PSYKHE
2009, Vol. 18, N° 2, 79-96

Copyright 2009 by Psykhe
ISSN 0717-0297

Estrategias de Codificación de Estímulos en el Aprendizaje Causal Humano

Stimulus Encoding Strategies in Human Causal Learning

Andrea C. Díaz, Luis D. Torres, Ramón D. Castillo, Felipe A. Cornejo y Edgar H. Vogel
Universidad de Talca

Según el enfoque elementalista del aprendizaje asociativo, los estímulos compuestos equivalen a la suma de sus componentes, mientras que para el enfoque configuracional los estímulos son todos indivisibles. Estos enfoques se distinguen con la *prueba de sumatoria*, en la que se examina si la fuerza asociativa de un compuesto novedoso AB supera (elementalismo) o es igual (configuracionalismo) a la de sus elementos previamente entrenados por separado. Esta investigación demuestra que las personas suman cuando no tienen información previa de AB (Experimento 1), pero no suman cuando tienen esta información (Experimento 2). Los Experimentos 3 y 4 no apoyan la hipótesis que la ausencia de sumatoria se deba a procesos controlados. Se analizan teorías de codificación flexible.

Palabras clave: *condicionamiento clásico, aprendizaje causal, codificación de estímulos.*

According to the elemental approach of associative learning, compound stimuli are equivalent to the sum of their components, while for the configurational approach, compounds are indivisible wholes. These approaches are distinguished by the *summation test*, which examines whether the associative strength of a novel AB compound is higher (elementalism) or equal (configurationalism) than that of its separately trained elements. In the present research, evidence of summation was found when people have no prior experience with AB (Experiment 1), but there was no summation when information about AB was available (Experiment 2). Experiments 3 and 4 do not support the hypothesis that the absence of summation could be due to controlled processing. Theories of flexible coding are analyzed.

Keywords: *classical conditioning, causal learning, stimulus coding.*

Introducción

El condicionamiento clásico es una de las formas más simples de aprendizaje asociativo, que consiste en presentaciones pareadas de un estímulo conductualmente neutral (estímulo condicionado o EC) y un estímulo biológicamente significativo (estímulo incondicionado o EI), capaz de producir en el organismo una respuesta incondicionada (RI). Con un número suficiente de tales pareos, el EC por sí solo comienza a provocar una respuesta condicionada (RC) topográficamente similar a la RI. El procedimiento de adquisición se denomina entrenamiento y el EI se dice que actúa como un *reforzador* del aprendizaje que allí tiene lugar.

Ya que el condicionamiento clásico puede ser descrito como una situación en la cual el EC se transforma en una señal que anuncia la llegada del EI, algunos autores han aventurado la hipótesis que este tipo de aprendizaje podría ser el mecanismo fundamental por medio del cual las personas aprenden a establecer relaciones predictivas o de causalidad (Dickinson, Shanks & Evenden, 1984). Esta especulación ha generado varias líneas de investigación, las cua-

Andrea C. Díaz, Escuela de Psicología, Universidad de Talca, Chile.
Luis D. Torres, Escuela de Psicología, Universidad de Talca, Chile.
Ramón D. Castillo, Escuela de Psicología, Universidad de Talca, Chile.
Felipe A. Cornejo, Escuela de Psicología, Universidad de Talca, Chile.
Edgar H. Vogel, Escuela de Psicología, Universidad de Talca, Chile.
La correspondencia relativa a este artículo debe ser dirigida a Edgar H. Vogel, Escuela de Psicología, Universidad de Talca, Casilla N° 747, Talca, Chile. E-mail: evogel@utalca.cl
Esta investigación fue financiada por el Proyecto Regular FONDECYT N° 1060838 y está enmarcada en el Programa de Investigación "Calidad de Vida y Ambientes Saludables" de la Facultad de Psicología de la Universidad de Talca.

les tienen la siguiente estructura general: se presenta a los participantes información acerca de situaciones en que una serie de eventos (como comer determinados alimentos) son seguidos o no por una consecuencia (como desarrollar una alergia), para luego preguntarles hasta qué nivel estiman que los eventos predicen tal consecuencia (cuáles alimentos producen la alergia y cuáles no). El paralelismo entre el aprendizaje causal y el condicionamiento clásico implica suponer que los eventos predictores (por ejemplo, los alimentos) juegan el rol de los ECs, que el evento a predecir (por ejemplo, la alergia) es equivalente al EI y que la predicción o juicio causal que el participante emite es equivalente a la RC.

Los fundamentos de la adquisición y extinción de la RC fueron intensivamente estudiados por Pavlov (1927) hace más de un siglo. La explicación de estos fenómenos ha sido predominantemente asociativa desde un comienzo, en un enfoque conocido como conexionismo. Al inicio, los teóricos se concentraron en descubrir los mecanismos mediante los cuales las conexiones entre estímulos se fortalecen o debilitan, para formalizarlos matemáticamente en reglas de aprendizaje. En la actualidad, existe bastante acuerdo entre los investigadores que la regla de aprendizaje que se debe usar para modificar las conexiones entre el EC y el EI debería ser del tipo de aquella que propusieron Rescorla y Wagner (1972), la cual plantea que el cambio en la fuerza asociativa de un EC en un ensayo de aprendizaje depende de la diferencia entre el valor del EI que se obtiene en el ensayo (valor real) y el valor que se esperaba obtener (valor predicho) por todos los ECs presentes en el ensayo.

Por el contrario, lo que ha estado sujeto a considerable debate entre lo teóricos conexionistas es la naturaleza de la representación efectiva de los estímulos que participan del proceso de aprendizaje (elementalista o configuracional). En efecto, una de las principales preguntas que ha cautivado el interés de los teóricos se refiere a cuál es la relación que existe entre el valor asociativo que adquiere un compuesto formado por varios estímulos y el valor de cada uno de sus componentes. Esta disyuntiva está representada por aquellos que plantean que los estímulos se codifican como un todo (estrategia configuracional) y quienes sostienen que la codificación se realiza como elementos separados (estrategia elementalista).

El modelo elementalista de Rescorla y Wagner (1972) plantea que un compuesto de estímulos que se presentan juntos es equivalente a la suma de las representaciones de cada uno por separado. El rasgo distintivo de este enfoque es su *carácter aditivo*, en el que cada estímulo aporta la totalidad de su fuerza asociativa al formar un compuesto con otro estímulo. Por ejemplo, si un animal es entrenado con un compuesto AB formado por dos estímulos, A y B, se supone que hay tres elementos que desarrollarán una asociación independiente con el EI: el elemento *a* (activado por la presencia del estímulo A), el elemento *b* (activado por la presencia del estímulo B) y el elemento *ab* (activado por la presencia conjunta de los estímulos A y B). Por lo tanto, la fuerza asociativa del estímulo compuesto AB, llamada V_{AB} es equivalente a la suma de la fuerza asociativa de sus componentes, $Va + Vb$, más un elemento propio de la conjunción, Vab.

Esta postura elementalista ha sido puesta en entredicho por Pearce (2002), quien propuso un modelo configuracional en el que la presencia del estímulo compuesto es representada mediante una unidad distinta e independiente de las unidades activadas por los estímulos por separado. Es decir, la codificación de un estímulo compuesto no corresponde a la sola suma de sus partes, sino que a la conformación de una nueva representación. Es importante consignar que, según este enfoque, los elementos que forman un compuesto influyen en la representación de este a través de un mecanismo de generalización. Según la regla de generalización propuesta por Pearce (2002), la proporción de fuerza asociativa que se generaliza desde la configuración j a la configuración i es equivalente a la proporción de elementos de i que son comunes a ambos multiplicado por la proporción de elementos en j que son comunes a ambos (N_c/N_i x N_c/N_j; donde N_c es el número de elementos comunes y N_i y N_j es el número total de elementos en i y j, respectivamente). Así, la fuerza asociativa

de un estímulo compuesto AB utilizará la mitad de su fuerza asociativa de cada elemento al formar el compuesto. Por eso se dice que el rasgo distintivo de este modelo es su *carácter substractivo* (Brandon, Vogel & Wagner, 2000). La prueba experimental más obvia para distinguir entre estos dos enfoques es una *prueba de sumatoria*. En su forma más simple, esta prueba consiste en la evaluación de la fuerza asociativa de un compuesto AB, luego del entrenamiento de los elementos A y B por separado. Si la respuesta al compuesto es mayor que la respuesta media a los elementos, se acepta que ha ocurrido sumatoria y se comprueba una codificación elementalista; mientras que si la respuesta al compuesto es igual o menor a la respuesta promedio de los elementos, la sumatoria no ha ocurrido y el procesamiento se plantea como configuracional.

