



**UNIVERSIDAD DE MÁLAGA**  
**FACULTAD DE PSICOLOGÍA**

*Psicología de los procesos básicos*

**Extinción de las asociaciones intracompuesto  
tras la preexposición por bloques a sabores  
compuestos**

**TESIS DOCTORAL**

**2018**

**Fernando Luis Cabo Castro**


**Dirección: Julián Almaraz Carretero**





UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA

AUTOR: Fernando Luis Cabo Castro

 <http://orcid.org/0000-0002-5978-2663>

EDITA: Publicaciones y Divulgación Científica. Universidad de Málaga



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode>

Cualquier parte de esta obra se puede reproducir sin autorización pero con el reconocimiento y atribución de los autores.

No se puede hacer uso comercial de la obra y no se puede alterar, transformar o hacer obras derivadas.

Esta Tesis Doctoral está depositada en el Repositorio Institucional de la Universidad de Málaga (RIUMA): [riuma.uma.es](http://riuma.uma.es)



# Índice

- Objetivos.** *Pág. 5.*
- 1. Aprendizaje perceptivo.** *Pág. 6.*
    - 1.1. Antecedentes: El experimento de Gibson y Walk.** *Pág. 7.*
    - 1.2. El concepto de Aprendizaje Perceptivo.** *Pág. 9.*
  - 2. Desarrollos teóricos.** *Pág. 12.*
    - 2.1. El modelo de McLaren y Mackintosh.** *Pág. 16.*
      - 2.1.1. Inhibición latente diferencial.** *Pág. 18.*
      - 2.1.2. Unificación.** *Pág. 21.*
      - 2.1.3. Asociaciones inhibitorias.** *Pág.22.*
    - 2.2. El mecanismo de modulación de la saliencia de Hall.** *Pág. 23.*
  - 3. Extensión y limitaciones de las teorías sobre aprendizaje perceptivo.** *Pág. 27.*
    - 3.1. El “intermixed/blocked effect”.** *Pág. 30.*
    - 3.2. Los efectos de orden en la preexposición por bloques.** *Pág. 38.*
  - 4. La extinción de las asociaciones intracompuesto.** *Pág. 44.*
    - 4.1. Los experimentos de Rescorla y Freberg.** *Pág. 46.*
    - 4.2. Evidencias en contra de la extinción de las asociaciones intracompuesto en la preexposición por bloques.** *Pág. 55.*
  - 5. Experimentos.** *Pág. 59.*
    - Experimento 1.** *Pág. 60.*
    - Experimento 2.** *Pág. 67.*
    - Experimento 3.** *Pág. 74.*
    - Experimento 4.** *Pág. 81.*
    - Experimento 5.** *Pág. 89.*
  - 6. Discusión general.** *Pág. 97.*
  - 7. Conclusiones.** *Pág. 107.*
  - 8. Referencias.** *Pág. 108.*



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA

## Objetivos

Algunas teorías actuales de aprendizaje perceptivo sugieren que en una preexposición en bloques a dos estímulos compuestos (AX, AX, AX, ... BX, BX, BX) la asociación intracompuesto  $A \leftrightarrow X$ , establecida durante el primer bloque se debería extinguir a lo largo del segundo bloque. Sin embargo, esta afirmación, así como la explicación del mecanismo responsable de producir tal efecto han sido cuestionados por los resultados de experimentos recientes que indican que las asociaciones establecidas en el primer bloque podrían no extinguirse en el segundo bloque.

La presente Tesis doctoral tuvo dos objetivos fundamentales. En primer lugar, estudiar si en una preexposición por bloques a dos compuestos de sabores AX–BX la asociación excitatoria  $A \leftrightarrow X$  establecida en el primer bloque de preexposición se extingue en el segundo bloque. En segundo lugar, estudiar las condiciones necesarias para producir la extinción de las asociaciones establecidas en el primer bloque.

En conjunto, los resultados de este trabajo indican que en una preexposición por bloques la asociación intracompuesto establecida en el primer bloque no se extingue en el segundo y que para producirla no basta la presentación separada de los elementos del compuesto original, sino que es necesario producir al menos dos *rupturas* de la asociación. Los resultados de este trabajo pueden aportar información novedosa para adaptar las actuales teorías (Hall, 2003; McLaren y Mackintosh, 2000) sobre el aprendizaje perceptivo a la evidencia reciente.

# 1. Aprendizaje perceptivo

## 1.1. Antecedentes: El experimento de Gibson y Walk.

Gibson y Walk (1956), llevaron a cabo un experimento usando dos grupos de ratas, uno experimental y otro control, que fueron alojadas durante los 90 días posteriores al nacimiento en jaulas rodeadas por unos paneles de cartón blanco. Sobre las paredes de las cajas de los animales experimentales se colgaron cuatro figuras metálicas de color negro, dos triángulos y dos círculos, cuyas posiciones se cambiaban ocasionalmente para asegurar que no pudieran establecerse asociaciones entre la posición de la comida y la bebida y la posición de las figuras. Estas figuras no se colgaron en las cajas del grupo control.

