APRENDIZAJE CAUSAL</b>	8
1.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS DEL APRENDIZAJE ASOCIATIVO	8
1.2 APRENDIZAJE CAUSAL	12
1.2.1 Teorías en aprendizaje causal	18
1.2.1.1 Teorías asociativas	19
1.2.1.2 Teorías normativas o estadísticas	24
1.2.1.3. Teorías recientes en aprendizaje causal humano	26
<b>CAPÍTULO 2.</b>	
<b>CONDICIONAMIENTO DE SEGUNDO ORDEN</b>	35
2.1 Análisis empírico del CSO	36
2.1.1 La Generalidad del CSO	38
2.1.2 Variables que afectan al CSO	45
2. 2 Perspectivas teóricas	48
2.2.1. Teorías tradicionales	49
2.2.2 Teorías asociativas basadas en el proceso de la información.	51
2.2.3 Teorías basadas en la representación.	53
2.2.4 Teorías basadas en la expresión de lo aprendido	54
2.2.5 Teorías basadas en la transferencia de función	56
2.3 Análisis experimental de los contenidos asociativos en el CSO: La re- evaluación post-condicionamiento	58
2.4 La extinción del estímulo asociado en el condicionamiento de primer orden	60
2. 4. 1 Técnicas de Devaluación del Reforzador (EI).	64
2. 4. 2 Otras técnicas de devaluación del EI.	66

<b>CAPITULO 3.</b>	71
ANÁLISIS EXPERIMENTAL DEL CSO EN EL APRENDIZAJE CAUSAL	
3.1 Experimento 1a	78
Método	79
Resultados y Discusión	83
3.2 Experimento 1b	86
Método	86
Resultados y Discusión	87
3.3 Experimento 2a	92
Método	93
Resultados y Discusión	95
3.4 Experimento 2b	98
Método	98
Resultados y Discusión	99
3.5 Experimento 3	102
Método	104
Resultados y Discusión	106
3.6 Experimento 4	111
Método	112
Resultados y Discusión	114
3.7 Experimento 5	119
Método	119
Resultados y Discusión	121
<b>CAPITULO 4.</b>	
DISCUSIÓN GENERAL	125
REFERENCIAS	139

## RESUMEN

El condicionamiento de segundo orden (CSO) se caracteriza porque un estímulo neutro (EC2), que nunca se había asociado directamente con un estímulo incondicionado (EI), es capaz de evocar una respuesta condicionada (RC) similar a la evocada por el EC1. En esta investigación se realizaron siete experimentos cuyos objetivos generales fueron: en primer lugar, demostrar el fenómeno de condicionamiento de segundo orden con humanos en una tarea de aprendizaje causal y en segundo lugar, evaluar los contenidos del aprendizaje durante el CSO empleando la técnica de extinción post-condicionamiento. Los Experimentos 1a y 1b demostraron por primera vez un efecto de CSO en el aprendizaje causal humano. En los experimentos 2a y 2b se encontró que la extinción de la clave de primer orden no afecta el aprendizaje de segundo orden, al igual que ocurre en el condicionamiento animal. En los experimentos 3 y 4, se demostró que en el aprendizaje causal, la extinción de la primera o de la segunda relación no afectó el CSO, aún cuando se conservó el nivel de extinción de una de las relaciones. Finalmente, en el Experimento 5, se observó que sólo extinguiendo las relaciones de ambas fases se puede atenuar el efecto de CSO en el aprendizaje causal. En conjunto, los resultados mostraron el aprendizaje de una relación directa entre la causa de segundo orden y el efecto sin que esta relación pareciera estar mediada por la causa de primer orden o segundo orden; finalmente los datos sugieren que para establecer una inferencia causal de segundo orden las personas empleamos un modelo mental de causal independientes.

# CAPÍTULO 1.

## APRENDIZAJE ASOCIATIVO Y CAUSAL

### 1.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS DEL APRENDIZAJE ASOCIATIVO

El **aprendizaje asociativo** o aprendizaje de pares de estímulos ocurre cuando, *como resultado de un emparejamiento entre dos o más eventos existe un cambio en la conducta de los sujetos*. El aprendizaje asociativo frecuentemente es el resultado de dos tipos de condicionamiento: el **condicionamiento instrumental** u *operante*, y el **condicionamiento clásico** o *pavloviano*.

Fueron dos los principales teóricos quienes fundamentaron los principios del aprendizaje asociativo; por un lado Thorndike (1911) en su libro *Animal Intelligence* fue pionero en el estudio de los mecanismos del condicionamiento *instrumental*; por otro lado Pavlov (1927) fundamentó el condicionamiento *clásico* o *pavloviano* al asociar dos estímulos independientemente de la conducta del organismo. En el estudio del Condicionamiento Instrumental, Thorndike (1911) argumentó que el aprendizaje consistía en la formación de conexiones entre el estímulo y la respuesta E-R y que esas conexiones se formaban siempre que la respuesta fuera seguida por una consecuencia satisfactoria; por lo que el reforzador fortalecía esa asociación. Basado en esta "Ley del Efecto", explicó por qué un animal incrementaba su conducta cuando se le colocaba en la misma situación experimental. Para demostrar esta "ley del Efecto",

realizó varios experimentos que implicaban observar cómo los animales (gatos, pollos o perros) escapaban de unas cajas problema (cada una de las cuales podía abrirse de manera diferente) para obtener alimento. Por ejemplo, colocaba a un gato dentro de una caja problema y ponía comida fuera de ésta, el gato tenía que aprender a empujar una palanca para salir de la caja y obtener el alimento; al principio los animales forcejeaban y arañaban la caja y sólo después de cierto tiempo respondían correctamente. Una vez que el animal producía la respuesta correcta se le permitía el acceso a la comida y se iniciaba otro ensayo. Los resultados obtenidos le llevaron a considerar que los animales aprendían por ensayo y error debido a la recompensa o al castigo contingente a la conducta del sujeto (Tarpy, 2000).

El *condicionamiento pavloviano* remonta su historia a los trabajos realizados en el laboratorio de Pavlov (1927). En sus primeros estudios Pavlov presentó comida a unos perros (EI) seguida del sonido de una campana (EC) de manera repetida. Después de varios ensayos donde se apareaban los estímulos, el EC provocaba la salivación del perro (respuesta condicionada ó RC); en otras palabras, los perros habían aprendido a asociar el sonido de la campana con la comida. Razón por la cual desde esta perspectiva se asume que el aprendizaje depende del incremento de las asociaciones estímulo-estímulo mismas que se forman a partir de la contigüidad temporal y espacial de los estímulos, así como de la intensidad y frecuencia de estas presentaciones.

De acuerdo con lo anterior, en condicionamiento pavloviano se pueden establecer dos tipos de relaciones: a) cuando la relación entre el EC y el EI se encuentra correlacionada positivamente en el tiempo, se produce un *condicionamiento excitatorio*; b) cuando la probabilidad de que ocurra el EI en presencia del EC es muy baja o nula y además, el EC y el EI se encuentren correlacionados negativamente en el

tiempo se produce *condicionamiento inhibitorio* (Rescorla, 1968). Por otro lado, los principales procedimientos para entrenar en condicionamiento pavloviano son: 1) *condicionamiento de demora*, el cual consiste en la presentación del EI tiempo después de la ocurrencia del EC, esta demora puede ser breve o larga; 2) *de huella* en el cual se presenta el EI después de que ha terminado la presentación del EC y 3) el condicionamiento *retroactivo*, que difiere con los anteriores en que primero se presenta el EI y luego el EC.

Entre los fenómenos encontrados en las investigaciones originales realizadas por Pavlov (1927) destacan: 1) *la extinción*, que consiste en la presentación del EC sin el EI un determinado número de ocasiones hasta que la respuesta ya no se presente; 2) *la recuperación espontánea* de la respuesta por el simple paso del tiempo después de la extinción; 3) *la generalización*, cuando una respuesta se establece en presencia de un estímulo parecido al entrenado originalmente; 4) *la discriminación* de los estímulos, cuando se debe responder al estímulo entrenado y 5) el *condicionamiento de segundo orden*, donde un EC es capaz de elicitar una RC aún cuando no haya sido asociado directamente con ésta.

A partir de los trabajos pioneros de Thorndike (1911) y Pavlov (1927) los psicólogos alrededor el mundo estudiaron asiduamente los principios del condicionamiento instrumental y clásico (principalmente en animales) siendo en los años 30's a 50's cuando la investigación alcanzó su cúspide con la formulación de teorías como las planteadas por Hull (1939), Skinner, (1938) o Tolman (1932); teorías que dominaron casi toda el área de la psicología experimental durante la primera mitad del siglo XX.

Sin embargo, a partir de la época de los 60's el auge del aprendizaje asociativo comenzó a declinar y poco a poco fue remplazado por la investigación de otros

aspectos de la cognición tales como la atención, la memoria y el procesamiento de la información. Pese a que actualmente no sea un área dominante en la psicología experimental, el aprendizaje asociativo permanece siendo un área activa tanto experimental como teóricamente. Por ejemplo, el estudio aprendizaje pavloviano tiene gran importancia porque juega un papel fundamental tanto en la conducta animal como humana, no sólo porque es un mecanismo que permite a los animales adaptarse a los eventos biológicamente significativos; sino también, porque a partir de sus postulados se pueden explicar algunas conductas anormales en humanos, tales como el abuso a las drogas (Siegel, 1989) y desordenes de ansiedad (Bouton, Mineka y Barlow, 2000).

No obstante, si bien la investigación del condicionamiento pavloviano sigue enfocándose en la conducta de los animales, su estudio en humanos está creciendo cada vez más en interés e importancia. Por ejemplo, a partir de los años ochenta, algunos de los fenómenos del aprendizaje asociativo que originalmente se investigaban con animales comenzaron a estudiarse con humanos utilizando tareas de juicios causales. Interés que derivó del estudio publicado por Dickinson, Shanks y Evenden (1984) en el que consideraron que los mecanismos que actúan en el aprendizaje asociativo podrían ser un medio que permite a las personas detectar relaciones causales en el ambiente, dado que las condiciones en que tienen lugar el aprendizaje son similares a aquellas en las que existe una relación causal entre los eventos. Esta similitud se planteó debido a que así como en el condicionamiento pavloviano y en el instrumental se establece una asociación entre un estímulo o suceso antecedente (Estímulo Condicionado, EC, o Respuesta Instrumental, R) y su consecuencia (Estímulo Incondicionado, EI, o Reforzador), en el caso del aprendizaje causal se establece una asociación entre causas antecedentes y efectos. En el aprendizaje asociativo los cambios que resultan de esta asociación son las respuestas condicionadas (RC), que

corresponderían a los juicios de causalidad o contingencia en aprendizaje causal. De hecho, empleando tareas de juicios causales han sido replicados con humanos una serie de fenómenos del aprendizaje asociativo (Shanks, 1985; Williams, 1995), lo que justifica pensar que los mecanismos de aprendizaje podrían ser los mismos, al menos en parte, en el aprendizaje asociativo animal y en el aprendizaje humano de relaciones causales, como veremos a continuación.

## 1.2 APRENDIZAJE CAUSAL

La habilidad para adquirir conocimiento causal es fundamental para la supervivencia de los organismos debido a que este conocimiento permite predecir eventos y planear acciones para llevar a cabo algún objetivo. Aún cuando en el medio ambiente hay algunas ocasiones en las que sólo se necesita conocer la *estructura correlacional* entre los eventos; en gran cantidad de situaciones es necesario conocer la **estructura causal** de los mismos (p. e. cuando se quiere conocer si un determinado alimento es la causa de cierto malestar), por ello en determinadas situaciones para poder explicar por qué ocurren los eventos en el ambiente, es necesario conocer qué los ha causado. La causalidad es un tema que ha atraído a muchos filósofos y psicólogos que interpretado cómo es que se aprenden las relaciones causales en el mundo y cuáles de estas relaciones se utilizan para ajustar la conducta de manera apropiada al medio ambiente.

Desde un *análisis filosófico* se tiende a enfatizar las características ontológicas de la causalidad; por ejemplo, David Hume (1748) postuló tres tipos de asociaciones: 1) semejanza; 2) contigüidad espacio-temporal y 3) las relaciones causa-efecto. En su análisis consideró que las asociaciones se diferenciaban claramente entre las que sólo existía una relación espacio temporal y aquellas donde existía una verdadera relación

de causa y efecto; consideraba que estas asociaciones causales estaban acompañadas de la impresión de una "conexión necesaria". Hume concluyó que esta impresión entre causas y efectos estaba basada en una relación asociativa que era causada por observaciones repetidas de eventos apareados. Finalmente, de acuerdo con Hume (1748) las impresiones causales se formaban cuando los siguientes enunciados coincidían: a) la causa y el efecto debían ser contiguos en espacio y tiempo; b) la causa debe ser previa al efecto; y c) debía de haber una unión constante entre la causa y el efecto (además señaló que esa era la principal cualidad que constituía la relación).

Por otro lado, el interés principal de las *teorías Psicológicas* ha sido el proceso de adquisición y representación del conocimiento causal. De esta forma, se denomina **aprendizaje causal** al proceso mediante el que los organismos son capaces de captar las relaciones entre acontecimientos del medio que les rodea y así adaptar su comportamiento de forma apropiada (Perales, Catena, Ramos y Maldonado, 1999). El aprendizaje causal se ha explicado por medio de dos grandes grupos de teorías: asociativas y normativas o computacionales, las cuales se detallarán en el siguiente apartado.

El estudio del aprendizaje causal se realiza con participantes humanos y generalmente consiste en un entrenamiento en el cual se establece una relación entre una causa y un efecto (por ejemplo, el consumo de algún medicamento y la aparición de una enfermedad), ya sea en una serie de ensayos los cuales se van presentando uno a la vez, o bien de manera resumida en una tabla de contingencia. En la mayoría de estas investigaciones generalmente se emplean variables binarias (definidas por su presencia o ausencia) y en la mayoría de los casos se emplea el conocimiento previo (que incluye la información temporal) para etiquetar esas variables como causas o como efectos.

La información proporcionada en una tarea de juicios causales puede resumirse en una tabla 2 x 2, conocida como matriz de contingencias, en la cual se representa la presencia o ausencia de una clave (causa) y la presencia o ausencia de una consecuencia (efecto). Las letras de las celdas (a, b, c, d) representan la ocurrencia conjunta de las cuatro posibles combinaciones entre las claves y consecuencias (ver Tabla. 1).

**Tabla 1.**

	Consecuencia presente	Consecuencia ausente
Clave presente	<b>A</b>	<b>b</b>
Clave ausente	<b>C</b>	<b>d</b>

*Matriz de contingencia entre dos eventos.*

Después de presentar varios ensayos clave-consecuencia (o causa - efecto), se presenta una prueba, en la que se puede preguntar acerca de la contingencia o correlación entre dos variables; del control, influencia o efectividad de una variable sobre otra, o bien, de si una variable predice o causa otra variable (Allan, 1993).

Desde una perspectiva asociativa se ha establecido que a la variable que se presenta en primer lugar se le conoce como *clave* mientras que, a la que se presenta en segundo lugar se le llama *resultado* o *consecuencia*; es decir, la definición de un determinado evento ambiental como clave o resultado depende exclusivamente de la posición temporal del mismo y no de si representan causas o efectos (Allan, 1993; Perales, Catena y Maldonado, 2000). Pero desde una perspectiva causal, las relaciones temporales de los eventos no son importantes, es por ello que se han definido dos tipos

de tareas: diagnósticas y predictivas (Waldmann y Holyoak, 1992). En las tareas **diagnósticas** las claves corresponden a los efectos y las consecuencias a las causas (E-C); por ejemplo, a los participantes se les pide que valoren el grado en que cierto síntoma (efecto) permite conocer la ocurrencia (o ausencia) de una determinada enfermedad (causa); en las tareas **predictivas** las claves corresponden a las causas y las consecuencias a los efectos (C-E), un ejemplo de esta tarea es cuando las personas deben de evaluar si tomar un medicamento causa la aparición de una enfermedad.

Las tareas experimentales también se han clasificado de acuerdo con las siguientes tres variables (Hogarth y Einhorn, 1992):

- a) Complejidad, se refiere la cantidad de información que los participantes deben procesar en cada ensayo y a su experiencia con la tarea, algunos trabajos que han manipulado esta variable son los de Shanks (1995) y Allan (1993).
- b) Número de ensayos, esta variable puede ocasionar dos efectos en los participantes: *motivacional* (ya que un número elevado de ensayos puede ocasionarles aburrimiento) y *cognitivo* (ya que la sensibilidad a la nueva información puede decaerse). Perales y cols (1999) reportan que no existen trabajos que hayan realizado este tipo de manipulación.
- c) Modo de respuesta, esta variable se refiere a la frecuencia con la que el sujeto debe de emitir sus juicios de causalidad o contingencia. Los dos modos de respuestas son *ensayo a ensayo* o de manera *global* ya sea al final de una secuencia o del total de los ensayos (Hogarth y Einhorn, 1992). La importancia de la manipulación de esta variable reside en que se ha encontrado que el modo de respuesta ensayo a ensayo es más sensible al efecto de recencia, resultados afines a los modelos asociativos; y que por el contrario en el modo de respuesta global se integra la información recibida a lo largo de los ensayos, según se

establece en los modelos normativos (Matute, Vegas y De Marez, 2001).

Tomando en cuenta los tipos de tareas, en una condición predictiva a los sujetos se les pregunta acerca de la probabilidad de un efecto cuando una causa está presente, mientras en una condición diagnóstica se les pregunta acerca de la probabilidad de la ocurrencia de una causa cuando se presenta el efecto.

Las escalas empleadas para realizar la prueba pueden ser *unidireccionales* que al final marquen una contingencia perfecta o bien que indiquen una no contingencia (0 a 100) o *bidireccionales*, que de una lado marquen una contingencia negativa perfecta, en medio no contingencia y en el extremo opuesto una contingencia positiva perfecta (-100 a 100). Sin embargo, los juicios (como medida) presentan algunos problemas metodológicos ya que pueden llegar a influenciarse por variables ajenas a las manipuladas en la investigación, por ejemplo Cheng y Novick (1991) informaron sobre estudios en los cuales la valoración del juicio causal estaba influenciada por la posición social y las habilidades del experimentador.

Para presentar la información de las claves generalmente se utilizan dos procedimientos: *el de la operante libre* y *el de ensayos discretos*. En el procedimiento de la *operante libre* los ensayos no se encuentran delimitados, es decir, la presentación de la consecuencia está determinada por el intervalo. Un ejemplo de este tipo de ensayos es cuando los sujetos pueden responder (p.e. presionando una tecla) solo durante un periodo de tiempo predefinido (Wasserman, Chatlosh, y Neunaber, 1983). En el procedimiento de *ensayos discretos*, cada una de las series de ensayos está dividida en periodos bien delimitados de claves y consecuencias. Por ejemplo, Shanks (1985) presentó una tarea en la cual se pedía a los sujetos que juzgaran la efectividad de un nuevo tipo de proyectiles en la destrucción de tanques, en cada ensayo un tanque se movía a través de una pantalla de video (en la que también se presentaba el visor de un

arma), los sujetos tenían que elegir entre disparar o no el proyectil y observar si el tanque se destruía.

Al igual que en condicionamiento animal, algunos de los principios observados en tareas de aprendizaje causal son:

La *contigüidad espacio-temporal*. En este principio se considera que la mejor manera de conseguir que dos estímulos se asocien es coincidiendo en tiempo y espacio; es decir, si dos estímulos se encuentran cercanos en el tiempo, se desarrollará una asociación entre éstos con mayor facilidad. Sin embargo, el principio de la contigüidad (en el sentido más estricto) tiene dos grandes problemas; el primero de ellos es la *asincronía*, ya que es más fácil relacionar dos eventos que se encuentran próximos en el tiempo que relacionar dos eventos que se presentan de manera simultánea; el segundo problema es el de la *relatividad*, ya que además de la proximidad entre los eventos se debe de considerar el intervalo entre los ensayos, pues entre más parecido sea el intervalo entre ensayos al intervalo entre estímulos más lento será el aprendizaje (Rosas, 2003).

El principio de contigüidad temporal también se aplica a las tareas de juicios causales, ya que se ha encontrado que el decremento en la contigüidad entre la causa y el efecto también resulta en un decremento en el juicio de la relación causal entre los dos eventos (Young, 1995). Por ejemplo, en un estudio realizado por Shanks, Pearson y Dickinson (1989) se demostró el papel de la contigüidad temporal y de la demora en aprendizaje causal. En su experimento los participantes debían de juzgar qué tanto presionar la barra espaciadora iluminaba un triángulo en la pantalla de la computadora. La tarea estaba programada para que el triángulo se encendiese al presionar la barra con una probabilidad de 0.75; además Shanks y cols. (1989) variaron el intervalo temporal entre presionar la barra (respuesta) y la ocurrencia del efecto (iluminación)

entre 0 y 16 segundos. Los resultados mostraron que los participantes estimaron que la efectividad de su respuesta decrementaba conforme la demora aumentaba. De hecho, dado que utilizaron una contingencia de 0.75 los participantes no pudieron distinguir entre las relaciones causales y no causales después de una demora de 2 seg.

2) La *Contingencia*. Este concepto es central y se refiere al grado en que dos variables se encuentran relacionadas. Así por ejemplo, en la teoría de la contingencia (Rescorla, 1968) se mantiene que los organismos son capaces de diferenciar entre la probabilidad de la ocurrencia del EI en presencia del EC,  $p(EI/EC)$ , y la probabilidad de la ocurrencia del EI en ausencia del EC,  $p(EI/\sim EC)$ . De esta forma, el uso de la contingencia como variable independiente es muy común en tareas de juicios causales pues se ha observado que los participantes son capaces de calcular y emitir en su juicio las probabilidades que ellos aprenden (Papini y Bittermann, 1990; Young, 1995).

Estos principios han sido fundamentales para poder desarrollar y evaluar los modelos teóricos explicativos del aprendizaje causal en humanos, al igual que ocurrió en el aprendizaje asociativo animal. A continuación se describirán algunas de las principales propuestas teóricas del aprendizaje causal que se han desarrollado para explicar los resultados obtenidos en estudios con humanos.

### 1.2.1 Teorías en aprendizaje causal

Para explicar el aprendizaje causal humano se han propuesto un amplio rango de teorías que se pueden dividir en dos grandes grupos: *asociativos* y *normativos* o *estadísticos* (Miller y Escobar, 2001). De manera general, las *teorías asociativas* postulan que los juicios están determinados por conexiones asociativas que se forman por la contigüidad de la presentación de las claves y consecuencias; mientras que las

*teorías estadísticas* consideran que los participantes se comportan como estadísticos intuitivos y son capaces de extraer la covariación de la información aplicando una regla en la que se integran las frecuencias o probabilidades de los eventos presentados a través del tiempo. En esta sección se describirán algunas de las principales teorías al interior de estos grupos.

### 1.2.1.1 Teorías asociativas

Dentro de las teorías asociativas, el modelo de *Rescorla-Wagner R-W* (1972) ha resultado ser fundamental para explicar el aprendizaje animal y se ha propuesto como un modelo para explicar el aprendizaje causal, reinterpretando a las claves como causas y a las consecuencias como efectos y además, cambiando el concepto de “fuerza asociativa” por el de “fuerza causal percibida”.

El modelo de R-W está basado por un lado en los argumentos originales de Hull (1939) quien consideró que si se asocia un EC con un EI, cada vez que estos se presenten juntos se producirá un pequeño incremento en su valor condicionado (produciendo una curva negativamente acelerada); y por otro lado, está sustentado en el concepto de sorpresividad, pues suponen que el aprendizaje se establece cuando un estímulo resulta diferente a lo que se espera (Kamin, 1969).

El concepto central del modelo de R-W es el de **fuerza asociativa** (V), que se refiere a la fuerza de una conexión directa entre los elementos que representan a los dos estímulos utilizados en el condicionamiento clásico, el estímulo condicionado EC, y el estímulo incondicionado EI. Por sus características el modelo explica cómo se aprende, ensayo a ensayo, la asociación entre los estímulos.

Matemáticamente el modelo puede ser expresado de la siguiente manera:

$$\Delta V_i^{[k]} = \alpha_i \beta_j (\lambda_j - \sum V_i^{[k-1]})$$

Donde:

$\Delta V_i^{[k]}$ :	Incremento de la fuerza asociativa producida en el ensayo k
$\sum V_i^{[k-1]}$ :	Sumatoria de la fuerza asociativa acumulada de todos los EC's hasta el ensayo k-1
$\lambda_j$ :	Nivel asintótico de la fuerza asociativa con valores de 0 a 1
$\alpha_i$ :	Tasa de aprendizaje o relevancia del EC con valores de 0 a 1
$\beta_j$ :	Tasa de aprendizaje o relevancia del EI con valores de 0 a 1

Es decir el incremento en la fuerza asociativa de un EC en un ensayo determinado es el resultado de la diferencia entre el máximo de fuerza asociativa del EI (o nivel asintótico  $\lambda_j$ ) en ese ensayo y la suma de las fuerzas asociativas que hayan sido adquiridas por todos los estímulos que estaban presentes en el ensayo anterior.  $\alpha_i$  y  $\beta_j$  dependen de la intensidad del EC y del EI respectivamente, influyendo solamente en la velocidad con la que se adquiere el aprendizaje.

En el modelo de R-W los estímulos compiten para ganar la fuerza asociativa disponible. De acuerdo con éste, las manipulaciones en la contingencia afectan al condicionamiento porque la competencia por ganar fuerza asociativa forma asociaciones entre los estímulos y las claves contextuales (específicamente el EI y el contexto compiten contra la asociación de los bloques de EC y contexto). Cuando la contingencia es positiva, el condicionamiento es excitatorio, por el contrario cuando la contingencia es negativa el condicionamiento es inhibitorio, dado que el valor de la asíntota ( $\lambda$ ) cambia a -1 (Allan, 1993).

A pesar de su sencillez el R-W puede explicar muchos de los fenómenos del aprendizaje asociativo con animales así como en aprendizaje causal (Shanks, 1995; Lober y Shanks, 2000). Sin embargo, desde algunas perspectivas en aprendizaje causal se consideró que el R-W (1972) no es un modelo adecuado para el aprendizaje causal

humano ya que por ejemplo, no predice que las personas puedan actualizar sus creencias causales cuando una causa se encuentra ausente, como sucede en el caso de la reevaluación retrospectiva (Chapman, 1991; Van Hamme y Wasserman, 1994).

Los estudios de reevaluación retrospectiva se caracterizan por la modificación de lo aprendido sobre una clave en virtud de una experiencia posterior de aprendizaje en la que no se presenta esa clave (Dickinson y Burke, 1996); como señala Danks (1995), aunque este fenómeno se ha demostrado relativamente en pocas ocasiones en aprendizaje animal (Blaisdell y Miller, 2001), son múltiples las situaciones de aprendizaje causal en donde se ha observado (Chapman, 1991; Van Hamme y Wasserman, 1994). Por lo anterior se han propuesto diferentes modificaciones al modelo R-W, en las que la fuerza asociativa puede cambiar independientemente de si la clave está ausente o no. Esas teorías difieren en algunos detalles pero la idea básica es que la ausencia de una clave puede ser informativa y por lo tanto se debe de conocer su fuerza asociativa, de esta forma:

**1º.-** La modificación de **Van Hamme y Wasserman (1994)** se refiere al tratamiento de las claves ausentes por lo que no afecta la manera en la que el modelo original describe el aprendizaje de las claves cuando están presentes. En su propuesta, una clave ausente puede asociarse con un EI de la misma forma en que lo hacen las claves presentes, por lo que su fuerza asociativa puede incrementar o decrementar, como es el caso de los fenómenos de reevaluación retrospectiva (Dickinson y Burke, 1996).

De acuerdo con estos autores el modelo de R-W en su origen sólo utiliza la información de las celdas a y b de una matriz de contingencias (ver Tabla 1), su modificación permite la utilización de todas las celdas mediante la inclusión de una variación en el parámetro  $\alpha$  asociado al EC. En el modelo de R-W cuando una clave no

está presente  $\alpha$  tiene un valor de cero; según Van Hamme y Wasserman (1994) cuando la clave está ausente  $\alpha$  adquiere un valor negativo, diferente de cero, lo que permite aplicar el modelo a las cuatro celdas de la tabla de contingencias.

**2º.-** El modelo **SOP**<sup>1</sup> es un modelo que permite explicar tanto el aprendizaje y la ejecución, así como los efectos de condicionamiento dependientes del tiempo (Wagner, 1981). Entre sus postulados se encuentra que cada estímulo se puede encontrar en tres estados ó nodos representacionales; uno es el estado inactivo (I) en el cual la representación del estímulo es inmodificable y no tiene efecto sobre la conducta; el estado A1 ó estado primario tiene la capacidad de influir en la conducta y se supone que es responsable del aprendizaje asociativo; por último el estado secundario ó A2 es capaz de influir en la conducta pero no de producir un nuevo aprendizaje (Durlach, 1989).

Como en otras teorías asociativas, en ésta se asume que se llevará a cabo una asociación entre un par de estímulos cuando éstos se encuentren activados de manera simultánea. Se supone que se desarrollará una asociación excitatoria entre un EC y un EI si el estado A1 del EC se traslapa con el estado A1 del EI, una vez que se ha establecido esta asociación el EC continúa provocando sus propios estados A1 y A2; luego del condicionamiento excitatorio se supone que el EC no actúa como sustituto del EI sino que activa sólo el estado A2 del EI. Si se asume que ambos estímulos se encuentran activados en el estado A2 no se produce aprendizaje asociativo; pero si uno de ellos se encuentra en el estado A1 y otro en el estado A2 se produce aprendizaje inhibitorio.

---

<sup>1</sup> SOP es un acrónimo de "Procedimientos de operación estándar" (Standard Operating Procedures); sin embargo se le suele nominar "procesos oponentes", por tener ciertas similitudes con la formulación del proceso oponente (Sometimes Opponent-Processes) de Solomon y Corbit (1974).

Recientemente, Dickinson y Burke (1996) realizaron una modificación al SOP asumiendo que se establece una relación excitatoria entre los nodos cuando ambos están en el mismo estado de activación ya sea que los dos se encuentren en A1 o bien, en A2. De esta manera, si los dos nodos se encuentran en estados de activación diferentes, ya sea que el nodo del EI se encuentre en el estado A1 y el nodo del EC en el estado A2 o viceversa, se producirá una relación inhibitoria.

**3º.- La hipótesis del comparador** (Miller y Matzel, 1998) fue planteada como una regla de respuesta centrada en la ejecución y su premisa básica es que los sujetos aprenden acerca de cada una de las relaciones EC-EI que se les presentan. Según esta hipótesis el nivel de una RC ante un EC estará determinada no solo por la fuerza asociativa adquirida por dicho estímulo durante el entrenamiento; sino también será resultado de la comparación, en el momento de la prueba, entre este valor y el adquirido por cualquier otro estímulo o estímulos presentes en el entrenamiento.

La ecuación propuesta en el modelo de la hipótesis del comparador es la siguiente:

$$\Delta E_A = \beta (\lambda - E_A)$$

Es decir, la fuerza asociativa adquirida por un estímulo A en un ensayo determinado está en función de la diferencia entre el nivel asintótico y la fuerza asociativa adquirida en los ensayos anteriores ( $\lambda - E_A$ ), esto es precisamente lo que lo diferencia de los modelos anteriores, pues se supone que la fuerza asociativa acumulada hasta ese ensayo  $E_A$  no se refiere únicamente a la fuerza neta adquirida por la asociación entre el EC y el EI, sino a la que pudo haber alcanzado vía generalización.