Con respecto a este procedimiento de sumatoria simple, los reportes en condicionamiento clásico son controversiales. Por ejemplo, varios estudios con diversos animales, los cuales generalmente utilizan estímulos condicionados de distintas modalidades sensoriales (auditiva, visual y táctil), han encontrado evidencia de sumatoria, lo cual apoya la perspectiva elementalista (Rescorla, 1997, Whitlow & Wagner, 1972). Por el contrario, se ha observado ausencia de sumatoria en estudios que utilizan el procedimiento de automoldeamiento en palomas y estímulos visuales (Aydin & Pearce, 1995). En el aprendizaje causal humano, hay algunos reportes en favor de la sumatoria (Collins & Shanks, 2006; Soto, Vogel, Castillo & Wagner, 2009).

Además de los experimentos con sumatoria simple, se han realizado otras pruebas más complejas destinadas a diferenciar ambos enfoques. Una de estas es la llamada *preservación de la inhibición condicionada*, en la cual se realiza un entrenamiento inicial con A+ y AB-, seguido posteriormente por entrenamiento con B+ y finalmente por un test en el que se compara la fuerza de la asociación de A y B con la de AB (donde las letras mayúsculas representan estímulos condicionados y los signos + y - representan la presencia o ausencia del estímulo incondicionado, respectivamente). Según el enfoque elementalista, al finalizar la primera fase, el estímulo A desarrolla una asociación excitatoria con el EI y el estímulo B, una asociación inhibitoria que anula los efectos de A cuando se presenta junto a B. Por otra parte, el enfoque configuracional simplemente señala que A desarrolla un asociación excitatoria y que AB no desarrolla asociación alguna. Ambas posturas predicen resultados distintos acerca de lo que ocurre después de la segunda fase, en la que el estímulo B desarrolla excitación. Según el enfoque configuracional, el entrenamiento de B no debería afectar mayormente lo que se aprendió de AB en la primera fase, preservando sus bajos niveles de asociación con la consecuencia. Por el contrario, el enfoque elementalista predice que los bajos niveles de respuesta de AB en la primera fase se debían exclusivamente al valor negativo de B, por lo tanto, debería existir un aumento en el nivel de respuesta al compuesto AB después de revertir el valor asociativo de B. La evidencia con este procedimiento es ambigua, encontrándose apoyo tanto para el enfoque elementalista (Kundney & Wagner, 2004, Marzo) como configuracional (Pearce & Wilson, 1991).

Considerando esta ambigüedad de resultados, algunos investigadores han sugerido que el tipo de procesamiento podría depender de ciertas variables, tales como el tipo de estímulos, el nivel filo y ontogenético de los participantes, su experiencia previa e, incluso, sutilezas relacionadas con los procedimientos experimentales (Melchers, Shanks & Lachnit, 2008).

La presente investigación pretende aportar a la resolución de esta controversia realizando varias pruebas críticas de los enfoques configuracional y elementalista con un conjunto de participantes similares y sometidos a los mismos estímulos y procedimientos experimentales. El propósito fue determinar si se mantiene la ambigüedad de resultados aun cuando se estandarizan los procedimientos experimentales y los participantes. Se realizaron cuatro experimentos con el procedimiento de aprendizaje causal en humanos, propuesto por Dickinson et al. (1984), que corresponde a una situación experimental en la cual los participantes se sientan frente a un computador y se les instruye a que establezcan relaciones de

causalidad entre ciertos alimentos y la presencia o ausencia de una reacción alérgica en un paciente ficticio. Las tareas exploradas fueron: sumatoria simple (Experimento 1), preservación de la inhibición condicionada (Experimento 2) y sumatoria diferencial (Experimento 4).

Adicionalmente, se pretendió verificar la hipótesis que señala que los resultados configuracionales pueden deberse a la presencia de procesos controlados que residen en la memoria de corto plazo de los participantes. Esta hipótesis surge de la evidencia empírica que señala que el hipocampo tiene una participación fundamental tanto en el aprendizaje configuracional como en la formación de memoria declarativa (Fanselow, 1999), lo cual indicaría que estos procesos podrían verse afectados cuando se establecen tareas de interferencia cognitiva. Para esto, se realizó un experimento bajo condiciones que producen una fuerte interferencia de dichos procesos (Experimento 3). La interferencia se realizó agregando una segunda tarea que demanda atención por parte de los individuos y que, por lo tanto, obstruye o interfiere con los recursos que estos pueden usar en las tareas de aprendizaje causal.

Los resultados de la investigación contribuyen a entender mejor el proceso de codificación de estímulos en el aprendizaje asociativo y su posible isomorfismo con el aprendizaje de relaciones predictivas y de causalidad. Esta información tiene relevancia tanto teórica como práctica. La relevancia teórica se relaciona con la obtención de información acera de las condiciones bajo las cuales predomina una u otra estrategia de procesamiento, lo cual resulta de primera importancia para los modelos de última generación (Harris, 2006; Wagner, 2003), los cuales han comenzado a incluir parámetros de variabilidad de procesamiento, sin que hasta la fecha se conozcan los mecanismos que determinan esta flexibilidad (ver Melchers et al., 2008).

Aparte de su indudable valor teórico, este debate ha tenido un enorme valor heurístico que ha estimulado la investigación en otras áreas de la psicología, tales como la psicología del desarrollo y la neurociencia. Por ejemplo, se ha postulado que la habilidad para percibir elementos separados en un estímulo compuesto se desarrolla con la edad, de manera tal que los niños pequeños perciben como configuraciones aquellos estímulos que los adultos perciben como un agregado de elementos (Aslin & Smith, 1988). El desarrollo más tardío de estas habilidades analíticas (elementalistas) por sobre la sintéticas (configuracionales) podría ser una de las claves para la comprensión del aprendizaje del lenguaje en el ser humano.

Asimismo, existe un sustantivo cuerpo de investigación en neurociencia que ha examinado la posible disociación estructural de estos dos tipos de procesamiento. Investigaciones con pacientes amnésicos y con animales con lesiones cerebrales selectivas han demostrado que el aprendizaje configuracional es más dependiente del lóbulo temporal medial que el aprendizaje de las asociaciones elementales, lo cual guarda estrecha correspondencia con los resultados conductuales revisados en la presente investigación (Fanselow, 1999).

Experimento 1

Se examinó el fenómeno de sumatoria simple, en el que los participantes fueron entrenados con ensayos alternados en los que dos claves A y B siempre fueron seguidas separadamente por una consecuencia. Posteriormente, los participantes fueron sometidos a una prueba con A, B y AB. Se concluye que un compuesto es procesado de una manera elemental si los participantes juzgan que la consecuencia a la clave AB es mayor que a las claves A y B; y configuracional, si juzgan que la consecuencia a la clave AB es igual a las claves A y B.

Con fines ilustrativos, se hizo una simulación computacional con los modelos elementalista de Rescorla y Wagner (1972) y configuracional de Pearce (2002) para la tarea de sumatoria simple. Como se observa en la Figura 1, el modelo elemental predice que los juicios causales asignados al compuesto AB son mayores que para los estímulos separados A y B, mientras que el modelo configuracional predice que los juicios causales deben ser iguales para dichas claves.