Tras este periodo de 90 días las ratas recibieron un entrenamiento en discriminación. Para ello se utilizó un aparato compuesto por dos compartimentos divididos por una cámara situada en el centro. Cuando la rata accedía a uno de los compartimentos de discriminación, la puerta del compartimento central que daba acceso a la cámara opuesta se cerraba. En el extremo final del compartimento de discriminación se situaron dos puertas, señalizadas con el círculo o el triángulo. Solo detrás de una de las puertas se colocaba comida. Cuando la rata llegaba al extremo del compartimento de discriminación y presionaba el centro de una de las figuras, la puerta correspondiente se abría y la otra quedaba bloqueada. En cada ensayo se permitieron 3 errores como máximo y después del tercer error la puerta con el estímulo que señalaba la elección correcta se abría permitiendo el acceso a la comida. De esta forma se aseguraban que todos los animales comieran el mismo número de veces en cada lado del aparato. En cada ensayo se colocó comida tras la puerta señalizada con el triángulo o el círculo, intercambiando la posición de las figuras siguiendo una secuencia semialeatoria en la que la mitad de los animales eran reforzados al escoger el círculo y la otra mitad el triángulo. Esta secuencia

variaba diariamente siguiendo un patrón preestablecido que se reiniciaba cada cuatro días. Cada día se llevaron a cabo 10 ensayos de discriminación hasta alcanzar un mínimo de dieciocho respuestas correctas. Cuando uno de los animales alcanzaba de forma consecutiva diez respuestas correctas o ejecutaba la tarea durante quince días la tarea finalizaba para ese animal.

Los resultados del experimento mostraron que los animales del grupo experimental aprendieron a discriminar entre el círculo y el triángulo más rápidamente que los del grupo de control. La proporción de aciertos en cada sesión fue significativamente mayor en el grupo experimental a partir del tercer día de entrenamiento de forma que, en las últimas sesiones, los animales del grupo experimental alcanzaron un porcentaje de aciertos del 95% mientras que los animales del grupo control no llegaron a superar el 68% de aciertos.

Dado que la única diferencia entre los animales del grupo experimental y el control era que sólo los primeros habían sido preexpuestos a las figuras, Gibson y Walk concluyeron que la experiencia previa con las figuras facilitó el posterior entrenamiento en discriminación.



## 1.2. El concepto de Aprendizaje Perceptivo.

El término empleado para describir el fenómeno que facilitó la tarea de discriminación observado en el experimento de Gibson y Walk es denominado *aprendizaje perceptivo*. De forma operativa puede definirse como el conjunto de procesos por los que la exposición a los estímulos modifica el modo en que éstos son procesados por los sistemas sensoriales, facilitando su posterior discriminación.

Una característica esencial del aprendizaje perceptivo es que se produce de forma implícita, es decir, sin reforzamiento, instrucciones, intencionalidad, ni entrenamiento previo.

Hace más de 100 años, William James (1890) anotó que “la práctica hace al maestro” y puso varios ejemplos:

*“...los logros motrices dependen en parte de la discriminación sensorial. Los jugadores de billar, los de tiro con rifle o las acrobacias sobre la cuerda floja requieren las apreciaciones más delicadas de las sensaciones, así como poder llevar a cabo una precisa y graduada respuesta muscular. En el campo puramente sensorial, tenemos el conocido virtuosismo mostrado por los comerciantes expertos y probadores de diferentes tipos de mercancías. Un hombre que distingue el sabor de la parte superior e inferior de la botella de un viejo vino de Madeira. Otra que reconoce, palpando la harina de un barril, si el trigo se cultivó en Iowa o Tennesy. Laura Bridgman, ciega y sordomuda, ha mejorado tanto su tacto como para reconocer después de un año a una persona tras de haberle estrechado la mano.”*

*(James, W. 1890. p.509).*

Los efectos del aprendizaje perceptivo se pueden observar en numerosas situaciones de la vida cotidiana en las que la experiencia permite la discriminación entre estímulos muy similares. Biedderman y Shiffrar (1987), observaron que los sexadores

experimentados de pollos son capaces de separar por sexos unos mil polluelos cada hora con una tasa de aciertos superior al 99%, mientras que los aprendices que sólo han recibido un entrenamiento inicial en la realización de esa tarea no alcanzan más del 84%. Cuando se le preguntó a los sexadores expertos el tiempo que estimaban que podría tardar un aprendiz en conseguir una tasa de aciertos propia de un experto, indicaron que un novato tardaba 2.4 meses en alcanzar una tasa de aciertos aproximada del 95% y entre 3 y 6 años en superar el 99%.

Los catadores de té y vino, los radiólogos expertos, los experimentos en el reconocimiento de caras o el de los sexadores de pollos, son algunos ejemplos de aprendizaje perceptivo que podemos encontrar en la literatura, por ejemplo, en Mackintosh y Benett (1998) o en Hall (2009).

La amplia investigación generada tras el experimento de Gibson y Walk ha permitido desvelar multitud de mecanismos de importancia teórica y experimental para la psicología y más concretamente para el campo del aprendizaje asociativo. Aunque Gibson y Walk originalmente no analizaron los resultados obtenidos en su experimento en términos asociativos, la repercusión de sus hallazgos propició que en las décadas posteriores se formara un rico cuerpo investigador que ha dado lugar a diferentes teorías, principalmente centradas en la fuerza de las asociaciones que se establecen entre estímulos neutros. En la última década el interés que antaño se había centrado, casi en exclusiva, en la obtención de datos y el desarrollo de procedimientos con animales no humanos, ha abierto su interés en observar y comprobar los efectos del fenómeno del aprendizaje perceptivo en experimentos con participantes humanos. Pese a esto, el trabajo empírico que se ha realizado para valorar las predicciones de esas teorías es relativamente escaso y abierto a debate sobre algunas de las asunciones que dichas teorías hacen.

Aunque hasta el momento los resultados de la experimentación en este campo parecen indicar que el aprendizaje perceptivo es implícito, sin intencionalidad, difícilmente transmisible y que además permite que con suficiente práctica nos volvamos capaces de discriminar de manera fiable entre estímulos inicialmente indistinguibles, algunos experimentos con sujetos humanos han abierto el debate en torno a la intencionalidad derivada de las instrucciones recibidas por los sujetos para que encuentren diferencias entre los estímulos que se les presentan en los experimentos (véase Mackintosh, 2009, y Mitchell y Hall, 2014, para una discusión sobre los posibles efectos del aprendizaje perceptivo humano en los que medie la intencionalidad).