Entre las restricciones de la hipótesis del comparador se encuentran, 1) que sólo toma en cuenta la formación de asociaciones excitatorias con el EI y, 2) el que las respuestas sean excitatorias o inhibitorias lo determinan las fuerzas relativas de la

excitación condicionada al EC objetivo en comparación con el valor excitatorio de las claves contextuales que estuvieron presentes con el EC objetivo durante el entrenamiento (Domjan, 2003, p. 115).

### 1.2.1.2 Teorías normativas o estadísticas

Desde la perspectiva de las teorías normativas se considera que los participantes se comportan como estadísticos intuitivos y que son capaces de extraer la covariación entre las causas y los efectos aplicando una regla para integrar las frecuencias o probabilidades de los eventos a través de todos los ensayos. Además asumen que los participantes codifican la información de manera análoga a la de una tabla de contingencias (ver Tabla 1), empleando esta analogía intentan explicar si dos eventos (causa-efecto) se encuentran relacionados y si la contingencia en la que lo están coincide con la valoración (o juicio) que otorgan los participantes (Perales y cols., 1999).

De manera general, la consecuencia (o variable de salida) de los algoritmos propuestos en estos modelos es una estimación más o menos ajustada de la contingencia entre la clave y el resultado y, muestran altas correlaciones con la **regla  $\Delta P$**  (Shanks, 1995). Además, señalan que los sujetos realizan un cálculo de la probabilidad condicional del resultado dada la clave  $p(R/C)$  y de la probabilidad del resultado en ausencia de la clave  $p(R/\sim C)$  y basan sus juicios en la diferencia de esas probabilidades. La regla  $\Delta P$  se define entonces de la siguiente manera:

$$\Delta p = p(R/C) - p(R/\sim C) \quad \text{ó} \quad \Delta p = a/(a+b) - c/(c+d)$$

Sin embargo, esta medida únicamente permite realizar predicciones adecuadas sobre el comportamiento final en tareas con juicios de causalidad, ya que como señalan Shanks (1991) y Chapman (1991), el modelo no explica el aprendizaje que ocurre de un ensayo a otro y por lo tanto tampoco explica los efectos de orden de presentación de los

ensayos como lo hace, por ejemplo, el R-W (1972). Este es precisamente uno de los problemas que presenta el estadístico  $\Delta P$  pues no está basado en cálculos explícitos de las diferencias entre  $p(R/C)$  y  $p(R/\sim C)$ .

La **regla  $\Delta D$**  ofrece la posibilidad de explicar la asociación causa-efecto ensayo a ensayo, ya que depende de los apareamientos y no apareamientos entre la causa y el efecto. Esta regla tiene como características fundamentales que los valores de la asíntota son iguales a los de  $\Delta P$  y que puede explicar fenómenos como el de orden de los ensayos (Allan, 1993). La regla propone que los juicios de los sujetos están basados en la diferencia entre los casos de las casillas a y d y, de las casillas b y c divididos por el número total de ensayos, de la siguiente forma:

$$\Delta D = (a+d)-(c+b)/N$$

A pesar de que  $\Delta p$  es uno de los modelos estadísticos más reconocidos no es el más adecuado para explicar la ejecución de los sujetos en situaciones donde hay más de una causa potencial, ya que como bien señalan Perales y cols. (1999) la complejidad de la textura causal genera que sean muy pocos los casos donde las causas y efectos aparezcan de manera aislada. Además, ambos modelos presentan la limitante de no poder explicar por qué los seres humanos sin algún entrenamiento específico son capaces de detectar situaciones en las que el nivel de correlación puede interpretarse como indicador de la intensidad de una conexión causal.

Dado que la textura causal en el medio ambiente es más bien complicada, en los últimos años se han planteado nuevas teorías para explicar el aprendizaje causal. El amplio rango de esas teorías va desde un modelo puramente probabilístico como el de  $\Delta p$  condicional (Cheng y Novick, 1990, 1992), uno basado en probabilidades condicionadas como la Teoría de la Potencia Causal o Power PC (Cheng, 1997), aquellos que consideran el empleo de un conocimiento proposicional (Lovibond, 2003;

De Houwer, Beckers y Vandorpe, 2005) hasta los basados en estructuras de redes Bayesianas (Waldmann y Martignon, 1998).

### 1.2.1.3 Teorías recientes en aprendizaje causal humano

Como se ha venido considerando, en los últimos años se ha planteado que la cognición y actividad humana dependen del razonamiento y de las creencias causales de los sujetos. De esta forma, el planteamiento de nuevos modelos causales surge por la necesidad de entender y explicar cómo es que las personas adquieren y emplean el conocimiento causal; ofrecen un método para representar el conocimiento causal y las reglas formales para actualizar este conocimiento, y finalmente para poder explicar las *inferencias casuales* o inferencias sobre la fuerza de la relación causal percibida entre las causas y los efectos, mismas que se ven reflejadas en los juicios otorgados por los participantes en las situaciones típicas de aprendizaje causal.

1º.- Uno de estos modelos es el de **contrastes probabilísticos** frecuentemente llamado  **$\Delta p$  condicional** (Cheng y Novick, 1992). El modelo de  $\Delta p$  condicional está basado en inferencias causales y considera que el conocimiento es el resultado de un procesamiento estadístico de la contingencia de la información y puede explicar el aprendizaje cuando se presentan causas múltiples. El concepto principal del modelo es el de "*set focal*", que se refiere al evento que el participante considera relevante; el cual incluye todos los casos; por ejemplo, aquellos en los que las causas potenciales siempre están presentes o aquellos en los que la causa potencial está ausente.

Este modelo especifica que la inferencia causal es una valoración de la covariación de los eventos computada en el set focal (que podría ser diferente). Por ejemplo, un contraste de efectos principales para una causa candidata *A* con respecto a

un efecto  $E$  se define como la diferencia entre la probabilidad, en el set focal, de  $E$  en presencia de  $A$  versus en su ausencia. Si el valor de este contraste es más grande que 0, se considera que  $A$  tiene una influencia generativa sobre  $E$ ; si el valor es menor que 0, se considera que  $A$  tiene una influencia preventiva sobre  $E$ ; y si el valor no es diferente de 0, se considera que  $A$  no tiene una relación causal con  $E$ . Algo semejante ocurre cuando se realiza un contraste de dos vías; es decir, cuando se quiere valorar a dos posibles “causas candidatas”  $A$  y  $B$  como causa del efecto  $E$ , en este caso el contraste es una diferencia entre diferencias, el efecto principal para  $A$  cuando  $B$  está presente menos el efecto principal para  $A$  cuando  $B$  está ausente.

Según Perales y cols. (1999) la teoría de contrastes probabilísticos tiene dos grandes problemas. El primero de ellos es que, en las situaciones donde existen varios sets focales, no especifica cuál de ellos es el que utilizará el sujeto para realizar el cómputo de la contingencia; el segundo problema es que puede aplicarse tanto al aprendizaje causal como al aprendizaje predictivo, debido a que el algoritmo propuesto tiene la finalidad de conocer la covariación entre los eventos pero no la causalidad entre ellos.

**2º.-** Recientemente, Cheng (1997) formuló una versión revisada del modelo de contrastes probabilísticos que puede explicar los datos de la literatura que suponen problemas para modelos asociativos, especialmente para el modelo de R-W, esta teoría se conoce como **teoría de la potencia causal o Power PC**. Power PC enfatiza en que cada una de las causas generativas tiene la misma capacidad causal para producir el efecto y puede definirse como la probabilidad de la ocurrencia del efecto en presencia de la causa potencial y en ausencia de todas las influencias alternativas. De esa forma

permite extender  $\Delta p$  condicional a situaciones donde existen múltiples causas potenciales.

Adicionalmente, Power PC permite solventar el problema de por qué los razonadores no equiparan la covariación con la causalidad, ya que establece una clara diferencia entre una *contingencia percibida* que corresponde a una contingencia condicional *estimada* por el sujeto entre una clave y un resultado y, la *potencia causal percibida* (o poder causal) que sería la estimación que el sujeto realiza de la influencia causal que la clave (causa potencial) ejerce sobre el resultado (Perales, y cols., 1999). Aunque el poder causal no puede ser observado directamente, puede ser calculado estadísticamente dadas algunas suposiciones que permiten calcular el poder causal generativo o preventivo de la causa candidata. De esta forma cuando se controlen las causas alternativas del efecto, el poder generativo de la causa candidata será  $\Delta p \geq 0$ ; mientras su poder preventivo será  $\Delta p \leq 0$ .

**3º.-** El último modelo causal revisado en esta sección es el conocido como **teoría del modelo causal** (TMC), en la que se mantiene que los juicios causales se ajustan a  $\Delta p$  condicional, calculada sobre las causas potenciales y las consecuencias, independientemente del orden temporal de las mismas por lo que uno de sus intereses principales es el estudio de la direccionalidad causal. Es decir, este modelo establece que una de las características fundamentales de las situaciones reales es la asimetría causal; dicho de otro modo, en el mundo real las causas producen efectos pero los efectos no necesariamente llevan a una causa particular (Waldmann, 1996, 2000; Waldmann y Holyoak, 1992; Waldmann, Holyoak y Fratianne, 1995), por lo anterior asume que el razonamiento diagnóstico (efecto a causa) y predictivo (causa a efecto) se procesan de manera diferente.

La TMC tiene tres principios básicos: 1) las personas tienen una fuerte predisposición a aprender conexiones directas de causas a efectos y no viceversa, aún en situaciones en las cuales ellos reciban la información del efecto antes que la información de la causa; b) la fuerza percibida de una conexión causal está relacionada con la contingencia entre la posible causa y el efecto y c) aunque las conexiones en el modelo causal son asimétricas (sólo de causa a efecto) las personas son capaces de hacer inferencias predictivas (de causa a efecto) tanto como inferencias diagnósticas (de efectos a causas) (Waldmann, 1996; Waldmann y Holyoak, 1992).

En esta teoría se predice que los participantes forman un modelo causal en una dirección causa–efecto pero que son capaces de acceder a esa representación en ambas direcciones (predictiva vs. diagnóstica). Por ello, cuando a los participantes se les pide que valoren si la fiebre es un efecto de alguna enfermedad, dan juicios altos, sin embargo dan juicios bajos cuando se les pregunta si la fiebre causa la enfermedad.

Waldmann (1996) realizó un análisis (a partir de algunas posturas filosóficas) sobre la distinción de causas y efectos en el que enfatizó que en el mundo real la dirección causal se dirige de causas a efectos y no de otra manera. Para explicar lo anterior consideró lo siguiente: a) los efectos ocurren por la manipulación de las causas pero, una causa no llega a establecerse como tal por la manipulación de los efectos; b) las causas preceden a los efectos; c) las causas alteran la probabilidad de la ocurrencia de los efectos y; d) los efectos pueden tener una causa común aunque sean independientes, pero no viceversa (por ejemplo tener fiebre y dolor de cabeza son dos efectos diferentes que pudieran ser provocados por una gripe; sin embargo, tener fiebre y dolor de cabeza no indican únicamente que se está enfermo de gripe).

Aún cuando la TMC se base en  $\Delta p$  condicional considera que las contingencias por si mismas no dan cuenta de la asimetría causal, por lo que en esta teoría se

sostiene que los humanos son capaces de utilizar reglas de aprendizaje más sofisticadas. En este sentido, en el caso de dos variables discretas (causa-efecto) se señala que las personas valoran si la presencia de una causa incrementa o decremента la probabilidad de la ocurrencia del efecto. Es decir, en el caso de que una sola causa lleve a un único efecto la fuerza causal puede estimarse calculando la contingencia entre éstos  $p(E/C) - p(E/\sim C)$ . Sin embargo, la teoría establece que en el caso de que varias causas lleven al mismo efecto es necesario controlar los co-factores cuando se valora la fuerza causal (Waldmann, Holyoak y Fratianne, 1995).

Además, considera que en las situaciones donde existen efectos múltiples, una vez que se ha establecido la causa, los efectos tienen una independencia condicional; pero esta independencia no puede establecerse en las situaciones contrarias (múltiples causas y un efecto en común). Considérese por ejemplo a un grupo de personas que sufrieron de una enfermedad estomacal; en este caso una comida en particular pudiera ser la causa común de la enfermedad (hecho que pudiera ser hasta coincidente), pero la enfermedad que cada uno de ellos manifestó de manera independiente no indica necesariamente que la causa común sea la comida.

Asimismo, en la teoría se predice que no es posible demostrar algunos fenómenos del aprendizaje asociativo (Waldmann y Holyoak, 1992; Waldmann, 2000) en tareas de aprendizaje diagnóstico; ya que sostiene que no es el orden temporal sino la estructura causal la que es determinante para la ocurrencia del aprendizaje, es decir, el rol causal que se le atribuye a los efectos, más que su orden de aparición real, determina el aprendizaje relacional sobre ellos (Ramos, Catena, y Perales, 2003).

Para demostrar lo anterior Waldmann, Holyoak y Fratiane (1995, Exp.1) empleando un diseño de bloqueo (A+/AB+) realizaron un experimento en el que les presentaban a los participantes dos situaciones ficticias. El Experimento se llevó a cabo

en dos diferentes fases de entrenamiento donde una clave P primero se asociaba con la consecuencia (P+), en la segunda fase una clave redundante R se presentó con la primera clave y ambas predecían la consecuencia (PR+). En las dos condiciones, el papel causal de las claves se manipuló por medio de diferentes instrucciones.

A los participantes de la condición diagnóstica se les informó que tenían que aprender acerca de una nueva enfermedad (efecto) que era causada por un virus (causa), que no podía observarse directamente pero, que éste (el virus) afectaba la apariencia de las personas. A los participantes se les indicó que se les presentarían descripciones de las personas en la pantalla de la computadora y que ellos tenían que indicar si la persona había contraído la enfermedad o no. A los participantes de la condición predictiva se les indicó que en una serie de estudios psicológicos recientes se había encontrado que la apariencia de las personas (causa) generaba una nueva respuesta emocional (efecto) y que esta respuesta no podía medirse directamente, pero podía medirse con instrumentos psico-fisiológicos. Sus resultados demostraron el efecto de bloqueo sólo en la condición predictiva y sustentaron la idea de que el razonamiento predictivo y diagnóstica se procesa de distinta manera debido a que la teoría predice que los participantes son capaces de acceder a esas representaciones tanto en la dirección predictiva como diagnóstica.

**4º.-** Una visión diferente en los modelos causales proviene de aquellos modelos en los que se emplean **redes Bayesianas** como una herramienta que permite identificar cómo los mecanismos del aprendizaje causal pueden representarse en términos de redes en las cuales las variables representadas se conectan con flechas que indican una dirección causal específica. Originalmente estos modelos emergieron de una mezcla de la estadística, la cibernética y la filosofía y han sido exitosamente aplicados en

diferentes contextos como en la psicología del aprendizaje causal donde son múltiples los modelos de redes Bayesianas que han sido sugeridos (Waldmann y Martignon, 1998). Por ejemplo, y sin dejar de lado todos los supuestos establecidos en la teoría del modelo causal (TMC) Waldmann y Martignon (1998) plantearon un modelo de redes bayesianas conocido como **redes Bayesianas del aprendizaje causal (RBAC)**. Su modelo se plantea en cuatro fases:

1.- En la primera se establece que los participantes realizan suposiciones hipotéticas acerca del modelo causal y hacen énfasis en cómo se adquirió el aprendizaje. En este sentido, este modelo es diferente de la mayoría de los modelos de redes Bayesianas (Pearl, 2000) debido a que tales modelos frecuentemente se desarrollan por la idea de que los análisis causales deben guiarse por sistemas que necesitan estrategias Bayesianas, y por el contrario en el RBAC se considera que los “aprendices” son capaces de inferir relaciones causales entre algunos eventos interconectados aisladamente y suponen que los modelos causales tienen el potencial para reducir el esfuerzo y la información requerida durante el aprendizaje. Esta reducción lo ejemplifica con una interrelación entre tres eventos, sean causas o efectos, de la siguiente manera:

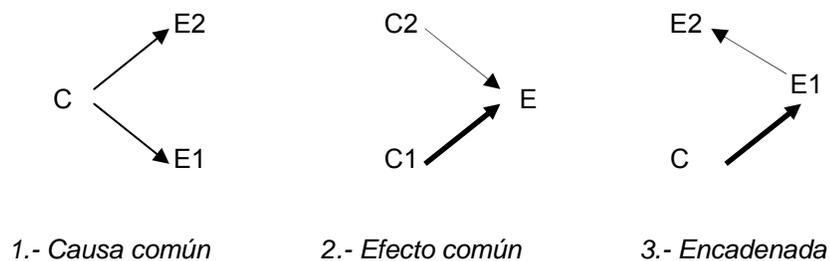


Fig. 1 Modelos causales propuestos en la Teoría de Redes Bayesianas del aprendizaje causal

Es decir, en el modelo de una *causa común* los dos efectos están correlacionados pero a pesar de provenir de la misma causa, tienen una independencia causal; por el contrario, en el modelo de un *efecto común* las causas alternativas son independientes entre ellas pero ambas pueden llegar a tener una dependencia condicional con el efecto; finalmente en el modelo de *causas encadenadas* una vez que se ha establecido la causa intermedia, la causa inicial llega a ser independiente del efecto (ver figura 1).

2.- Al estimar el poder causal de una causa, el RBAC difiere de la teoría de la potencia casual debido a que ésta se restringe a las situaciones donde la información se presenta de causas y efectos, y proponen que los *aprendices* utilizan la frecuencia de la información, la cual se actualiza en cada ensayo, para medir el poder causal. Sin embargo, sólo se codifican las frecuencias relevantes.

3.- El tercer paso se refiere a la integración de múltiples causas; el modelo considera la reducción e integran los poderes causales estimados en tareas de aprendizaje relativamente simples tanto predictivas como diagnósticas.

4.- Por último, el modelo establece que sólo se aprende acerca de relaciones que son consistentes con la estructura del modelo causal de inicio aún cuando ésta consistencia no siempre esté determinada.

Resumiendo, en el estudio del aprendizaje causal se han creado diferentes teorías que han tenido éxito para poder predecir y explicar diferentes fenómenos, dichas teorías se han dividido en dos grupos. Por un lado, las teorías asociativas se distinguen por ser el resultado de un proceso de formación de asociaciones entre las representaciones de los eventos, mismo que suele caracterizarse como automático o no intencional y que está determinado principalmente por los eventos observados. Por el contrario, desde los modelos normativos, el procesamiento de la información se realiza

de manera controlada o intencional y además se manifiesta no sólo por la experiencia directa, sino también por el lenguaje y el razonamiento formal. Esta diferencia en las diferentes perspectivas teóricas del aprendizaje causal ha generado que hasta la fecha no existan acuerdos y que, de hecho, exista cierta controversia en las diferentes formas de abordar y explicar los fenómenos encontrados en el aprendizaje causal.

## CAPÍTULO 2.

### CONDICIONAMIENTO DE SEGUNDO ORDEN

Como se describió en el capítulo anterior, en el *condicionamiento clásico o pavloviano* (Pavlov, 1927) se plantea el apareamiento entre un estímulo incondicionado o EI (el cual generalmente tiene una relevancia biológica) y un estímulo condicionado o EC (generalmente neutro antes de la experiencia de aprendizaje). Como resultado de este apareamiento los sujetos forman una asociación entre el EC y el EI que se manifiesta como un cambio en su conducta, así el grado de condicionamiento alcanzado se reconoce en términos de la fuerza con que se establece la respuesta condicionada (RC).

Sin embargo, desde principios de siglo se demostró que ésta no era la única vía por la cual dos estímulos podían llegar a asociarse. Pavlov (1927) encontró que se podía obtener condicionamiento de una manera indirecta relacionando un segundo estímulo condicionado (EC2) con un con un EC ya condicionado (EC1). A este tipo de condicionamiento se le conoce desde entonces como **condicionamiento de segundo orden (CSO)**. De manera general, en el procedimiento de CSO se tienen tres fases de entrenamiento (ver Tabla 2). En una primera fase los sujetos reciben ensayos entre un EC1 y un estímulo incondicionado (EI), en la segunda fase se presenta un segundo estímulo condicionado (EC2) con el estímulo condicionado de primer orden (EC1); finalmente en la fase de prueba a los sujetos se les pregunta por el EC2 en relación con

el EI, los resultados demuestran que el EC2 es ahora capaz de evocar la RC (Pavlov, 1927).

**Tabla 2.**

Fase 1	Fase 2	Prueba
<b>EC1-EI</b>	<b>EC2-EC1</b>	<b>EC2-EI?</b>

Arreglo experimental del condicionamiento de segundo orden

Aunque fue el mismo Iván Pavlov (1927) quien describió este fenómeno, inicialmente se consideró que era fenómeno débil, transitorio e inestable; estas creencias acarrearón que en la primera mitad del siglo disminuyera el interés en su estudio (Razran, 1955). Sin embargo, en los últimos años se han realizado una gran cantidad de investigaciones de CSO, de tal forma que hoy en día el CSO se ha demostrado en diferentes preparaciones de condicionamiento así como en una extensa gama de especies animales (Rashotte, 1981). El auge en el estudio del CSO se debe sobre todo a que permite ampliar la potencia explicativa del condicionamiento clásico al ampliar el rango de fenómenos y conductas estudiados en esta área y, porque representa una herramienta que permite evaluar los contenidos del aprendizaje en condicionamiento clásico.

## **2.1 ANÁLISIS EMPÍRICO DEL CSO**

Históricamente el CSO se demostró por vez primera en el laboratorio de Pavlov (1927), en el experimento original se apareó el sonido de un metrónomo (EC1) con comida (EI) para provocar una respuesta de salivación (RC), después presentó un

cuadrado oscuro (EC2) seguido del sonido (EC1) pero en esta ocasión los estímulos no iban precedidos de comida. Luego de cierto número de ensayos se encontró que el cuadrado por sí mismo era capaz de evocar la misma respuesta de salivación. Debido a que el cuadrado (EC2) nunca estuvo asociado con el reforzador original (EI) sino sólo con algo que por sí mismo estuvo asociado con el EI (EC1), Pavlov consideró que este era un condicionamiento de segundo orden.

Después del hallazgo del condicionamiento de segundo orden, sólo se realizaron un pequeño número de estudios (Brogden y Culler, 1935; Eccher y Culler, 1941; Murphy y Miller, 1957). Por ejemplo, destaca el publicado por Pogrebkova (1950, en Razran, 1961), en el cual el duodeno de un perro se inflaba con aire (EC1) y después se presentaba un choque eléctrico en la pata izquierda del animal (EI). Luego de cierto número de ensayos les presentó un sonido poco antes de inflar el duodeno; lo que observó fue que el sonido por sí mismo era capaz de provocar la RC aún cuando éste no había estado asociado al choque eléctrico.

Así pues, las principales razones para la falta de experimentación durante esa época fueron: 1) los investigadores consideraban que el CSO era un fenómeno difícil de demostrar (Razran, 1961) y; 2) por la falta de controles adecuados muchas de estas demostraciones fueron objeto de fuertes críticas, de forma que por ejemplo se consideraba la existencia de pseudocondicionamiento, del condicionamiento de claves ambientales o de la introducción de recompensas extrañas o estímulos punitivos durante la fase de segundo orden (McAllister y McAllister, 1964). No obstante, en los años sesenta algunos investigadores llegaron a considerar que estos errores eran la causa de la poca frecuencia con la que se observaba el fenómeno (Razran, 1961). Este argumento generó que durante los sesenta el interés por su estudio del CSO y el número de demostraciones aumentase considerablemente (Rashotte, 1981).

### 2.1.1 La Generalidad del CSO.

En 1964 McAllister y McAllister publicaron lo que ellos consideraron la primera demostración del CSO con las condiciones de control adecuadas, debido a que los autores midieron la respuesta de la fase de primer orden a través de su influencia en el aprendizaje de una nueva respuesta. En su experimento primero condicionaron un tono asociado con un choque eléctrico para provocar una respuesta de miedo, en la segunda fase aparearon una luz con el tono y colocaron a las ratas en una caja de *escape* en la que cuando se encendía la luz, de manera simultánea se abría una puerta que daba a un compartimiento seguro (donde no se administraba el choque). Encontraron que las ratas aprendieron a escapar del choque brincando al otro lado de la caja cuando se presentaba la luz. Además, otra característica de su experimento fue que por primera vez se observó que el CSO también podía ocurrir con un procedimiento de condicionamiento demorado.

Basándose en el estudio anterior, Davenport (1966) demostró el CSO en una situación de *supresión condicionada*. Después de establecer una línea base en respuestas de palanqueo, realizaron la fase de condicionamiento de primer orden, la cual consistió en la presentación de un tono (EC1) seguido de un choque eléctrico (EI). En la segunda fase se les presentó una luz (EC2) seguida del EC1; pero además durante esta fase manipuló: 1) el tiempo de presentación del EC2; 2) el tiempo entre el comienzo del EC2 y el comienzo del EC1; finalmente 3) el tiempo de presentación del EC1. Los resultados permitieron a Davenport (1966) considerar que su experimento y el de McAllister y McAllister (1964) demostraban la autenticidad e importancia del fenómeno de CSO.

Para apoyar las demostraciones anteriores, Kamil (1968) realizó una investigación similar en la que empleó un diseño entre grupos basándose en la técnica de control de ensayos no contingentes (Rescorla, 1967). Después de realizar el condicionamiento de primer orden, los sujetos del grupo experimental durante la segunda fase recibieron ensayos EC2-EC1, pero a los del grupo control se les presentaron ensayos no contingentes. Se encontró una mayor supresión en el grupo experimental. Estos resultados permitieron al autor señalar que las diferencias se debieron a que en los grupos con ensayos no contingentes, el EC2 no tuvo ningún valor informativo.

Sin embargo, de esa época el estudio de CSO más reconocido fue el publicado por Rizley y Rescorla (1972), quienes empleando un diseño intrasujeto y proponiendo grupos de control adecuados presentaron una buena estrategia metodológica para demostrar el CSO. En su experimento emplearon tres grupos, en el grupo experimental Apareado-Apareado (AA) los sujetos recibieron ensayos en las que cada vez que el animal presionaba la palanca aparecía una luz seguida de una descarga para producir condicionamiento aversivo de primer orden a la luz; luego, recibieron ensayos donde se presentaba un ruido seguido de la luz. Los datos también señalaron supresión condicionada en presencia del tono. Se realizaron dos grupos control, el grupo Apareado-No Apareado (AN) recibió asociaciones entre la luz con la descarga, pero presentaciones entre el tono y la luz no apareadas; el grupo No Apareado- Apareado (NA) recibió ensayos del tono con la luz, pero no de la luz con la descarga. Estos dos grupos se incluyeron para asegurar que los datos del grupo AA dependieran únicamente de su historia de condicionamiento. Los resultados mostraron mayor supresión durante la presentación del EC2 en el grupo AA que en los grupos NA y AN mostrando que ambas relaciones (luz- descarga y tono-luz) son determinantes en el CSO.

A partir de la publicación de estos experimentos la existencia del CSO quedó de manifiesto y el interés en su estudio generó un creciente número de investigaciones en diferentes especies que incluían un gran número de preparaciones experimentales, (ver Tabla 3). Así, el CSO también se demostró por ejemplo en preparaciones de:

**a) Automoldeamiento.** Rashotte Griffin y Sisk (1977) demostraron el CSO en automoldeamiento con palomas. El experimento se realizó en dos fases de entrenamiento y su diseño incluía un grupo experimental y dos grupos control. El grupo experimental (AA) en la primera fase recibió 600 ensayos en los que se les presentaba apareamientos entre el EC1-EI (30 ensayos por sesión); en la segunda fase se presentaban sólo 10 ensayos de EC2-EC1, durante esta fase también se presentaban ensayos alternados de los estímulos EC1-EI. Sin embargo en los grupos control en alguna de las fases los estímulos no se presentaban apareados; en el grupo AN se presentaban asociaciones EC1-EI, pero en la segunda fase tanto el EC2 como el EC1 se presentaron de manera aleatoria para que no se estableciera alguna asociación entre éstos, el caso contrario ocurría en el grupo NA, donde fue en la primera fase donde los estímulos se presentaron de manera aleatoria. Los resultados del grupo experimental mostraron que ante el EC2 se adquirió y mantuvo la RC en las cuatro sesiones de prueba. Con estos resultados se confirmó el CSO en automoldeamiento.

**b) Aversión al olor,** estudiando la ontogenia del condicionamiento de segundo orden en ratas recién nacidas. En los estudios de Cheatle y Rudy (1978), a las ratas recién nacidas se les presentaba esencia de limón (EC1) y una inyección de cloruro de litio (EI) posteriormente recibían presentaciones de esencia de naranja (EC2) seguida de esencia de limón. Encontraron que las ratas con 8 días de vida mostraron aversión al EC2, estos resultados no se encontraron en ratas de 2 días de edad. Utilizando la misma preparación realizaron tres experimentos más en los que investigaron la

influencia de la edad de las ratas en la adquisición del condicionamiento de segundo orden, en el Experimento 1 sólo las ratas de 6 a 8 días de nacidas mostraron CSO. En el Experimento 2 variaron el día en que se realizó la prueba de segundo orden, en éste se encontró que sólo después de seis días de nacidas se puede demostrar CSO. En el Experimento 3 compararon dos diferentes tratamientos en la segunda fase, a la mitad de las ratas se les presentaron ensayos donde los estímulos se realizaron secuencialmente y, a la otra mitad, ensayos donde en ocasiones se presentaba sólo el EC2 ó apareamientos EC2-E1 de forma alternada. Los resultados mostraron que aún las ratas de 4 días de edad adquirirían el CSO si el EC2 se presentaba de manera concurrente con el EC1. Los datos de los tres experimentos demostraron que la edad es determinante en la adquisición del CSO.

**c) Condicionamiento apetitivo con peces dorados.** Utilizando un diseño intra-sujeto, Amiro y Bitterman (1980) entrenaron a los peces a relacionar la presentación de líneas horizontales (EC1) con comida y la presentación de líneas verticales (EC2) con la ausencia de comida, y durante la primera fase del experimento registraron la respuesta de acercamiento al lugar donde se presentaban los ECs. En la segunda fase se presentaron dos nuevos estímulos, la presentación del estímulo rojo (EC3) iba seguida del (EC1) y la presentación de un estímulo verde (EC4) precedía al EC2. Durante esta fase no se reforzaron los ensayos; sin embargo, se continuaron presentando ensayos aleatorios del EC1-EI y EC2-no EI. Con los resultados obtenidos en su experimento concluyeron que el CSO es un fenómeno de condicionamiento fuerte que puede demostrarse en una amplia variedad de especies vertebradas.

**d) Condicionamiento palpebral con conejos.** En este experimento Kehoe, Feyer y Moses (1981) asignaron a los animales de manera aleatoria a tres grupos experimentales, todos los cuales recibieron los ensayos entremezclados en una sola

fase, el grupo AA consistió en la presentación de 30 ensayos de primer orden EC1-EI y 30 de segundo orden EC2-EC1. El grupo AN recibió ensayos entremezclados de los estímulos EC2-solo, EC1-solo y EC1-EI de forma aleatoria. Finalmente el grupo NA recibió la misma cantidad de ensayos de EC2-EC1, EC1-solo y EI-solo. Los resultados encontrados fueron que el nivel de respuesta al EC2 en el grupo AA fue mayor al nivel encontrado en los grupos AN y NA. En el experimento se concluyó que la respuesta al EC2 provenía de un proceso asociativo más que de generalización entre los ECs.