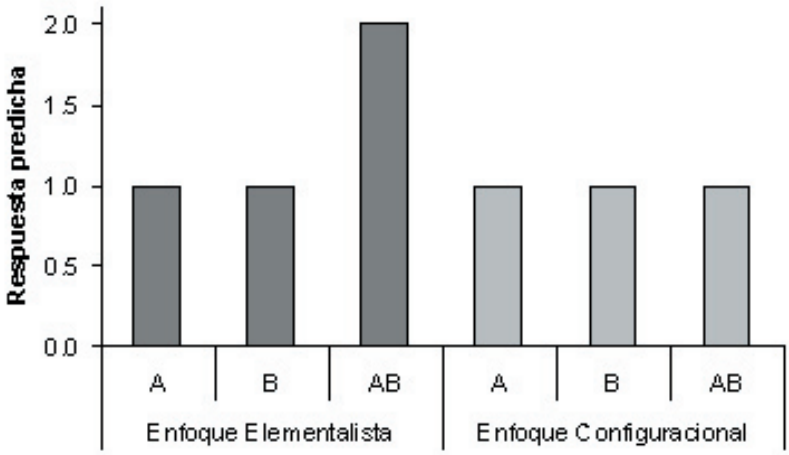

Figura 1. Predicciones de los modelos elementalista y configuracional de los resultados del Experimento 1.

La situación experimental consiste en que cada participante debe suponer que es un médico alergista que tiene que aprender qué estímulos producen una reacción alérgica en un paciente ficticio. Este procedimiento se compone de dos fases. La primera es la fase de entrenamiento, en la cual los participantes reciben ensayos en los que se presentan los estímulos, por ejemplo, "el paciente comió uva". Luego, el participante debe responder si cree que el paciente va a tener o no una reacción alérgica, seleccionando una de las dos alternativas indicadas en la pantalla del computador. Inmediatamente después de emitida la respuesta, el participante recibe la retroalimentación correspondiente con las frases "reacción alérgica" o "no hay reacción alérgica". La segunda es la fase de prueba, en la que se solicita a los participantes que determinen la probabilidad que el paciente tenga una reacción alérgica después de recibir el estímulo.

En la Tabla 1 se resumen las principales características del procedimiento experimental, en el que cada letra significa un determinado alimento y los símbolos + y - representan la presencia o ausencia de reacción alérgica, respectivamente. El entrenamiento incluyó ensayos en los cuales los alimentos A y B eran seguidos siempre por una reacción alérgica de una intensidad de

Tabla 1
Diseño del Experimento 1

Claves	Entrenamiento	Prueba
Claves experimentales	A+ B+	A B AB
Claves de relleno	C- D- EF+ GH-	C D CD EF GH

10 puntos de un total de 20 (A+ y B+) y los alimentos C y D nunca eran seguidos por una reacción alérgica (C- y D-). Además, se incluyó un estímulo compuesto que también producía reacciones alérgicas de 10 puntos (EF+) y otro que nunca las producía (GH-). Todos los ensayos que incluyeron las claves C-G son de relleno, que cumplen el objetivo de mantener la atención del participante en la tarea y evitar que haga inferencias diferenciales acerca de la intensidad de las reacciones a estímulos simples (A, B, C y D) y compuestos (EF y GH). Una vez finalizado el entrenamiento, se pidió a los participantes que evaluaran la intensidad de la reacción alérgica de A, B y del nuevo compuesto AB (además de las claves de relleno).

Método

Participantes e instrumento. Los participantes fueron 24 alumnos de la carrera de Psicología de la Universidad de Talca, de ambos sexos, sin experiencia previa en este tipo de experimentos y con edades entre los 17 y 30 años (M = 20,3; DE = 1,8). Los participantes de los restantes experimentos fueron de la misma carrera, todos sin experiencia previa.

El experimento se realizó en el Laboratorio de Psicología de la Universidad de Talca, en una sala aislada que contiene tres computadores, mediante los cuales se presentaron las instrucciones y estímulos a los participantes. El experimento fue programado y presentado a los participantes mediante el programa E-prime software (versión 1.1; Psychology Software Tools, Inc., Pittsburgh, PA).

Procedimiento. La participación de los alumnos fue voluntaria y recompensada con puntaje extra en un módulo del curso de Psicología Experimental. Los participantes firmaron un consentimiento informado en el cual se les señaló los objetivos generales de la investigación, el tipo de tarea que deberían ejecutar y la opción de abandonar el experimento en el momento que quisieran. El contenido del consentimiento informado y los procedimientos experimentales generales fueron aprobados por el Comité de Ética de la Universidad de Talca y posteriormente por el Comité de Ética de CONICYT, al aprobar el financiamiento del proyecto Regular FONDECYT N° 1060838, al cual se adscribe la presente investigación. Debido a que los estudiantes formaron grupos de trabajo para participar en los experimentos, los tamaños muestrales resultantes para cada experimento fueron diferentes.

El experimentador les informó a los participantes que todas las instrucciones serían presentadas a través del computador. Al comienzo del entrenamiento, las siguientes instrucciones aparecían en la pantalla:

> *En esta tarea te pediremos que imagines que eres un alergista (alguien que trata de descubrir las causas de las reacciones alérgicas en la gente). Imagina que justo ahora llega un nuevo paciente, "el señor X", quien sufre de reacciones alérgicas después de comer algunos alimentos, pero no otros. En un intento por descubrir qué alimentos le causan reacciones alérgicas al señor X, llevas a cabo un examen pidiéndole que consuma varios alimentos y luego registras el grado de reacción alérgica que tuvo. El examen consiste de varias partes: Primero, el computador te mostrará ciertos alimentos que consumió el señor X. Luego te pedirá que indiques si crees que el señor X tendrá o no una reacción alérgica. Ingresa tu respuesta presionando en el teclado la letra "a" si crees que el señor X va a tener una reacción alérgica, o presionando "n" si crees que el señor X no va a tener una reacción alérgica.*
>
> *Después que des tu respuesta, aparecerá un mensaje indicando si realmente el señor X tuvo una reacción alérgica o no. Es importante que prestes atención a este resultado, ya que necesitarás esa información para llevar a cabo un buen informe de diagnóstico luego del examen. Al comienzo, tendrás que adivinar qué alimentos causan alergia al señor X, pero con la ayuda de la retroalimentación que recibes en cada ensayo, pronto tus predicciones llegarán a ser más precisas. El tiempo de reacción no es importante en esta tarea y pue-*

des demorarte en responder tanto como gustes en cada ensayo.
PRESIONA LA BARRA ESPACIADORA PARA CONTINUAR.

Cada participante recibió un total de 60 ensayos (10 de cada tipo señalado en la Tabla 1). Al comienzo de cada ensayo, el nombre de un alimento o par de alimentos aparecía en la parte superior izquierda de la pantalla seguido por la frase "Presione 'a' para indicar que el Sr. X tendrá una reacción alérgica y 'n' para indicar que el Sr. X no tendrá una reacción alérgica". Una vez que el participante ingresaba su respuesta, se entregaba la retroalimentación en el costado derecho de la pantalla durante dos segundos. La retroalimentación consistía en la frase "REACCIÓN ALÉRGICA: 10 puntos de un total de 20 en el examen", en fuente de 14 o puntos de color rojo o "NO HAY REACCIÓN ALÉRGICA: 0 puntos de un total de 20 en el examen", en fuente de 14 puntos de color negro.

Las 10 presentaciones de cada tipo de ensayo ocurrieron en orden aleatorio para cada participante. La asignación de alimentos específicos a las condiciones A-H fue contrabalanceada parcialmente a través de los participantes, al crear ocho subgrupos que variaban en los alimentos designados como A-H. Específicamente, en el subgrupo 1 las claves A-H fueron chocolate, leche, queso, ajo, maní, langosta, café y sardinas, respectivamente. Para crear el subgrupo 2, cada alimento fue movido hacia el siguiente lugar de la lista (es decir, chocolate fue asignado a la clave B; leche a la condición C, etc.; y sardinas fue asignado a la clave A). Los subgrupos 3-8 se obtuvieron al iterar este procedimiento. Además, la posición de los alimentos en las claves compuestas también fue contrabalanceada durante el experimento, de manera tal que en la mitad de los ensayos las claves se presentaron en una posición (por ejemplo, EF) y en la otra mitad se presentaron en la posición opuesta (por ejemplo, FE). Con estos contrabalanceos es altamente improbable que las preconcepciones de los participantes acerca de la propiedades alergénicas los alimentos influyan en los resultados en una dirección determinada.