## **2. Desarrollos teóricos**

Aunque el experimento de Gibson y Walk supuso la primera comprobación de que la experiencia no reforzada con varios estímulos neutros facilita la posterior discriminación entre ellos, los efectos de la preexposición a los estímulos ya habían sido estudiados anteriormente. Por ejemplo, Brogden (1939) demostró que la mera exposición a dos estímulos presentados simultáneamente daba lugar a la formación de asociaciones entre ellos sin la presencia de reforzamiento (en la Tabla 1 se expone de forma esquemática el diseño experimental).

En ese experimento Brogden (1939) usó como sujetos experimentales ocho perros seleccionados aleatoriamente que fueron alojados en cámaras de experimentación, insonorizadas y en completa oscuridad. En la primera fase se preexpuso a los animales a dos estímulos neutros, un sonido y una luz, presentados de forma simultánea. Los estímulos se presentaron 20 veces diarias durante 10 días consecutivos. Tras la preexposición, los ocho animales fueron sometidos a un procedimiento de condicionamiento clásico. En esta segunda fase del experimento (Fase 2 en la Tabla 1) los ocho animales fueron divididos aleatoriamente en dos grupos de cuatro sujetos cada uno. A los perros de un grupo (grupo SE), se les presentó el mismo sonido que en la preexposición, seguido inmediatamente por una descarga eléctrica de 0.1 segundos de duración en la articulación de la pata trasera izquierda con el fin de provocar su flexión. A los perros del otro grupo (grupo LE), se les presentó la misma luz utilizada durante la fase de preexposición seguida inmediatamente por una descarga eléctrica de iguales características que las descritas para el grupo SE. La finalidad de este procedimiento fue la de condicionar el reflejo de flexión de la pata a la presencia del sonido en el grupo SE o ante la presencia de la luz en el grupo LE. Tras la segunda fase se llevó a cabo un entrenamiento en evitación. Cuando el animal flexionaba la pata ante la presentación del estímulo condicionado (EC) — el sonido para el grupo SE y la luz para el grupo LE—,

antes de la administración de la descarga eléctrica, ésta no se producía, es decir, la flexión de la pata ante el EC evitaba la descarga eléctrica. A medida que los ensayos iban sucediéndose la evitación de la descarga mediante la flexión de la pata cada vez era más frecuente. En ambos grupos los estímulos se presentaron 20 veces diarias, hasta que la luz o el sonido, según fuese el grupo, provocaran el reflejo de flexión de la pata en un 100% de los ensayos de ese día. El día siguiente a que la flexión condicionada de la pata alcanzara el 100% de los ensayos, ambos grupos recibieron presentaciones del estímulo que no había sido condicionado. El grupo SE recibió 20 presentaciones diarias de la luz, sin ir seguido por la descarga, y el grupo LE recibió 20 presentaciones diarias del sonido sin ir seguido de la descarga. En ambos grupos se presentaron los estímulos hasta que el reflejo de flexión de la pata no se produjo en ninguna de las 20 presentaciones del estímulo (la luz o el sonido según fuese el grupo), de ese día concreto, es decir, hasta que la tasa de flexión de la pata alcanzaba el cero por ciento.

Para evaluar en qué medida la respuesta condicionada de los grupos experimentales se debía a un proceso de generalización se entrenaron dos grupos de control de 4 perros cada uno, que no recibieron preexposición al estímulo compuesto. En la primera fase, un grupo de perros (SC) recibió emparejamientos del sonido con la descarga eléctrica. Cuando se alcanzó el 100% de flexiones en presencia del sonido, la luz se presentó sola. En el otro grupo (LC), el reflejo de flexión de la pata se condicionó a la luz y cuando alcanzaron el 100% de flexiones de la pata se presentó el sonido solo. Ninguno de los perros de los grupos control tuvo experiencia con el sonido y la luz de forma simultánea antes del procedimiento de condicionamiento. Los animales de los dos grupos experimentales mostraron la respuesta de flexión de la pata ante el estímulo preexpuesto que nunca estuvo emparejado con la descarga eléctrica. Se asume que esa respuesta estuvo causada por una asociación entre el sonido y la luz, formada cuando

estos dos estímulos fueron presentados simultáneamente durante la preexposición. Los animales del grupo control, que no fueron preexpuestos al estímulo compuesto, no mostraron la respuesta de flexión o respondieron escasamente al estímulo que nunca había sido presentado junto con la descarga.

Tabla 1  
Diseño experimental (Brogden, 1939).

Fase 1		Fase 2		Fase 3	Fase 4
Grupo	Preexposición	Subgrupo	Condicionamiento	Entrenamiento en evitación	Test
experimental	LS	SE	S → descarga	S ; si flexión → no descarga	L?
		LE	L → descarga	L ; si flexión → no descarga	S?
control	—	SC	S → descarga	—	L?
		LC	L → descarga	—	S?

Nota: L, S y LS representan los estímulos presentados, donde S = Sonido, L = Luz y LS = Luz y Sonido presentados simultáneamente.

En este experimento se muestra cómo es posible la formación de asociaciones entre estímulos neutros, es decir, un aprendizaje E-E. Brogden (1939) denominó a este proceso de aprendizaje *precondicionamiento sensorial*. Tal y como indicó Brogden, durante la primera fase o fase de precondicionamiento, los estímulos neutros deben presentarse de forma simultánea y un número suficiente de veces para que se establezca una asociación entre ellos. La detección de esas asociaciones se lleva a cabo utilizando un procedimiento de condicionamiento clásico, emparejando uno de esos estímulos neutros con un estímulo incondicionado, como por ejemplo una descarga eléctrica. En estudios posteriores se ha obtenido precondicionamiento sensorial mediante procedimientos de aversión al sabor utilizando sabores como ECs y el malestar producido por una inyección de Cloruro de Litio como EI (Lavin, 1976). Tras este emparejamiento el sabor neutro adquiere las propiedades de un EC.