**e) Estímulos contextuales como EC1.** Partiendo de la idea de que el contexto funciona como un EC, Marlin (1983) diseñó dos experimentos. En el primero de éstos, todos los sujetos recibieron un choque eléctrico en un contexto (EC1), 48 horas después la mitad de los sujetos recibieron presentaciones de un tono (EC2) en el contexto utilizado en la primera fase (EC1) y la otra mitad recibió la presentación del tono en un contexto diferente. A todos los animales se les realizó una prueba en un tercer contexto. Se encontró que los sujetos a quienes se les presentó la segunda fase en el mismo contexto respondieron más al EC2. En el experimento 2 se modificó el procedimiento igualando la exposición a los contextos en ambas condiciones y alternando contextos en los que no se presentaba el EI; en éste se replicaron los resultados encontrados en el primer experimento. De manera general, concluyó que un estímulo contextual adquiere la habilidad de servir como un reforzador para otro estímulo en un paradigma de condicionamiento de segundo orden; sus resultados además fueron consistentes con el CSO, ya que este depende de la historia previa de condicionamiento al EC1 y de las presentaciones del EC1 y EC2.

**f) Condicionamiento de la *conducta sexual* con codornices.** Crawford y Domjan (1995) investigaron si la conducta de aproximación podía llegar a ser un estímulo condicionado de segundo orden. En su preparación se estableció el condicionamiento

de primer orden presentando una clave auditiva y abriendo periódicamente una ventana (EC1) que permitía a las codornices macho tener acceso a las codornices hembra (EI). En la segunda fase los sujetos se dividieron en dos grupos, al grupo apareado se les presentó una luz (EC2) por 30s inmediatamente antes de la apertura de la ventana (para tener únicamente acceso visual); a los sujetos del grupo no apareado se les presentó el EC2 y el EC1 en ensayos alternados. Los resultados indicaron que la respuesta visual de segundo orden se desarrolló en los grupos apareados pero no en los grupos no apareados, lo que indicó que la efectividad del CSO depende de las asociaciones del EC2 con el estímulo de primer orden.

**g) Aversión al sabor.** Bevins, Delzer y Bardo (1996) realizaron un experimento cuyo diseño constó de tres fases, en la fase 1 las ratas se dividieron en dos grupos, los animales del grupo experimental tuvieron acceso a una solución de agua con 1.5% de sacarina seguida de una inyección de morfina (15mg/kg), los sujetos del grupo control sólo recibieron la solución al 2%. En la fase 2 sólo los animales del grupo experimental recibieron un compuesto el cual contenía 0.1% de sacarina (EC2) y 1.5% de sal (EC1). En la tercera fase todos los animales recibieron dos pruebas a la solución de sacarina (0.1), en la primera de éstas, luego de 15m de acceso a la solución las ratas recibieron una inyección de morfina. En la siguiente prueba no se les presentó el EI. Encontraron CSO a la sacarina desde el primer día de prueba, ya que las ratas del grupo experimental tomaron menos solución de sacarina que las ratas del grupo control. Encontraron además que se estableció CSO sin importar la saliencia de los estímulos (concentración de las sustancias).

Además es importante señalar que en esta época, el CSO fue demostrado, no sólo en condicionamiento excitatorio, sino también en *inhibitorio*, Rescorla (1976) realizó un experimento en el que dos grupos de ratas (Inhibición-Apareado e Inhibición-No

Apareado) recibieron un tratamiento en el que durante la primera fase presentaron ensayos mezclados en los que un tono fuerte (EC1) iba seguido de una descarga eléctrica (EI), pero si el tono se apareaba con un ruido blanco no se presentaba el EI. Después, uno de los grupos (I-A) recibió emparejamientos entre una luz y el ruido, con el propósito de condicionar la luz a inhibidor condicionado. Dos grupos más sirvieron como control, en éstos grupos en la primera fase el tono no iba seguido de la descarga. Los resultados indicaron que en el grupo I-A las asociaciones luz-ruido transfirieron las propiedades inhibitorias del ruido blanco a la luz. De este experimento se concluyó que el CSO se podía demostrar no sólo con estímulos excitatorios sino también con inhibitorios, además se sugería que la efectividad de los estímulos inhibitorios era comparable a los excitatorios cuando estos se presentaban solos.

**Tabla 3.**

<b>Preparaciones donde se ha demostrado el CSO</b>	
<b>Apetitivo</b>	<b>Autores</b>
Automoldeamiento Conducta sexual Peces dorados	Rashotte, Griffin y Sisk, 1977 Crawford y Domjan, 1995 Amiro y Bitterman, 1980
<b>Aversivo</b>	<b>Autores</b>
Escape Supresión condicionada Condicionamiento palpebral Aversión al sabor Aversión al olor Condicionamiento electrodermal	McAllister y McAllister, 1964 Davenport, 1966 Kehoe, Feyer y Moses, 1981 Bevins, Delzer y Bardo, 1996 Cheatle y Rudy, 1978 Davey y McKenna, 1983

Algunas de las preparaciones empleadas en condicionamiento de segundo orden.

Por último, es conveniente señalar que Davey y Arulampalam (1982) publicaron la primera demostración del CSO en humanos. Utilizando una preparación pavloviana de condicionamiento electrodermal, lograron establecer una respuesta de miedo de segundo orden. Un análisis de este experimento se detallará más adelante en la sección de manipulaciones post-condicionamiento.

### 2.1.2 Variables que afectan al CSO.

Una vez establecida la generalidad del fenómeno del CSO, conviene analizar algunos de los factores determinantes del mismo, lo que permite aclarar las condiciones en las que se produce dicho efecto.

1.- **Edad**; como se describió en la sección anterior en una serie de experimentos se demostró que la edad es determinante en el establecimiento del CSO (Cheantle y Rudy, 1979) además se sugirió que este fenómeno está relacionado con el desarrollo del proceso de memoria debido a que en estos experimentos se encontró que las ratas más jóvenes no cuentan con la capacidad de conservar, en la memoria, una representación del EC2 durante un periodo de tiempo suficientemente largo como para poder formar una asociación de segundo orden; lo que al mismo tiempo permite sugerir que la formación del CSO está mediada por una representación en la memoria, del EC2 con el EI.

2.- La **contigüidad espacial** y no sólo la contigüidad temporal entre el EC2 y el EC1 durante la segunda fase permiten su adquisición. Por ejemplo, Rescorla y Cunningham (1979) realizaron dos experimentos, el primero utilizando una preparación de automoldeamiento con pichones y el segundo en condicionamiento aversivo con ratas. Los resultados les permitieron sugerir que el efecto de la contigüidad espacial es

independiente de las diferencias cualitativas del EI (comida vs descarga eléctrica) o de la conducta del sujeto (picoteo vs supresión).

3.- Condicionamiento **hacia atrás o hacia delante**. El CSO se ha encontrado independientemente de si el condicionamiento se realiza "*hacia atrás*" o "*hacia adelante*", aunque en el Experimento realizado por Barnet, Cole y Miller (1997, Exp. 1), encontraron que el CSO tendía a ser mayor cuando la clave de primer orden había sido apareada "hacia atrás" con el EI que cuando el condicionamiento había sido "hacia delante". Por lo que concluyeron que el CSO está fuertemente influenciado por los arreglos temporales entre el EC1 y el EI durante las fases de entrenamiento.

4.- **Inhibición condicionada**. Por último, uno de los hallazgos fundamentales fue observar que un estímulo que en un inicio actuó como un excitador para provocar una respuesta condicionada de segundo orden, podía llegar a convertirse en un *inhibidor condicionado*, de hecho desde 1927 Pavlov informó sobre este fenómeno (aunque solo en compuestos de estímulos simultáneos). Pese a que este efecto se percibe como una consecuencia lógica del diseño de CSO, los resultados son interesantes ya que incluso en son predichos por teorías como la de Rescorla y Wagner (1972). Debido a su importancia, se han realizado numerosos estudios para clarificar las condiciones y variables que contribuyen a la transformación del CSO en inhibición condicionada, todas las cuales comparten la característica de ser manipulaciones realizadas durante la segunda fase de entrenamiento. Entre las variables más importantes, podemos señalar:

a) *Simultaneidad de los ensayos de la segunda fase*: Pavlov (1927) consideró que si en un diseño de CSO durante la segunda fase de entrenamiento los estímulos EC2 y EC1 se presentaban de manera simultánea no debería de producirse CSO; este razonamiento es resultado de la gran semejanza entre el diseño de inhibición condicionada y el de CSO con estímulos simultáneos (A+, AB). Estas predicciones se

han demostrado empíricamente en diferentes ocasiones (Kamin y Szakmary, 1977; Stout, Escobar y Miller, 2004).

*b) Número de ensayos.* En múltiples experimentos de CSO se ha demostrado que el EC2 actúa como un excitador de segundo orden sólo después de un pequeño número de ensayos pero como un inhibidor condicionado después de un número mayor de ensayos. Los primeros experimentos en los que se demostró lo anterior fueron los publicados por Herendeen y Anderson (1968) y por Kamin y Szakmary en 1977. Más recientemente Yin, Barnet y Miller (1994) así como Stout, Escobar y Miller (2004) realizaron experimentos similares pero controlando las condiciones necesarias para medir la inhibición condicionada. Sus resultados demostraron claramente la influencia de esta variable en el desarrollo del CSO o de la inhibición condicionada.

*c) Reforzamiento parcial.* El reforzamiento parcial es un procedimiento que consiste en presentar el EI después del EC con una probabilidad diferente de 1.0. La importancia de la manipulación de esta variable en el CSO radica en que los resultados sugieren que el reforzamiento parcial previene o retarda la conversión del EC2 a inhibidor condicionado. Por tanto, mientras que el reforzamiento continuo facilita la generación de inhibición condicionada, el reforzamiento parcial retrasa la aparición de dicho efecto (Rashotte, Marshall y O'Connell, 1981).

*d) La influencia de ensayos entremezclados y el intervalo entre estímulos:* Dos manipulaciones más que tienden a generar inhibición condicionada en un procedimiento de CSO son la superposición de la presentación de los ensayos (Pavlov, 1927) o entremezclar los ensayos tanto de primero como de segundo orden (Herendeen y Anderson, 1968; Rescorla, 1973). También se ha demostrado que si el intervalo temporal entre la presentación del EC2 y el EC1 es prolongado se tiende a generar el

establecimiento de inhibición condicionada (Popik, Stern y Frey, 1979; Kehoe, Feyer y Moses, 1981).

En resumen, los experimentos mencionados hasta el momento permiten comprobar que el CSO es un fenómeno robusto, de una amplia generalidad entre especies y que implica capacidad de memoria suficiente para mantener la representación de las relaciones entre el EC de primer orden y el EI durante la primera fase, mientras se aprende la nueva relación en la segunda fase. En general, se comprueba que es afectado por las mismas variables que influyen sobre el condicionamiento de primer orden, como contigüidad temporal o espacial entre los estímulos; mientras que, por ejemplo, aumentar el intervalo entre ensayos genera un incremento de efecto inhibitor sobre el excitador. Por último, es importante señalar que bajo determinadas condiciones, el CSO puede derivar hacia la inhibición condicionada, de forma que el EC condicionado de segundo orden, puede convertirse en un inhibidor condicionado. Entre los factores más importantes merece destacar el número de ensayos y el tipo de ensayos (simultáneo vs. sucesivo) durante la segunda fase como factores determinantes de dicho efecto. Sin embargo, la utilización de un reforzamiento parcial permite paliar dicho efecto.

## **2. 2 PERSPECTIVAS TEÓRICAS**

Las interpretaciones más importantes del condicionamiento de segundo orden se han basado siempre en la actuación de un mecanismo asociativo. Originalmente Pavlov (1927) sugirió la teoría del "nexo excitatorio" para explicar el condicionamiento tanto de primer, como de segundo orden. En esta teoría se consideraba que el animal detectaba el EI por medio de los sistemas perceptivos o "registros sensoriales" que generaban una representación interna del EI (en la reserva de la memoria). Se suponía que la

activación de esta representación era la que excitaba la representación de la respuesta apropiada de dicho EI, es decir la RI, a través de lazos o conexiones que podían estar genéticamente preprogramados o bien que podían haberse adquirido previamente. Así una representación activada de una respuesta llevaría por medio del sistema motor a la ejecución de la respuesta apropiada. Durante el proceso de condicionamiento, esta activación se asociaba al EC por la contigüidad temporal entre el EC y el EI, de forma que el EC generaba la RC que era similar a la RI, a través de la representación o activación de los mismos centros activados por el EI. Por tanto, durante el condicionamiento de segundo orden, y dada la contigüidad temporal EC2-EC1, el EC2 se asociaría a la misma representación interna capaz de generar la misma RC.

### **2. 2. 1 Teorías tradicionales**

Como ya se mencionó, durante la primera mitad de siglo los teóricos del aprendizaje no mostraron interés en el estudio del CSO, debido a que lo consideraban un fenómeno débil, transitorio o inestable (McAllister y McAllister, 1964). La consecuencia derivada de lo anterior fue que las teorías del aprendizaje vigentes en esa época no explicaban directamente el CSO; sin embargo, si se analizan sus supuestos principales se pueden encontrar derivaciones que sugieren una posible explicación al mismo.

Por ejemplo, *Skinner* (1938) consideró que un estímulo fuertemente condicionado (E1), podía utilizarse para condicionar a otro estímulo más o menos neutral (E2), de tal forma que el presentar repetidamente ensayos E2-E1 generaba una asociación entre éstos. Sin embargo, señalaba que durante este entrenamiento la fuerza de la relación entre el E1 y la Respuesta (R) debía de mantenerse interpolando reforzamientos separados E1-R; para que el reforzamiento actuara sobre la relación E2-R. Según lo

anterior, el condicionamiento de segundo orden era el resultado de un aumento en la fuerza de la asociación E2-R.

Por otra parte *Hull* (1939), estudiaba el fenómeno de equivalencia y lo explicaba mediante tres principios o mecanismos. El tercero de estos mecanismos era la generalización secundaria, en este caso se consideraba que la equivalencia se generaba indirectamente a través de una respuesta previamente condicionada al mismo continuo del estímulo; este argumento facilita una explicación del CSO a partir de la generalización de la RC del EC1 al EC2.

En la regla propuesta por *Hebb* (1949) se consideraba que aquellas conexiones que se fortalecieron a través de un entrenamiento previo, posteriormente podían afectar a otras conexiones. De esta propiedad se deduce la formación de una respuesta condicionada de segundo orden; debido a que permitía suponer que un EC previamente condicionado pudiera actuar como un EI para un segundo EC (Sutton y Barton, 1981).

Finalmente, en 1967 *Konorski* presentó una propuesta teórica en la que se consideraba la existencia de conexiones asociativas entre las *representaciones o nodos* de los eventos. En este sentido se consideraba que si un EC1 previamente condicionado se asociaba con un segundo estímulo (EC2) emergería una relación entre el nodo correspondiente al EC2 y la actividad generada en el nodo EC1. Así, según esta teoría en el CSO la RC evocada por el EC2 dependía de la formación, en la segunda fase, de una asociación excitatoria entre el EC2 y la representación del EI activada asociativamente. Esta última teoría permite entroncar con las teorías más actualizadas, basadas siempre en un mecanismo asociativo cognitivo.

En seguida se expondrá cómo algunas de las teorías actuales del aprendizaje explican el CSO. Como se advertirá, la mayoría de las teorías vigentes hasta el

momento tienen como característica común considerar que el CSO está mediado por el aprendizaje de primer orden.

### **2.2.2 Teorías asociativas basadas en el proceso de la información.**

El modelo de *Rescorla-Wagner R-W* (1972) es sin duda el modelo más reconocido desde los años setenta. En su planteamiento original, el modelo de R-W explica que el CSO debería producir inhibición condicionada; sin embargo, Rashotte (1981) realizó un análisis minucioso de cómo el R-W podría explicar los resultados observados en CSO. En primer lugar Rashotte (1981) hizo explícitas dos ideas que facilitan su entendimiento: 1) considera a la contigüidad temporal entre los estímulos de la segunda fase asumiendo que si el EC2 y el EC1 ocurrían en estricta secuencia, el decaimiento de la huella sensorial del EC2 (ó EC2') coincidiría al menos parcialmente con la presentación del EC1; 2) supone que el EC2-EC1 ocurren en un mismo contexto, por lo que establece que en esta fase la secuencia de los estímulos es EC2 + contexto, seguido de EC2'+ EC1+ contexto.

Según Rashotte (1981), para poder explicar el CSO en el modelo de R-W se deben de formalizar dos argumentos. En primer lugar, lo que funcionaría como reforzador para el EC2, además de ser el EC1 sería el compuesto EC2'- EC1 y, en segundo lugar que la efectividad de reforzamiento del compuesto EC2'-EC1 sufriría un cambio asociativo durante los ensayos de segundo orden como resultado de presentar ensayos de entrenamiento con la ausencia del EI. Es decir, al principio del CSO se asume que la fuerza asociativa del EC1 sería asintótica (debido a su historia previa de condicionamiento), que la fuerza asociativa del EC2' sería neutral, y finalmente que el valor de  $\lambda$  sería 0 ya que no se presentaría el EI.

En los ensayos de segundo orden, el EC2' asumiría valores negativos pero además el compuesto EC2-EC1 también sufriría un decremento en la fuerza asociativa debido a que el EI no estaría presente. Ésta por lo tanto, es una de las predicciones del modelo de R-W (1972) ya que en éste se asume que es la fuerza del EC1 con respecto al EI la responsable de la adquisición y pérdida de la fuerza asociativa del EC2; y por lo tanto de la conversión del EC2 a inhibidor condicionado, ya que con el transcurso de los ensayos la fuerza asociativa que el EC1 había obtenido en la primera fase gradualmente iría disminuyendo. Esta predicción generaría una explicación relativamente sencilla de por qué al manipular el número de ensayos de segundo orden, llega a observarse inhibición condicionada (Yin, Miller y Barnet, 1994; ver apartado de análisis empírico).

Desde una perspectiva similar, el *modelo del SOP* (Wagner, 1981) propone que cada estímulo se puede encontrar en tres estados o *nodos* (representaciones); 1) estado inactivo (I); 2) estado A1 o estado primario y por último 3) estado secundario o A2 es capaz de influir en la conducta pero no de producir un nuevo aprendizaje. Esta teoría supone el desarrollo de una asociación excitatoria sólo cuando ambos estímulos se presentan en el estado A1. De esta forma, el SOP no predice la ocurrencia del CSO ya que en sus supuestos se considera que en el momento de realizar la fase de prueba al EC2, éste estímulo, por estar presente en la situación, se encontraría en estado A1; sin embargo el EI se encontraría inactivo o bien en el estado A2. Según el supuesto del SOP no puede establecerse un condicionamiento del tipo excitatorio cuando los estímulos se encuentren en diferentes estados de activación, por lo que no debería de producirse el CSO.

A pesar de las modificaciones realizadas al SOP (Holland, 1983; Dickinson y Burke, 1996), no se ha podido explicar el CSO ya que en ambas modificaciones se sugiere que

si el EC2 se encuentra en A1 y el EI en A2, el condicionamiento será de tipo inhibitorio. Sin embargo, en la propuesta de McLaren y Mackintosh (2000) se plantea que entre un estímulo activado en el estado A1 y otro en estado A2 llega a establecerse una asociación excitatoria. De esta forma es relativamente fácil deducir la formación de CSO, ya que durante la segunda fase el EC2 se encuentra presente (en estado A1) y aunque el EI se encuentre ausente (en A2) una relación excitatoria se establecerá entre ellos. El problema en este caso es la posibilidad de explicar el condicionamiento inhibitorio.

Sin embargo, Williams y Hurlburt (2000) realizaron una serie de experimentos de CSO donde durante la primera fase presentaron los ensayos “hacia atrás” (con relación al EC1), en su análisis consideraron que los supuestos del SOP eran adecuados para explicar sus resultados debido a que suponen que durante la primera fase, al comienzo de la presentación del EC1 el EI se encuentra en A1 pero, al final de dicha presentación, decae al estado A2. Por lo que esta teoría permite predecir porque el EC1 actúa como un inhibidor condicionado con respecto al EI, pero como un excitador que permite para establecer un CSO.

### **2.2.3 Teorías basadas en la representación.**

Durante la década de los 70, Mackintosh (1974) propuso que el CSO podía explicarse como la adquisición de una *cadena de representaciones*. Según su propuesta, durante la primera fase se formaría la asociación entre la representación mental del EC1 y el EI, mientras que durante la segunda fase el EC2 se asociaría con las representaciones previas y la RC sería la consecuencia de una cadena asociativa en la que el EC2 generaría la representación del EC1 y éste la del EI.

Recientemente, Hall (1996) asumió que entre dos estímulos pueden establecerse asociaciones al activar, concurrentemente, las representaciones o nodos de los eventos centrales (el EC y el EI). De manera que el nodo que correspondiera al estímulo condicionado (EC) se activaría cuando un evento se le presentara al sujeto y la presentación de un estímulo incondicionado (EI) generaría actividad en un nodo diferente que correspondería a ese estímulo. De tal forma que en un procedimiento de condicionamiento pueden establecerse conexiones excitatorias entre nodos que sean presentados concurrentemente.

Además, considera que existen otros patrones de activación, por ejemplo, el presentar un estímulo pre-entrenado como un EC1 junto con otro estímulo no relacionado EC2 ocasiona que la asociación directa del nodo correspondiente a EC2 coexista con la actividad, asociativamente generada, del EI. Hall (1996) explica este mecanismo considerando que si dos estímulos asociados comparten un elemento, este elemento actuará como eslabón para unir los nodos de los eventos y representará las propiedades comunes de ambos estímulos. Partiendo de este argumento, en CSO el EC1 será el eslabón compartido con el EI en la primera fase y con el EC2 en la fase de segundo orden, por lo cual el EC1 será capaz de transferirle al EC2 las propiedades del EI.

#### **2.2.4 Teorías basadas en la expresión de lo aprendido**

En el estudio del aprendizaje asociativo existe un grupo de teorías que enfatizan en que los fenómenos se producen en el momento en que los sujetos manifiestan lo aprendido. Estas teorías se conocen como modelos de la actuación y todas ellas tienen como supuesto principal que las asociaciones se establecen simplemente por contigüidad y que los fenómenos observados en el aprendizaje se encuentran solo a un nivel de actuación (Rosas, 2003).

Una de estas explicaciones del CSO proviene de la *hipótesis de la codificación temporal* (Miller y Barnet, 1993), de acuerdo con la cual la contigüidad temporal es necesaria y suficiente para que se adquiera una asociación. Sin embargo, esta asociación consistirá en más que una conexión mental entre las representaciones de los eventos ya que también se codificarán las relaciones temporales entre los estímulos que prevalecían durante el entrenamiento. Las cuatro ideas básicas de la hipótesis de codificación temporal son: 1) la contigüidad temporal entre un EC y un EI es suficiente para la formación de una asociación; 2) como resultado de esa asociación se establece una conexión mental entre la representación de dos eventos; 3) debe existir una relación predictiva entre el EC1 y el EI durante el entrenamiento EC1-EI, o debe establecerse una expectativa del EI a través de algún entrenamiento mediado, antes de que el aprendizaje excitatorio se manifieste. Esta es una parte fundamental ya que es a través de que el EC1 prediga el EI como se explica que los sujetos respondan de manera apropiada cuando se presenta el EC2 y 4) pueden establecerse asociaciones a través de sus atributos temporales.

De esta forma, aplicada al CSO, esta teoría predice que la presentación del EC1 durante los ensayos EC2-EC1 activa una representación del EI, durante los ensayos de segundo orden esta representación crea una relación predictiva entre la representación del EC2 y la del EI. Esta relación anticipatoria entre el EC2 y la representación del EI es la que sustenta que en el momento de la prueba los sujetos den una respuesta al EC2 en niveles altos (Barnet y Miller, 1996).

Por otro lado, en la *hipótesis del comparador* (Miller y Matzel, 1988) se establece que el nivel de RC ante un EC está determinada no sólo por la fuerza asociativa adquirida por dicho estímulo durante el entrenamiento, sino también será resultado de la comparación, en el momento de la prueba, entre este valor y el adquirido por cualquier

otro estímulo o estímulos presentes en el entrenamiento (conocido como comparador). De esta manera, en la teoría se supone que en el condicionamiento pavloviano se forman tres asociaciones, la primera entre el EC y el EI, la segunda entre el EC y el estímulo comparador y finalmente entre el comparador y el EI. Según la hipótesis del comparador en el CSO durante la segunda fase de entrenamiento el EC2 se asocia directamente con el EC1, e indirectamente con el comparador (que puede ser el contexto), de tal forma que el comparador excita la representación del EI, el resultado es que EC2 puede provocar la misma respuesta que el EC1.

### **2.2.5 Teorías basadas en la Transferencia de función**

En múltiples estudios se ha observado que las funciones conductuales de un estímulo pueden llegar a generalizarse a otros estímulos a pesar de que no hayan sido entrenados directamente con ellos, este fenómeno se conoce como transferencia de función (Tonneau y González, 2004). Los resultados de dichos experimentos han demostrado la transferencia de función sobre todo en tareas de aprendizaje instrumental (Sidman, 1990; Steirn, Jackson, Smith y Zentall, 1991); sin embargo, también existe evidencia en tareas de condicionamiento pavloviano (Brogden, 1939, Pavlov, 1927).

Una de las formas de abordar el estudio de la transferencia de función ha sido mediante la investigación de las relaciones de equivalencia (Sidman, 1990). A este respecto, se consideran dos supuestos que subyacen al planteamiento de la equivalencia: 1) un par de eventos se integra en una clase de equivalencia cuando ambos comparten una propiedad, y 2) enseñar explícitamente algunos pares de eventos de forma contigua y que comparten un elemento posibilita el surgimiento de una relación que antes no existía; ya que se ha demostrado que el *elemento compartido*

*puede transferir su función a los otros que forman con él una clase.* De esta manera, adoptando la definición matemática de equivalencia Sidman (1990) describió que las relaciones entre los eventos muestran tres tipos de propiedades no entrenadas: reflexividad, simetría y transitividad. La reflexividad está directamente relacionada con el principio de "igualdad" ( $A=A$ ). La simetría también se refiere al aprendizaje bidireccional y consiste en la inversión de la relación muestra-estímulo ( $A=B$  y  $B=A$ ). Por último, la transitividad (también conocida como aprendizaje mediado) es la transferencia entre dos discriminaciones condicionales mediada por algún elemento compartido, es decir, si un estímulo A es asociado con un segundo estímulo B y el segundo estímulo es asociado con un tercero C, llegará a emerger una relación directa entre A y C.

Como ya se había mencionado, la transferencia de función también se ha documentado en situaciones de condicionamiento pavloviano donde se supone que se pueden llegar a promover efectos similares a los que se observan después de un entrenamiento de equivalencia, pero debido a las correlaciones establecidas entre los estímulos (Tonneau, Arreola y Martínez, 2006). El diseño de aprendizaje mediado es un ejemplo típico del establecimiento de una transferencia de función en aprendizaje pavloviano. Este aprendizaje se realiza a través de una red de asociaciones indirectas entre dos estímulos (A y B) que a su vez han estado correlacionados, cada uno, con un tercer estímulo (C), de tal forma que si A-C y B-C, entonces A-B. Como ejemplo de lo anterior se encuentra el experimento realizado por Holland (1981) en el que se demostró que después de varias presentaciones de un estímulo auditivo (EC) con comida (EI1), la presentación del mismo EC con cloruro de litio (EI2) era suficiente para que los sujetos mostraran aversión condicionada a la comida. Una situación similar ocurre en situaciones de condicionamiento de segundo orden en las cuales emerge una relación entre un C2 y un EI con el que no se había relacionado previamente.

Entonces, estos fenómenos son ejemplos de que dos estímulos se pueden condicionar de manera pavloviana sin necesidad de que se hayan apareado previamente, ya que como señala Dwyer (2001) para establecer una “red” de correlaciones entre los estímulos no se requiere que una respuesta ocurra en la presencia de todos los estímulos; además resultados como los anteriores también contribuyen a sustentar la hipótesis de la “transformación de función” (Tonneau, 2001; pp. 121-123) cuya característica principal es la propuesta de que un *estímulo asociado a un compuesto puede llegar a ser un sustituto funcional para tal relación, solo o en compuesto con otro estímulo*, sin embargo, lo más relevante es que sostiene que la transformación de función no es fenómeno básico del aprendizaje y que es propio del ser humano, a pesar de que otras especies comparten alguna de sus características.

### **2.3 ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LOS CONTENIDOS ASOCIATIVOS EN EL CSO: LA RE-EVALUACIÓN POST-CONDICIONAMIENTO.**

Durante los años setenta, con el propósito de determinar cuáles son las relaciones que se aprenden en CSO Rescorla y sus colaboradores desarrollaron diferentes técnicas de reevaluación post-condicionamiento (Rizley y Rescorla, 1972; Rescorla, 1980; Holland y Rescorla, 1975b). La mayoría de estas técnicas involucran un cambio en el valor del EI e incluyen a la extinción de la relación de primer orden (Rizley y Rescorla, 1972); la devaluación del EI (Holland y Rescorla, 1975b; Crawford y Domjan, 1995; Davey, 1987) y el manejo de las instrucciones y la habituación en humanos (Davey y McKenna, 1983).

En el desarrollo teórico y explicativo del CSO realizado previamente, podemos deducir cuatro diferentes posibilidades sobre cuál es el tipo de asociaciones establecidas durante el CSO (Fig. 2) (Rizley y Rescorla, 1972; Barnet, Cole y Miller,

1991). En la primera se establece la existencia de una conexión directa entre el EC2 y la RC, como sugieren los modelos tradicionales. En la segunda hipótesis se plantea que presentar el EC2 y EC1 juntos ocasiona que se establezca una asociación entre estos y en virtud de esta asociación el EC2 puede evocar la misma RC asociada al EC1. En la tercera hipótesis también se supone el establecimiento de una asociación entre el EC2 con el EC1, sin embargo en ésta se propone que el EC1 genera una representación del EI misma lleva a la evocación de la RC. Finalmente en la cuarta hipótesis se considera que puede haber una asociación entre el EC2 con el EI, dado que durante la segunda fase una representación del EI puede llegar a activarse en presencia del EC2. Sin embargo, nuevamente estas hipótesis se dividen entre las que consideran que el CSO está mediado por el EC1, lo que implicaría la formación de una cadena asociativa del tipo EC2-EC1-EI-RC; y aquellas que consideran que el CSO se establece independientemente del EC1, proponiendo la existencia de una asociación directa entre el que genera la respuesta EC2-EI - RC.

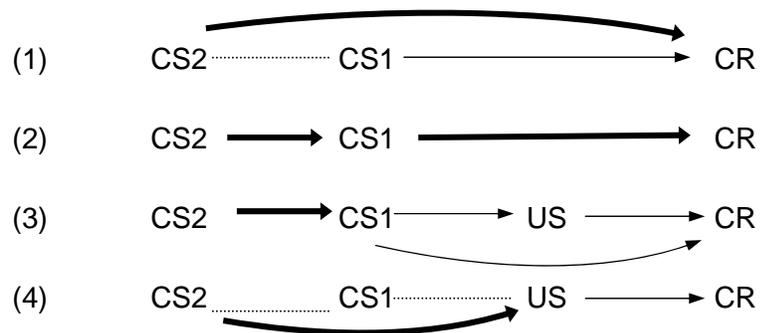


Figura 2. Representación las cuatro posibles asociaciones en CSO (Barnet, Cole y Miller (1991). EC2 corresponde al estímulo de segundo orden, EC1 al estímulo de primer orden y EI corresponde al estímulo incondicionado y finalmente RC a la respuesta condicionada.