Después de completar los 60 ensayos de entrenamiento, los participantes recibieron el siguiente mensaje:

A continuación te pediremos que estimes los efectos que tendrán varias comidas en el señor X. Para eso, queremos que ocupes la información que acabas de recibir acerca de qué alimentos le producen alergia al señor X y cuáles no. Estas comidas que tienes que calificar pueden tener uno o dos alimentos. Tú tienes que estimar el grado de reacción alérgica que esa comida producirá en el señor X. Si la comida está compuesta por dos alimentos, tú debes estimar el grado de reacción alérgica que tendrá el señor X después de comer ambos alimentos juntos.
Para estimar los efectos de cada comida, utiliza una escala que va de 0 a 20 puntos. Usa 20 si crees que la comida muy probablemente va a producir una reacción alérgica en el señor X. Usa 0 si crees que la comida no va tener ningún efecto en el señor X (es decir, que no causa reacciones alérgicas en el señor X). Puedes usar cualquier valor entre 0 y 20 para indicar la fuerza de tu convicción acerca del valor predictivo de cada comida. Para ingresar tu estimación, utiliza el teclado.
PRESIONA LA BARRA ESPACIADORA PARA CONTINUAR.

Luego de esas instrucciones, los alimentos correspondientes a las claves A, B, AB, C, D, CD, EF y GH aparecieron individualmente en orden aleatorio. El participante debía ingresar su estimación para cada alimento antes de pasar al siguiente. Al finalizar la fase de prueba, los participantes fueron informados que el experimento había concluido.

Análisis estadístico. La variable dependiente del estudio fue la puntuación (juicio) causal asignada por los participantes a cada una de las claves en la fase de prueba. Los juicios causales fueron promediados y sometidos a un ANOVA de un factor con ocho medidas repetidas (clave: A, B, AB, C, D, CD, EF, GH). Las posibles diferencias entre pares de claves fueron examinadas a través

de comparaciones *post hoc* con la corrección de Bonferroni.

Se examinó el supuesto de igualdad de varianzas a través de la prueba de esfericidad de Mauchly, corrigiéndose los grados de libertad de la prueba *F*, de acuerdo a la técnica de Greehouse-Geisser cuando las varianzas resultan significativamente diferentes.

Resultados y Discusión

La Figura 2 muestra los juicios causales promedio de las claves experimentales, donde se aprecia evidencia de sumatoria, por cuanto la clave AB es notoriamente superior que sus respectivos componentes A y B. El ANOVA arrojó diferencias significativas entre las claves, $F(7, 161) = 186{,}279$, $p < 0{,}001$, y las comparaciones *post hoc* indicaron que la clave AB fue significativamente superior a sus elementos A y B ($p < 0{,}001$) y también al compuesto EF ($p = 0{,}002$), confirmando la existencia de sumatoria. Las claves entrenadas como positivas (A, B y EF) o como negativas (C, D y GH) no difirieron significativamente entre sí ($p = 1{,}00$). Finalmente, todas las claves negativas fueron significativamente inferiores a todas las claves positivas ($p < 0{,}001$), lo cual indica que los participantes aprendieron la discriminación.

Estos resultados indican que en esta tarea de sumatoria simple los participantes procesan las claves como elementos separados, lo cual apoya el enfoque elementalista del aprendizaje causal, replicándose los hallazgos recientes reportados por Collins y Shanks (2006) y por Soto et al. (2009).

Experimento 2

En el Experimento 2 se pretendió evaluar si las personas siguen operando de manera elemental y también suman los valores predictivos de A y B para emitir un juicio acerca de AB, cuando han recibido información previa señalando que el valor predictivo de AB es más bajo.

Para ello, los participantes fueron entrenados en una tarea de "preservación de la inhibición condicionada", la cual consta de dos fases (ver Tabla 2). En la primera fase se presenta el estímulo A seguido por la consecuencia (A+) y el compuesto AB no seguido por la consecuencia (AB-). En la segunda fase se presenta B seguido por la consecuencia (B+) y en la fase de prueba, al igual que en el Experimento 1, se compara el nivel de respuesta a AB *versus* A y B. Si los individuos procesan los estímulos en forma elemental, se espera que después de la segunda fase de entrenamiento sumen el valor predictivo de A y B y señalen que la reacción alérgica de AB es mayor que la de sus elementos. Según el enfoque configuracional, la reacción de AB debería ser menor o igual a las de sus elementos, preservando lo que se aprendió en la primera fase.

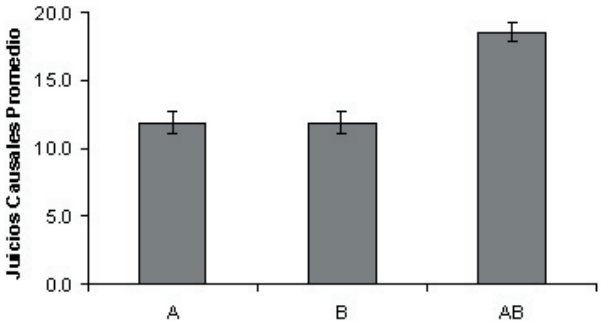

Figura 2. Juicios causales promedio para cada clave experimental durante la fase de prueba del Experimento 1.

Nota. Las barras de error representan el error estándar de la media.

Tabla 2
Diseño del Experimento 2

Claves	Entrenamiento Fase 1	Prueba 1	Entrenamiento Fase 2	Prueba 2
Claves experimentales	A+ AB-	A AB	B+	A AB
Claves de relleno	C- DE+	B C DE	C-	B C DE

La Figura 3 presenta simulaciones de este experimento a partir del enfoque elementalista y configuracional después de la primera fase de entrenamiento (gráfico superior) y de la segunda fase de entrenamiento (gráfico inferior). Allí se aprecia que ambos enfoques predicen que los participantes aprenden la discriminación en la primera fase, mostrando respuestas inferiores para AB que para A. Las diferencias entre ambos enfoques surgen en el segundo test, donde el enfoque elementalista predice una mayor respuesta para AB que para sus elementos (sumatoria), mientras que el enfoque configuracional predice para AB una respuesta similar o levemente inferior que para sus elementos.

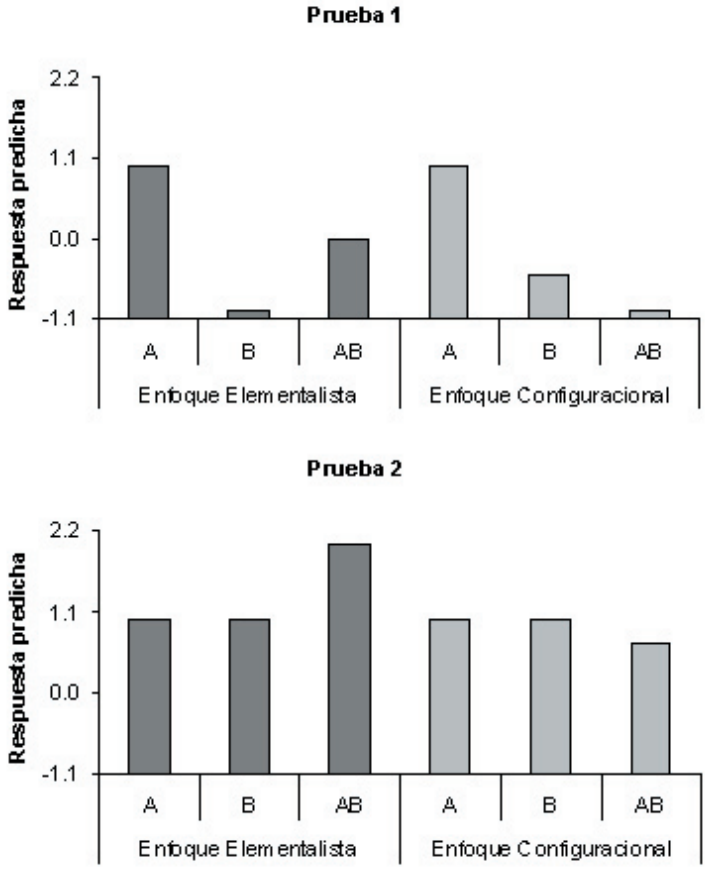

Figura 3. Predicciones de los modelos elementalista y configuracional para la prueba 1 (gráfico superior) y la prueba 2 (gráfico inferior) del Experimento 2.