Por último, en la fase de prueba se observa que no solo el EC provoca la respuesta de evitación, sino que el estímulo neutro que nunca había sido emparejado con el estímulo incondicionado pero que se preexpuso en un compuesto junto con el estímulo que posteriormente es condicionado, también provoca esa respuesta de evitación.

Los experimentos de Brogden (1939) y Gibson y Walk (1956) describen respectivamente dos procesos que ocurren como resultado de la preexposición a los estímulos neutros: por un lado, que entre los estímulos neutros presentados simultáneamente se establecen asociaciones sin la presencia de reforzamiento y por otro que el procesamiento de los estímulos se lleva a cabo de forma implícita y automática.

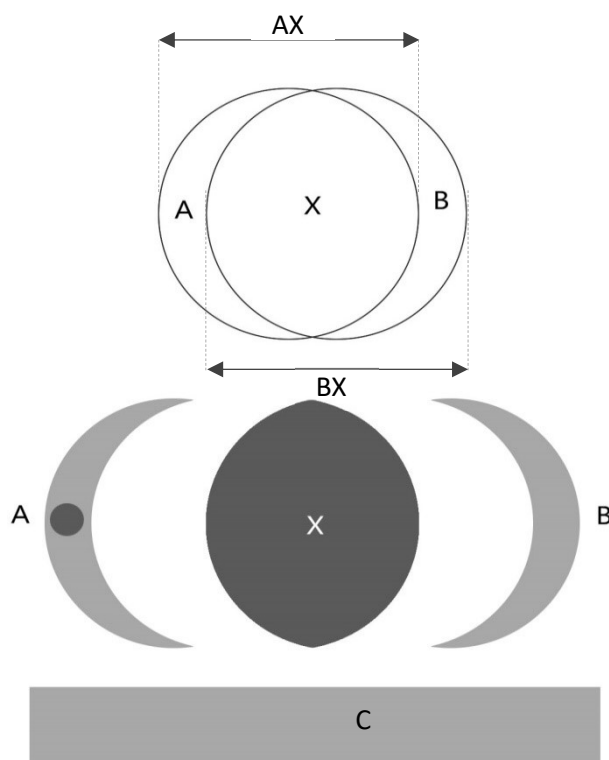
## **2.1. El modelo de McLaren y Mackintosh.**

Uno de los primeros acercamientos teóricos desarrollados para explicar cómo el organismo procesa los estímulos fue la *teoría del muestreo del estímulo* (Atkinson y Estes, 1963; Estes, 1959). Esta teoría sugiere que cualquier estímulo por simple que sea, estará compuesto por un conjunto de elementos más simples. Estos elementos simples se denominarían en modelos posteriores como “*microcaracterísticas del estímulo*” (McLaren y Mackintosh, 2000). El fundamento central de la teoría del muestreo del estímulo de Estes se basa en la idea de que cuando un estímulo es percibido, solamente se activa la representación de un subconjunto de sus elementos.

Posteriormente, McLaren, Kaye y Mackintosh (1989), propusieron una formulación teórica con el fin de elaborar un modelo explicativo del funcionamiento del aprendizaje asociativo que sería tratada de forma más extensa y actualizada por McLaren y Mackintosh (2000).



La figura 1 ilustra un ejemplo, adaptado de McLaren y Mackintosh (2000), que representa esquemáticamente los elementos que componen dos estímulos muy similares, AX y BX, que contienen una gran proporción de características o elementos comunes. Los elementos A y B representan, respectivamente, los elementos diferenciadores exclusivos de cada uno de los estímulos y los elementos X representan las características que tienen en común ambos estímulos.



*Figura 1.* Diagrama adaptado de McLaren y Mackintosh (2000) que representa los elementos que forman dos estímulos, AX y BX. Las figuras grises de la parte inferior del diagrama representan los elementos comunes (X) en el centro y los elementos distintivos (A y B) a los lados. El rectángulo inferior representa los elementos contextuales (C). Las zonas en gris más oscuro representan las partes de los elementos que son muestreados en una sola presentación de AX.

Para explicar cómo durante la preexposición a los estímulos se produce el aprendizaje perceptivo el modelo de McLaren y Mackintosh (2000) propone tres mecanismos: La inhibición latente diferencial, la unificación y el establecimiento de asociaciones inhibitorias.

### 2.1.1. Inhibición latente diferencial.

Gibson y Walk (1956) observaron que la preexposición a un par de estímulos puede mejorar la discriminación entre ellos. Esta observación ha sido ampliamente estudiada en experimentos sobre aprendizaje perceptivo. Concretamente en los experimentos sobre aversión condicionada al sabor se ha comprobado que la preexposición a dos compuestos de sabores reduce el grado en el que la respuesta condicionada a uno de ellos se generaliza al otro, y que tal efecto es más evidente cuando ambos compuestos contienen un elemento común, AX y BX por ejemplo, que cuando los sabores son simples y no comparten ningún elemento, A y B por ejemplo. (Honey y Hall, 1989; Mackintosh, Kaye y Bennett, 1991; Bennett, Wills, Wells, y Mackintosh, 1994; Symonds y Hall, 1995).

Después de que un estímulo haya sido preexpuerto se produce una dificultad para que ese estímulo se convierta en un EC si tras la preexposición se empareja con un EI. Este retraso o *efecto de la preexposición al EC* se conoce como *inhibición latente* (Lubow, 1973) y sus efectos son mayores cuanto mayor es la preexposición a los estímulos.

Entre dos estímulos (AX y BX) la proporción de sus elementos comunes (X) respecto a sus elementos distintivos (A y B) determinará lo diferentes que son dichos estímulos (McLaren, Kaye y MacKintosh, 1989; McLaren y Mackintosh, 2000). La figura 1 puede servir como ejemplo ilustrativo. Si la proporción de los elementos comunes es pequeña, las diferencias entre los estímulos serán más fácilmente apreciables y requerirán un menor muestreo por parte del sujeto. La generalización del condicionamiento entre AX y BX será mayor o menor dependiendo de que ambos estímulos sean más (o menos) fáciles de discriminar.