El problema es que la mera demostración del CSO es compatible con cualquiera de estas hipótesis. De ahí la importancia de la utilización de las técnicas post-

condicionamiento para intentar un análisis experimental que permita decidir entre las diferentes posturas.

#### **2.4 La extinción del estímulo del condicionamiento de primer orden.**

La extinción experimental se describe como la disminución de la respuesta condicionada (RC) resultado de la presentación del estímulo condicionado (EC) sin el estímulo incondicionado (EI) con el que se asoció durante la adquisición (Pavlov, 1927). En CSO, la extinción ha sido la técnica de reevaluación post-condicionamiento más ampliamente utilizada y consiste en presentar, en una tercera fase, ensayos del EC1 sin el EC2. En la mayoría de los estudios en los que se ha empleado esta técnica se ha demostrado que aún después de extinguir la primera relación, la respuesta de CSO continúa manifestándose casi con la misma magnitud (Rizley y Rescorla, 1972). Esta evidencia permite suponer el establecimiento de una asociación del tipo E-R y a su vez ha llevado a considerar que el CSO no está mediado por una reevaluación del EI (Davey, 1987).

Por ejemplo, Holland y Rescorla (1975a) realizaron un experimento de CSO en el que en la primera fase todos los sujetos recibieron una luz (EC1) que iba seguida de comida (EI), a lo largo de la segunda fase se presentó un tono (EC2) seguido de la luz (EC1). En la tercera fase, los sujetos del grupo experimental presenciaron una tercera fase en la que el EC1 iba seguido de la ausencia del EI hasta que las respuestas establecidas en la primera fase dejaron de presentarse, el grupo control no recibió esta fase. A ambos grupos se les presentaron ensayos de prueba en los que sólo se les mostraba el tono. Los resultados indicaron que la respuesta establecida al EC2 se manifestaba con idéntica fuerza en los grupos experimental y control. Estos mismos

resultados se han replicado por ejemplo, en conducta sexual con codornices japonesas (Crawford y Domjan, 1995) con peces dorados en condicionamiento apetitivo (Amiro y Bitterman, 1980), utilizando estímulos contextuales como EC1 (Marlin, 1983); en aversión al sabor (Bevins, Delzer y Bardo, 1996).

Por otro lado, Rescorla (1982) realizó cuatro experimentos para explorar las consecuencias del condicionamiento simultáneo del EC2 y EC1 en CSO utilizando una preparación de supresión condicionada. El Exp. 1 examinó el CSO en ensayos *sucesivos* y *simultáneos* de una luz (EC2) y un ruido (EC1) que previamente habían estado asociados en la primera fase a un choque eléctrico (EI). Posteriormente se extinguió la relación EC1-EI; los resultados mostraron que en el grupo simultáneo hubo menor supresión en comparación con el grupo sucesivo. En el segundo experimento a cada animal se le presentaron dos estímulos de segundo orden, uno simultáneo y otro sucesivo, en estos grupos también se examinaron los efectos de la extinción del EC1. Los resultados fueron similares a los del Exp. 1. en los Exp. 3 y 4 se encontró que en los grupos simultáneos la sensibilidad del EC1 al EC2 también dependía de que el EC1 recibiera pocos reforzadores y de forma espaciada. Los autores sugirieron que la presentación simultánea de los ensayos generaba una única representación del EC1 y EC2 y no una representación de la asociación entre estos. Concluyeron por lo tanto que las presentaciones simultáneas producen un aprendizaje E-E más que un E-R.

Además Williams y Hurlburt (2000, Exp. 3) realizaron un experimento manipulando el condicionamiento "hacia delante" y "hacia atrás". El experimento constó de tres fases, en la fase de condicionamiento de primer orden a un grupo se le presentaba un estímulo auditivo (tono o ruido blanco, contrabalanceados) "hacia adelante" en relación al EI (EC1-EI), mientras que un segundo grupo recibía presentaciones "hacia atrás" es

decir, el comienzo del EC coincidía con el término del EI (EI-EC1). Así un grupo recibía ocho ensayos de condicionamiento de segundo orden (EC1-EC2) con una clave que había estado condicionada "hacia delante" mientras que el segundo grupo recibía los ensayos con una clave que había estado condicionada "hacia atrás". En la fase de extinción la mitad de las ratas de cada uno de los grupos recibieron ensayos del EC1 sin el EI. Los resultados demostraron que la extinción del EC1 no tuvo influencia en la RC de la clave de segundo orden en los grupos "hacia adelante" ni en los grupos "hacia atrás".

Este tipo de demostraciones apoyan la noción de que los cambios en el valor del EC1 afectan profundamente al aprendizaje de primer orden pero no alteran al aprendizaje de segundo orden; además de que sugieren que el hecho de 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 EC1 ya no media la RC.

La generalidad de esta manipulación ha permitido replicar los mismos resultados incluso con humanos en una tarea de condicionamiento electrodermal, como lo demostraron Davey y Arulampalam (1982). Los autores, en la primera fase presentaron un tono como EI asociado a la imagen de un triángulo que fungía como EC1. Durante la segunda fase, el triángulo (EC1) se asoció al dibujo de un teléfono (EC2+). En la tercera fase, los participantes recibieron ensayos del EC1 solo. Los resultados de su experimento revelaron que la respuesta de segundo orden persistió a la extinción de la respuesta de primer orden. Estos resultados son interesantes sobre todo porque demostraron que también en la extinción durante el CSO, los humanos se comportaban como los animales, demostrando la generalidad de dicho efecto. Siguiendo con este argumento, Davey (1987) mencionó que extender los resultados obtenidos al extinguir

la relación de primer orden a humanos hacía suponer que si la respuesta condicionada se mantenía por asociaciones E-R, entonces debiera ser independiente de una reevaluación del conocimiento concerniente al EI.

Por otro lado, diferentes autores han empleado la técnica de extinción conjuntamente con alguna otra manipulación encontrando que los resultados han sido esencialmente los mismos. Por ejemplo, Fujii (1981) y Kaneshige, Nakajima e Imada (2001) utilizaron una preparación de supresión condicionada con ratas sedientas y realizaron un entrenamiento de segundo orden durante el cual las ratas tenían un dispositivo donde les proporcionaba agua. Después del CSO extinguieron la relación de primer orden, pero dividieron al grupo en dos. Los sujetos del grupo "on-line" disponían de agua durante la sesión experimental, sin embargo a los sujetos del grupo "off-line" no tenían el agua disponible. Encontraron que la extinción del EC1 atenuaba la RC al EC2 sólo en los grupos "on-line". Consideraron que sus resultados se debieron a que la no disposición del agua en los grupos "off-line" supuso un cambio de contexto durante la fase de extinción (Bouton, 1993).

Pese a la generalidad de los resultados que señalan que la extinción no afecta al CSO, es importante subrayar que en trabajos de automoldeamiento como el realizado por Rashotte, Griffin y Sisk (1977) aún después de extinguir la relación de primer orden encontraron que la RC al EC2 no perduró a la reevaluación del EC1.

La ambigüedad provocada por los resultados anteriores generó una cantidad numerosa de investigaciones; por ejemplo, Nairne y Rescorla (1979) demostraron en palomas que al emplear dos estímulos visuales como EC1 y EC2, la extinción del EC1 originaba un debilitamiento en la fuerza del EC2 tal como sucedía en el experimento de Rashotte y cols. (1977) en automodelamiento; pero si el EC1 era un estímulo auditivo, no se encontraba ningún efecto de la extinción. Una interpretación más derivada de este

mismo estudio fue la consideración de que los sujetos procesan mejor las propiedades de dos estímulos cuando estos corresponden a la misma modalidad sensorial (Tarpy, 2000). Además, se generó la utilización de diferentes técnicas de re-evaluación post-condicionamiento en las que se incluían la formación de un eslabón más de asociaciones.

#### **2. 4. 1 Técnicas de Devaluación del Reforzador (EI).**

El supuesto de que la RC al EC2 está mediada por una representación interna del EI se ha demostrado empíricamente en diversas ocasiones. Por ejemplo, Holland y Rescorla (1975b), utilizando la técnica de “re-evaluación del EI” mediante la devaluación de su valor reforzante, realizaron un experimento en el que en la primera fase los sujetos experimentaron la presentación de una luz seguida de comida (grupos 2E y 2C). En la segunda fase, a los animales del grupo 2E se les presentaron asociaciones entre el EC1 y el EC2 (un tono y una luz), y una vez finalizada esta fase recibieron una tercera en la que se les presentaron asociaciones de comida-malestar (introduciendo a las ratas a una jaula rotatoria después de haber comido) para devaluar el valor del EI. A los animales del grupo 2C se les introdujo directamente en la jaula de rotación tras la segunda fase. Los resultados indicaron que la conducta de los animales del grupo 2E, no se veía afectada por la devaluación de la comida efectuada en la tercera fase de entrenamiento.

Crawford y Domjan (1995), en uno de los experimentos con codornices (descrito anteriormente), encontraron que la devaluación al EI (saciedad sexual) disminuía la RC al EC2, es decir, después de devaluar el EC2 las codornices macho se acercaban con menos frecuencia a las codornices hembra, sin embargo sus resultados se interpretaron como problemáticos (Ward-Robbinson, 2003) debido a que la fase de prueba la

realizaron por la tarde posibilitando que la disminución de la RC pudiera deberse a un efecto diferente del de saciedad (p.e. fatiga).

En resumen, los resultados obtenidos al manipular la técnica de extinción de la clave de primer orden y la devaluación del EI, descartan interpretaciones teóricas del condicionamiento de segundo orden basadas en la mediación del EC1, como ocurre en la hipótesis de la cadena asociativa, tipo EC2-EC1-EI, propuesta por Mackintosh (1974; ver también, Wagner y Brandon, 1989) o la cadena de representaciones de Hall (1996). En ambos casos, dado que el EC1 ya no está relacionado con el EI, ni provoca su representación, no es posible explicar cómo el EC2 aún continúa elicitando la RC. Asimismo, se excluyen las propuestas basadas en la codificación temporal (Miller y Barnet, 1993) o las planteadas por Miller y Escobar (2002) en todas las cuales se establece un aprendizaje mediado por el EC1. Finalmente el planteamiento realizado por Rashotte al modelo de R-W (1972) también predice resultados contrarios, ya que en este se supone que ante el EC2 no se debe de manifestar la respuesta debido a que el EC1 habrá perdido toda su fuerza asociativa durante los ensayos de segundo orden.

Ahora bien, los resultados de los estudios realizados con estas técnicas permiten dos tipos de interpretaciones. En primer lugar, puede ocurrir que se haya formado una asociación procedimental tipo E-R, como sugieren la mayoría de las interpretaciones basadas en modelos tradicionales o en la contigüidad temporal. Pero también es posible que dicha asociación esté mediada por la representación mental del EI, dado que éste no ha cambiado de valor durante todo el proceso de aprendizaje. En este caso, técnicas como la habituación del EI, puede permitir diferenciar entre ambos conjuntos de hipótesis.

## 2. 4. 2 Otras técnicas de devaluación del EI.

A pesar de que la mayoría de los autores postularon que las asociaciones formadas en CSO son del tipo E-R, es decir CS2-RC, al emplear diferentes técnicas de re-evaluación post-condicionamiento se han encontrado resultados que contradicen esta versión y que sugieren el establecimiento de asociaciones del tipo E-E, es decir, una asociación directa CS2-EI.

Considerar un aprendizaje E-E supondría que durante los ensayos de segundo orden el EC1 evoca una representación del EI; de tal forma que las presentaciones conjuntas del EC2 y EC1 permiten al EC2 asociarse directamente con la representación del EI y por lo tanto, en la fase de prueba, evocar la misma RC que el EI (Dickinson, 1984). Es decir, los resultados de estos experimentos sugirieron que las respuestas al EC2, como ocurre con el EC1, están mediadas por una representación interna del EI desarrollada durante el condicionamiento de segundo orden. Dos tipos de técnicas parecen demostrar estos efectos:

*Técnicas de Devaluación indirecta: Habitación e instrucciones.* Dos técnicas similares han demostrado en humanos un aprendizaje E-E durante el CSO: las técnicas de *habitación e instrucciones* (Davey y McKenna, 1983), ambas relacionadas con la manipulación de instrucciones, por lo cual solo se han demostrado con humanos. Utilizando el mismo procedimiento de condicionamiento electrodermal previamente explicado y que producía que la extinción del CS1 no afectara a la respuesta ante el CS2, Davey y McKenna (1983) utilizaron dos grupos más. En el primero de ellos, tras la fase de CSO se informó que harían un proceso de habituación al tono (EI) mediante las siguientes instrucciones: "Durante ésta fase vas a recibir un determinado número de presentaciones del tono que variaran en duración e intensidad. Este proceso se conoce

como habituación." Antes y después de esta fase, se les pidió que evaluaran el valor del tono. En el segundo caso a los participantes del grupo de instrucciones se les indicó, al inicio de la fase de prueba, que ya no se iban a realizar más presentaciones del tono e inmediatamente después recibieron los ocho ensayos de prueba al igual que los demás grupos.

Los resultados encontrados en los grupos de habituación e instrucciones fueron diferentes a los del grupo extinción, ya que la RC de segundo orden fue significativamente menor. Estos resultados sugieren que la RC de segundo orden está mediada por una asociación directa entre el EC2 y el EI. Davey y Mc Kenna (1983) no descartaron una explicación en términos de habilidades de la especie, sobretodo en el caso de los humanos, quienes tienen la capacidad de verbalizar las contingencias. De cualquier forma, como estos autores señalan, debido a que tales técnicas de devaluación del EI se han empleado en preparaciones tanto en animales como en humanos, parecen ser un método apropiado para comparar e integrar las teorías del condicionamiento pavloviano a través de las diferentes especies.

*Cambios en el valor del EI:* Ross (1986) presentó una serie de experimentos de supresión condicionada con ratas en la que la RC al miedo no se afectaba con la extinción del EC1 pero si por una modificación del EI ya que la respuesta al EC2 disminuyó después de que aparearon el EI (choque eléctrico) con una inyección de morfina.

*Especificidad del EI:* Ward-Robbinson (2003) demostró la importancia de la especificidad del EI. En un estudio de automoldeamiento con pichones en la primera fase apareó una clave X con acceso al grano cuando se encendía una luz roja (R) y una clave Y con acceso a la comida al encenderse una luz verde (V), en la segunda fase el estímulo A iba seguido de X y el estímulo B se apareó con Y. En la fase de prueba dos

nuevos estímulos S y D se aparearon con los estímulos de segundo orden (A y B), los ensayos se arreglaron en cuatro tipos diferentes de la siguiente manera: el estímulo S se presentaba entre A y R (A-S-R) y entre B y V (B-S-V) es decir el estímulo S se apareó con los mismos colores de la luz que en primer orden; el estímulo D se presentó con un color alternativo al de primer orden, entre A y V (A-D-V) y entre B y R (B-D-R). Sus resultados mostraron un nivel mayor de respuestas al EC2 en los grupos en los que después de éste se presentaba la clave D y sugirieron que el mecanismo responsable del CSO, en su estudio, es del tipo EC2-EI.

De esta manera, pese a todos los intentos por esclarecer el origen de la formación del CSO, los resultados de los diversos experimentos en los que se han empleado alguna de las técnicas de reevaluación post-condicionamiento parecen contradictorios en cuanto al tipo de asociaciones formadas en CSO; ya que al parecer dependiendo del tipo de técnica empleada, los resultados aludirán a que el aprendizaje tenga una lógica declarativa ó E-E (Pavlov, 1927; Konorski, 1967) ó, procedimental ó E-R (Rescorla, 1982). Sin embargo, si se analizan más profundamente, no serían tan contradictorios. De hecho, los resultados de la extinción siempre se han interpretado bajo la lógica del "*modelo procedimental*" o E-R porque consideran que durante la segunda fase las presentaciones entre el EC1 y el EC2 permiten la formación de una asociación directa entre el EC2 y la RC (Mazur y Wagner, 1982; Rescorla, 1973), sin necesidad de incluir el EC1. Es decir, el modelo procedimental no da cabida a ninguna forma de integración que implique un cambio en el significado del EC1 (Dickinson, 1984). Por otra parte, es cierto que algunas teorías basadas en el *modelo declarativo* o E-E, suponen que la RC al EC2 dependería de la evocación del EI por parte del EC1, por lo que consideran que el CSO se encuentra mediado por el EC1 (Mackintosh, 1974; Hall, 1996). Pero es posible, y las técnicas de devaluación del EI así lo sugieren, que pueda mantenerse un

modelo declarativo. E-E-, si se asume que la relación se establece entre el EC2 y la representación mental del EI (Dickinson, 1984). En este sentido, nuevas propuestas de investigación derivadas del paradigma de aprendizaje causal en humanos podrían contribuir a esclarecer dicha cuestión.

Recapitulando, este capítulo ha pretendido mostrar que el CSO no ha sido ajeno al proceso evolutivo que ha seguido el estudio de otros temas en aprendizaje. Desde principios de siglo algunos investigadores ya se interesaban en indagar y fundamentar aquellas relaciones no entrenadas surgidas en CSO. Sin embargo, fue hasta después de la segunda mitad del siglo pasado cuando una gran variedad de estudios han demostrado; que se trata de un fenómeno consistente a través de múltiples especies, incluidos los humanos, y que actualmente sigue generando investigación. Además, su importancia teórica se manifiesta en que puede permitir dilucidar el tipo de asociaciones que se aprenden durante el proceso de condicionamiento animal y humano. Por último, es posible que las nuevas investigaciones utilizando el paradigma experimental del aprendizaje causal en humanos permitan entender aún mejor, no solo la naturaleza de dicho aprendizaje, sino la naturaleza del proceso inferencial que los humanos utilizamos cuando establecemos relaciones causales en nuestro propio medio ambiente.

Así es como se puede suponer que aparentemente el CSO es un fenómeno que obedece a los mismos principios y muestra la misma sensibilidad a muchos de los factores estudiados en el condicionamiento o aprendizaje de primer orden; pero que, todavía es difícil de explicar para la mayoría de las teorías del aprendizaje asociativo propuestas hasta el momento. Este último punto es interesante porque a pesar de la fiabilidad y generalidad de los resultados del CSO, pocas son las teorías del aprendizaje que se han interesado en proporcionar una explicación global y viable; peor aún, algunas veces parece que el CSO está fuera de la amplia gama de fenómenos que las

diversas teorías toman en cuenta para poner a prueba sus postulados. Aunque lo cierto es que en los últimos años su estudio ha crecido favorablemente y a la par se han generado varios sistemas teóricos alternativos que posibilitan un amplio rango de interpretaciones que no sólo incluyen una visión teórica desde la perspectiva del condicionamiento pavloviano.

## CAPITULO 3.

### **ANÁLISIS EXPERIMENTAL DEL CSO EN EL APRENDIZAJE CAUSAL**

Durante las últimas décadas la importancia del estudio del aprendizaje causal en humanos se ha ido incrementando considerablemente, una de las propuestas que ha contribuido a este crecimiento ha sido la formulación de que básicamente el aprendizaje causal es análogo al condicionamiento pavloviano en virtud de que en éste también se establecen asociaciones, sólo que entre una clave o causa (que correspondería al EC) y una consecuencia o efecto (que correspondería al EI), y los cambios resultantes de esta asociación se miden a través de juicios de contingencia (o RC) (Dickinson, Shanks y Evenden, 1984). El empleo de tareas de juicios causales ha permitido replicar con humanos la mayoría de los efectos del aprendizaje asociativo que originalmente se estudiaban con animales y ampliar el campo de conocimiento y modelos explicativos del aprendizaje (Shanks, 1995). De hecho, los resultados de la investigación realizada en aprendizaje causal generó que frente a los modelos asociativos derivados del aprendizaje animal, también surgieran teorías que consideraban a los sujetos como estadísticos intuitivos capaces de descubrir y computar normativamente las relaciones causales entre los sucesos de nuestro medio ambiente (Miller y Escobar, 2001).

El estudio del CSO en aprendizaje causal cobra importancia porque es un paradigma que permitiría observar el establecimiento de una relación causal indirecta entre causas (EC's) y efectos (EI's) que nunca se presentaron conjuntamente durante

las fases de entrenamiento e independientemente de la RC. Además, desde una visión teórica asociativa, el estudio del CSO no sólo representa la ampliación del rango de fenómenos del condicionamiento pavloviano replicados en tareas de juicios causales con humanos, sino que se presenta como una alternativa para estudiar la naturaleza de las asociaciones mediante la cual se produce el CSO; adicionalmente, desde una perspectiva teórica normativa además de ser una opción diferente para estudiar la generación de inferencias causales, el CSO es un paradigma viable para investigar el tipo de modelo causal empleado por los participantes para realizar dichas inferencias causales.

Es importante mencionar que recientemente Perales, Catena y Maldonado (2004) utilizando un procedimiento de aprendizaje mediado demostraron que los participantes eran capaces de establecer una asociación entre dos claves que nunca se presentaron conjuntamente durante el entrenamiento. Para ello realizaron tres experimentos en los cuales además manipularon la direccionalidad causal de las claves; para llevar a cabo su estudio a los participantes se les presentó una situación en la que dos sustancias químicas que podían o no encontrarse en la sangre de algunos pacientes, eran efectos de una enfermedad ficticia (condición predictiva) o podían ser las causas de la enfermedad (condición diagnóstica).

Del conjunto de sus resultados destaca no sólo que dos claves que nunca se habían presentado juntas puedan llegar a asociarse, sino también que estas asociaciones se derivan de la existencia de un modelo mental sobre la naturaleza de las causas y su relación con los efectos que producen. De hecho, los autores asumieron que sus resultados podían deberse al establecimiento de dos tipos de modelos mentales sobre la naturaleza y relaciones entre diferentes causas de un mismo efecto. En el modelo de *causas independientes* (ver figura 3) se asume que cada una de las

causas estaba relacionada independientemente con el mismo efecto; es importante señalar que esta postura coincidiría con los modelos asociativos que postulan que tanto el EC1 como el EC2 se asocian directamente con el EI (el efecto) (Rizley y Rescorla, 1972; Barnet, Cole y Miller, 1997). Mientras que un modelo de causas encadenadas, en el cual se considera que las claves forman una secuencia causal del tipo C2-C1-E, se relacionaría más bien con la cadena asociativa propuesta en otros modelos asociativos, como el realizado por Hull (1939) o por Mackintosh (1974), en los cuales se asume la mediación del EC1 para producir la respuesta. Los resultados obtenidos en la investigación sobre aprendizaje mediado (Perales y cols., 2004) sugerirían que los humanos tendemos a utilizar más un modelo mental de causas independientes, que un modelo mental de causas encadenadas, debido a que la mayoría de los participantes infirieron que existía una correlación entre dos de las claves que inicialmente se habían definido como dos efectos de una causa común, pero no realizaron esta inferencia cuando se presentaron dos causas del mismo efecto.

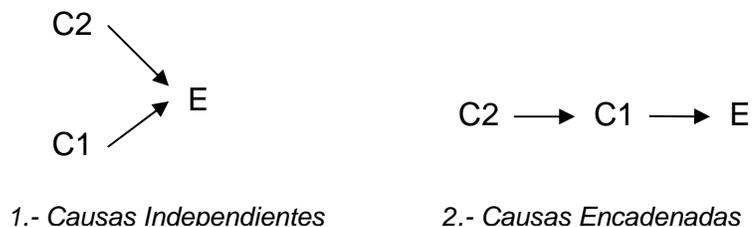


Fig. 3. Dos posibles modelos mentales que se establecen en aprendizaje causal.

Sin embargo, en la investigación realizada por Perales y cols. (2004) no fue posible determinar cuál de los modelos era el más adecuado para explicar sus resultados. Este problema podría solventarse si se estudia el condicionamiento de segundo orden en tareas de aprendizaje causal ya que, además de que el diseño de

CSO es una alternativa para estudiar la formación de inferencias causales entre la causa de segundo orden (C2) y el efecto de primer orden (E1), este paradigma permite analizar la naturaleza de las asociaciones establecidas en el CSO a partir de los dos diferentes modelos mentales propuestos (causas independientes vs causas encadenadas). Este análisis estaría determinado por el empleo de la técnica de reevaluación post-condicionamiento de extinción; ya que se ha demostrado ampliamente que en el condicionamiento animal y humano, una manera de determinar el tipo de asociaciones formadas entre los estímulos durante el CSO ha sido la extinción de la relación de primer orden después de haber establecido el condicionamiento de segundo orden (Rizley y Rescorla, 1972; Amiro y Bitterman, 1980; Davey y Arulampalam, 1982; Davey y McKenna, 1983; Marlin, 1983; Crawford y Domjan, 1995; Bevins, Delzer y Bardo, 1996).

Es decir, la manipulación de la extinción post-condicionamiento de las relaciones causales presentadas durante las fases de entrenamiento permitiría, en primer lugar, observar si en aprendizaje causal persiste la respuesta a la causa de segundo orden (C2) o si este aprendizaje se elimina después de la extinción, y en segundo lugar, dependiendo de los resultados encontrados permitirá evaluar si la relación causal podría encontrarse mediada por el EC1 (C1) tal y como ocurre en situaciones de aprendizaje asociativo con animales (Rizley y Rescorla, 1972).

De tal forma que es posible que las nuevas investigaciones de CSO utilizando el paradigma experimental del aprendizaje causal con humanos permitan entender aún mejor no solo la naturaleza de dicho aprendizaje, sino la naturaleza del proceso inferencial que los humanos utilizamos cuando establecemos relaciones causales en nuestro propio medio ambiente.

Por lo anterior los objetivos generales de esta investigación fueron:

a) **Demostrar el CSO en tareas de aprendizaje causal.** Este primer objetivo se planteó dado el paralelismo que se ha encontrado en los resultados obtenidos en tareas de juicios de causalidad y en situaciones de condicionamiento pavloviano (Dickinson, 2001a), bajo el supuesto de que las creencias causales pueden adquirirse mediante un proceso de aprendizaje asociativo. Conjuntamente, el planteamiento de una demostración del CSO en aprendizaje causal permitiría ampliar el número de fenómenos del aprendizaje asociativo demostrados en tareas de juicios causales; y dado que el CSO permite estudiar relaciones indirectas entre EC's y EI's su investigación también representa una alternativa metodológica para investigar la formación de relaciones causales entre claves no entrenadas conjuntamente.

Asimismo, el estudio del CSO tiene implicaciones interesantes para las teorías asociativas del aprendizaje causal puesto que ofrece una diferente posibilidad para estudiar el establecimiento de una asociación clave-consecuencia cuando una de éstas se encuentra ausente (Dickinson, 2001b) debido a que en las teorías asociativas *estándar* se asume que la fuerza asociativa de una clave sólo puede cambiar en los episodios de aprendizaje en los cuales dicha clave se encuentra presente. No obstante, este supuesto se ha ido modificando a partir de los resultados de las investigaciones de reevaluación retrospectiva realizados en tareas de aprendizaje causal, por ejemplo Dickinson y Burke (1996) han señalado que las relaciones de causalidad no sólo llegan a establecerse por una experiencia directa, sino también por asociaciones intra-compuesto. Este argumento ha determinado que aquellas teorías que además de asumir que el aprendizaje asociativo está modulado por la sorpresividad de la aparición de la consecuencia, asuman que puede originarse a través de la recuperación de la

representación de una clave por medio de las asociaciones intra-compuesto. Lo que podría explicar los resultados obtenidos en aprendizaje causal (Dickinson, 2001a).

Finalmente y de manera adicional, con este objetivo se pretende evaluar si el CSO es susceptible del empleo de estímulos neutros, además de estímulos con cargas motivacionales (Davey y McKenna, 1983).

**b) Estudiar algunas condiciones necesarias para el establecimiento del condicionamiento de segundo orden.** Como se mencionó en los dos primeros capítulos de este escrito, existen diferentes variables que llegan a afectar la formación del CSO en aprendizaje pavloviano, por ejemplo el nivel de contingencia de los estímulos durante las fases de entrenamiento. Pero además, también se hizo énfasis en algunas variables que afectan a los juicios de causalidad como el modo de respuesta; de esta forma, se manipulará el modo de respuesta como una variable que pudiera afectar o no la demostración del CSO en este tipo de tareas. Por lo anterior, la siguiente serie de experimentos permitirán evaluar si el CSO en tareas de aprendizaje causal se ve afectado por la manipulación algunos factores que influyen sobre éste en condiciones de condicionamiento animal.

**c) Identificar los contenidos implicados en el CSO en tareas de aprendizaje causal utilizando la técnica post-condicionamiento de extinción.** Por sus implicaciones teóricas este objetivo es el más importante de la investigación, debido a que los resultados obtenidos después de realizar la extinción post-condicionamiento podrían ayudar a esclarecer el tipo de asociaciones establecidas en CSO. De esta manera, dependiendo de si los resultados demuestran que la extinción afecta o no a la relación de segundo orden, se favorecería a alguno de los dos grupo de teorías mencionados;

más concretamente, desde una perspectiva asociativa, los resultados encontrados permitirán diferenciar entre las propuestas teóricas que establecen que la generación del CSO está mediada por la representación del EC1 y aquellas que consideran que hay una relación directa entre el EC2 y el EI. Y por otro lado, desde los modelos causales los resultados permitirían realizar un análisis más profundo sobre la naturaleza de las relaciones entre las diferentes causas de un mismo efecto; de tal forma que el estudio de la extinción permite explorar el tipo modelo empleado por los participantes para establecer este tipo de deducción o inferencia causal, que como se había mencionado puede ser de causas encadenadas o de causas independientes.

## EXPERIMENTO 1a

El objetivo principal del Experimento 1a fue demostrar el efecto del condicionamiento de segundo orden en tareas de aprendizaje causal. Para este propósito se empleó un diseño experimental similar al utilizado por Rizley y Rescorla (1972).

Se realizó una tarea en la cual en una situación ficticia los participantes aprendieron que en algunos pacientes, durante la primera fase una enfermedad (C1) causaba la aparición de una sustancia en la sangre (E1). En la segunda fase, una sustancia química (C2), utilizada en alimentos consumidos por los pacientes, causaba la enfermedad presentada en la primera fase. Al final de ambas fases de entrenamiento a los participantes se les preguntó sobre la relación causal entre la sustancia química (causa 2) y la aparición de la sustancia en la sangre (efecto 1). Para controlar que las causas y efectos se asociaron en ambas fases de entrenamiento, también se presentaron una tercera causa (C3) y un segundo efecto (E2) en la primera fase, y una causa más (C4) con la C3 en la segunda fase. Para la mitad de los participantes la causa y el efecto (C3-E2) se presentaron relacionados en la primera fase pero no relacionados durante la segunda fase (C4- No C3). Para la otra mitad, se les presentó la situación contraria, la C3 y E2 no se presentaron relacionados en la primera fase (C3-no E2) y la C4-C3 relacionadas en la segunda fase. En ambos grupos se consideró que los participantes deberían de inferir la existencia de una relación causal entre la causa de segundo orden (C2) y el efecto de primer orden (E1), mientras que no deberían de inferir una relación entre la C4 y el segundo efecto E2.