Método

Participantes e instrumento. Los participantes fueron 10 alumnos con edades entre 17 y 23 años (M = 21,2; DE = 1,9). El instrumento fue el mismo utilizado en el Experimento 1.

Procedimiento. Los participantes fueron entrenados en una situación de aprendizaje causal similar al Experimento 1, pero ejecutando una tarea de inhibición condicionada, la cual consta de de dos fases de entrenamiento, ambas seguidas por una fase de prueba en la cual se examinan los juicios causales emitidos por ellos. Como se aprecia en la Tabla 2, en la primera fase de entrenamiento se presenta A+ y el compuesto AB-, mientras que en la segunda fase se presenta B+. Ambas fases de prueba fueron idénticas y buscaron comparar el nivel de respuesta para AB *versus* A y B, utilizando una escala que fluctúa entre -10 y +10 puntos para indicar la fuerza del valor predictivo que tendrá cada alimento en la producción o no de reacción alérgica. Los participantes debieron calificar con +10 si creían que era muy probable que el alimento provocara alergia en el paciente ficticio; con 0 si creían que el alimento no provoca alergia y con -10 si el alimento previene la alergia. Aquí también reciben un conjunto de ensayos de relleno con el propósito de complejizar la tarea y que los participantes no atribuyeran normas generales a la producción de la "reacción alérgica". Todos los demás aspectos del experimento fueron idénticos al Experimento 1.

Análisis estadístico. La variable dependiente del estudio fue la puntuación (juicio) causal asignada por los participantes a cada una de las claves en cada una de las la fase de prueba. Los juicios causales fueron promediados y sometidos a un ANOVA de un factor con ocho medidas repetidas (clave: A, B, AB, C, D, CD, EF, GH), ejecutado separadamente para cada fase de prueba. Las comparaciones *post hoc* y la prueba de esfericidad siguieron los mismos procedimientos descritos en el Experimento1.

Resultados y Discusión

El gráfico superior de la Figura 4 muestra los resultados de la primera prueba. Allí se puede apreciar que los participantes aprendieron correctamente la discriminación, asignando valores predictivos altos a la clave A y bajos a la clave AB, lo cual se confirma con la prueba de ANOVA, $F(4, 36) = 41{,}127$, $p < 0{,}001$. Las comparaciones *post hoc* indicaron que la clave A fue significativamente superior a las claves B ($p < 0{,}001$), C ($p = 0{,}003$) y AB ($p < 0{,}001$). Otra confirmación del correcto aprendizaje de la discriminación proviene del hecho que la clave AB no difiere significativamente de la clave de relleno negativa C ($p = 0{,}198$) pero fue significativamente inferior a la clave de relleno positiva DE ($p < 0{,}001$).

El gráfico inferior de la Figura 4 muestra los resultados de la segunda prueba, la cual claramente no arroja evidencia de sumatoria, en tanto que el compuesto AB no recibe juicios predictivos mayores que sus componentes A y B. Esta observación se confirma estadísticamente a través del ANOVA el cual, si bien arrojó un efecto principal del factor claves, $F(4, 36) = 7{,}340$, $p < 0{,}001$, las comparaciones *post hoc* indicaron que estas se debieron exclusivamente a los bajos puntajes de la clave negativa C, la cual fue significativamente inferior a todas las demás claves ($p < 0{,}05$) salvo de la clave AB ($p = 0{,}332$). La clave AB no difirió significativamente ni de A ni de B ($p = 1{,}00$), lo cual corrobora la ausencia de sumatoria.

Estos resultados son consistentes con las predicciones del enfoque configuracional desplegadas en las simulaciones de la Figura 3.

Los resultados de los Experimentos 1 y 2 están en aparente contradicción, puesto que los participantes suman los valores causales de A y B cuando el compuesto AB es totalmente novedoso (Experimento 1) pero no cuando se ha aprendido con anterioridad que este tiene un valor causal bajo (Experimento 2). Lo que llama la atención del Experimento 2 es que en la segunda fase de prueba el individuo ya ha reevaluado el valor predictivo de B (debido al entrenamiento de la segunda fase) y ha asignado tanto a A como a B valores tan altos como lo hicieron los participantes en el Experimento 1, pero aun así, no suman estas tendencias al evaluar el compuesto AB.

Es interesante considerar que la tarea de sumatoria simple puede ser resuelta fá-

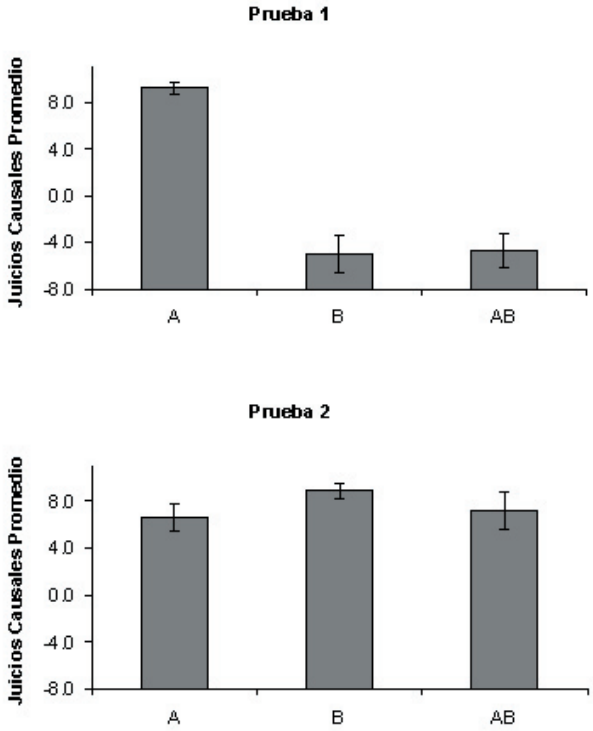

Figura 4. Juicios causales promedio para cada clave experimental en el primer y segundo test del Experimento 2.

Nota. Las barras de error representan el error estándar del promedio.

cilmente poniendo exclusivamente atención a los elementos, sin considerar las relaciones entre ellos. Considérese, por ejemplo, que los ensayos A+, EF+, C- y GH- del Experimento1 (ver Tabla 1) pueden ser resueltos poniendo atención exclusivamente a las claves A, E, C y G, sin poner atención a las relaciones entre E y F o entre G y H. Esto implicaría que los individuos aplicarán posteriormente una estrategia meramente elemental en la fase de prueba. Por el contrario, en el Experimento 2 no basta que los participantes respondan basándose exclusivamente en los elementos, puesto que tienen que diferenciar entre los ensayos en los que la clave A está sola (A+) de los ensayos en los que A va en conjunto con B (AB-). En este último caso, es posible que los participantes deban "activar" un modo configuracional de procesamiento, que los lleve a retener conscientemente en la memoria de corto plazo las relaciones entre las claves.

Experimento 3

A partir de lo anterior, surge la hipótesis que la estrategia configuracional podría necesitar de procesos cognitivos atencionales controlados, mientras que el procesamiento elementalista podría estar influido por procesos cognitivos más bien automáticos. Si esta hipótesis es cierta, entonces debería ser posible revertir los resultados obtenidos en el Experimento 2 si se interfiere con las capacidades atencionales de los participantes.