McLaren y Mackintosh (2000; ver también Mackintosh, 2009), propusieron una explicación por la que, tras la preexposición, la mejora en la discriminación, o en otras palabras la disminución de la generalización, se puede atribuir a una pérdida de la asociabilidad de los estímulos como consecuencia del efecto de la inhibición latente, que afecta de manera distinta a los elementos que los componen.

Tomando el ejemplo anterior de Honey y Hall (1989), si un grupo de ratas es preexposto a dos estímulos compuestos y similares (AX y BX), se producirá un efecto de inhibición latente en todos los elementos presentados (A, B y X), pero la inhibición latente será mayor en los elementos comunes (X), que en los elementos distintivos (A y B). Esta diferencia se debe a que durante la preexposición los elementos comunes (X) están presentes tanto en un estímulo (AX), como en el otro (BX), de forma que 10 presentaciones de AX y 10 de BX suponen 10 presentaciones del elemento A y 10 del elemento B, pero 20 del elemento X, produciendo así un mayor efecto de inhibición latente en X, que en A o en B. Si otro grupo de ratas recibe 10 ensayos de preexposición a un compuesto, por ejemplo, AX, supondrán 10 presentaciones de A y 10 de X, por lo que la inhibición latente de A y de X será la misma.

Cuando tras la preexposición, en ambos grupos se empareja el compuesto AX con un EI, la pérdida de asociabilidad de X como resultado del aumento de su inhibición latente en el grupo que recibió los dos compuestos (AX y BX), producirá una mayor respuesta condicionada ante A que ante X, en comparación con el otro grupo que solamente recibió AX en la preexposición, en el que la inhibición latente de ambos elementos no producirá una pérdida de asociabilidad mayor en un elemento que en otro.

Tras el condicionamiento de AX, al presentar BX con el fin de medir la generalización de la respuesta condicionada de AX hacia BX, en el grupo que recibió los

dos compuestos en la preexposición se producirá una menor respuesta condicionada ante BX como consecuencia de una mayor inhibición latente del elemento común, que la observada en el grupo que solo recibió el compuesto AX en la preexposición. De este modo, la generalización del condicionamiento de AX hacia BX será menor en el grupo al que se le presentaron los compuestos AX y BX en la preexposición.

## 2.1.2. Unificación.

El mecanismo de unificación consiste en la formación de asociaciones excitatorias entre elementos que forman un estímulo y entre éstos y el contexto en el que se presenta el estímulo (C en el ejemplo de la Figura 1). Este mecanismo permite, mediante la activación de enlaces excitatorios entre los elementos X-A y X-B, que la presencia de los elementos comunes active las representaciones del conjunto de elementos distintivos (p.e., A o B) de un estímulo. A medida que se muestra el estímulo se percibirán aquellos elementos distintivos que permitirán discriminar si lo que se percibe es el estímulo AX o el estímulo BX.

Según este modelo, durante la preexposición a esos dos estímulos (AX y BX) por separado, el mecanismo de unificación será el responsable de la formación de asociaciones excitatorias bidireccionales entre los elementos A y los elementos X cuando se presente el estímulo AX y de la misma forma entre los elementos B y los elementos X cuando se presente el estímulo BX. Después de la preexposición, cuando se presente el estímulo AX, la presencia de X activará asociativamente la representación de B mediante la activación del enlace  $X \leftrightarrow B$  y cuando se presente el estímulo BX la presencia de X activará asociativamente la representación de A mediante la activación del enlace  $X \leftrightarrow A$ . Como consecuencia del establecimiento de estos enlaces excitatorios entre X y A, y entre X y B, los elementos comunes (X) podrían producir un efecto de generalización entre AX y BX. Sin embargo, el modelo propone un mecanismo por el que se establecen enlaces inhibitorios entre A y B que permitirán al sujeto discernir que el estímulo percibido es AX y no BX, o viceversa.

### 2.1.3. Asociaciones inhibitorias.

Rescorla y Wagner (1972) explican en su modelo que, en una presentación repetida y separada de dos estímulos, AX y BX, la presencia de elementos comunes, X en uno de ellos, por ejemplo, producirá ante AX la activación asociativa de la representación de los elementos distintivos (B) del estímulo que no está presente. La activación asociativa del elemento ausente (B) y la activación directa del elemento presente (A) es lo que genera el condicionamiento inhibitorio en un proceso de condicionamiento clásico: la presencia de un estímulo (A) coincide con la ausencia del otro (B) y estas son las condiciones para que se establezca una asociación inhibitoria desde A hacia B. Esta propuesta ha sido tomada por McLaren y Mackintosh (2000). Durante una preexposición separada de dos estímulos similares, AX y BX, los elementos comunes (X) activan asociativamente la representación de los elementos distintivos (A o B) que no estén presentes en ese ensayo. De esa forma la presencia de A como elemento distintivo activará los enlaces inhibitorios de la representación del elemento B que no está presente y viceversa. En consecuencia, tras condicionar AX después de una preexposición a AX y BX como estímulos neutros similares, aunque los elementos comunes (X) activarán la representación asociativa de B mediante el enlace X-B formado durante la preexposición (por el mecanismo de unificación descrito anteriormente), la presencia de A impedirá la activación de B debido a la intervención de los enlaces inhibitorios A-B. Esto mismo ocurrirá tras presentar BX, suprimiéndose la activación de A mediante la activación del enlace inhibitorio B-A.