### ***Método***

#### *Participantes:*

Se pidió la colaboración voluntaria de 20 estudiantes universitarios de la carrera de Psicología de la FES Iztacala (UNAM) aproximadamente el 30% hombres y el 70% mujeres, quienes recibieron una participación con valor a su calificación final por su colaboración. El rango de edad fue de 19 a 24 años. A los participantes se les asignó de manera aleatoria a los diferentes arreglos experimentales en grupos de 10 personas. En todos los experimentos a los participantes se les informó de las normas y principios éticos para la investigación con humanos.

#### *Materiales:*

Los materiales empleados fueron una computadora portátil compatible con IBM y un proyector de cañón. Además se empleó el programa informático Super Lab Pro v 2.1 (Cedrus Co.) para realizar los experimentos y presentar los estímulos. Los materiales fueron similares para los siguientes experimentos.

#### *Tarea experimental:*

La tarea experimental consistió en presentar a los participantes, apareamientos entre dos enfermedades ficticias llamadas **C1** (Midiasis) y **C3** (Xeritis) y dos posibles consecuencias (aparición de una sustancia en la sangre) **E1B** (Alfa) y **E2** (Beta) en la primera fase del experimento y, en la segunda fase del experimento, apareamientos entre el consumo de un alimento (salchichas) en cuya preparación se emplearon los conservadores **C2** (Neocina) y **C4** (Licaina) con la aparición de las enfermedades **C1** y **C3**, de manera contrabalaceada. Al final se les preguntó a los participantes un juicio acerca del porcentaje en que los conservadores (**C2** y **C4**) producían alguna sustancia en la sangre (**E1** o **E2**) en una escala unidireccional de 0 a 100. La tarea experimental

también fue similar para todos los experimentos, las diferencias entre éstos se describen en el método de cada experimento en particular.

*Procedimiento:*

El experimento se llevó a cabo en un salón oscuro en grupos de 5 personas a la vez (por el contrabalanceo de los estímulos) los participantes se sentaron mirando hacia la pantalla donde se proyectaban los estímulos. Se les 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 comenzó 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 de color rosa; debajo del nombre del laboratorio y dependiendo del contrabalanceo, apareció en color morado el siguiente enunciado (i.e.) *“El paciente presenta Midiasis*

*¿esta enfermedad causa la aparición de la sustancia Alfa?*”. Luego de la pregunta, se presentó en color azul el nombre de dos sustancias químicas cada una de ellas asociada con un número de tecla, *Alfa* con el número tres y *Beta* con el número cinco. En cada uno de los ensayos, el participante debía de hacer una predicción, por ejemplo, si consideraban que *Midiasis* provocaba *Alfa*, tenía que escribir en la hoja de respuesta el número 3, por el contrario si consideraba que *Beta* debía de escribir el número 5. Independientemente de su respuesta y de acuerdo al diseño experimental, se les presentó una pantalla de retroalimentación (con una duración de 1200 ms) que indicaba cual era la sustancia causada.

En el experimento 1a se utilizó un diseño experimental intra y entre grupos que se encuentra resumido en la tabla 4. Las fases de entrenamiento consistieron en la presentación de un bloque de 12 ensayos para cada una de las relaciones, Relacionadas (R) o No relacionada (N) las cuales se presentaron entremezcladas y de manera aleatoria.

Se realizaron dos grupos experimentales RR-RN y RR-NR. Cada uno de los grupos se dividió en dos Tipos de causa o condiciones. El tipo de causa Relacionada-Relacionada (RR) ó de CSO; y la No Relacionada (NR o RN) ó condición de control. La primera de las condiciones (RR) fue similar para ambos grupos experimentales. En esas condiciones, la clave C1 estuvo relacionada con el efecto E1 en la primera fase y con la C2 en la fase de segundo orden, para producir el CSO. Las condiciones en donde las claves se presentaron no relacionadas sirvieron como control. En estas condiciones las claves no se presentaron relacionadas en alguna de las fases experimentales de la siguiente manera, en la condición RN la C3 no se presentaba relacionada con la E2 en la primera fase, y en la condición NR fue en la segunda fase cuando las claves C4-C3

no se presentaron relacionadas, lo que debía impedir la formación del CSO. El número total de ensayos en ambas fases fue de 48 (24 ensayos por fase).

Después de presentar los ensayos de cada fase se les presentó una pantalla en la que los participantes debían de valorar la relación entre la causa de segundo orden y su posible efecto (C2-E1) y entre la causa no relacionada y su posible efecto (C4-E2). 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 que evaluaran las relaciones entre las claves C2-E1 y C4-E2 para conocer si se había establecido una relación de segundo orden.

**Tabla 4.**

<b>GRUPO (n=10)</b>	<b>FASE 1</b>	<b>FASE 2</b>	<b>PRUEBA DE CSO</b>
RR-NR	C1 – E1 C3 - No E2	C2 – C1 C4 – C2	C2 – E1? C4 – E2?
RR-RN	C1 – E1 C3 - E2	C2 – C1 C4 – No C2	C2– E1? C4 – E2?

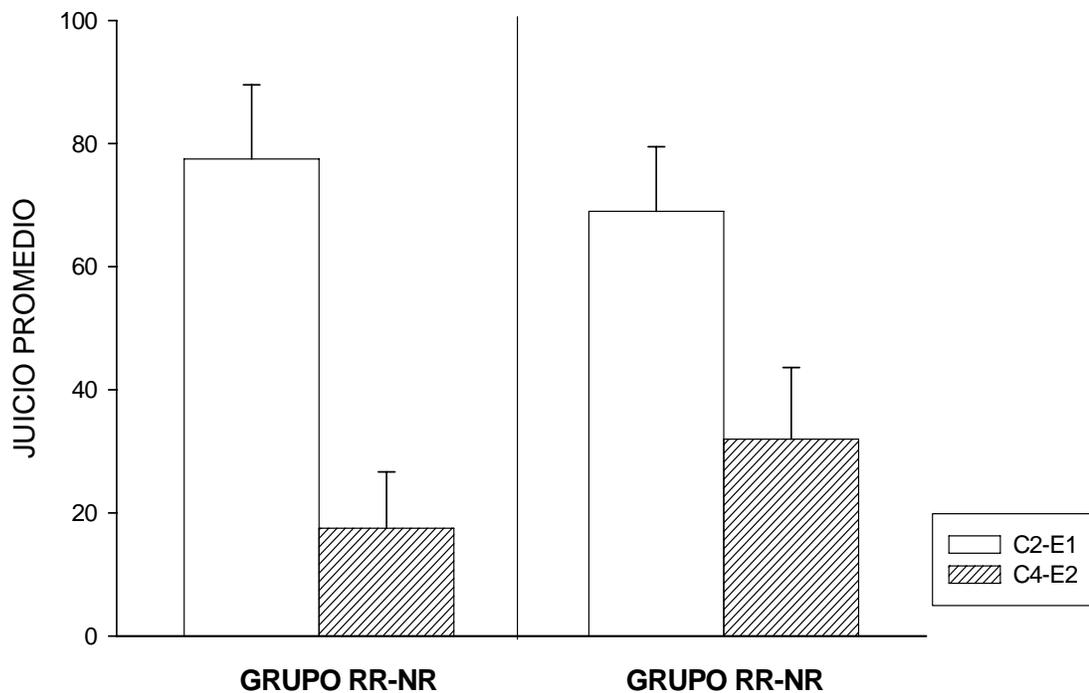
**NOTA:** RR Relacionado-Relacionado; RN grupo Relacionado-No Relacionado; C1, C2, C3, C4 corresponden a las causas; E1, E2, corresponden a los efectos.

### ***Resultados y Discusión***

La figura 4 muestra el juicio promedio en la fase prueba de CSO. Como se puede observar los participantes emitieron un juicio más alto en el Tipo de causa de CSO o Relacionada (C2-E1) que aquellos emitidos en el Tipo de causa No Relacionada (C4-E2) siendo la esta situación similar en ambos grupos.

Se realizó un análisis de varianza ANOVA 2 x 2, sobre los juicios de los participantes, como primer factor se consideró al Grupo (RR-NR vs RR-RN) y como segundo factor al Tipo de causa (C2 ó causa de segundo orden vs C4 ó causa No Relacionada). Los resultados revelaron un efecto principal en el factor Tipo de causa,  $F(1, 18) = 13.01$ ,  $p < 0.05$ ,  $MSE = 1807.22$ , estos resultados se debieron a que los juicios emitidos a la causa de segundo orden (C2) fueron considerablemente más altos que los juicios emitidos a la causa no apareada, C4, esto en ambos grupos.

De manera general, los resultados del primer experimento mostraron la robustez del CSO ya que replicaron la evidencia experimental del fenómeno en tareas de aprendizaje causal con humanos, pues los resultados sugirieron que los participantes fueron capaces de inferir una relación causal entre una causa de segundo orden (C2) y un efecto (E1) que nunca se habían presentado juntos, a partir de experiencias independientes en donde el efecto (E1) se presentó con la causa 1 (C1); misma que a su vez se había presentado con la segunda causa (C2). Finalmente las condiciones control permitieron demostrar que para establecer una relación de segundo orden es necesario presentar correlacionadas las causas y los efectos, en ambas fases.



**Fig. 4.** Juicios promedio en la prueba de CSO. Las barras blancas representan a la condición CSO y las barras sombreadas representan a la condición No relacionada. Las barras de error representan el error estándar de la media.

Es decir, los resultados mostraron que una de las condiciones necesarias para el establecimiento de una inferencia causal es la existencia de una relación en la primera fase entre la causa 1 y el efecto, y luego entre la causa 2 y la causa 1. De tal forma que la ausencia de relación entre ambos eventos en cualquiera de las dos fases impide la formación del CSO (C2-E1), al igual que sucede en las condiciones de condicionamiento pavloviano (Rizley y Rescorla, 1972).

Además, mostraron un efecto de SOC similar al comúnmente observado en animales utilizando tareas de condicionamiento aversivo y apetitivo (Rashotte, Griffin y Sisk, 1977, Amiro y Bitterman, 1989, Rizley y Rescorla, 1972; Holland y Rescorla, 1975)

y con humanos utilizando una tarea de condicionamiento aversivo (Davey y Arulampalan, 1982).

En resumen, los resultados a la vez que demostraron el fenómeno de CSO en situaciones de aprendizaje causal mostraron que una de las condiciones para producir CSO en aprendizaje causal es la correlación causal en ambas fases de entrenamiento. Adicionalmente mostraron que el CSO es un paradigma que permite el estudio de relaciones emergentes entre claves no entrenadas conjuntamente. El siguiente experimento tuvo el propósito de replicar estos resultados además de proporcionar evidencia de aprendizaje causal después de cada fase experimental.

## EXPERIMENTO 1b

En el Experimento 1a se demostró que el CSO es un fenómeno capaz de replicarse en tareas de aprendizaje causal; sin embargo, en el Experimento anterior sólo se pidió a los participantes que valoran con un juicio de causalidad las relaciones de segundo orden al final de todas las fases experimentales. Esta circunstancia posibilitó la interpretación de que los resultados no se debieran a un proceso asociativo como se había venido considerando, ya que no permitía conocer si los participantes detectaban la contingencia establecida entre las causas y los efectos en cada una de las fases experimentales, sobre todo si se considera que había situaciones donde la contingencia entre claves y efectos fue de 0.0 en alguna de las fases (condiciones NR/RN).

El objetivo del Experimento 1b fue validar las condiciones para producir CSO en aprendizaje causal manipulando la variable modo de respuesta en el CSO. Por lo anterior, en este Experimento al final de cada fase se preguntaba a los sujetos el grado de relación entre todas las causas potenciales y sus efectos, para asegurar que habían aprendido correctamente todas las contingencias establecidas entre ellas.

### ***Método***

#### *Participantes:*

Veinte estudiantes de la carrera de Psicología de la FES Iztacala (UNAM) participaron en este Experimento, a los estudiantes se les otorgó una participación con valor a su calificación final. El 25 % de los participantes fueron hombres y el otro 75 % fueron mujeres, sus edades variaron de entre 19 y 25 años. Se les asignó de manera aleatoria a los diferentes arreglos experimentales en grupos de 10 personas.

*Procedimiento:*

El procedimiento y diseño fueron idénticos a los descritos en el Experimento anterior, el diseño se encuentra resumido en la Tabla 5. La diferencia con el experimento anterior fue que los participantes tuvieron que emitir un juicio al final de cada fase de entrenamiento. Adicionalmente, los participantes tuvieron que otorgar un juicio acerca de las relaciones entre C2-E1 y C4-E2 para demostrar una relación de segundo orden, de la misma manera que en el experimento previo.

**Tabla 5.**

<b>GRUPO (n=10)</b>	<b>FASE 1</b>	<b>PRUEBA FASE1</b>	<b>FASE 2</b>	<b>PRUEBA FASE2</b>	<b>PRUEBA DE CSO</b>
RR-NR	C1 – E1 C3 - No E2	C1 - E1? C3 - E2?	C2 – C1 C4 – C2	C2 – C1? C4 – C2?	C2 – E1? C4 – E2?
RR-RN	C1 – E1 C3 - E2	C1 – E1? C3 - E2?	C2 – C1 C4–No C2	C2 – C1? C4 – C2?	C2 – E1? C4 – E2?

**NOTA:** RR Relacionado-Relacionado; RN Relacionado-No Relacionado; NR, No Relacionado-Relacionado. C1, C2, C3, C4 corresponden a las causas; E1, E2, corresponden a los efectos.

***Resultados y discusión***

La Tabla 6 muestra el juicio promedio para cada una de las condiciones después de cada fase experimental. Como se observa, los participantes fueron capaces de detectar relaciones entre las causas contingentes y los efectos, pero además fueron capaces de detectar la falta de contingencia entre las causas y efectos no relacionados. Además, como puede observarse en la Tabla 6 los juicios fueron más bajos cuando las causas y los efectos no se relacionaron; pero más altos cuando se presentaron relacionadas en alguna de las fases de entrenamiento.

Para comprobar lo anterior se realizó un análisis de varianza 2 Grupos (RR-RN vs. RR-NR) x 2 Tipo de causa (CSO vs. No relacionada) x 2 Fases de entrenamiento. Los resultados mostraron una interacción estadísticamente significativa entre Grupos x Tipo de causa x Fases de entrenamiento  $F(1, 18) = 46.67$ ,  $p < 0.01$ ,  $MSE = 567.0$ , además de una interacción significativa entre el Tipo de causa x Fases de entrenamiento  $F(1, 18) = 85.10$ ,  $p < 0.01$ ,  $MSE = 355.2$ .

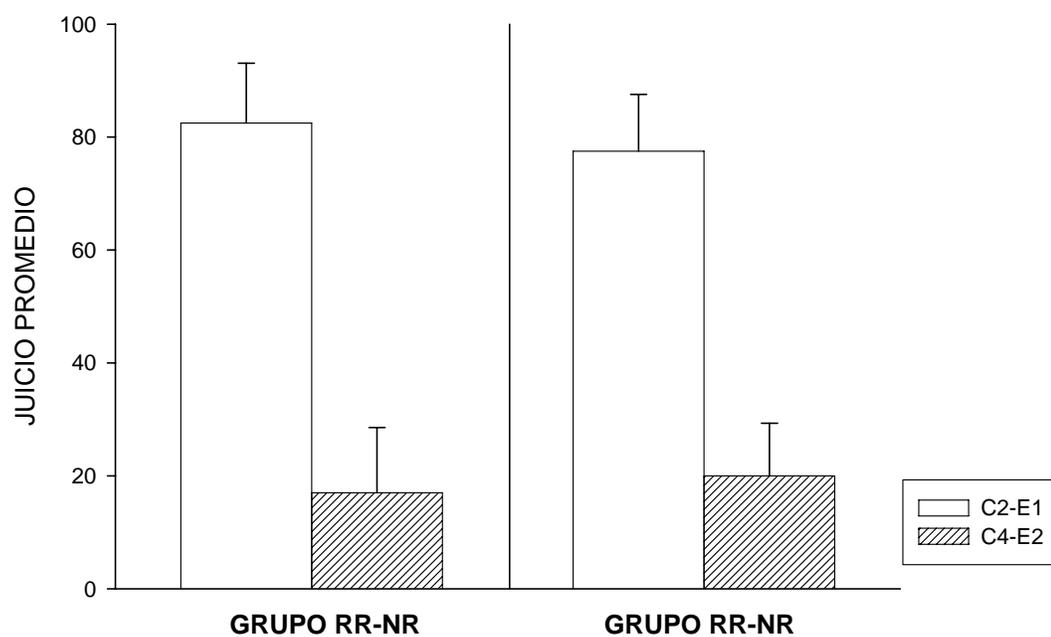
**Tabla 6.**

EXP	GRUPO	TIPO DE CAUSA	PRIMERA FASE	SEGUNDA FASE	TERCERA FASE	PRUEBA DE CSO
1b	RR-NR	CSO	90.0	97.5		82.5
		NO REL	5.0	95.0		17.00
	RR-RN	CSO	83.5	86.0		77.5
		NO REL	80.5	20.83		20
2b		EXT	87.5	89.5	5.0	58.0
		CSO	87.5	85.5	10.0	53.0

NOTA: Los Tipos de causas están representados por: CSO Segundo orden; NO REL, no relacionada; EXT Extinción. En el Experimento 1b, los grupos están representados por RR, en el que las claves se encontraban relacionadas en ambas fases y NR o RN donde en las claves no se presentaron relacionadas en alguna de las fases.

Para analizar estos resultados se utilizó la prueba post-hoc HSD-Tukey, que mostró diferencias estadísticamente significativas únicamente entre los Tipos de causa o condiciones, como sucedió en la primera fase del grupo RR-NR y en la segunda fase del grupo RR-RN; es decir, los resultados siempre fueron más altos en las condiciones Relacionadas que en las condiciones No Relacionadas en ambos grupos y en cada fase de entrenamiento. Es decir los valores de los juicios emitidos a las relaciones C3-NoE2 y C4-noC2 de la primera y segunda fase, respectivamente, fueron significativamente

menores ( $p < .05$ ) a aquellos emitidos cuando las causas y efectos se presentaron con un nivel de contingencia 1.0 en cualquiera de las fases. Estos resultados permiten concluir que los sujetos son sensibles a las relaciones establecidas entre una causa y su efecto, y que el condicionamiento de segundo orden (CSO) solamente se observa cuando las claves y consecuencias se encuentran relacionadas en ambas fases de entrenamiento.



**Fig. 5.** Juicios promedio en la prueba de CSO. Las barras blancas representan a la condición CSO y las barras sombreadas representan a la condición No relacionada. Las barras de error representan el error estándar de la media.

En la figura 5 se muestran los juicios promedio emitidos a las relaciones C2-E1 y C4-E2. Como es evidente los juicios fueron más altos en el Tipo de causa CSO que en la condición No Relacionada. Un ANOVA 2 Grupos (RR-RN vs RR-NR) x 2 Tipo de causa (CSO vs No relacionada) mostró un efecto principal en el factor Tipo de causa  $F(1, 18) = 22.05$ ,  $p = 0.01$ ,  $MSE = 1714.86$ , un resultado similar al del experimento 1a.

En general, los resultados demostraron que el procedimiento fue apropiado para estudiar el CSO y que el desarrollo de este fenómeno depende de que las causas y los efectos se encuentren relacionados en ambas fases; siendo estos resultados similares a la evidencia encontrada en situaciones de condicionamiento animal (Rizley y Rescorla, 1972). Además, un resultado adicional de estos experimentos fue que permitió demostrar que la variable modo de respuesta (un juicio para cada fase o un solo juicio final) empleado durante el experimento, no parece tener efecto sobre el establecimiento de una relación emergente entre dos claves no entrenadas.

Hasta este momento los resultados de los experimentos 1a y 1b no suponen ningún problema explicativo para la mayoría de las propuestas que constituyen las dos perspectivas teóricas que se han venido manejando. Por ejemplo, desde las teorías asociativas estos resultados pueden explicarse por medio de la cadena asociativa (Mackintosh, 1974) o por la teoría de Rescorla y Wagner (1972), pero serían problemáticos para teorías como la del SOP o SOP revisado (Wagner, 1981; Dickinson y Burke, 1996) que por sus supuestos generales predecirían inhibición más que excitación entre las claves C2-E1; no obstante, dada la robustez del CSO este tipo de modelos debieran de ser modificados para poder incluir la posibilidad de establecer asociaciones excitatorias entre claves ausentes.

Por otro lado, desde una perspectiva más cognitiva los resultados se ajustan a la propuesta de que durante el aprendizaje los participantes emplean modelos causales de acuerdo con su conocimiento previo, y que pueden utilizar esa información para generar o descartar la formación de un aprendizaje de forma indirecta (Perales y cols, 2004).

Finalmente, es importante señalar que aunque los resultados de ambos experimentos eran esperados, no dejan de ser relevantes, sobre todo porque son las primeras demostraciones del CSO en tareas de aprendizaje causal humano y, además,

porque mostraron que los participantes son capaces de inferir la ausencia de una relación entre una causa de segundo orden y el efecto de primer orden cuando no se presentaron relacionados durante las fases de entrenamiento (C4-E2).

Sin embargo, ninguno de los anteriores experimentos permite esclarecer el tipo de asociaciones establecidas, ni el modelo causal (causas encadenadas o causas independientes) empleado por los participantes para establecer este tipo de deducción o inferencia causal. Por lo que, para tratar de solventar esta cuestión, los siguientes experimentos pretenden extender el análisis del CSO en aprendizaje causal analizando el efecto de la extinción de la relación de primer orden sobre el CSO.

## EXPERIMENTO 2a

Como se mencionó en el segundo capítulo, encontrar que el CSO no se ve influenciado por la extinción de la relación de primer orden es un resultado común en condicionamiento animal y humano (Rizley y Rescorla, 1972; Holland y Rescorla, 1975b, Davey y McKenna, 1983). El hecho de que las relaciones de primer orden no afecten a la respuesta de segundo orden permite sugerir que la respuesta de CSO no está mediada por alguna asociación entre el EC2-EC1 y que la cadena asociativa no es la responsable de la ocurrencia del CSO. Esto podría significar que la respuesta pudiera ser consecuencia de una relación directa entre el EC2 y la RC (Rizley y Rescorla, 1972) o bien entre el CS2 y el EI (Miller y Barnet, 1983). El empleo de tareas de aprendizaje causal podría proporcionar información acerca de cuál de las dos teorías es más viable para explicar los resultados y al mismo tiempo, el efecto de la extinción sobre el condicionamiento de segundo orden ofrecería información sobre el tipo de modelo causal que los participantes sin experiencia en la tarea emplean para aprender este tipo de relaciones causales. Por lo que este experimento fue diseñado para explorar estas posibilidades.

En un experimento previo, Perales, Catena y Maldonado (2004) empleando un procedimiento de aprendizaje mediado encontraron que en tareas de aprendizaje causal los participantes fueron capaces de establecer una relación emergente entre dos claves que nunca se presentaron juntas durante el entrenamiento; además, reportaron que los participantes establecían un modelo mental de causas independientes más que un modelo de causas encadenadas. De esta forma, si se asume que durante el aprendizaje de CSO en aprendizaje causal las personas forman asociaciones entre “causas” y

“efectos” (o EC y EI en un procedimiento de condicionamiento), entonces el modelo causal normativo y racional debería de ser uno encadenado (C1-C2-E1), debido a que ellos han aprendido a que la causa de primer orden (C1) produce el efecto (E) y posteriormente la causa de segundo orden (C2) produce la causa de primer orden (C1). De acuerdo con lo anterior, si se estableciera un modelo de causas encadenadas, la extinción de las relaciones entre la causa de primer orden y el efecto debería de afectar las relaciones percibidas entre estos elementos, y se consideraría que habría una mediación de la causa de primer orden (o el EC1 en un procedimiento de condicionamiento). Sin embargo, si la extinción de la primera relación no tuviera ningún efecto sobre el CSO, se consideraría que el modelo causal utilizado por los participantes debería de ser uno donde las causas se relacionaran de manera independiente con el mismo efecto, como se ha encontrado que sucede en procedimientos de condicionamiento asociativo tanto con animales como con humanos.

En resumen, el Experimento 2a se realizó para evaluar los contenidos en CSO en tareas de aprendizaje causal. Empleando una situación de extinción experimental similar al utilizado previamente, con la diferencia de que en éste se incluyó una tercera fase de extinción. Se presentaron dos tipos de causas, en la condición EXT la relación de primer orden fue extinguida (C1-No E1), pero en la condición de CSO una nueva clave fue presentada sin el efecto (C5-no E2).

### ***Método***

#### ***Participantes:***

Participaron 10 estudiantes universitarios 4 hombres y 6 mujeres de la carrera de Psicología de la FES Iztacala (UNAM) con edades de 19 a 24 años.

*Procedimiento:*

El diseño se encuentra resumido en la tabla 7. La distribución de las preguntas y los colores de las pantallas de entrenamiento fueron idénticos a los de los experimentos anteriores. Igual que en los experimentos anteriores hubo dos condiciones experimentales o Tipos de causa, CSO y Extinción, que difirieron entre sí sólo en la tercera fase. Los ensayos de la primera y segunda fase fueron idénticos a los descritos en los experimentos anteriores. En ambos grupos el nivel de contingencia en la primera y segunda fase fue de 1.0, es decir durante estas fases todas las claves se presentaron relacionadas.

La tercera fase consistió en dos bloques de 12 ensayos presentados de manera entremezclada, para ambos grupos. En el Tipo de causa Extinción o EXT se presentaron ensayos en los que la clave C1 no se presentaba seguida del E1. En la condición o Tipo de causa CSO se presentó una clave novedosa C5 que tampoco iba seguida del efecto (E2). Dependiendo del contrabalanceo, la información contenida en esos ensayos fue, por ejemplo: *“El paciente presenta Miodiasis”*, debajo de éste enunciado aparecía la pregunta: *“¿Esta enfermedad causa la aparición de la sustancia Alfa en la sangre?”*. Nuevamente los participantes debían de dar una respuesta indicando *“Sí”* con el número tres y *“No”* con el número cinco. En la condición de CSO, se presentaron relaciones entre una causa novedosa, por ejemplo *Zatuba* y un segundo efecto (E2, *Beta*); después de la respuesta de los participantes se les presentó una pantalla de retroalimentación, con la misma duración, donde se les informaba, *“Zatuba no causa Beta”*. En la fase de prueba, se les pidió a los participantes que juzgaran las relaciones entre las causas de segundo orden y sus efectos, C2-E1 y C4-E2, utilizando una escala unidireccional de 0 a 100.

Tabla 7.

EXP (n=10)	FASE 1	PRUEBA	FASE 2	PRUEBA	FASE 3	PRUEBA	PRUEBA DE CSO
2a	C1 - E1 C3 - E2		C2 - C1 C4 - C3		C1-NoE1 C5-NoE2		C2-E1? C4-E2?
2b	C1 - E1 C3 - E2	C1-E1? C3-E2?	C2 - C1 C4 - C3	C2-C1? C4-C3?	C1-NoE1 C5-NoE2	C1-E1? C5-E2?	C2-E1? C4-E2?

NOTA: Las letras representan a los diferentes estímulos presentados de manera contrabalanceada a lo largo del entrenamiento. C1, C3 y C5: enfermedades Miasis, Xeritis o Zatuba. E1 y E2: sustancias en la sangre Alfa o Beta. C2 y C4: sustancias químicas Neocina o Licaina.

### **Resultados y discusión**

En la parte izquierda de la figura 6 se muestra el juicio promedio otorgado en la fase de prueba. No se observaron diferencias aparentes entre las condiciones CSO y EXT, mostrando que la extinción de la relación de primer orden C1-E1 no tuvo efecto sobre el condicionamiento de segundo orden en aprendizaje causal. Se realizó un ANOVA univariado sobre los juicios de los participantes, este análisis no reveló diferencias significativas sobre el tipo de causas  $F(1, 9) = 0.69, p = 0.427, MSE = 522.4$ .

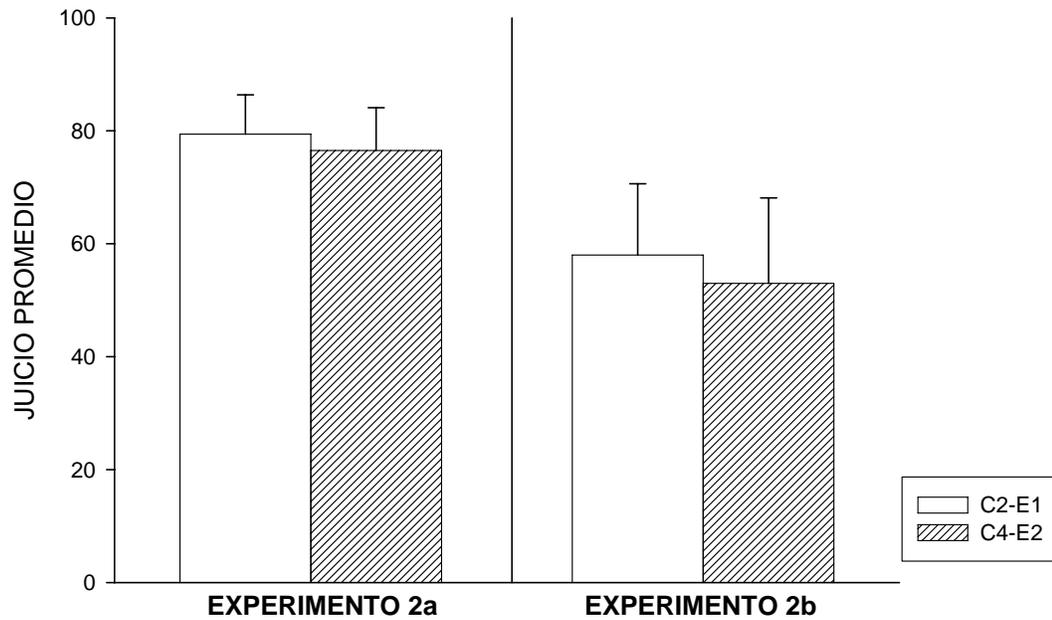
En general estos resultados sugieren que aunque las relaciones C1-E1 son una condición necesaria para el desarrollo de una asociación de segundo orden, una vez que esta asociación se ha aprendido, la asociación entre las claves C2-E1 es independiente de la asociación C1-E1 y, por lo tanto la reevaluación de la asociación C1-E1 no llega a tener influencia sobre la respuesta a la C2. Asimismo, concuerdan con aquellos obtenidos en condicionamiento animal (Rizley y Rescorla, 1972; Holland y

Rescorla, 1975; Fujii, 1981) y con los observados con humanos en situaciones de condicionamiento electrodermal (Davey y McKenna, 1983); pues suponen que la estructura que media el aprendizaje de segundo orden es una relación causal independiente entre la causa 2 y el efecto sin alguna mediación de la C1, esta conclusión es paralela a la encontrada en los resultados originales de Rizley y Rescorla (1972) bajo el paradigma del condicionamiento clásico.

Como se había mencionado, las explicaciones asociativas descartan que la respuesta de segundo orden se encuentre mediada por el EC1, dado que el resultado más común ha sido encontrar que la extinción de la relación de primer orden no elimina la respuesta condicionada de la clave de segundo orden (EC2), por lo que de entre las cuatro hipótesis propuestas para explicar el CSO (Rizley y Rescorla, 1972; Barnet, Cole y Miller, 1997; Barnet, Arnold, y Miller, 1991) sólo dos propuestas mantienen la posibilidad de que el CSO no se deba a la mediación del EC1. En la primera de estas asociaciones, se considera que puede existir una conexión directa entre el EC2 y la respuesta condicionada, como se sugiere en la teoría E-R (Rizley y Rescorla, 1972); en el segundo tipo de asociaciones se supone que la respuesta puede depender del establecimiento de una conexión entre el EC2 y el EI, como se ha sugerido en teorías más recientes (ver Barnet y cols. 1991). De acuerdo con los resultados de los experimentos 2a y 2b, el mantenimiento de la relación C2-E1 parece sugerir que es una representación interna del E1 la que estaría mediando el desarrollo del condicionamiento de segundo orden.