Si esta activación del procesamiento configuracional es en realidad el resultado de procesos inferenciales controlados, el efecto debería desaparecer o al menos verse notoriamente disminuido si se interfiere con la capacidad de los individuos para realizar dicha inferencia. El Experimento 3 pretende evaluar esta posibilidad, examinando el efecto de la interferencia de los procesos cognitivos controlados sobre los resultados

del experimento de preservación de la inhibición condicionada. Para ello se realizó una replicación del Experimento 2, ejecutada en condiciones normales o bien bajo sobrecarga cognitiva (agregando una segunda tarea de memorización). Se espera que agregando sobrecarga cognitiva aumenten las probabilidades de sumatoria de las tendencias de A y B en el compuesto AB. El diseño de este experimento se presenta en la Tabla 3.

Además de examinar la hipótesis de la carga cognitiva, este experimento pretendió replicar los hallazgos del Experimento 2 con un mayor número de participantes, para contribuir a resolver las dudas que podrían surgir sobre la baja potencia del diseño anterior para detectar el efecto de sumatoria.

Método

Participantes e instrumento. Los participantes fueron 30 estudiantes entre 17 y 23 años de edad (M = 20,2; DE = 1,9), divididos en dos grupos de 15 participantes cada uno. Dos participantes de cada grupo fueron eliminados por no cumplir con la consigna del experimento, quedando la muestra final constituida por 13 participantes por grupo. Los instrumentos fueron los mismos utilizados en los experimentos anteriores.

Procedimiento. Este experimento es similar al Experimento 2, pero aquí los participantes se dividieron en dos grupos (ver Tabla 3). El grupo 1 (sin carga cognitiva) recibió entrenamiento con A+ y AB- en la primera fase y con B+ en la segunda, sin ningún tipo de interferencia, mientras que el grupo 2 (con carga cognitiva) tuvo que ejecutar una segunda tarea simultáneamente con el entrenamiento. La segunda tarea consistió en memorizar constantemente dígitos de tres cifras que aparecen regularmente entre los ensayos de la tarea causal. Todos los demás aspectos del experimento fueron idénticos al Experimento 1.

Análisis estadístico. Los análisis estadísticos fueron similares al Experimento 2, salvo que se introdujo un factor *intersujetos* (carga cognitiva), produciéndose para cada prueba un ANOVA factorial mixto de 2 (grupo: sin carga, con carga) X 5 (clave: A, B, AB, C y DE).

Resultados y Discusión

En la Figura 5 se presentan los resultados de las dos fases de prueba para los dos grupos del experimento. Como se aprecia en el gráfico superior, los participantes de ambos grupos aprendieron la discriminación entre la clave positiva A y las claves negativas B y AB en la primera fase de entrenamiento. El gráfico inferior sugiere ausencia de sumatoria en ambos grupos después de la segunda fase de entrenamiento, puesto que el valor predictivo asignado al compuesto AB no supera a los de sus elementos A y B.

Tabla 3
Diseño del Experimento 3

Claves	Entrenamiento Fase 1	Prueba 1	Entrenamiento Fase 2	Prueba 2
Claves experimentales	A+ AB-	A AB	B+	A AB
Claves de relleno	B- C- DE+	B C DE	C-	B C DE

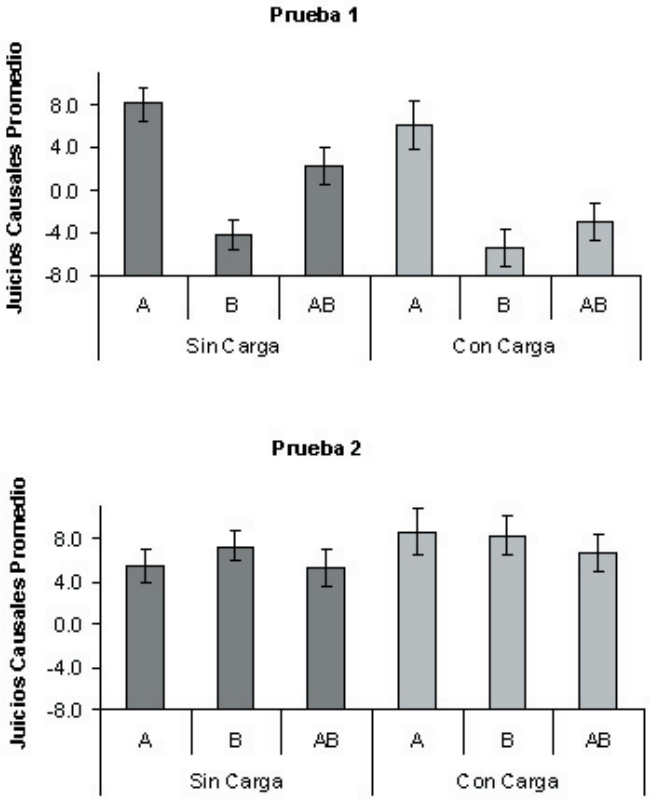

Figura 5. Juicios causales promedio para cada clave del Experimento 3.

Nota. A la izquierda se incluyen los resultados de la condición sin carga cognitiva y a la derecha los resultados de la condición con carga cognitiva.
Las barras de error representan el error estándar del promedio.

En la primera fase de prueba el ANOVA indicó un efecto principal de la variable *clave,* $F(4, 88) = 20{,}321$, $p < 0{,}001$, y efectos no significativos de *grupo*, $F(1, 22) = 1{,}269$, $p = 0{,}272$, ni de *interacción entre grupo y clave*, $F(4, 88) = 1{,}750$, $p = 0{,}146$. La ausencia de efecto de la variable *grupo* y de *interacción entre grupo y clave* indican que la discriminación fue aprendida de manera idéntica en ambos grupos. Las pruebas *post hoc* indicaron que la clave A supera en forma marginalmente significativa a la clave AB ($p = 0{,}08$) y significativamente a la clave B ($p < 0{,}01$), las cuales, su vez, no difieren entre sí ($p = 0{,}258$), lo cual proporciona evidencia suficiente que la discriminación fue aprendida. En la segunda fase de la prueba los efectos fueron similares, es decir, un efecto principal significativo de la variable *clave*, $F(4, 88) = 18{,}568$, $p < 0{,}001$, y efectos no significativos de *grupo*, $F(1, 22) = 0{,}133$, $p = 0{,}719$, ni de *interacción entre grupo y clave*, $F(4, 88) = 0{,}966$, $p = 0{,}430$.

La ausencia de sumatoria se confirma estadísticamente, por cuanto la clave AB no difirió significativamente ni de A ni de B ($p = 1{,}00$) en la segunda prueba. Finalmente, cabe consignar que la clave AB no superó significativamente a la clave C en la primera prueba ($p = 1{,}00$), pero sí la superó significativamente en la segunda prueba ($p < 0{,}001$). Esto último indica que la reevaluación de B en la segunda fase tuvo cierto impacto sobre AB, pero no fue lo suficiente-

mente fuerte como para producir sumatoria. En todo caso, el crecimiento de AB es predicho tanto por el enfoque elementalista como configuracional (ver Figura 3).

En conclusión, los resultados de este experimento replican los hallazgos del Experimento 2, favoreciendo el enfoque configuracional en la resolución de la tarea de preservación de la inhibición condicionada. El hecho que en este experimento se haya obtenido nuevamente ausencia de sumatoria, aun considerando un mayor número de participantes, hace menos plausible que este resultado se deba a la falta de potencia del diseño estadístico.

Por otra parte, la estrategia de interferir los procesos controlados no produjo ningún efecto sobre la forma de procesar esta tarea. Naturalmente, es posible argüir que la sobrecarga cognitiva no fue lo suficientemente poderosa como para interferir notablemente en estos procesos. Aunque no se puede descartar en principio esta posibilidad, tampoco es viable introducir niveles mayores de sobrecarga, puesto que los individuos no tendrían los recursos atencionales suficientes para aprender la tarea.