## 2.2. El mecanismo de modulación de la saliencia de Hall.

Los estudios sobre el aprendizaje perceptivo muestran que la exposición previa a un par de estímulos similares puede, en algunas circunstancias, aumentar su discriminabilidad y se ha sugerido que la comparación de los estímulos durante la preexposición puede ser particularmente efectiva en la posterior discriminación si los estímulos son presentados de forma que los procesos de aprendizaje perceptivo operen más fácilmente (Gibson 1969).

En la literatura sobre el aprendizaje perceptivo se pueden encontrar multitud de ejemplos en los que se usan distintos esquemas o programas de exposición a los estímulos en los que es habitual el uso de presentaciones alternas y en bloques. En el programa de preexposición alternada se permutan presentaciones de un estímulo y otro de forma consecutiva, es decir, cada presentación de AX va seguida de una presentación de BX (AX-BX-AX-BX...). En la preexposición en bloques, todas las presentaciones de AX ocurren en la primera mitad de ensayos o primer bloque y todas las presentaciones de BX ocurren en la segunda mitad de ensayos o segundo bloque, (AX-AX-AX...BX-BX-BX). Aunque también existen otras formas de presentación que eventualmente se pueden encontrar en la literatura, como por ejemplo la presentación entremezclada, (Honey, Bateson y Horn, 1994), en la que la presentación de los estímulos sigue un esquema aleatorio (AX-BX-BX-AX-BX-AX-AX...), o también un tipo de presentación denominado concurrente en la que la presentación de los estímulos de forma simultánea en un corto intervalo de tiempo entre la presentación de un estímulo y otro.

El tipo de esquema de presentación de los estímulos es relevante habida cuenta de que algunos experimentos han mostrado que la discriminación entre estímulos es mejor

si son preexpuestos en alternancia que si son preexpuestos en bloques (Honey et al, 1994). La observación de este efecto de aprendizaje perceptivo, como se verá más adelante, ha dado lugar a una prolífica línea de investigación y diferentes acercamientos teóricos para explicar por qué se produce. A diferencia del modelo de McLaren y Mackintosh (2000), la propuesta moduladora de la saliencia de Hall (2003) toma algunas de las sugerencias de Gibson (1969) para explicar la mejora discriminativa entre estímulos cuando la preexposición se hace alternada que cuando es en bloques proponiendo un mecanismo alternativo al de las asociaciones inhibitorias propuesto por McLaren y Mackintosh.

Gibson (1969) sugirió que la oportunidad de comparar y contrastar dos estímulos similares haría automáticamente dirigir la atención a sus características diferenciadoras y alejar la atención de las características que comparten en común. Este concepto fue adoptado por Hall (2003) para explicar por qué una preexposición alternada facilitaría la discriminación de dos estímulos similares en mayor medida que una preexposición por bloques, proponiendo que la preexposición alterna permitiría una mejor comparación de ambos estímulos en cada presentación. En consecuencia, dado que la preexposición alternada permite una mejor comparación de dos estímulos similares, la eficacia perceptiva de los elementos distintivos de dos estímulos, AX y BX, sería mayor tras una preexposición alternada que tras una preexposición en bloques.

Es sabido que las presentaciones repetidas de un estímulo, ya sea un EC o un EI, antes de ser asociado con otro estímulo pueden producir un severo retraso en el posterior condicionamiento. Cuando la preexposición se lleva a cabo usando un estímulo motivacionalmente relevante para el organismo (un EI) se produce un efecto en el que se dificulta la posterior asociación del EI con un EC. Este efecto, conocido como efecto de preexposición al EI, (Randich y Lolordo 1979 a, b), implica que el EI pueda perder su eficacia para comportarse como tal, mediante un proceso similar a la habituación. Por



otra parte, si la preexposición se lleva a cabo con un estímulo neutro se observa una dificultad para que ese estímulo se convierta en un EC al ser emparejado con un EI, es decir, un efecto de inhibición latente (Lubow, 1973). Hall (2003) propone que los efectos observados en la preexposición al EI y al EC que producen el efecto por el que la posterior asociación de estos estímulos se ve dificultada podrían aplicarse a las asociaciones que se establecen entre estímulos neutros durante la preexposición (por ejemplo, en una preexposición a AX y BX) dando lugar a un proceso similar a la habituación.

La propuesta de Hall (2003), es que la *saliencia* de un estímulo puede mantenerse o disminuir a causa de la experiencia con el estímulo. Según Hall, la saliencia de un estímulo se mantiene cuando dicho estímulo es activado asociativamente y disminuye si el estímulo es activado directamente de forma repetida. Un estímulo es activado directamente cuando se presenta realmente. Un estímulo es activado asociativamente cuando, sin estar físicamente presente, su representación en la memoria se activa por la presentación física de otro estímulo asociado previamente con él.

Cuando la preexposición a dos estímulos, AX y BX, se hace de forma alternada cada presentación de AX va seguida de una presentación de BX (AX, BX, AX, BX...). Durante las presentaciones de BX la representación de A es activada asociativamente por medio del enlace  $X \leftrightarrow A$  que se formó durante las presentaciones de AX. Del mismo modo, la representación de B se activará asociativamente durante las presentaciones de AX a través del enlace  $X-B$ , que se formó durante las presentaciones de BX. La presentación alterna de los compuestos mantendrá los enlaces excitatorios,  $X \leftrightarrow A$  y  $X \leftrightarrow B$ , garantizando que la activación asociativa del elemento ausente continúe indefinidamente. Por tanto, los elementos distintivos A y B mantendrán su saliencia al ser continuamente activados de forma asociativa.