A diferencia de los modelos anteriores, una teoría causal cognitiva consideraría que el mantenimiento de esta asociación refleja una inferencia causal producto de la utilización de un modelo de independencia causal. De acuerdo con dicho modelo, cada

causa puede producir el efecto de manera independiente (C1-E1 y C2-E1), y por lo tanto puede predecir que no haya influencia de la extinción sobre el CSO.



**Fig. 6.** Juicios promedio en la prueba de CSO. Las barras blancas representan al Tipo de causa EXT, mientras que las barras sombreadas representan al Tipo de causa CSO. Las barras de error representan el error estándar de la media.

Sin embargo, antes de discutir a profundidad estos resultados, fue necesario asegurarse que los participantes verdaderamente habían aprendido que la relación de primer orden se encontraba extinguida, para ello en el experimento 2b se pidió a los participantes un juicio de causalidad después de la tercera fase de entrenamiento.

## EXPERIMENTO 2b

El objetivo del Experimento 2b fue solicitar a los participantes que estimaran las relaciones causales entre causas y efectos después de cada una de las fases, para determinar si aprendieron las contingencias establecidas en cada fase experimental. Como se describió en el experimento previo, después de extinguir la relación de primer orden, se encontró que dicha extinción no tuvo efecto sobre el CSO, tal como se había descrito en condicionamiento animal (Rizley y Rescorla, 1972) y en condicionamiento aversivo con humanos (Davey y McKenna, 1983). En el Experimento 2b se intentó replicar el mismo efecto, pero en éste se aseguró que los participantes hubieran aprendido la contingencia de las relaciones presentadas en cada fase, con el propósito de cerciorarse que conocían que la primera relación se encontraba extinguida. En consecuencia, a los participantes se les pidió que estimaran la relación causal entre cada una de las causas y sus efectos después de cada fase experimental.

### ***Método***

#### *Participantes:*

Diez estudiantes de la carrera de Psicología de la FES Iztacala (UNAM), de ambos sexos y con edades de 19 a 24 años, los participantes recibieron una participación con valor en su calificación final por su colaboración.

#### *Procedimiento:*

El procedimiento y diseño experimental fue similar al utilizado en el Experimento 2a y se encuentra resumido en la tabla 7, este diseño sólo difiere con el anterior en que

los participantes experimentaron una fase de prueba en la que tenían que evaluar las relaciones entre las causas y efectos después de cada fase experimental. Finalmente, se les pidió que evaluaran las relaciones entre C2-E1 y C4-E2 para mostrar el nivel de CSO.

### ***Resultados y discusión.***

Los participantes detectaron apropiadamente las contingencias entre las causas y los efectos programados en cada fase experimental, estos resultados pueden observarse en la Tabla 6. Los juicios causales de los participantes fueron similares, con valoraciones altas después de la primera y segunda fase y bajas luego de la fase de extinción. Esas impresiones se corroboraron utilizando una prueba ANOVA 3 x 2 (Fases x Tipo de causa), la cual sólo reveló efectos principales en el factor Fases.  $F(2, 18) = 47.02$ ,  $p < .001$ ,  $MSE = 907.4$ . Una prueba Post Hoc Tukey HSD no reveló diferencias significativas entre la primera y segunda fase de entrenamiento ( $p > .05$ ), pero sí encontró diferencias entre las dos primeras fases y la tercera ( $p < .05$ ). Estos resultados son importantes porque permiten confirmar la extinción de la relación de primer orden (C1-E1).

En la parte derecha de la figura 6 se muestra el juicio promedio otorgado por los participantes en la fase de prueba, como se observa los juicios permanecieron altos a pesar de la extinción de la relación de primer orden. Un ANOVA One-way  $F(1, 9) = 0.82$ ,  $p = .78$ ,  $MSE = 1513.89$  indicó que no hubo diferencias entre los tipos de causa de CSO y EXT en la fase de prueba. Además se realizó un segundo ANOVA 2 (Tipo de causa x 2 Fases) para comparar los juicios emitidos en la tercera fase de entrenamiento con los de la fase de prueba. Este análisis mostró diferencias estadísticamente significativas

entre las fases, pero no entre los Tipos de causas  $F(1, 9) = 17.55, p = .01, MSE = 1312.22$ .

Este último resultado es determinante para confirmar que el CSO no se ve afectado por la extinción de la relación de primer orden debido a que los juicios en la prueba de segundo orden fueron significativamente diferentes a los juicios de la relación extinguida de primer orden, resultados similares a los obtenidos en el Experimento 2a, debido a que no se encontraron diferencias entre las condiciones CSO y EXT.

Los datos de ambos experimentos en conjunto replican a los comúnmente observados en aprendizaje asociativo animal, tanto en preparaciones de condicionamiento aversivo (Rizley y Rescorla, 1972, Barnet y cols. 19991) como en condicionamiento apetitivo (Crawford y Domjan, 1995); tampoco difieren de los encontrados con humanos en una tarea de aprendizaje aversivo (Davey y McKenna, 1983); en todos en los cuales se encontró que la extinción de la relación de primer orden no afectaba a la relación de segundo orden.

No obstante, el beneficio teórico más importante de los Experimentos 2a y 2b fue que proveyeron información acerca del tipo de asociaciones aprendidas durante el CSO y al mismo tiempo que tendieron a clarificar el tipo de modelo mental empleado para establecer una relación emergente. Así pues, según el planteamiento de las teorías asociativas, los resultados de los Experimentos 2a y 2b parecen sugerir dos posibles conexiones entre los estímulos; por un lado se considera que los participantes pudieron haber establecido una relación directa el EC2 con el EI, o en este caso, entre la C2 con el efecto (Rizley y Rescorla, 1972) y por otro lado se plantea que los participantes pudieron haber formado una asociación entre el EC2 (C2) con la representación del EI (E1). Esta última conexión parecer ser la más factible ya que incluso los hallazgos encontrados en investigación con animales han apoyado la hipótesis de la

representación del EI para la formación del CSO (Barnet, Arnold y Miller, 1991), esta conclusión es análoga al resultado encontrado por Rizley y Rescorla (1972) en el paradigma de condicionamiento clásico.

Por otra parte, desde el punto de vista de las teorías causales, el mantenimiento de una asociación de segundo orden después de la extinción es un reflejo de la formación de una relación causal entre la C2 y el Efecto, resultado de la utilización del modelo de causas independientes.

En resumen, el resultado principal tanto del Experimento 2a como del 2b fue que la extinción de la primera relación no afectó a la relación de segundo orden. Este resultado es similar a los encontrados en experimentos de condicionamiento con animales y con humanos; y lo más importante es que sugieren que la estructura que interviene en el condicionamiento de segundo orden es una relación causal independiente entre la causa C2 y el efecto E1 sin alguna mediación de la C1; aunque aún queda por investigar si ésta falta de influencia de la extinción únicamente ocurre cuando se extingue el componente primer orden, o bien, si este efecto se replica cuando se extingue el componente de segundo orden.

### EXPERIMENTO 3

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, una vez aprendido mediante un CSO, no se ve afectado por la extinción del componente de primer orden, lo que a su vez sustentaría que los individuos suelen usar un modelo mental de causas independientes para establecer una inferencia causal.

Como se había mencionado, 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), hay evidencia en automoldeamiento de que tras la reevaluación del EC1, la RC al EC2 no siempre se mantenía, es decir que el CSO si se veía afectado por la extinción (Rashotte, Griffin y Sisk, 1977). Con el propósito de analizar estos resultados contradictorios, Rescorla (1979) investigó si los sujetos aprendían las propiedades específicas de los estímulos cuando se empleaba la técnica de extinción post-condicionamiento en CSO utilizando una preparación de automoldeamiento. Para ello, realizó cuatro experimentos que le permitieron concluir que cada EC se relacionaba específicamente con cada una de las consecuencias, de acuerdo al diseño empleado.

Específicamente, en el primer experimento, luego de entrenar dos ECs en un procedimiento típico de CSO, en un caso el EC1 se sometió a un procedimiento de extinción, mientras que el segundo EC2 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 era capaz de provocar una disminución de la respuesta condicionada de segundo orden, pero no 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.

Dado que en el Experimento 2b, durante la fase de extinción post-condicionamiento únicamente se presentaban ensayos de extinción de todas las claves presentadas, no permitió comprobar si realmente hubo un efecto diferencial según haya sólo extinción o se mantenga el nivel de excitación en alguno de las claves que aparecen durante la tercera fase, como se deduce de los experimentos previos. Por ello, en este experimento se empleó un diseño similar al de Rescorla (1979) y durante la tercera fase, se conservó el nivel de excitación en una de las claves. La segunda manipulación fue que los participantes, además de valorar las relaciones de segundo orden (como en el experimento anterior), debían emitir un juicio sobre las relaciones de primer orden, extinguida o no extinguida. 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, o si hay algún efecto en función de la conservación del nivel de excitación en una de las claves, tal como se observó en el experimento de Rescorla (1979).

## ***Método***

### *Participantes:*

Veinte estudiantes universitarios de ambos sexos de la Facultad de Psicología de la Universidad de Granada, quienes 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.

### *Procedimiento:*

Para ampliar la generalidad de los resultados, este estudio se llevó a cabo con estudiantes españoles de la Universidad de Granada, y además se realizaron cambios en el procedimiento, ya que el experimento se llevó a cabo de manera individual en cabinas experimentales. Los participantes se sentaron frente a la computadora y el experimentador les instruyó a presionar diferentes teclas para emitir sus juicios de predicción y de causalidad. 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 Tabla 8. La primera fase consistió en dos bloques de 12 ensayos cada uno donde se presentaron las relaciones entre las claves C1-E1 y C3-E2, en la segunda fase se presentaron relaciones entre las C2-C1 y C4-C3 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 de la computadora la escala cambió del 1 al 10, pero se siguieron conservando los mismos valores intermedios (0%, 25%, 50%, 75% y 100%).

**Tabla 8.**

<b>GRUPO (n=10)</b>	<b>FASE 1</b>	<b>PRUEBA</b>	<b>FASE 2</b>	<b>PRUEBA</b>	<b>FASE 3</b>	<b>PRUEBA DE CSO</b>
EXT-EXT	C1 - E1 C3 - E2	C1 - E1? C3 - E2?	C2 - C1 C4 - C3	C2 - C1? C4 - C3?	C1-No E1 C5-No E2	C2-E1? C4-E2? C1-E1? C3-E2?
EXT-EXC	C1 - E1 C3 - E2	C1 - E1? C3 - E2?	C2 - C1 C4 - C3	C2 - C1? C4-C3?	C1-No E1 C5-E2	C2-E1? C4-E2? C1-E1? C3-E2?

NOTA: EXT indica extinción, EXC indica conservación de la excitación, ambas en la tercera fase de entrenamiento. El resto de las letras representan los diferentes estímulos presentados de manera contrabalanceada a lo largo del entrenamiento. C1, C3 y C5: enfermedades Miasis, Xeritis o Zatuba. E1 y E2: sustancias en la sangre Alfa o Beta. C2 y C4: sustancias químicas Neocina o Licaina.

Se realizó una tercera fase, en la que se manipuló la extinción de las relaciones de primer orden con el mismo número de ensayos. 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 C1 no se presentaba seguida del E1. En la condición de CSO se presentó una clave novedosa (C5), en esta condición también se presentaron 12 ensayos; en esta condición en el grupo EXT-EXT los ensayos presentados fueron del tipo C5-no E2 (contingencia 0.0), mientras que en el grupo donde se conservó el nivel de excitación (EXT- EXC) la clave C5 se presentó seguida del E2 (C5-E2) (contingencia 1.0). En la prueba final, los participantes tuvieron que valorar cuatro diferentes relaciones; en dos

de éstas, debían emitir un juicio sobre las Causas de Primer Orden, extinguida (C1-E1) o no extinguida (C3-E2), con la finalidad de cerciorarse de que los participantes habían aprendido que la relación de primer orden (C1-E1) se encontraba extinguida. Además se les pidió que evaluaran las relaciones entre las claves de segundo orden (C2-E1 y C4-E2) para conocer si se había mantenía o no la relación de segundo orden. Estas pruebas se realizaron al azar.

### ***Resultados y discusión***

La Tabla 9 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 (C1-E1 y C3-E2) en la primera fase, siendo el mismo patrón de resultados el encontrado en los juicios emitidos a las relaciones de la segunda fase (C2-C1 y C4-C3); es decir, todos los participantes aprendieron la contingencia establecida en cada una de las fases independientemente del grupo. Para comprobar estas impresiones se empleó una prueba ANOVA 2 (Grupos EXT-EXT vs. EXT-EXC) x 2 (Tipos de causa: EXT vs. CSO) x 2 (Fases de entrenamiento), esta prueba no mostró diferencias estadísticamente significativas ( $p > .05$ ) en ninguno de los factores ni en sus interacciones, de forma que estos resultados permiten corroborar que los participantes aprendieron el nivel de contingencia establecido para cada relación durante las dos primeras fases de entrenamiento.

Sin embargo, los datos más interesantes de este experimento se encuentran en la fase de prueba, la cual se representa en la figura 7. Para analizar estadísticamente estos resultados se empleó una prueba ANOVA factorial 2 (Grupos: EXT-EXT vs. EXT-EXC) x 4 (tipo de relación causal), la cual mostró sólo un efecto principal en el factor Tipo de Relación Causal ( $F(3, 54) = 14.44, p < .05, MSE = 9.37$ ). La ausencia de

resultados significativos del factor Grupo o de su interacción con el Tipo de Relación Causal (ambas  $F < 1$ ), demuestra que el mantenimiento o no de la excitación durante la tercera fase no parece ejercer ningún efecto diferencial en los fenómenos relacionados con la extinción de primer orden sobre la clave de segundo orden en tareas de aprendizaje causal.

**Tabla 9.**

GRUPO	TIPO DE CAUSA	FASE 1	FASE 2	PRUEBA DE CSO
EXT-EXT	EXT	9.40	9.20	5.3
	CSO	9.60	9.40	7.0
	C1-E1			2.4
	C3-E2			8.8
EXT-EXC	EXT	8.50	8.7	5
	CSO	8.20	8.3	8.2
	C1-E1			2.2
	C3-E2			7.0

NOTA: Los Tipos de causas están representados por: CSO Segundo orden; EXT Extinción, C1-E1 relación de primer orden extinguida; C3-E2, relación de primer orden no extinguida.

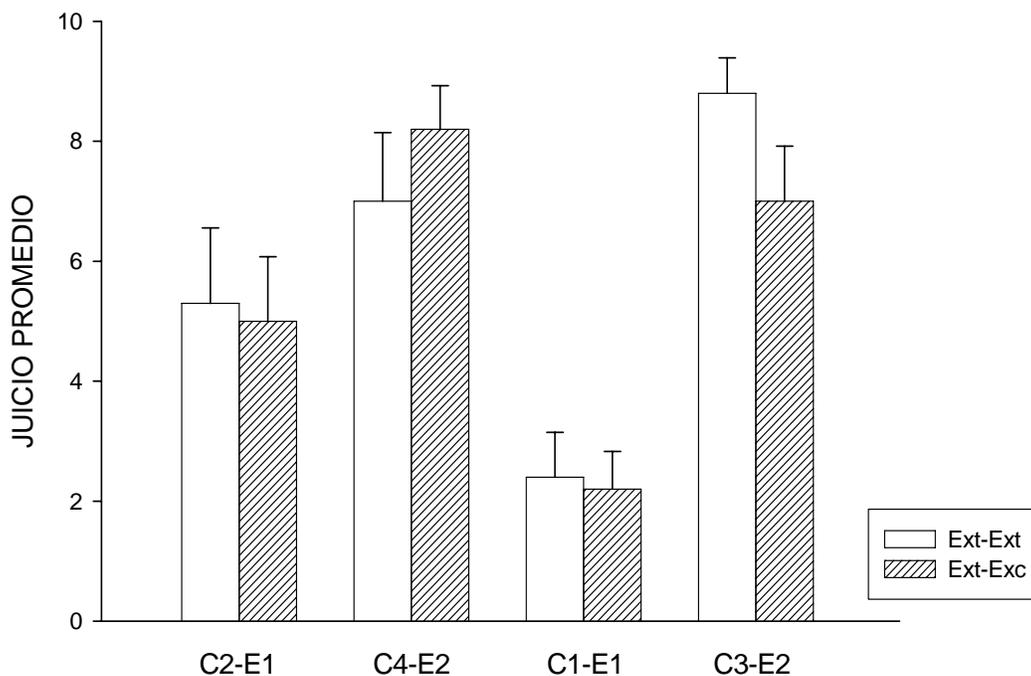
Los resultados más interesantes aparecen al analizar el efecto del Tipo de Relación Causal para lo que se utilizó de nuevo la prueba de Tukey (HSD). Los resultados más importantes que se pueden observar en la figura 7 fueron:

1) En primer lugar, 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 ( $C1-E1 < C3-E2$ ,  $p < 0.001$ ), que demuestra que los sujetos fueron capaces de captar de forma adecuada y diferencial el nivel de relaciones establecidas durante la tercera fase.

2) En segundo lugar, se observó que el resultado más importante fue que las dos relaciones de segundo orden diferían también significativamente de la clave de primer orden extinguida ( $C1-E1 < C2-E1$ ,  $p < 0.02$  y  $C1-E1 < C4-E3$ ,  $p < 0.001$ ). 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 ( $C2-E1 > C1-E1$ ). Aún más, las diferencias entre ambas relaciones de segundo orden ( $C2-E1$  vs.  $C4-E2$ ) no llegaron a ser estadísticamente significativas, aunque si se apreciaba un efecto marginal ( $p < 0.067$ ).

3) Finalmente, este último dato parece ilustrar que extinción de la relación de primer orden tiene un cierto efecto atenuador sobre la relación de segundo orden, dado que en esta condición, la relación de segundo orden difería significativamente de la relación de primer orden no-extinguida ( $C2-E1 < C3-E2$ ,  $p < 0.02$ ), mientras que en la condición en la que no había extinción de la clave de primer orden, no había diferencias entre la relación de primer orden y la de segundo orden ( $C3-E2 = C4-E2$ ,  $p < 0.98$ ).



**Fig. 7** Juicio promedio en las pruebas finales. Las barras de error denotan el error estándar de la media.

Todos estos resultados confirman los resultados previos (Exp. 2b) de que la extinción de la clave de primer orden no produce la extinción de la de segundo orden; pero también apuntan a que dicha extinción parece generar un cierto efecto atenuador de las relaciones causales de segundo orden (Rescorla, 1979), si se presentan también las causas de primer orden durante la fase de prueba. Igualmente se demostró que la extinción específica de una de las claves de segundo orden puede producir un efecto atenuante sobre el juicio causal a esa clave, pero sin llegar a la anulación de la inferencia de la relación causal de segundo orden. De tal forma que los datos del segundo experimento confirman los estudios previos de CSO en aprendizaje causal al mostrar un alto grado de especificidad en los juicios de cada una de las asociaciones entre causas y efectos.

En conjunto, estos resultados corroboraron en gran medida la evidencia experimental encontrada con animales en automoldeamiento (Rescorla, 1979) de que el CSO necesita del EC1 para su formación pero que una vez que este aprendizaje se ha llevado a cabo, la representación del EC1 ya no es relevante, por lo que confirman una vez más la conclusión de que igual que en situaciones de condicionamiento pavloviano (Rizley y Rescorla, 1972; Rescorla, 1979), en tareas de aprendizaje causal este fenómeno no parece estar mediado por la representación de la causa 1 (o EC1), aunque sea en parte sensible a las manipulaciones post-condicionamiento. Resultados que además concuerdan con la hipótesis asociativa que postula que para establecer un CSO el EC2 forma una asociación directa con el EI (Barnet, y cols. 1991)

Ahora bien, este trabajo, al igual que el de Rescorla con automoldeamiento (1979), también demuestra que los individuos no son absolutamente insensibles a la extinción del primer componente, ya que se produjo una atenuación de la creencia de relaciones entre la C2 y el efecto, como resultado de la extinción del primer

componente. Concretamente el hecho de preguntar sobre el grado de relación de las causas de primer orden, parece lograr que se produzca un efecto atenuador de las relaciones de la clave de segundo orden con el efecto, si la clave de primer orden ha sido extinguida, pero no si se mantiene la excitación.

En resumen, este experimento demostró que los participantes discriminaron las propiedades específicas de cada clave y que aunque la extinción post-condicionamiento tuvo un efecto atenuante sobre el CSO, éste aprendizaje continuó manifestándose debido a que este decremento no llegó al nivel que la extinción produjo sobre la clave de primer orden. Este resultado planteó la posibilidad de estudiar 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, esta posibilidad se explora en el siguiente experimento.

## EXPERIMENTO 4

Luego de haber realizado la extinción de la relación de primer orden, en la prueba de CSO de los Experimentos 2a y 2b no se observó ninguna disminución en el nivel de los juicios emitidos a la relación de extinción con respecto de la relación de CSO. Los cambios realizados en el procedimiento del Tercer experimento mostraron que la extinción del primer componente si producía un decremento en el nivel del juicio a la causa de segundo orden o C2, lo interesante fue que este decremento no fue comparable con el producido por la extinción misma (C1-E1). Estos datos permiten suponer que si bien la extinción afectó al CSO esta manipulación no logró eliminar completamente el aprendizaje de segundo orden. Estos datos en conjunto permiten dar una conclusión más acertada sobre la naturaleza de las asociaciones formadas en el aprendizaje de segundo orden en tareas con juicios de causalidad.

Como se había mencionado, Perales y cols. (2004) señalaron que en su experimento los participantes podían hacer uso de dos tipos de modelos mentales para establecer una inferencia causal, uno de causas encadenadas y uno de causas independientes. Con los experimentos anteriores, en los cuales se estudió el efecto de la extinción de la relación de primer orden (Experimentos 2a, 2b y 3), se sugirió que modelo empleado para inferir y establecer un aprendizaje de segundo orden era el de causas independientes, en donde cada una de las causas C1 y C2 se relacionaban independientemente con el efecto (E1). Pero, sobre todo se consideró el uso de este modelo porque se observó que cada causa (C1 y C2) establecía una relación específica con el efecto (E1) de tal forma que, incluso, fue posible para los participantes evaluar

por separado el nivel de contingencia en cada una de las relaciones causales, tal como sucedió en el Experimento 3.

De esta forma, si durante el aprendizaje de segundo orden se establece una relación independiente entre cada causa (C1 y C2) con el efecto (E1), manipular la extinción post-condicionamiento de la relación presentada durante la segunda fase de entrenamiento (C2-no C1) no debería de afectar a la relación de segundo orden (C2-E1) y por lo tanto los resultados no deberían de ser diferentes a los encontrados en los experimentos anteriores.

Esta suposición se puso a prueba en el cuarto experimento, donde después de haber establecido una relación de segundo orden, tal como se realizó en los experimentos anteriores, se agregó una tercera fase de entrenamiento, en la cual una sustancia química C2 ya no producía la enfermedad presentada durante la primera fase (C1).

### **Método**

#### *Participantes:*

Veinte estudiantes universitarios de ambos sexos de la FES Iztacala. Su edad varió de 19 a 24 años, y se les asignó de manera aleatoria a los diferentes grupos experimentales. Los participantes recibieron una participación escolar por su colaboración.

#### *Procedimiento:*

El procedimiento fue similar al del Experimento 3 y su diseño se encuentra en la Tabla 10. Como puede observarse, durante la primera fase las claves C1-E1 y C3-E2 se presentaron de manera relacionada durante 12 ensayos cada una. Durante la segunda fase de entrenamiento, también en 12 ensayos, se presentaron relacionadas las C2-C1 y C4-C3. En ambas fases los ensayos se presentaron de manera aleatoria. Al igual que

en el experimento anterior, los participantes debían de emitir un juicio de causalidad a cada una de las relaciones después de cada fase experimental.

Se presentaron dos Tipos de causa o condiciones experimentales, una de condicionamiento de segundo orden ó CSO y una de extinción ó EXT, las cuales se manipularon durante la tercera fase de entrenamiento. La condición de Extinción (EXT), fue similar en ambos grupos, en ésta se presentaron 12 ensayos en los que la clave C2 no se presentaba relacionada con la clave C1, para extinguir la relación de segundo orden. En la condición de CSO para el grupo EXT-EXT, se presentaron 12 ensayos en los cuales una clave novedosa, C6, no se presentaba relacionada con la C3 (C6-no C3); pero si se presentaba relacionada con la C3 (C6-C3), en los ensayos del grupo EXT-EXC, esta última manipulación tuvo la finalidad de conservar el nivel de excitación en uno de los grupos.

**Tabla 10.**

<b>GRUPO</b> (n= 10)	<b>FASE 1</b>	<b>PRUEBA</b>	<b>FASE 2</b>	<b>PRUEBA</b>	<b>FASE 3</b>	<b>PRUEBA DE CSO</b>
EXT-EXT	C1 - E1 C3 - E2	C1 – E1? C3 - E2?	C2 – C1 C4 –C3	C2 – C1? C4 – C3?	C2-no C1 C6-no C3	C2 – E1? C4 – E2? C2 – C1? C4 – C3?
EXT-EXC	C1 - E1 C3 - E2	C1 – E1? C3 - E2?	C2 – C1 C4 –C3	C2 – C1? C4 – C3?	C2-no C1 C6- C3	C2 – E1? C4 – E2? C2 – C1? C4 – C3?

NOTA: EXT indica extinción, EXC indica conservación de la excitación, ambas en la tercera fase de entrenamiento. El resto de las letras representan a los diferentes estímulos presentados de manera contrabalanceada a lo largo del entrenamiento. C1, C3: enfermedades Miasis o Xeritis. E1 y E2: sustancias en la sangre Alfa o Beta. C2 y C4 y C6: sustancias químicas Neocina, Licaina o Citocina C2-no C1 y C6-no C3.

Finalmente, se les pidió a todos los participantes emitir un juicio de causalidad empleando una escala del 1 al 10. En la fase de prueba se pidieron cuanto diferentes valoraciones, el juicio a la relación C2-E1 evaluó el nivel de CSO después de la fase de

extinción, con el juicio a la relación C4-E2 se midió el nivel de condicionamiento de segundo orden en una condición en la cual no se extinguió ninguna asociación. Se les solicitó además que emitieran un juicio a la relación C2-C1 para observar si se había extinguido la relación de segundo orden y finalmente se pidió que evaluaran la relación C3-C2 para observar si la extinción no había afectado a la relación de control.

### ***Resultados y discusión***

Al igual que en el experimento anterior, el promedio de los juicios emitidos después de la primera y segunda fase de entrenamiento no fueron diferentes entre los grupos. Como se observa en la Tabla 11, los participantes emitieron valores altos a ambas relaciones de primer orden (C1-E1 y C3-E2), siendo estos resultados similares en los juicios de las relaciones de la segunda fase (C2-C1 y C4-C3) ya que los participantes también emitieron valores altos después de esta fase, es decir nuevamente los participantes aprendieron las contingencias establecidas durante el entrenamiento. Se realizó una prueba ANOVA 2 (Grupos: EXT-EXT vs. EXT-EXC) x 2 (Tipos de causa: EXT vs. CSO) x 2 (Fases de entrenamiento), la cual no reveló diferencias estadísticamente significativas ( $p > .05$ ) en ningún factor, así tampoco se encontró alguna interacción entre las variables.

Los resultados obtenidos en la prueba final o de segundo orden se encuentran representados en la figura 8. Como se aprecia, todos los participantes consideraron una relación de segundo orden entre la C2 y el E1 así como entre la C4 y el E2, pues los valores de los juicios emitidos por los participantes fueron altos en ambas condiciones. Se observó además que los participantes emitieron un valor bajo en su juicio a la relación extinguida (C2-C1) de la condición de EXT mostrando que los participantes

consideraron que ésta relación se encontraba extinguida, sin embargo manifestaron valores altos en los juicios en la prueba a la relación C4-C3 de la condición CSO, es decir, al igual que en el experimento anterior los participantes diferenciaron cada una de las propiedades de las claves, siendo los resultados similares en ambos grupos (EXT-EXT y EXT-EXC).

**Tabla 11.**

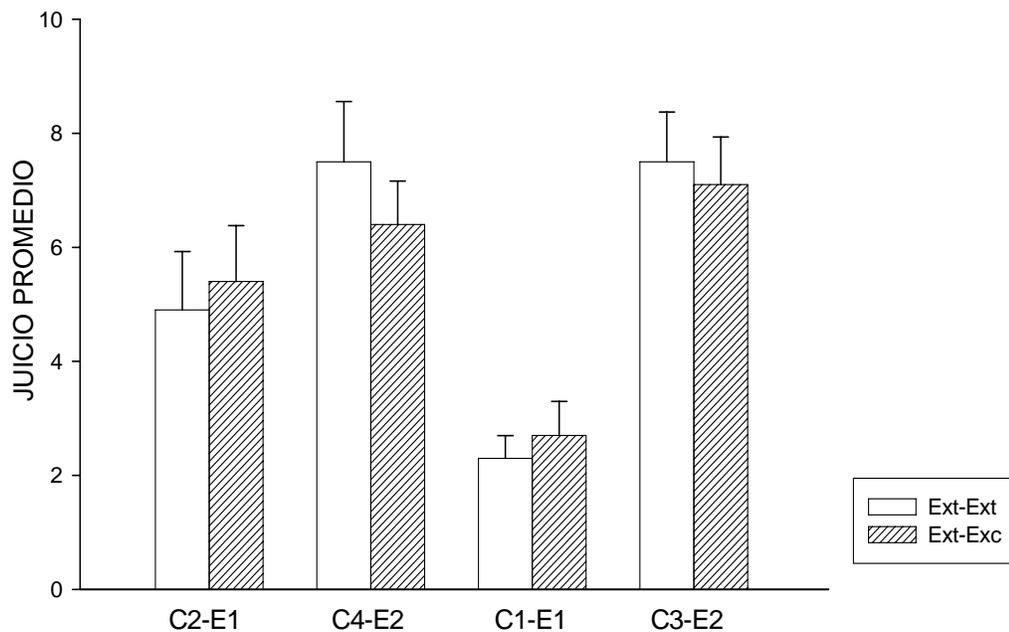
GRUPO	TIPO DE CAUSA	FASE 1	FASE 2	PRUEBA DE CSO
EXT-EXT	EXT	6.9	6.91	4.9
	CSO	7.5	7	7.5
	C2-C1			2.3
	C4-C3			7.5
EXT-EXC	EXT	7.18	7.73	5.4
	CSO	6.73	7.72	6.4
	C2-C1			2.7
	C4-C3			7.1

NOTA: Los Tipos de causas están representados por: CSO Segundo orden; EXT Extinción, C2-C1 relación de segundo orden extinguida; C3-C2, relación de segundo orden no extinguida.