Experimento 4

Otra forma de explicar las discrepancias entre los resultados del Experimento 1 y los resultados de los Experimentos 2 y 3 es que ambas tareas, sumatoria simple y preservación de la inhibición condicionada, estén siendo resueltas enteramente con mecanismos inferenciales controlados y que, por lo tanto, la participación de los procesos asociativos automáticos sea mínima. De ser así, los resultados aparentemente elementales del Experimento 1 y los aparentemente configuracionales de los Experimentos 2 y 3 serían, según esta hipótesis, el producto de la aplicación de reglas aprendidas en otros contextos externos a la tarea misma. La regla podría ser, por ejemplo, "Si tengo información acerca del valor predictivo de AB, entonces ocupo dicha información, pero si no tengo dicha información, entonces recurro a la información proveniente de sus elementos". Con esta regla los participantes producirían sumatoria en el Experimento 1 porque no tienen información de AB y deben recurrir a la información de los elementos A y B. Por el contrario, en los Experimentos 2 y 3 los participantes poseen información acerca de AB.

El Experimento 4 buscó examinar esta posibilidad a través de una tarea para la cual los enfoques asociativos elementalistas y configuracionales hacen predicciones contrastantes, pero que además cumplen los siguientes requisitos: a) es una tarea en la que se evalúa el valor causal de un compuesto nuevo y, por lo tanto, debe usarse la información de elementos aprendidos, pero b) el enfoque configuracional y elemental difieren en cuanto a qué tipo de información utilizarán los participantes y no en cuanto a si usan o no la información de los elementos, y c) es una tarea cuya resolución no resulta inferencialmente intuitiva, por lo tanto, probablemente refleje en mayor medida las asociaciones automáticas.

Esta tarea se denomina *sumatoria diferencial* y consiste en el entrenamiento con tres claves individuales seguidas por una consecuencia (A+, B+ y C+), o bien con las tres combinaciones posibles de dos claves, también seguidas por la consecuencia (AB+, AC+ y BC+). En la fase de prueba se compara el valor causal que los individuos asignan al compuesto ABC en ambas condiciones (ver Tabla 4).

De acuerdo al enfoque configuracional, el valor asignado al compuesto ABC debería ser mayor en la condición de entrenamiento con estímulos compuestos que con estímulos simples, mientras que, de acuerdo al enfoque elemental, debería ocurrir lo contrario, es decir, mayor puntuación para ABC en la condición simple que en la doble. La Figura 6 presenta simulaciones computacionales de las predicciones de estos dos enfoques para esta tarea.

Método

Participantes e instrumento. Los participantes fueron 48 estudiantes entre 17 y 23 años de edad (M =20,4; DE = 1,6), divididos en cuatro grupos de 12 cada uno. Los instrumentos fueron los mismos utilizados en los experimentos anteriores.

Procedimiento. Los participantes se asignaron a dos grupos: grupo simple y gru-

Tabla 4
Diseño del Experimento 4

Grupo	Claves	Entrenamiento	Prueba
Grupo simple	Claves experimentales	A+ B+ C+	ABC
	Claves de relleno	D- EF+ GH- IJK+ LMN-	
Grupo doble	Claves experimentales	AB+ BC+ AC+	ABC
	Claves de relleno	DE- F+ G- IJK+ LMN-	

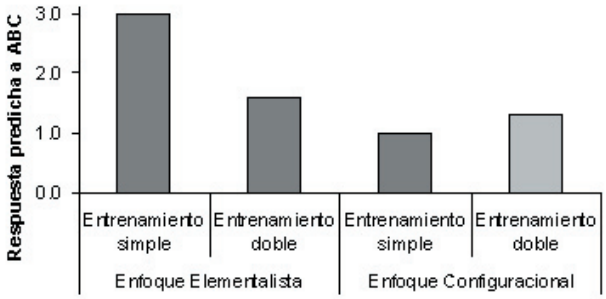

Figura 6. Predicciones de los modelos elementalista y configuracional para los resultados del Experimento 4.

po doble (ver Tabla 4). En los grupos de entrenamiento simple los participantes recibieron seis ensayos de A+, B+ y C+ en orden aleatorio, mientras que en los grupos de entrenamiento doble los participantes recibieron seis ensayos de AB+, AC+ y BC+. Con el propósito de complejizar la tarea y que los participantes no atribuyeran normas generales a la producción de la "reacción alérgica", se presentaron claves de relleno como estímulos simples y compuestos junto a los estímulos experimentales. Finalmente, en la fase de prueba se solicitó a los participantes de todos los grupos que evaluaran el valor predictivo del compuesto ABC en la producción o no de reacción alérgica, utilizando una escala que fluctúa entre 0 y 10 puntos. Los participantes debieron calificar con 10 puntos si creían que es muy probable que el alimento provoque alergia en el paciente ficticio y con 0 si creían que el alimento no provoca alergia. Todos los demás aspectos del experimento fueron idénticos al Experimento 1.

Análisis estadístico. La variable dependiente del estudio fue la puntuación (juicio) causal asignada por los participantes a la clave ABC en la fase de prueba en los dos grupos experimentales. La significación estadística de las diferencias fue examinada a través de la prueba *t* de Student para muestras independientes.

Resultados y Discusión

La Figura 7 presenta los juicios causales emitidos por los dos grupos experimentales. Como se señala en esta figura, los participantes de la condición *simple* asignaron valores predictivos más altos al compuesto ABC que los participantes de la condición *doble*. Estas diferencias fueron estadísticamente significativas, $t(22) = 2{,}29$, $p = 0{,}032$.

Estos resultados proveen evidencia a favor del procesamiento elemental en esta tarea, siendo consistentes con las simulaciones computacionales de la Figura 6 para dicha estrategia de procesamiento.

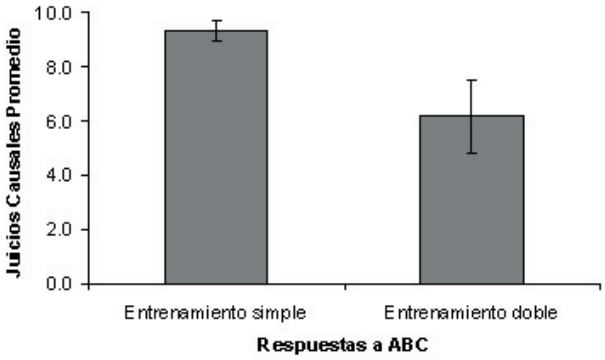

Figura 7. Juicios causales promedio para la clave ABC en la fase de prueba del Experimento 4.

Discusión General

Los resultados de los Experimentos 1 y 4 proporcionan evidencia de procesamiento elementalista en el aprendizaje causal humano, mientras que los resultados de los Experimentos 2 y 3 proporcionan evidencia de procesamiento configuracional. Estos hallazgos, aparentemente contradictorios, confirman las conclusiones entregadas por otros autores (Melchers et al., 2008; Wagner & Vogel, 2008).

Esta investigación también indagó algunos aspectos relacionados con la hipótesis que algunos de los resultados obtenidos se deban a que los individuos utilizan procesos cognitivos controlados para resolver algunas de las tareas de aprendizaje causal. Los resultados de los Experimentos 3 y 4 no arrojan evidencia que favorezca esta hipótesis.

Otra posibilidad es plantear que los seres humanos tienen mecanismos flexibles de procesamiento, tanto configuracional como elemental. Según esta hipótesis, el procesamiento elemental es el modo que se utiliza cuando los individuos no tienen información previa acerca de ciertos estímulos compuestos y se ven en la necesidad de recurrir a la información que poseen de sus componentes. Por otra parte, si los individuos reciben información acerca de una determinada configuración, dicha información va a predominar aun cuando esta contradiga la información de los elementos. Esto explicaría por qué se produce sumatoria en la contingencia de sumatoria simple y por qué no en la contingencia de inhibición condicionada. Adicionalmente, la idea que el procesamiento elemental predomina en situaciones de incertidumbre, frente al valor de las claves compuestas, queda en evidencia también en los resultados del Experimento

4, en el cual se examinó la respuesta de los participantes a un nuevo compuesto, ABC, luego de haber recibido información acerca de elementos simples (A, B y C) y dobles (AB, AC, y BC).