Según la propuesta de Hall, este proceso no puede ocurrir en una preexposición en bloques en la que todas las presentaciones de AX van seguidas de todas las presentaciones de BX (AX, AX...BX, BX). En este esquema de preexposición, durante el primer bloque en el que se presenta AX, los elementos A y X que componen el estímulo están presentes físicamente en todos los ensayos, lo que dará lugar a una pérdida de su saliencia. En los ensayos de preexposición del primer bloque (presentaciones de AX) los elementos comunes (X) no pueden activar la representación del elemento B puesto que todavía no se ha presentado el estímulo BX y por tanto no ha podido establecerse la asociación X-B. En las primeras presentaciones de BX durante el segundo bloque, los elementos comunes (X) activarán asociativamente la representación del elemento ausente (A) haciéndole recuperar su saliencia, pero Hall sugiere que en ausencia de posteriores presentaciones del compuesto AX es de esperar que la asociación  $A \leftrightarrow X$  se extinga, por lo que se detendrá la activación asociativa del elemento A que acabará perdiendo saliencia. Lo mismo puede decirse del elemento B que nunca es activado asociativamente.

La mejora discriminativa de la preexposición alternada sobre la preexposición por bloques ha sido uno de los focos principales de discrepancias entre el modelo de McLaren y Mackintosh (2000) y la teoría moduladora de la saliencia propuesta por Hall (2003). En el siguiente apartado trataremos con mayor detalle cuales son las evidencias a favor y en contra de cada propuesta teórica.

### **3. Extensión y limitaciones de las teorías sobre aprendizaje perceptivo**

La mejora en la discriminación entre estímulos que se observa después de que se haya tenido experiencia con ellos se ha observado habitualmente en experimentos en los que se ha hecho uso de procedimientos típicos de aversión condicionada al sabor. En este tipo de experimentos es habitual utilizar sabores como estímulos, utilizando la cantidad consumida de líquido como medida objetiva de la aceptación o rechazo de los sabores. El efecto facilitador de la discriminación se puede observar cuando después de preexponer un par de sabores uno de ellos es condicionado aversivamente y el otro sabor es presentado en un test para determinar por su consumo, el nivel de rechazo que produce la generalización de la aversión condicionada. En este tipo de procedimiento experimental se interpreta que la aversión establecida en uno de los sabores no se generalizará hacia el otro en la medida en la que el animal que los consume es capaz de discriminar entre ellos.

De esta forma, se ha comprobado que la generalización del condicionamiento es menor si los estímulos preexpuestos son complejos, estando compuestos además de por elementos diferenciadores, por algún elemento común. La inhibición latente diferencial de los elementos distintivos y comunes propuesta por el modelo de McLaren y Mackintosh (2000) permite explicar este efecto facilitador: Los elementos comunes, al estar presentes en cada compuesto son presentados más veces que los elementos distintivos y por lo tanto adquieren mayor inhibición latente. La influencia que tiene la mayor inhibición latente de los elementos comunes en la discriminación de los estímulos (o lo que es lo mismo, sobre la generalización del condicionamiento) ha sido observada en estudios que permiten comprender la mejora en la discriminación observada en el efecto de aprendizaje perceptivo. En este sentido se ha comprobado que si se elimina el elemento común, X, preexponiendo solo A y B no se produce disminución alguna de la generalización hacia B de una aversión establecida en A (Mackintosh, Kaye y Bennett, 1991). También se ha comprobado que la generalización hacia BX de una aversión

establecida en AX disminuye si X se presenta antes o después del ensayo de condicionamiento con AX, que la generalización del condicionamiento de AX hacia BX es menor que en los dos ejemplos anteriores si antes del condicionamiento de AX se presenta el compuesto BX (Bennett, Wills, Wells y Mackintosh, 1994) y que la generalización del condicionamiento es aún menor si se preexponen los compuestos, AX y BX, antes de condicionar uno de ellos (Symonds y Hall, 1997).

### 3.1. El “intermixed/blocked effect”.

Aunque el distinto nivel de inhibición latente adquirida por los elementos comunes y distintivos puede explicar por qué después de la preexposición se produce una mejora en la discriminación entre los estímulos, el efecto de la inhibición latente diferencial por sí solo no puede proveer una explicación satisfactoria de por qué se produce una mejor discriminación entre los estímulos cuando son preexpuestos de forma alternada que cuando son preexpuestos en bloques separados de ensayos, aunque en ambos esquemas los estímulos se presenten el mismo número de veces.

La primera comprobación de este efecto, denominado intermixed/blocked effect se atribuye a Honey y cols. (1994). Estos autores usaron dos grupos de pollos que recibieron un entrenamiento de impronta en el que dos figuras, un triángulo y un círculo, ambos del mismo color, eran proyectadas en las paredes de una cámara experimental siguiendo un orden alterno o en bloques. Después de esta primera fase se llevó a cabo un entrenamiento de discriminación en el que el acercamiento a uno de los estímulos, el triángulo, era reforzado con una corriente de aire caliente. Los resultados de este entrenamiento mostraron que aquellos pollos que habían recibido las figuras siguiendo el esquema alterno en la primera fase aprendieron la tarea de discriminación más rápidamente que el grupo al que los estímulos les fueron presentados en bloques.

La mayor eficacia de la preexposición alterna sobre la preexposición en bloques al discriminar entre dos estímulos observada en el experimento de Honey y cols. ha sido comprobada en numerosos estudios utilizando además de pollos, ratas en procedimientos de aversión condicionada al sabor (Bennett y Mackintosh, 1999; Symonds y Hall, 1995, Mondragón y Hall, 2002), o en procedimientos de aprendizaje espacial (Prados, Artigas

y Sansa, 2007), así como también en humanos (Lavis y Mitchell, 2006; Mundy, Honey y Dwyer, 2007; 2009; Mackintosh, 2009).

Como se ha visto hasta ahora el modelo de McLaren, Kaye y Mackintosh (1989) y posteriormente el modelo de McLaren y Mackintosh (2000) permite explicar la mejora discriminativa de la preexposición alterna sobre la preexposición en bloques proponiendo que además de la inhibición latente diferencial y del establecimiento de asociaciones excitatorias intracompuesto, durante la preexposición a los estímulos entraría en juego un tercer mecanismo consistente en el establecimiento de asociaciones inhibitorias entre los elementos distintivos de los estímulos preexpuestos.