Estos resultados fueron analizados estadísticamente empleando una prueba ANOVA 2 (Grupos: EXT-EXT vs. EXT-EXC) x 4 (Tipo de relación), la cual sólo reveló un efecto principal en el factor Tipo de pruebas  $F(3, 54) = 12.79$   $p < .05$ ,  $MSE = 7.53$ . Igual que en el experimento anterior, no haber encontrado un efecto significativo, ni en el factor Tipo de relación ni en su interacción, muestra que la extinción de la relación de la segunda fase tampoco tuvo efectos sobre el CSO y más aún que esta extinción fue similar tanto en el grupo donde se mantuvo o no el nivel de contingencia de las fases anteriores.

Para comprobar lo anterior, se empleó una prueba Post Hoc Tukey (HSD) para realizar un análisis más específico de las diferencias encontradas. Esta análisis no relevó diferencias entre grupos (EXT-EXT vs. EXT-EXC) en la prueba de segundo orden

extinguida (C2-E2,  $p > .05$ ) ni tampoco entre esta prueba con la prueba de segundo orden de control (C2-E2 = C4-E2,  $p > .05$ ), estos resultados muestran que independientemente de conservar o no el nivel de excitación en la tercera fase y sobre todo que a pesar de haber afectado a la relación de la segunda fase, la extinción no tuvo efecto sobre el CSO.



**Fig. 8** Juicio promedio en las pruebas finales. Las barras de error denotan el error estándar de la media.

La prueba HSD Tukey también mostró diferencias entre el juicio emitido a C2-E1 y el emitido a C2-C1 ( $p < .05$ ) independientemente del grupo, estos resultados señalan que los participantes consideraron que la relación de la segunda fase se encontraba extinguida, pero siguieron considerando el establecimiento de una inferencia causal entre la causa de segundo orden y la de primer orden (CSO). Adicionalmente la prueba mostró que los juicios a C2-C1 fueron significativamente diferentes a los emitidos a C4-C2 ( $p < .05$ ), es decir mostró que los participantes conocían cual de las relaciones había estado extinguida. Este fue un resultado interesante porque permitió demostrar que los

participantes claramente diferenciaron entre los niveles de contingencia establecidos para cada una de las relaciones.

Finalmente, no se observaron diferencias entre el nivel de los juicios de segundo orden control con el promedio de los juicios a la relación de la segunda fase que no había sido entrenada en una situación de extinción ( $C4-E2 = C4-C2$ ,  $p > .05$ ), independientemente del grupo. Este resultado demuestra que los niveles de CSO son similares a los de condicionamiento de primer orden.

Estos resultados fueron semejantes a los del Experimento 3, principalmente porque se demostró que la extinción de una de las relaciones necesarias para establecer el CSO, aunque disminuyó el nivel de los juicios, no anuló el establecimiento de una inferencia causal entre una causa de segundo orden (C2) y un efecto de primer orden (E1); además, al igual que en el experimento anterior se demostró que los participantes fueron capaces de discriminar entre las relaciones extinguidas y no extinguidas. Estos resultados son innovadores e importantes porque esta manipulación no se había realizado con animales en situaciones de aprendizaje pavloviano.

No obstante, el hecho de que no se hubiera manipulado la extinción de la relación de la segunda fase, no supone un problema para las teorías asociativas sobre todo cuando los resultados son bastante similares a los del Experimento 3. Es decir, independientemente de la relación extinguida (primer o segundo orden), el hecho de no encontrar mediación de la C1 y de apreciar una relación clara entre la C2 con el efecto hace más probable que la hipótesis que supone que el EC2 establece una relación directa con el EI, la sea la explicación más viable para el establecimiento del CSO (Miller y Escobar, 2002).

De la misma manera, los resultados tampoco suponen una situación problemática para las teorías del aprendizaje causal debido a que enfatizan en que es

más probable que los sujetos utilicen un modelo de causas independientes (C1-E y C2-E) que uno de causas encadenadas (C2-C1-E), a pesar de que este último modelo pudiera ser más lógico en el fenómeno de CSO, ya que en la primera fase el individuo aprendió que la C1 causaba el efecto, y en la segunda, que la C2 producía la C1 (Perales y cols. 2004).

Así pues, el hecho de que la extinción o ruptura de relaciones entre la C2 con la C1 no produzca la extinción de las relaciones entre la C2 con el E1, sugiere más bien que una vez establecida la relación entre una causa y un efecto, esta relación es independiente de la experiencia posterior, si no aparece dicha causa. Es decir; en conjunto, los resultados de los Experimentos 3 y 4 sugieren que los humanos tenemos problemas para integrar una nueva información a una relación causal ya establecida, y por lo tanto mostramos una cierta falta de lógica en el razonamiento deductivo (más adelante se abundará sobre esta posible explicación).

## EXPERIMENTO 5.

Los experimentos 3 y 4 demostraron que los participantes fueron capaces de discriminar qué relación había sido extinguida después de haber realizado un entrenamiento de CSO; además demostraron que el aprendizaje de segundo orden no se destruía ni por la extinción de la relación de la primera fase (C1-E1) ni por extinguir la relación de la segunda fase (C2-C1).

Este último experimento se propuso para investigar si, posterior al entrenamiento de segundo orden, el extinguir las relaciones de ambas fases podría abolir el aprendizaje de segundo orden. Por lo tanto, en el quinto Experimento se intentó demostrar el efecto de la extinción de la clave de primer orden y de segundo orden sobre el condicionamiento de segundo orden en una tarea de juicios causales con humanos.

### ***Método***

#### *Participantes:*

Participaron 20 estudiantes universitarios de ambos sexos de la Facultad de Psicología de la Universidad de Granada, aproximadamente 70% mujeres y 30% hombres, quienes recibieron un crédito escolar. Su edad varió de 19 a 24 años, y se les asignó de manera aleatoria a los diferentes grupos experimentales.

#### *Procedimiento:*

El procedimiento fue similar al de los experimentos anteriores y su diseño experimental se presenta en la Tabla 12. En la primera fase se presentaron en 12 ocasiones las relaciones entre las claves C1-E1 y C3-E2 de manera aleatoria, en la segunda fase se presentaron relaciones entre las C2-C1 y C4-C3. Después de cada

fase, se les solicitó a los participantes emitir un juicio de causalidad en una escala de 1 a 10.

Al igual que en los experimentos anteriores nuevamente se presentaron dos Tipos de causa o condiciones experimentales, una de condicionamiento de segundo orden ó CSO y una de extinción ó EXT en cada uno de los grupos. En este experimento, durante la tercera fase de entrenamiento se manipuló la extinción de las dos relaciones necesarias para establecer una asociación de segundo orden. De esta forma en la condición de Extinción (EXT) en ambos grupos se presentaron 12 ensayos en los que la clave C1 no se presentaba seguida del E1 y 12 ensayos donde tampoco la clave C2 iba seguida de la C1. En la condición de CSO se presentaron dos claves novedosas C5 y C6; las cuales se presentaron de la siguiente manera, en el grupo EXT-EXT las relaciones fueron C5-noE2 y C6-noC3; en el grupo EXT-EXC esta situación cambió, debido a que en este grupo se conservó el nivel de excitación de estas dos claves, de esta forma C5 se presentó seguida del E2 y C6 se presentó seguida de C3, también en 12 ensayos.

**Tabla 12.**

<b>GRUPO (n= 10)</b>	<b>FASE 1</b>	<b>PRUEBA</b>	<b>FASE 2</b>	<b>PRUEBA</b>	<b>FASE 3</b>	<b>PRUEBA DE CSO</b>
EXT-EXT	C1 – E1 C3 - E2	C1 – E1? C3 - E2?	C2 – C1 C4 –C3	C2 – C1? C4 – C3?	C1- no E1 C2- no C1 C6- no C3 C5- no E2	C2 - E1? C4 - E2? C1 - E1? C3 - E2?
EXT-EXC	C1 – E1 C3 - E2	C1 – E1? C3 - E2?	C2 – C1 C4 –C3	C2 – C1? C4 – C3?	C1- noE1 C2- no C1 C5- E2 C6- C3	C2 - E1? C4 - E2? C1 - E1? C3 - E2?

NOTA: EXT indica extinción, EXC indica conservación de la excitación, ambas en la tercera fase de entrenamiento. El resto de las letras representan a los estímulos presentados contrabalanceados a lo largo del entrenamiento. C1, C3: enfermedades Miasis, Xeritis o Zatuba. E1 y E2: sustancias en la sangre Alfa o Beta. C2 y C4 y C6: sustancias químicas Neocina, Licaina o Citosina

En la prueba final, todos los participantes tuvieron que valorar cuatro diferentes relaciones utilizando una escala de 1 a 10. El juicio a la relación C2-E1 evaluó el nivel de CSO después de la fase de extinción, el juicio a la relación C4-E2 midió el nivel de condicionamiento de segundo orden; al igual que en el experimento 3 se les pidió que juzgaran las relaciones C1-E1 y C3-E2, para observar si la relación de primer orden (C1-E1) se había extinguido y para evaluar que esta extinción no hubiese afectado a las otras relaciones (C3-E2).

### ***Resultados y discusión.***

El promedio de los juicios emitidos por los participantes después de las dos primeras fases de aprendizaje se presentan en la Tabla 13. Al igual que en los experimentos anteriores, los participantes emitieron juicios altos tanto a la relación C1-E1 como a la relación C3-E2 en la primera fase, resultados semejantes se encontraron cuando se les pidió que evaluaran las relaciones de la segunda fase (C2-C1 y C4-C3). Al realizar una prueba ANOVA 2 Grupos (EXT-EXT vs. EXT-EXC) x 2 Tipos de causa (EXT vs. CSO) x 2 Fases de entrenamiento no se encontraron diferencias significativas en ninguno de los factores  $F(1, 18) = 0.02$   $p = .88$ ; es decir, no existieron diferencias entre grupos en los juicios emitidos después de las dos primeras fases lo que demuestra que los participantes aprendieron la contingencia que se había programado en estas fases.

La figura 9 muestra el promedio de los juicios emitidos en las pruebas finales de CSO. Como se observa, los juicios en el grupo EXT-EXT fueron bajos en todas las pruebas; estos resultados sugirieron que en este experimento se generó un decremento por generalización de la extinción, debido al número de ensayos de extinción presentados durante la tercera fase. Y es que la cantidad de ensayos (48) en esta fase

igualó al número de ensayos presentados durante las dos primeras fases de entrenamiento.

**Tabla 13.**

GRUPO	TIPO DE CAUSA	FASE 1	FASE 2	PRUEBA DE CSO
EXT-EXT	EXT	8.6	9.0	3.6
	CSO	8.6	9.0	3.0
	C1-E1			2.5
	C3-E2			2.7
EXT-EXC	EXT	9.40	9.2	3.0
	CSO	9.5	9.5	8.4
	C1-E1			2.3
	C3-E2			8.7

NOTA: Los Tipos de causas están representados por: CSO Segundo orden; EXT Extinción, C1-E1 relación de primer orden extinguida; C3-E2, relación de primer orden no extinguida.

Sin embargo, para descartar esta suposición, en el grupo EXT-EXC en la condición de CSO se conservó el nivel de contingencia 1.0, para observar si los participantes discriminaban entre las relaciones extinguidas tanto de primer y de segundo orden, con aquellas relaciones donde se conservó el nivel de excitación. Como se observa en la gráfica, en este grupo, los participantes emitieron juicios bajos la relación extinguida de primer y segundo orden (EC2-E1 y EC1-E1), pero niveles altos en el juicio en ambas pruebas de la condición de CSO (EC4-E2 y C3-E2). Es decir en el grupo EXT-EXC, los participantes claramente diferenciaron entre la condición donde podía establecerse un CSO y aquella donde se habían extinguido todos los eslabones necesarios para establecer el CSO.

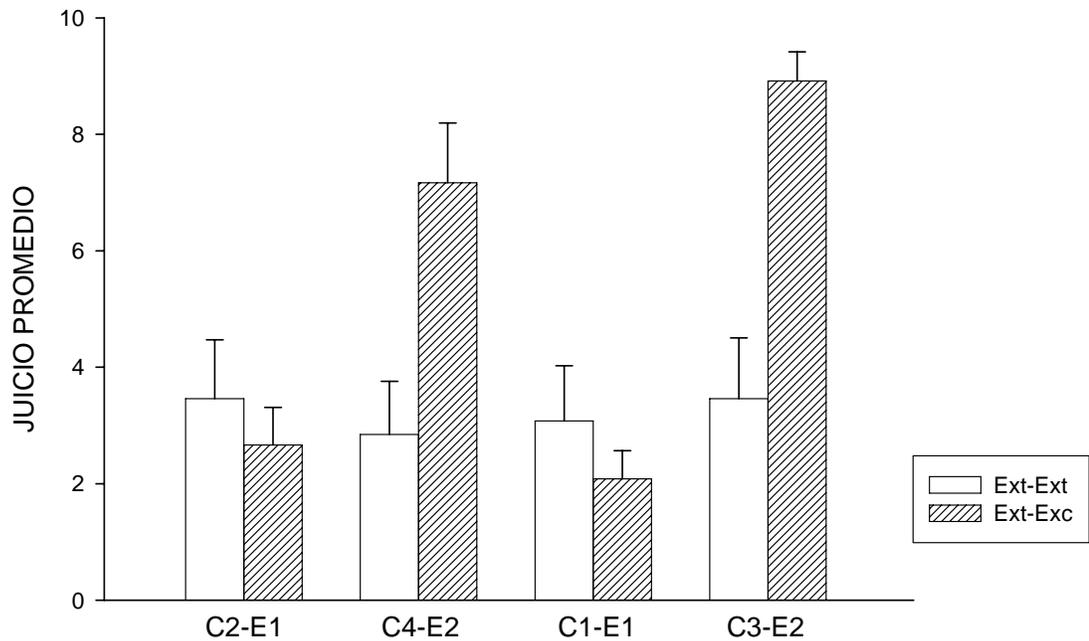
Para comprobar estadísticamente estas impresiones se realizó un análisis de varianza ANOVA 2 (Grupos: EXT-EXT vs. EXT-EXC) x 4 (pruebas) el cual mostró diferencias significativas en el factor grupo  $F(1, 18) = 11.81, p < .05, MSE = 11.88$ ; así como en el factor pruebas  $F(3, 54) = 7.76, p < .05, MSE = 7.32$ ; finalmente también se

encontró una interacción significativa entre los factores  $F(3, 54) = 8.52, p < .05, MSE = 7.32$ . Una prueba Post Hoc Tukey HSD permitió realizar un análisis más preciso de las diferencias encontradas. Los primeros resultados de este análisis mostraron que en el grupo EXT-EXT no se observaron diferencias entre ninguna de las pruebas ( $p > .05$ ); lo que permite confirmar un decremento por generalización de la extinción en la condición EXT; esos resultados fueron claramente diferentes a los encontrados en el grupo donde se conservó el nivel de excitación, ya que en este se encontraron diferencias ( $p < .05$ ) entre los juicios a las relaciones de segundo orden de la condición EXT (C2-E1) y de la condición de CSO (C4-E2).

En un análisis más profundo se observó que no hubo diferencias entre los grupos en los niveles de CSO en las condiciones extinguidas (C2-E1,  $p > .05$ ). Tampoco se encontraron diferencias al comparar estos juicios con los emitidos a la relación de extinción EXT o C1-E1 ( $C2-E1 = C1-E1, p > .05$ ), estos resultados indican que el nivel de CSO fue similar a los de la extinción por sí misma, es decir en este Experimento el CSO si se afectó por la extinción de las dos relaciones necesarias para su establecimiento (C1-E1 y C2-C1).

Esta situación se observa más claramente en el grupo EXT-EXC, en el cual hay una clara diferencia entre la relación de CSO extinguida y no extinguida ( $p < .05$ ), pero no entre la relación C4-E2 con la relación de control C3-E2 ( $p < .05$ )

Los resultados de este experimento mostraron que los participantes discriminaron las propiedades específicas de cada clave sólo en uno de los grupos, pero en el grupo EXT-EXT, el cambio en el nivel de contingencia a 0.0 en la tercera fase de entrenamiento, pudo haber ocasionado un fallo en la especificidad de las claves presentadas provocando que la extinción del componente de primer orden de la condición experimental se generalizara a la segunda condición (Rescorla, 1979).



**Fig. 9** Juicio promedio en las pruebas finales cuando se extinguieron las relaciones de primer y segundo orden. Las barras de error denotan el error estándar de la media.

Para concluir, la contribución de este experimento fue doble; en primer lugar, este fue el único experimento donde se observó una disminución del CSO en niveles similares a los de la extinción misma, sugiriendo que únicamente extinguiendo todos los componentes del CSO éste puede llegar a afectarse. En segundo término, los resultados no fueron contradictorios con la suposición de que en la formación del CSO en tareas de aprendizaje está implicado un modelo de causas independientes. Lo anterior se sugiere porque el CSO no se afectó en los experimentos anteriores cuando se extinguía cada uno de los componentes por separado.

# CAPITULO 4.

## DISCUSIÓN GENERAL

De manera general, la anterior serie de experimentos demostró que en tareas de aprendizaje causal puede establecerse un efecto de condicionamiento de segundo orden y que dicho efecto se ve influenciado por variables similares a las que afectan al CSO en situaciones de condicionamiento pavloviano.

De esta forma, los resultados de los experimentos 1a y 1b son interesantes porque sugieren que las personas son capaces de inferir una relación causal entre causas y efectos que nunca se presentaron juntos durante el entrenamiento, además mostraron que el determinante principal para el establecimiento del CSO es una correlación previa entre causas y efectos y que la ausencia de relación en cualquiera de las dos fases entre ambos eventos impide la formación del CSO (C4-E2), siendo este resultado similar al encontrado en preparaciones con animales (Rizley y Rescorla, 1972; Holland y Rescorla, 1975).

Sin embargo, los resultados más interesantes fueron los encontrados en los experimentos donde, en una tercera fase de entrenamiento, se estudió la extinción de alguna de las relaciones necesarias para el establecimiento del CSO. En los experimentos 2a y 2b se extinguió la relación de primer orden y se demostró que esta extinción no afectó a la relación de adquirida de segundo orden, estos resultados sugieren que tanto el aprendizaje causal como las tareas de condicionamiento probablemente estén mediadas, de alguna manera, por mecanismos comunes de aprendizaje. En los experimentos 3 y 4 se comprobó que la extinción de la primera o

segunda relación, no afectaba al CSO aún cuando en alguna de las condiciones experimentales se hubiera conservado el nivel de excitación de la claves; además, demostraron que los participantes fueron capaces de discriminar entre cada una de las relaciones. Finalmente en el Experimento 5 se demostró que únicamente extinguiendo tanto la relación de la primera como de la segunda fase, podía paliarse el aprendizaje de segundo orden. Un beneficio adicional de estos experimentos fue la información acerca de los tipos de asociaciones que se aprenden durante el CSO, misma que ayudó a clarificar el tipo de modelo mental que los participantes emplean para establecer una relación emergente entre la clave de segundo orden y el efecto.

Como ya se había mencionado, en aprendizaje causal existen dos grandes grupos de teorías mediante las cuales se han explicado la mayoría de los resultados obtenidos en investigaciones con humanos. En consecuencia, una de las primeras hipótesis derivadas de la gran similitud encontrada con los resultados obtenidos en situaciones de condicionamiento asociativo, es la posibilidad de que los resultados obtenidos en CSO en situaciones de aprendizaje causal pueden explicarse, parcialmente, por medio de los supuestos establecidos en las teorías asociativas del aprendizaje (Dickinson, Shanks y Evenden, 1984; Dickinson, 2001).

Por ejemplo, en la propuesta realizada por Hall (1996) se considera que si dos estímulos asociados, en este caso el EC1-EI y EC2-EC1 comparten un elemento (el EC1), este elemento actuará como un eslabón para incorporar las propiedades comunes de los dos nodos restantes, partiendo de esta suposición es sencillo dilucidar que en el CSO en tareas de aprendizaje causal, la C1 (EC1) es el elemento común compartido por la C2 (EC2) y el E1 (EI), por ende ésta causa es capaz de transferirle a la C2 las propiedades del E1 y por lo tanto, la C2 puede llegar a generar una respuesta de segundo orden.

Sin embargo, este tipo de interpretaciones se tornan complicadas al momento de explicar los resultados obtenidos de los experimentos donde se manipuló la extinción post-condicionamiento, pues dichos resultados descartan a aquellas interpretaciones teóricas basadas en la suposición de la mediación del EC1 para el establecimiento del CSO. En este sentido, para propuestas como la cadena de representaciones que se acaba de describir (Hall, 1996) ó la cadena asociativa (Mackintosh, 1974) no es posible explicar porque el EC2 elicitaba la respuesta aún después de que el EC1 ya no está relacionado en el EI; y por lo tanto tampoco es posible una explicación desde teorías como la planteada por Miller y Escobar (2002) en las cual se enfatiza en el papel mediador del EC1 (ver capítulo 2).

Más aún, para dar cuenta de estos resultados, hasta la fecha las únicas explicaciones del CSO se habían derivado de las visiones asociativas basadas en las cuatro posibles tipos de asociaciones que se establecían durante el CSO (Barnet y cols., 1991), haciendo especial énfasis en las teorías que no consideraban la mediación del EC1 como elemento fundamental para la elicitación de la respuesta de segundo orden, dado que luego de una extinción post-condicionamiento el CSO continuaba manifestándose (ver figura 1). Es decir, los resultados obtenidos en condicionamiento clásico animal y humano podían interpretarse a partir de dos posibles tipos de conexiones, ya que los individuos pudieron haber establecido una relación entre el EC2 con el EI ó del EC con la RC (Rizley y Rescorla, 1972). Sin embargo, en esta investigación los resultados de los experimentos donde se manipuló la extinción de la primera o segunda fase (Exp. 3 y 4), clarifican y potencian la hipótesis propuesta por Barnet, Arnold y Miller (1991) en donde se postula que tanto el EC1 como el EC2 se asocian directamente con el EI (el efecto).

De hecho, la relevancia de esta hipótesis ya había sido probada por Barnet, Arnold y Miller (1991) quienes realizaron un experimento donde durante la primera fase manipularon la presentación de los ensayos de entrenamiento, de tal forma que a un grupo se le presentaron ensayos de forma sucesiva y a otro grupo ensayos de manera simultánea. Durante la segunda fase los ensayos se presentaron de manera sucesiva y, finalmente se realizó una fase de extinción, siendo estas fases similares para ambos grupos. Los resultados mostraron que la extinción no había tenido efecto sobre el aprendizaje de segundo orden, pues los sujetos emitieron un elevado número de RC ante el EC2, siendo estos resultados similares en ambos grupos.

No obstante, para determinar cual de las dos hipótesis era la más viable para explicar sus resultados, Barnet y cols. (1991) investigaron si los sujetos de ambos grupos habían adquirido el mismo nivel de condicionamiento durante la primera fase. Los autores encontraron que el grupo entrenado con ensayos sucesivos había mostrado un mayor nivel de respuestas que el grupo simultáneo; sin embargo, observaron que a pesar de la diferencia en el condicionamiento de primer orden, el nivel de respuestas de CSO no difirió entre los grupos. Los autores entonces dedujeron que la explicación más coherente para sus datos era aquella que consideraba que el EC2 se asociaba con la representación del EI, dado que en la hipótesis donde se establecía la formación de una relación directa entre el EC2 con la RC se postulaba que la RC, mostrada ante el EC2, dependía de que el EC1 previamente haya establecido una fuerte respuesta condicionada con el EI.

Al mismo tiempo, estas observaciones les permitieron sustentar los planteamientos de la hipótesis de la codificación temporal, en la cual se predice que durante los ensayos de segundo orden (EC2-EC1), la presentación del EC1 activa una representación del EI, y que durante la fase de segundo orden la presentación del EC2

establece una relación predictiva con la representación del EI, misma que deriva en una RC ante el EC2 (Barnet y Miller, 1996). Finalmente, la evidencia encontrada en tareas de aprendizaje causal es una más que apoya esta hipótesis, dado que no parece imprescindible la emisión de ninguna respuesta para lograr establecer dicho fenómeno, al menos en humanos, aunque no dejan de ser afines a los hallazgos encontrados en la investigación con animales que apoyaban la hipótesis de la representación del EI para la formación del CSO (Barnet, Arnold y Miller, 1991; ver también Rescorla, 1979).

Por último, y también desde una visión asociativa, es posible explicar estos datos como resultado de una “transferencia de función”, en donde la causa 1 (C1) sería el estímulo asociado con los dos elementos restantes (E1 y C2), el cual su vez llega a ser el sustituto funcional para dicha relación; la relevancia de esta explicación estaría determinada por el hecho de que desde esta perspectiva, como en la hipótesis de codificación temporal (Arcediano y Miller, 2002), también es importante el papel de las relaciones temporales entre los estímulos que forman parte del total de estímulos donde la conducta se ha adquirido (Tonneau, Arreola y Martínez, 2006), de tal manera que la utilización de variables temporales permite explicar porqué, a pesar de que la transferencia de función es considerada una habilidad típica de los humanos puede llegar a compartirse, parcialmente, con otras especies animales. No obstante, Tonneau, Arreola y Martínez (2006) enfatizan en que los humanos cuentan con repertorios verbales que llegan a interactuar con variables del aprendizaje pavloviano las cuales llegan a tener influencia sobre los resultados, lo que a su vez dificulta una explicación más parsimoniosa de la naturaleza de una relación emergente entre estímulos.

De Houwer, Vandorpe y Beckers (2005) realizaron un análisis minucioso de la importancia de este tipo de variables en el aprendizaje asociativo humano, partiendo de

la controversia existente entre si el aprendizaje asociativo es un proceso inconsciente<sup>1</sup>, los autores dejaron ver que existen una serie de factores y de evidencia experimental que apunta a que el aprendizaje asociativo no depende de un procesamiento automático e inconsciente, sino que por el contrario, hay aprendizaje por el hecho de que los participantes tienen un conocimiento conciente de la información aprendida (ver De Houwer y cols. 2005 para una información más detallada). De esta manera, de entre las variables que consideraron en su análisis se encuentran: 1) en primer lugar que el aprendizaje de alguna relación demanda cierto esfuerzo y que por lo tanto requiere de cierta cantidad de recursos cognitivos; 2) que las instrucciones verbales pueden llegar a tener los mismos efectos que las experiencias (o contingencias programadas entre los eventos); pero además, sugieren que las creencias concientes que se derivan de la experiencia actual, pueden interactuar con las creencias concientes que se derivan de las instrucciones verbales; 3) por último, consideraron que una forma para llevar a cabo un procesamiento controlado es por medio de reglas de inferencias de los eventos de una experiencia específica y, que los participantes utilizan esas reglas para hacer una hipótesis conciente acerca de las asociaciones y de esta manera poder comportarse de acuerdo con dichas reglas. Sin embargo, parece que el hecho de que las teorías asociativas no puedan explicar como algunos factores como las instrucciones, reglas y razonamientos deductivos tengan algún efecto sobre el aprendizaje, imposibilita una mejor explicación para los resultados encontrados en esta serie de experimentos. Siguiendo con este argumento, es difícil concebir que otros recursos, tales como las expectativas concientes o las hipótesis acerca de las contingencias, se adecuen a las situaciones de aprendizaje, situación que genera una gran dificultad para observar como un proceso, tal como el razonamiento, pueda ser controlado asociativamente

---

<sup>1</sup> Algunas teorías asociativas no reconocen el papel de los procesos controlados porque establecen de antemano que en aprendizaje asociativo las respuestas son automáticas y basadas en la experiencia directa (De Houwer, Vanderpe y Beckers, 2003).

(Fodor y Pylyshyn, 1998). Por lo anterior es necesario hacer uso de otro tipo de explicaciones que permitan una mejor inserción de este tipo de variables y por lo tanto otorgue una mejor enfoque de los resultados obtenidos en esta investigación.

Así pues, desde la perspectiva del aprendizaje causal se vislumbran diferentes explicaciones. En este sentido, los resultados muestran que el condicionamiento de segundo orden en aprendizaje causal, es decir la percepción por parte de los participantes de una relación entre la C2 y el E1, depende de la fuerza de la adquisición de una relación entre la causa de primer orden y el efecto (C1-E1). De acuerdo con lo anterior, las sucesivas asociaciones entre claves y consecuencias fortalecen de manera progresiva la conexión entre la representación mental de la causa y la consecuencia (Allan, 1993). Es por eso que en la ausencia de tales asociaciones, como en el caso de las condiciones no relacionadas, el CSO no se desarrolla (Experimentos 1a y 1b); lo interesante es que parece que una vez que el CSO se ha establecido, este aprendizaje no depende más de la asociación de primer orden. De hecho, esta visión es muy consistente con aquellas teorías asociativas que asumen que durante el CSO se forma una conexión entre el EC2-E1, dando lugar a la respuesta condicionada, pero sin necesidad de alguna mediación del EC1.

Investigaciones recientes en el campo del aprendizaje causal humano (Cheng, 1997; Waldmann y Hagmayer, 2001) han hecho énfasis en que las relaciones causales no pueden reducirse a una covariación o a meras asociaciones entre los eventos, porque son un producto de un proceso cognitivo de orden superior del tipo Arriba-abajo<sup>2</sup>. En este sentido, las personas son capaces de detectar apropiadamente las verdaderas relaciones causales y diferenciarlas de aquellas correlaciones espurias. De

---

<sup>2</sup> En el aprendizaje Arriba-Abajo (top-down) se considera que las personas utilizan sus creencias causales previas (p.e. creencias acerca del orden temporal o conocimiento previo Waldmann, 1996). para determinar una estructura causal inicial, estimar la fuerza o influencia que se basa en esa estructura y si es necesario revisar sus creencias acerca de la estructura causal.

acuerdo con lo anterior se asume que las relaciones causales se aprenden empleando un “modelo causal mental” (ver figura 1) que les permite codificar ideas acerca del papel causal de los eventos (causas y efectos), como se muestra por los efectos de la direccionalidad causal en competición entre señales Waldmann (2000, 2001), en efectos de aprendizaje mediado y acerca de relaciones causales directas e indirectas (Perales y cols., 2004). Asumiendo que un **modelo causal mental** es una representación en memoria de trabajo de eventos relacionados, ya sean reales o imaginarios (Jonson-Laird, 1983), siendo esta estructura **isomorfica** a la provista por la situación real.

Al igual que en las teorías de inferencia causal, desde un modelo causal se establece que las relaciones no observadas entre las causas y los efectos pueden inferirse de tales modelos mentales ya sea por la integración de la información provista por las instrucciones o por el conocimiento adquirido durante la tarea. De esta manera parecen ser dos los diferentes modelos causales que pueden construirse durante el entrenamiento de CSO. El modelo más plausible en una situación de aprendizaje de segundo orden es uno de *causas encadenadas* en el cual la C2 produce la C1 y a su vez la C1 produce el efecto E1 (C2-C1-E1) permitiendo inferir que C2 también causa el E1. Sin embargo, si este fuera el modelo construido por los participantes, se debería de esperar que la extinción de la primera o segunda relación (es decir, que la C1 no produzca el E1 o que la C1 no sea la causa de la C1), debiera de interrumpir la conexión causal entre la C2 con el efecto. Sin embargo, el que este nuevo aprendizaje no tuviera influencia sobre la relación entre C2 y el E1 sugiere que durante el entrenamiento los participantes construyen o almacenan un modelo causal diferente.