Esta flexibilidad de procesamiento es capturada por algunos modelos teóricos, tales como el modelo de los elementos reemplazados (REM) de Allan Wagner (2003), el cual plantea que, al cambiar el contexto en el cual se presenta un determinado estímulo, se agregan algunos elementos y se suprimen otros. Su estructura implica una estrategia molecular o componencial, en la cual la representación de los estímulos se forma a partir de la actividad de un gran número de componentes o elementos, los cuales tienen distintas probabilidades de activación. Específicamente, se propone que cualquier estímulo está representado por un conjunto de elementos, algunos de los cuales son independientes del contexto, mientras que otros son dependientes. Los elementos independientes del contexto se activan siempre que el estímulo está presente, sin importar qué otros estímulos lo acompañen, mientras que los elementos dependientes del contexto dependen de los otros estímulos. Por ejemplo, cuando se forma un compuesto AB a partir de los elementos A y B, el modelo señala que algunos de los elementos de A seguirán estando activos en el compuesto AB, lo que es consistente con el modelo elementalista, que otros elementos nuevos se agregarán, también consistente con el modelo elementalista que plantea la hipótesis de la clave única, mientras que otros elementos que estaban activos en A se desactivarán en el compuesto AB, lo que es consistente con el enfoque configuracional (Vogel, Díaz, Ramírez, Jarur, Pérez-Acosta & Wagner, 2007). El modelo presenta un parámetro, r, que dicta la probabilidad relativa de elementos dependientes e independientes del contexto, el cual al variar podría, en principio, dar cuenta de todos los resultados de esta investigación. La Figura 8 presenta los resultados de simulaciones computacionales con este modelo, con un valor paramétrico que permite explicar los tres fenómenos estudiados en la presente investigación: sumatoria simple, preservación de la inhibición condicionada y sumatoria diferencial.

Pese a lo remarcable que puede ser el hecho que un modelo pueda dar cuenta de todos los resultados de la presente investigación con un parámetro invariante, esto no es suficiente para dar cuenta de todos los hallazgos de la literatura en esta área. Por ejemplo, hay fenómenos como la sumatoria y la preservación de la inhibición que han mostrado resultados diferentes en distintas investigaciones, lo que sugiere que seguramente hay fuentes adicionales de variación. Otros autores, tales como Pearce (2002), han sugerido que esta variabilidad puede ser capturada también por su modelo configuracional, si se agrega el supuesto

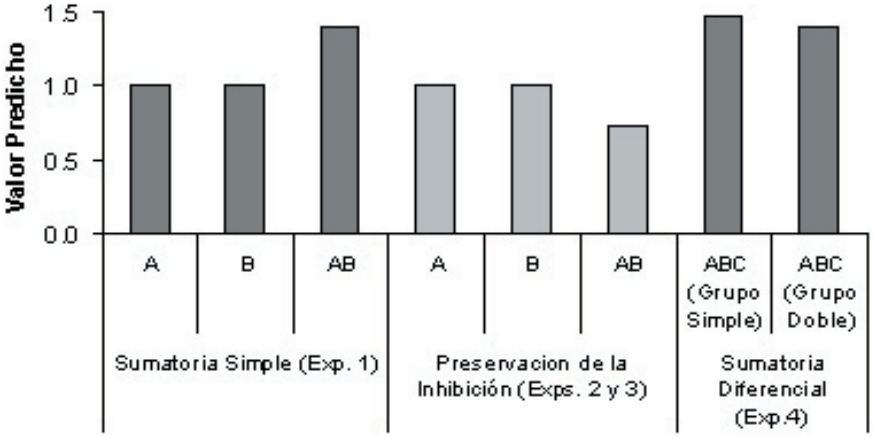

Figura 8. Predicciones del modelo REM para sumatoria simple, preservación de la inhibición condicionada y sumatoria diferencial.

Nota. El parámetro de reemplazo fue de r = 0,3.

que el contexto forma configuraciones con los estímulos condicionados, pero varía en la notoriedad que posee en las distintas tareas de aprendizaje. Las fuentes de este tipo de variabilidad son aún desconocidas y las predicciones diferenciales de estos modelos "flexibles" están recién comenzando a ser analizadas.

Finalmente, es apropiado considerar que la mayor parte de las investigaciones acerca del debate elementalismo *versus* configuracionalismo ha sido realizada con procedimientos de condicionamiento clásico y participantes no humanos. La presente investigación se realizó bajo el supuesto que existe un isomorfismo entre el condicionamiento clásico y el aprendizaje de relaciones causales en humanos, lo cual ha sido materia de controversia, ya que algunos investigadores han planteado que el aprendizaje causal podría estar parcial o totalmente regulado por procesos cognitivos de orden superior. Por razones de espacio y parsimonia, se ha dejado deliberadamente fuera de la presente discusión esta línea de argumentación teórica, la cual puede ser analizada en el trabajo de Cheng (1997).

Referencias

Aslin, R. N. & Smith, L. B. (1988). Perceptual development. *Annual Review of Psychology, 39,* 435-473.

Aydin, A. & Pearce, J. M. (1995). Summation in autoshaping with short and long-duration stimuli. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 48B,* 215-234.

Brandon, S. E., Vogel, E. H. & Wagner, A. R. (2000). A componential view of configural cues in generalization and discrimination in Pavlovian conditioning. *Behavioral Brain Research, 110,* 67-72.

Collins, D. J. & Shanks, D. R. (2006). Summation in causal learning: Elemental processing or configural generalization? *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 59,* 1524-1534.

Cheng, P. W. (1997). From covariation to causation: A causal power theory. *Psychological Review, 104,* 367-405.

Dickinson, A., Shanks, D. R. & Evenden, J. L. (1984). Judgment of act-outcome contingency: The role of selective attribution. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 36A,* 29-50.

Fanselow, M. S. (1999). Learning theory and neuropsychology: Configuring their disparate elements in the hippocampus. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes, 25,* 275-283.

Harris, J. A. (2006). Elemental representations of stimuli in associative learning. *Psychological Review, 113,* 584-605.

Kundey, S. & Wagner, A. R. (2004, Marzo). *Further tests of elemental versus configural models of Pavlovian conditioning*. Ponencia presentada en la 11th Annual International Conference on Comparative Cognition, Comparative Cognition Society, Melbourne Beach, FL, Estados Unidos.

Melchers, K. G., Shanks, D. R. & Lachnit, H. (2008). Stimulus coding in human associative learning: Flexible representations of parts and wholes. *Behavioural Processes, 77,* 413-427.

Pavlov, I. P. (1927). *Conditioned reflexes*. London: Oxford University Press.

Pearce, J. M. (2002). Evaluation and development of a connectionist theory of configural learning. *Animal Learning & Behavior, 30,* 73-95.

Pearce, J. M. & Wilson, P. N. (1991). Failure of excitatory conditioning to extinguish the influence of a conditioned inhibitor. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes, 17,* 519-529.

Rescorla, R. A. (1997). Summation: Assessment of a configural theory. *Animal Learning & Behavior, 25,* 200-209.

Rescorla, R. A. & Wagner, A. R. (1972). A theory of Pavlovian conditioning: Variations in the effectiveness of reinforcement and nonreinforcement. En A. Black & W. Prokasky (Eds.), *Classical conditioning II: Current theory and research* (pp. 64-99). New York: Appleton-Century-Crofts.

Soto, F. A., Vogel, E. H., Castillo, R. D. & Wagner, A. R. (2009). Generality of the summation effect in human causal learning. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 62,* 877-889.

Vogel, E. H., Díaz, C. A., Ramírez, J. A., Jarur, M. C., Pérez-Acosta, A. M. & Wagner, A. R. (2007). Desarrollo de un programa computacional para simular las predicciones del modelo de elementos reemplazados (REM) de condicionamiento pavloviano. *Psicothema, 19,* 506-514.

Wagner, A. R. (2003). Context-sensitive elemental theory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 56B,* 7-29.

Wagner, A. R. & Vogel, E. H. (2008). Configural and elemental processing in associative learning. *Behavioural Processes, 77,* 446-450.

Whitlow, J. W. & Wagner, A. R. (1972). Negative patterning in classical conditioning: Summation of response tendencies to isolable and configural components. *Psychonomic Science, 27,* 299-301.

Fecha de recepción: Marzo de 2009.
Fecha de aceptación: Julio de 2009.