Como se ha venido mencionando, en los resultados obtenidos en una investigación de aprendizaje mediado (en el cual se establece una relación causal

emergente entre eventos que nunca se presentaron juntos) se ha demostrado (Perales y cols., 2004), que al final de este tipo de entrenamiento pueden existir dos diferentes modelos mentales posibles. La primera posibilidad, es que una vez que la relación causal entre la C2 y el efecto se ha formado, ambas relaciones C1-E1 y C2-E1 se almacenan como un “modelo causal independiente” (Fig. 3), es decir, tal parece que una vez que la relación entre eventos se ha almacenado, la cadena causal ya no es necesaria para el CSO. Una segunda posibilidad, es que los participantes hayan adoptado un modelo de “causa común” en el cual consideraron a la C2 como una causa común, tanto de C1 como de E1, en otras palabras, que los participantes hayan construido un modelo mental en el cual la C1 y el E1 fueran efectos independientes de la C2 (ver Fig.3). El problema que surge de ese planteamiento es doble, en principio si este fuera el modelo empleado, en el experimento donde se extinguió la relación de segundo orden el razonamiento debería de ser “C2 causa E1” pero “C2 previene C1” y por lo tanto no debería de establecerse el CSO; en segundo término los resultados de los experimentos donde se pidió que evaluaran las relaciones después de cada fase tampoco fueron claramente compatibles con esta visión porque en las pruebas intermedias los participantes indicaron que consideraban que la C1 era causa de E1 más que un efecto independiente de C2. En cualquier caso, parece que el modelo de causas independientes es el más plausible para explicar los resultados de esta investigación.

Así pues, de acuerdo con los resultados encontrados se considera que durante el CSO los participantes construyen un modelo de causas independientes. De acuerdo con este modelo, cada causa produce el efecto de una forma independiente (C1-E1 y C2-E1), con lo que se explica la emergencia de una relación de segundo orden entre una causa de segundo orden (C2) y el efecto (E1), así como la falta de influencia de la

extinción del primer o segundo componente sobre la relación de segundo orden. Sin embargo, si otros factores que influyen al aprendizaje de relaciones causales, tales como las instrucciones (Matute, Arcediano y Miller, 1996; Romero Vila y Rosas, 2005), la aditividad (Rosas, Vila, Lugo y López, 2001) o la direccionalidad causal (Waldmann, 1996; Waldmann y Holyoak, 1992) pudieran también influenciar la extinción y, construcción y almacenamiento del modelo causal en aprendizaje de segundo orden con humanos permanece como una pregunta abierta.

No obstante que éstos resultados puedan explicarse desde teorías del aprendizaje causal más recientes, también pueden interpretarse como resultado de un proceso de inferencia causal (Johnson-Laird, 1993). Más aún, desde esta última posibilidad la demostración del CSO en tareas de aprendizaje causal se considera una consecuencia lógica del razonamiento deductivo; es decir, si a los participantes se les enseña, ya sea por medio de instrucciones o por experiencia directa, que la causa (C1) produce un efecto (E1) y que una segunda causa (C2) produce la primera causa (C1), pareciera muy sencillo el inferir la existencia de una relación causal entre todos los componentes como una cadena causal del tipo C2-C1-E1. De acuerdo a esta posición, estos resultados podrían ser vistos como producto de un simple razonamiento deductivo en forma de “axiomas” o “reglas de inferencia”, tales como “si la C1 causa E1 y la C2 causa la C1, entonces la C2 causa el E1” (Goldvarg y Johnson-Laird, 2001).

Además, los participantes fueron capaces de inferir la ausencia de relaciones causales cuando una de las condiciones fue del tipo preventivo (condiciones no relacionadas) igual que como sucede en experimentos de razonamiento humano. Este resultado se demostró de lleno en Experimento 1b cuando a los participantes se les pidió que evaluaran cada una de las relaciones después de cada fase; de tal forma que en las condiciones no relacionadas, cuando el aprendizaje fue: la “C3 causa el E2” pero

la “C4 previene la C3”, o bien, “la C3 previene el E2” pero la “C4 causa la C3” entonces los participantes, infirieron lógicamente que la C4 no causa el E2 por lo que no mostraron ningún aprendizaje de segundo orden, es decir, los participantes fueron concientes de todas las relaciones, y así se expresó en los experimentos en los cuales se les pidió que después de cada fase evaluaran las posibles asociaciones entre las claves.

No obstante, desde esta perspectiva la falta de influencia de la extinción de las relaciones de primer orden sobre las relaciones casuales de segundo orden si fue un resultado importante e inesperado porque según las reglas establecidas, este sería un resultado impreciso e ilógico. Es decir, de acuerdo con las reglas de inferencia lógicas y los resultados en razonamiento deductivo (Goldvarg y Johnson-Laird, 2001) luego de la fase de extinción de primer orden (Exp. 2a, 2b y 3) el razonamiento quedaría de la siguiente manera “si C2 causa la C1”, y la “C1 previene el E1”, entonces la “C2 debería de prevenir el E1”; una lógica similar se emplearía para deducir los resultados del Experimento 4 en el cual se establecería que “si C2 previene la C1” y “C1 causa el E1”, entonces “la C2 no causa el E1”.

Es decir, los resultados mostraron que los participantes fueron incapaces de realizar tales inferencias lógicas, sugiriendo una vez más que cuando las conexiones causales entre la C2 y efecto se han establecido, el nuevo conocimiento parecer ser independiente del conocimiento previo acerca de las relaciones entre la C1 y el mismo efecto (E1). Obviamente, todos estos datos son más fáciles de explicar asumiendo la formación de un modelo de causas independientes, como en el trabajo de Perales y cols. (2004), aunque como se ha dicho, esto implique una cierta irracionalidad y falta de lógica en los procesos de inferencia causal a partir de los datos de la propia experiencia.

Un argumento más que favorece ésta suposición es el hecho de que los participantes consideraron un aprendizaje de segundo orden aún cuando fueron capaces de señalar en la fase de prueba que la relación C1-E1 ó C2-C1 estaban extinguidas (Experimentos 3 y 4). Por último, cabe aclarar que únicamente en el experimento 5 los participantes fueron capaces de emplear esta lógica de razonamiento, dado que el entrenamiento de la tercera fase fue la posibilidad de aprender **conjuntamente**, es decir al mismo tiempo, que si “C2 previene la C1” y “C1 previene el E1”, entonces “la C2 ya no causa el E1”, por lo que no mantuvieron el aprendizaje de segundo orden. Esos resultados son importantes, porque permiten realizar una reinterpretación de la naturaleza de las relaciones causales aprendidas durante las tareas de condicionamiento de segundo orden y el tipo de modelos causales que los participantes, sin experiencia previa, construyen durante tales experiencias de aprendizaje.

Por último, cabe señalar que es interesante que estos resultados sean semejantes a los encontrados en experimentos de pre-condicionamiento sensorial con animales y con humanos, en el sentido que en ambos procedimientos se establece un aprendizaje entre estímulos no entrenados. En pre-condicionamiento sensorial si un EC2 y un EC1 se asocian en una primera fase y posteriormente un EC1 se asocia con el EI, una relación emergente surgirá entre el EC2 y el EI que nunca se presentaron juntas (Brogden, 1939; Rescorla, 1980). El pre-condicionamiento también se ha demostrado con humanos en tareas de aprendizaje aversivo; por ejemplo, White y Davey (1989) encontraron que se conservaba una fuerte relación entre el EC2 y la RC aún después de una inflación post-condicionamiento del EI; esos resultados sostienen la propuesta de Rizley y Rescorla (1972) de que el CSO y el pre-condicionamiento sensorial pueden ser producidos por diferentes estructuras asociativas. No obstante en

tareas de aprendizaje causal, la pregunta de si el tipo de asociaciones que llegan a establecerse durante el pre-condicionamiento sensorial y el CSO puedan ser similares y por lo tanto llegar a afectarse por la extinción del EI de manera similar, no puede resolverse con este estudio.

### **Conclusión**

Para recapitular, este trabajo provee la primera demostración de un efecto de condicionamiento de segundo orden en el que se establece una relación entre una causa y un efecto que no van apareados en aprendizaje causal con humanos y muestra además que este aprendizaje es independiente del grado de relación entre la causa de primer orden con el efecto y entre la causa de segundo orden con la de primer orden, ya que la extinción de cada uno de ellos independientemente no afectó al aprendizaje de segundo orden. Estos resultados son semejantes a los encontrados en condicionamiento animal y humano y enfatizan que probablemente, en parte, sea el mismo mecanismo de aprendizaje el que esté actuando.

Desde un punto de vista asociativo, el mecanismo de aprendizaje en tareas de aprendizaje causal pudiera ser la formación de una asociación directa entre representaciones del EC2 (causa) y el EI (efecto) dando lugar a la respuesta condicionada. Desde un punto de vista de una teoría causal cognitiva, esta asociación refleja la inferencia de una relación causal directa entre la C2 y el efecto, como un producto del tan mencionado modelo de causas independientes. Más aún, los resultados de esta investigación sustentan a los resultados previos con tareas de aprendizaje mediado (Perales y cols., 2004) y son similares a los encontrados en teorías causales como la de redes bayesianas del aprendizaje causal (Waldmann y Martignon, 1998) en el cual se asume que en un escenario causal donde diferentes causas pueden producir el mismo efecto, las personas emplean automáticamente un

modelo de causas independientes más que uno de causas encadenadas, aún cuando éste último sea el más racional. Este modelo de causas independientes significa que el poder causal recibido de una causa para influenciar al efecto parecer ser independiente del poder causal de otras causas que no se presenten al mismo tiempo.

Así pues, los resultados de esta investigación en conjunto abren nuevas interrogantes y nuevas perspectivas de investigación. En este sentido, una primera posibilidad sería la de poder entender mejor bajo qué condiciones los individuos son capaces de hacer inferencias causales lógicas o ilógicas durante su experiencia con sucesos medioambientales. De tal forma que permitan observar las condiciones de ocurrencia de una inferencia correcta (como cuando son capaces de establecer una relación de segundo orden); o bien por qué se establece una inferencia incorrecta (como en el caso de los experimentos donde se extingue la relación del primer o segundo componente). Además, dada la similitud metodológica que tiene el CSO con el procedimiento de inhibición condicionada, esta investigación plantea la necesidad de implementar diferentes controles metodológicos que permitan distinguir entre ambos procedimientos, uno de los cuales es el mencionar explícitamente que durante la segunda fase de entrenamiento el efecto (E1) no se encuentra presente. Es decir, los resultados sugieren que tanto los mecanismos como el tipo de procesamiento implicado en tareas de aprendizaje causal parecen ser bastante más complejos de lo que postulan los modelos tradicionales del aprendizaje, tanto asociativos como normativos.

## REFERENCIAS

- Allan, L. (1993). Human contingency judgments: Rule based or associative. *Psychological Bulletin*, 114, 435-438.
- 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., y Miller, R.R. (1996). Temporal encoding as a determinant of inhibitory control. *Learning and Motivation*, 27, 73-91.
- 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, 253-528.
- Barnet, R.C., Cole, R. P., y Miller, R. R. (1997). Temporal integration in second-order conditioning and sensory preconditioning. *Animal Learning y Behavior*, 25, 221-233.
- Beckers, T., De Houwer, J., Pineño, O., y Miller, R. R. (2005). Outcome additivity and outcome maximality influence cue competition in human causal learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 31, 238-249.
- Bevins, R. A., Delzer, T. A. y Bardo, M. T. (1996). Second-order conditioning detects unexpressed morphine-induced salt aversion. *Animal Learning and Behavior*, 24, 221-229.
- Blaisdell, A. y Miller, R. (2001). Conditioned inhibition produced by extinction mediated-recovery from the relative stimulus validity effect: A test of acquisition and performance models of empirical retrospective reevaluation. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 27, 1, 48-58.
- Bouton, M.E. (1993). Context, time, and memory retrieval in the interference paradigms of Pavlovian learning. *Psychological Bulletin*, 114, 80-99
- Bouton, M.E., Mineka, S. y Barlow, D.H. (2000). A modern learning theory perspective on the etiology of panic. *Psychological Review*,
- Brogden, W.J. (1939). Sensory Pre-conditioning. *Journal of Experimental Psychology*, 21, 55-58.
- Brogden, W. J. & Culler, E. (1935). Experimental extinction of higher order responses. *American Journal Psychology*, 47, 663-669.
- Catena, A. Maldonado, A. y Cándido, A. (1998). The effect of the frequency of judgment and type of trials on covariation learning. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. 24. 2, 481-495.
- Chapman GB. (1991). Trial order affects cue interaction in contingency judgement. *J. Exp. Psychol.: Learn. Mem. Cogn.* 17:837-54

- Cheatle, M. y Rudy, J. (1979). Analysis of second-order odor-aversion conditioning in neonatal rats: Implications for Kamin's blocking effect. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 4, 237-249.
- Cheng, P. W. y Novick, L. R. (1991). Causes versus enabling conditions. *Cognitive psychology*, 40, 293-303.
- Cheng, P.W. (1997). From covariation to causation: A causal power theory. *Psychological Review*, 104, 367-405.
- Cheng PW, Novick LR. (1990). A probabilistic contrast model of causal induction. *J. Pers. Soc. Psychol.* 58:545-67
- Cheng, P.W. y Holyoak, K.J. (1995). Complex adaptative systems as intuitive statisticians: Causality, contingency, and prediction. En J. A. Meyer y H. Roitblat (Eds.) *Comparative approaches to cognition*. (pp. 45-79). San Diego: Academic Press.
- Crawford, L. y Domjan, M. (1995). Second-order sexual conditioning in males Japanese quail (*Coturnix japonica*). *Animal Learning and Behavior*, 23, 327-334.
- Dickinson, A (2001). The 28<sup>TH</sup> Bartlett Memory lecture causal learning: An associative analysis. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 54B, 1 3-25.
- Davenport, J. W. (1966). Higher-order conditioning of fear. *Psychological Science*, 4, 27-28.
- Danks, D. (2005). Causal learning from observations and manipulations. En M. Lovett y P. Shah. (Eds.) *Thinking with data*. N.J.: Laurence Earlbaum Associates.
- 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.
- Davey, G. C. L. (1983). An associative view of human classical. In G.C.L. Davey (Ed.). *Animal models of human behavior* (pp. 95-114). John Wiley y Sons: Chichester.
- 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 CR<sub>2</sub> following Extinction of CR<sub>1</sub>. *Behavioural Research and Therapy*, 20, 391-396.
- De Houwer, J., Beckers, T., y Vandorpe, S. (2005). Evidence for the role of higher order reasoning processes in cue competition and other learning phenomena. *Learning and Behavior*, 33, 2, 239-249.

- De Houwer, J., Vandorpe, S., y Beckers, T. (2005). On the role of controlled cognitive processes in human associative learning. In A. Wills (Ed.), *New directions in human associative learning* (pp. 41-63). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Dewyer, D.M. (2001). Mediated conditioning and retrospective reevaluation with LiCl then flavour pairing. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *54B*, 2, 155-165.
- Dickinson, A. y Burke, J. (1996). Within-compound associations mediate the retrospective analysis (the 28<sup>th</sup> Bartlett Memorial Lecture). *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *54B*, 3-26.
- Dickinson, A. (1984). *Teorías actuales del aprendizaje*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Dickinson, A. (2001a). The 28th Bartlett memorial lecture causal learning: An associative analysis. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *54b*, 3-25.
- Dickinson, A. (2001b). Causal learning: Association versus Computation. *Current directions in psychological science*. *10*, 4, 127-132.
- Dickinson, A. y Burke, J. (1996). Within-compound associations mediate the retrospective analysis (the 28<sup>th</sup> Bartlett memorial Lecture). *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *54B*, 3-26.
- Dickinson, A., Shanks, D. y Evenden, J.L. (1984). Judgment of act-outcome contingency: The role of selective attribution. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *36A*, 29-50.
- Domjan, M. (2003). *Bases del aprendizaje y conducta*. España: Thomson.
- Eccher, W. y Culler, E. (1941). Reciprocal facilitation of the conditioned and conditioning mechanism. *Journal of Comparative Psychology*, *31*, 223-231. *Evolutionary and neurobiological perspectives*, Chichester: Wiley.
- Fodor, J. A. y Pylyshyn, Z.W. (1988). Connectionism and cognitive architecture: A critical analysis. *Cognition*, *28*, 3-71.
- Fujii, M. (1981). Second-order conditioning in licking-based conditioned suppression situation. *Japanese Psychological Research*, *23*, 149-159.
- Goldvarg, E., y Johnson-Laird, P.N. (2001). Naïve causality: A mental model theory of causal meaning and reasoning. *Cognitive Science*, *25*, 565-610.
- Hall, G. (1996). Learning about associatively activated stimulus representations: Implications for acquired equivalence and perceptual learning. *Animal Learning y Behavior*, *24* (3), 233-255.
- Hebb, D. O. (1949). *The organization of behavior*. New York: Wiley.
- Herendeen, D. y Anderson, C. (1968). Dual effects of a second-order conditioning stimulus: Excitation and Inhibition. *Psychonomic Science*, *13*, 1.
- Holland, D. C. y Rescorla, R. A. (1975a). Second-order conditioning with food unconditioned stimulus. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, *29*, 607-619.

- Holland, D. C. y Rescorla, R. A. (1975b). The effects of two ways of devaluing the unconditioned stimulus after first and second-order appetitive conditioning. *Journal of Experimental Psychology*, 88, 459-467.
- Holland, P.C. (1983). Representation- mediated overshadowing and potentiation of conditioned aversion. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 9, 1-13.
- Hogarth, R. M. y Einhorn, H. J. (1992). Order effects in belief updating : The belief adjustment model. *Cognitive Psychology*, 24, 1-55.
- Hollis, K.L. (1982). Pavlovian conditioning of signal-centered action patterns and autonomic behavior: a biological analysis of function. *Adv Study Behav.* 12, 1-64.
- Hollis, K.L. (1997). Contemporary research on Pavlovian conditioning: a "new" functional analysis. *American Psychology*. 52, 956-965.
- Hull, C. L. (1939). The problem of stimulus equivalence in behavior theory. *Psychological Review*, 46, 9-30.
- Hume, D. (1748). *An Enquiry Concerning Human Understanding*. Oxford: Claredon.
- Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental models: Towards a cognitive science of language, inference, and consciousness*. Cambridge MA: Cambridge University Press.
- Kamil, A.C. (1968). Some parameters of second-order conditioning of fear in rats. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 67, 364-369.
- Kamin, L. (1969) Predictability, surprise, attention and cognition. In B. A. Cambell y R. M. Church (Eds). *Punishment and aversive behavior*. New York: Appleton-Century- Crofts.
- Kamin, L. J. y Szakmary, G.A. (1977). Configural-like effects observed in the course of second-order conditioning in rats. *Learning and Motivation*, 8, 126-135.
- Kaneshige, K.; Nakajima, S. y Imada, H. (2001). The effect on- line and off-line extinction of a first-order conditioned stimulus on a second-order conditioned response in rats. *Japanese Psychological Research*, 43, 91-97.
- 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.
- Konorski, J. (1967). *Integrative activity of the brain*. Chicago: University of Chicago Press.
- Lober, Klaus y Shanks, D. (2000). Is causal induction based on causal power? Critique of Cheng 1997. *Psychological Review* 107 (1), 195-212.
- Lovibond, P. (2003). Causal beliefs and conditioned responses: Retrospective revaluation induces by experience and by instruction. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 29, 97-106.
- Mackintosh, N. J.(1975). A theory of attention: Variations in the associability of stimuli with reinforcement. *Psychological Review*,82,276-298.
- Mackintosh, N.J. (1974). *The psychology of animal learning*. London: Academic Press.

- Marlin, N. (1983) Second-order conditioning using a contextual stimulus as S1. *Animal, Learning and Behavior*, 11, 3, 290-294.
- Marshall, B. S. (1976). *Factors influencing acquisition and maintenance in second-order conditioning of the pigeon's key peck: Partial reinforcement*. Unpublished master's thesis, Florida State Univ.
- Matute, H., P., Vegas, S. y De Marez, P. (2001). Extinction in Human and Causal Judgments: Implications for Statistical Models of learning. (*enviado*).
- Mazur, J.E. y Wagner, A.R. (1982). An episodic model of associative learning: Acquisition (Vol. 3). En M.L. Commons, R.J. Herrnstein y A. R. Wagner (Eds.), *Quantitative analyses of behavior* (pp. 3-39). Cambridge, MA: Ballinger Publishing.
- Mc. Allister D. E. y Mc. Allister (1964). Second-order conditioning of fear. *Psychonomic Science*, 1,383-364.
- McLaren. I. P. L. y Mackintosh N. J. (2000). An elemental model of associative learning I: Latent inhibition and perceptual learning. *Animal Learning and Behavior*. 28, 211-246.
- Miller, R. y Barnet, R.C. (1993). The role of time in elementary associations. *Current directions in Psychological Science*. 2, 4, 101-111.
- Miller, R. R. y Escobar, M. (2001). Contrasting acquisition-focused and performance-focused models of acquired behavior. *Current Directions in Psychological Science*,10, 141-145.
- Miller, R. y Barnet, R.C. (1993). The role of time in elementary associations. *Current directions in psychological science*. 2, (4), 101-111.
- Miller, R. R. y Matzel, L.D. (1988). The comparator hypothesis: A response rule for the expression of associations. En G.H. Bower (Ed.). *The psychology of learning and motivation* (Vol. 22, pp. 51-92). San Diego: Academic Press.
- Miller, R., y Escobar, M. (2002). Learning: Laws and models of basic conditioning. In Learning, motivation and emotion, Vol. 3 pp. 47-102 (C.R. Gallistel, Ed.) in. *Stevens' handbook of experimental psychology* 3rd ed. (H. Pashler, Ed-in-chief). New York: John Wiley y Sons. Invited Chapter,
- Murphy, J. V. y Miller, R. E. (1957). Higher-order conditioning in the monkey. *Journal of General Psychology*, 56,67-72.
- Nairne, J. S. y Rescorla, R. (1979). Second-order conditioning in pigeons with diffuse auditory reinforcers. Unpublished manuscript. En R. Rescorla, *Pavlovian second-order conditioning: studies in associative learning*. New York: Lawrance Erlbaum Associates Publish.
- Papini, M.R., y Bitterman, M.E. (1990). The role of contingency in classical conditioning. *Psychological Review*, 97, 396-403.
- Pavlov, I. (1927). *Conditioned Reflexes*. Inglaterra: Oxford University Press.
- Pearce, J. M. y Hall, G. (1980): A model of Pavlovian learning: variations in the effectiveness of conditioned but not unconditioned stimuli. *Psychological Review*,87, 532-552.

- Pearl, J. (2000). *Causality: Models, Reasoning and Inference*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Perales, J.C., Catena, A., y Maldonado, A. (2004). Outcome mediated contingency learning is sensitive to causal directionality. *Learning and Motivation*, 35, 115-135.
- Perales, J.C.; Catena, A.; Maldonado, A. (2001). Outcome mediated contingency learning is sensitive to causal directionality. Manuscrito remitido.
- Perales, J. C.; Catena, A.; Ramos, M. M.; y Maldonado, A. (1999). Aprendizaje de relaciones de contingencia y causalidad: Una aproximación a las tendencias teóricas actuales. *Psicológica*.20, 163-193.
- Popik, R. Stern, S. y Frey, P. (1979). Second-order conditioning: Different outcomes in fear and eyelid conditioning. *Animal Learning and Behavior*, 3, 353-359.
- Ramos, M.M.; Catena, A. y Perales, J.C. (2003). Modelos y tendencias actuales en el aprendizaje causal. En: Vila, J.; Nieto, J. y Rosas, J. M. (Eds.) (2003). *Investigación contemporánea en aprendizaje asociativo*. España-México: del Lunar-UNAM.
- 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 y Behavior*, 5, 25-38.
- Rashotte, M., Marshall, B. S. y O'Connell, J. M. (1981). Signaling functions of the second-order CS: Partial reinforcement during second-order conditioning of the pigeon's keypeck. *Animal Learning and Behavior*, 9, 253-260.
- Razran, G. (1961). The observable unconscious and the inferable conscious in current Soviet psychophysiology: Interoceptive conditioning, semantic conditioning and the orienting reflex. *Psychological Review*, 68, 81-147.
- Rescorla, R. (1976). Second-order conditioning of Pavlovian conditioned inhibition. *Learning and Motivation*, 7, 161-172.
- Rescorla, R. (1980). *Second-order conditioning*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Rescorla, R. (1967). Pavlovian conditioning and its proper control procedures. *Psychological Review*, 74, 71-80.
- Rescorla, R. (1973). Second-order conditioning: Implications for the theories of learning. En F. J McGuigan y D. Lumsden (Eds.), *Contemporary approaches to learning and conditioning* (pp. 127-150). New York: Winston.
- Rescorla, R. (1980). *Pavlovian second-order conditioning: studies in associative learning*. New York: Lawrence Erlbaum Associates Publish.
- Rescorla, R. (1980). Simultaneous and successive associations in sensory preconditioning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 6, 207-216.

- Rescorla, R. A. y Cunningham, C. L. (1979). Spatial contiguity facilitates Pavlovian second-order conditioning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 5, 152-161.
- Rescorla, R. A. (1981). Within-signal learning in autoshaping. *Animal Learning Behavior*, 9, 245-252.
- Rescorla, R. A. (1982). Simultaneous second-order conditioning produces S-S learning in conditioned suppression. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 8, 23-32.
- Rescorla, R. A. y Cunningham, C. L. (1979). Spatial contiguity facilitates Pavlovian second-order conditioning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 5, 152-161.
- Rescorla, R. A., y Wagner, A. (1972). A theory of Pavlovian conditioning: Variations in the effectiveness of reinforcement y no reinforcement. In A.H. Black y W.K. Prokasy (Eds.). *Classical conditioning II. Current research and theory*. (pp. 64-99). New York: Appleton-Century-Crofts.
- 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.
- Romero M., Vila J. y Rosas J. M. (2005) Instructions inadequate to the task control response recovery after discrimination reversal in human beings. *Behavior Analyst Today*, 5, 221-227.
- Rosas J.M. (2003). Contenidos, condiciones y mecanismos del aprendizaje asociativo. En Rosas, J. M. (Ed). *Teorías asociativas del aprendizaje*. España: Del Lunar.
- Shanks, D. R. (1985). Forward and backward blocking in human contingency judgment. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 37b, 1-21.
- Shanks, D. R. (1991). On similarities between causal judgements in experienced and described situations. *Psychological Science*, 2, 341-350.
- Shanks, D. R. (1995). *The psychology of associative learning*. Oxford UK: Oxford University Press.
- Shanks, D.; Pearson, S.M. y Dickinson, A. (1989). Temporal contiguity and the judgment of causality by human participants. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 41B, 139-159.
- Shultz, T.R. (1982). Rules of causal attribution. *Monographs of Society for Research in Child Development*, 47, 1-51.
- Sidman, M. (1990). Equivalence relations: Where do they come from? En M. Sidman, *Equivalence relations and behavior: A research story*. Authors cooperative: Boston.
- Skinner, B.F. (1938). *La conducta de los organismos. Un análisis experimental*. New York: Appleton-Century.

- Siegel S. (1989). *Pharmacological conditioning and drug effects*. En *Psychoactive Drugs*, ed. AJ Goudie, M Emmett-Oglesby, pp. 115–80. Clifton, NJ: Human Press
- Stein, J. N., Jackson-Smith, P. y Zentall, T. R. (1991). Mediational use of internal representations of food and no-food events by pigeons. *Learning and Motivation*, 22, 353-365.
- Stout, S., Escobar, M. y Miller, R. R. (2004). Trial number and compound stimuli temporal relationship as joint determinants of second-order conditioning and conditioned inhibition. *Learning and Behavior*, 32, 2, 230-239.
- Sutton R.S. y Barton, G.B. (1981). Toward a modern theory of adaptive networks: Expectation and Prediction. *Psychological Review*, 88, 2, 135-170.
- Tolman, E. C. (1932). *Purposive behavior in animals and men*. New York: Century
- Tonneau, F., (2001). Equivalence relations: A critical analysis. *European Journal of Behavior Analysis* 2, 1-128.
- Tonneau, F., Arreola, F., Martínez, G. (2006). Function transformation without reinforcement *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 85, 393-405.
- Tonneau, F., González C. (2004). Function transfer in human operant experiments: The role of stimulus pairings. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 81, 239-255.
- Tarpy, R. (2000). *Aprendizaje: Teoría e investigación contemporáneas*. España: McGraw Hill
- Van Hamme L. J. y Wasserman E.A (1994). Cue competition in causality judgements: The role of nonpresentation of compound stimulus elements. *Learning and Motivation*, 25, 127-151
- Wagner, A. R. y Brandon, S.E. (1989). Evolution of a structured connectionist model of Pavlovian Conditioning (AESPO). En S.B. Klein y R.R. Mower (Eds.), *Contemporary learning theories: Pavlovian conditioning and the status of traditional learning theory* (pp. 149-189). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Wagner, A. R. (1981). SOP: A model of automatic memory processing in animal behavior. En Spear y R.R. Miller (Eds.), *Information processing in animals: memory mechanisms*. (pp. 5-47). Hillsdale, N.J. Erlbaum.
- Wagner, R. A. (1981). SOP: A model of automatic memory processing in animal behavior. In N. E. Spear y R. R. Miller (Eds.), *Information processing in animal: Memory mechanisms* (pp. 5-47). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Waldmann, M. R. (2000). Competition among causes but not effects in predictive and diagnostic learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 26, 53-76.
- Waldmann, M. R. (2001). Predictive versus diagnostic causal learning: Evidence from an overshadowing paradigm. *Psychonomic Bulletin y Review*, 8, 600-608.
- Waldmann, M. R., y Hagmayer, Y. (2001). Estimating causal strength: The role of structural knowledge and processing effort. *Cognition*, 82, 27-58

- Waldmann, M.R. (1996). Knowledge-Based Causal Induction. En D.R. Shanks, K.J. Holyoak y D.L. Medin, (Eds). *The psychology of learning and motivation*, Vol, 34. Causal Learning (pp. 47-88) San Diego: Academic Press.
- Waldmann, M.R. y Holyoak, K.J. (1992). Predictive versus diagnostic causal learning. Evidence from overshadowing paradigm. *Psychonomic Bulletin and Review*, 8 (3), 600-608.
- Waldmann, M.R.; Holyoak, K.J. y Fratianne, A. (1995). Causal models and the acquisition of category structure. *Journal of Experimental Psychology: General*, 124, 2, 181-206.
- Waldmann, M.R., y Martignon, L. (1998). A Bayesian network model of causal learning. *Proceedings of the 20th annual conference of the cognitive science society*. Mahwah, NJ: LEA.
- Wasserman, E. A., Chatlosh, D. L., y Neunaber, D. J. (1983). Perception of causal relations in humans: Factors effecting judgments of response–outcome contingencies under free-operant procedures. *Learning and Motivation*, 14, 406-432.
- White, K. y Davey, G. (1989). Sensory preconditioning and UCS inflation in human “fear” conditioning. *Behavior Research and Therapy*, 27, 161-166.
- Williams, D. A. (1995). A comparative analyses of negative contingency learning in humans and nonhumans. In D. R. Shanks; K. J. Holyoak y D. L. Medin (Eds.). *The psychology of Learning and Motivation*. San Diego CA: Academic Press.
- Williams, D. A., y Hurlburt, J. L. (2000). Mechanisms of second-order conditioning with a backward conditioned stimulus. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 26, 340–351.
- Yin, H., Barnet, R. C. y Miller, R. R. (1994). Second-order conditioning and Pavlovian conditioned inhibition: Operational similarities and differences. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behaviour Processes*, 20, 419-448.
- Young, M.E. (1995). On the origin of personal causal theories. *Psychonomic Bulletin and Review*, 2, 83-104.