La existencia de este mecanismo inhibitorio ha sido comprobada en varios estudios inicialmente llevados a cabo por Espinet, Iraola, Bennett y Mackintosh (1995). Estos autores observaron que, tras la preexposición alternada a un par de estímulos compuestos, AX y BX, el emparejamiento de A con un reforzador permitió en los posteriores test de sumación y retraso que B se comportara como un inhibidor de ese reforzador. Este efecto, fue explicado por sus autores argumentando que el carácter inhibitorio de B podía ser explicado por la formación de enlaces inhibitorios entre A y B. A raíz de estos efectos McLaren y Mackintosh (2000) propusieron en su modelo que los resultados obtenidos por Espinet y cols. (1995) se pueden atribuir a la habilidad de B para inhibir A: La presencia de B en el test, no solo suprimirá la activación asociativa de A, sino que también la activación de aquello asociado a A, que en ese caso es el EI.

En otros experimentos que hacen uso de la inducción de un déficit de sodio también se ha podido observar de una manera más directa mediante pruebas de retraso (Dwyer, Bennett y Mackintosh, 2001) o de sumación (Dwyer y Mackintosh, 2002) la existencia de tales asociaciones. En el primer caso Dwyer y cols. (2001) después de una

preexposición alterna o en bloques a dos compuestos, AX y Sal-X, presentaron un compuesto A-Sal. La fuerza de la asociación intracompuesto A-Sal se pudo observar al inducir un déficit de sodio (Fudim, 1976), un procedimiento que provoca un apetito tanto por la sal como también de aquellos sabores con los que la Sal estuvo asociada previamente. Dwyer y cols. (2001) observaron que el déficit de sodio produjo un consumo de A en el test mayor en el grupo que recibió la preexposición en bloques que en aquellos que recibieron una preexposición alternada. En el segundo caso, usando un test de sumación, Dwyer y Mackintosh (2002), presentaron un compuesto Sal-C después de una preexposición alternada o en bloques a AX y Sal-X. En el test con un compuesto AC observaron que el grupo que había recibido la preexposición en bloques consumió más del compuesto AC que el grupo que recibió la preexposición alternada. Ambos experimentos llevan a la conclusión de que la presencia de A en el test sirvió para inhibir la activación asociativa de la Sal en la preexposición alternada pero no en la preexposición en bloques.

Habitualmente la comprobación del intermixed/blocked effect se ha hecho en experimentos que han hecho uso de procedimientos de aversión condicionada al sabor en los que dos grupos, normalmente ratas, reciben una preexposición a un par de compuestos de sabores siguiendo un esquema alterno en un grupo o en bloques en otro. Tras establecer una aversión condicionada en uno de los compuestos la generalización de esa aversión hacia el otro compuesto se puede determinar mediante la medición del consumo de este último en un test. De esta forma el intermixed/blocked effect se puede observar al comparar el consumo de ambos grupos en los test. Por ejemplo, siguiendo este procedimiento Symonds y Hall (1995) preexpusieron a dos grupos de ratas en alternancia o en bloques dos estímulos, AX y BX, seguido del emparejamiento de AX con el malestar producido por una inyección de LiCl. La presentación de BX en el test mostró que las ratas que





recibieron la preexposición en bloques bebieron una cantidad significativamente menor de BX que el grupo que recibió la preexposición alternada, es decir, que la aversión condicionada al estímulo AX se generalizó hacia el estímulo BX en mayor medida en el grupo de preexposición por bloques que en el grupo alterno.

Sin embargo, este efecto también se ha podido observar cuando ambos esquemas de preexposición son incluidos dentro de un mismo grupo en el que la fase de preexposición se puede dividir a su vez en dos partes. En la primera, dos compuestos, AX y BX, son presentados en alternancia y en la segunda un tercer compuesto, CX, es presentado en un solo bloque de ensayos (Blair y Hall, 2003a). Este diseño de preexposición intrasujeto es interesante porque permite explicar algunas de las discrepancias entre el modelo de McLaren y Mackintosh (2000) y el mecanismo de modulación de la saliencia de Hall (2003).

Del mismo modo que en otros experimentos sobre el intermixed/blocked effect, cuando después de la preexposición a AX/BX–CX se condiciona el compuesto AX, se observa que la generalización de la aversión es mayor en el compuesto CX (preexpuesto en bloques) que en el compuesto BX (preexpuesto en alternancia). El modelo de McLaren y Mackintosh (2000) puede explicar por qué en este diseño los animales discriminan mejor entre los estímulos preexpuestos de forma alternada que entre los preexpuestos en bloques aludiendo a los procesos de unificación, el establecimiento de enlaces inhibitorios y la inhibición latente diferencial: Durante la preexposición a AX / BX – CX se establecerían asociaciones excitatorias entre los elementos que forman cada compuesto, es decir  $A \leftrightarrow X$ ,  $B \leftrightarrow X$  y  $C \leftrightarrow X$ . Este esquema no solo ilustra el establecimiento de asociaciones intracompuesto sino también que X adquiere mayor inhibición latente al ser presentado, en este caso, tres veces más que A, B o C. Dado que según este modelo los enlaces inhibitorios que se forman en una preexposición por bloques deben ser muy

débiles, la menor generalización a BX de la aversión condicionada en AX, en comparación con la observada en el test con CX vendría explicada por la mayor habilidad de B que de C para señalar la ausencia de A. Sin embargo, este modelo parece tener problemas para explicar por qué se producen estas mismas diferencias en la discriminación entre ambos tipos de preexposición cuando el EC es el sabor X.

Siguiendo los mecanismos anteriores si en lugar de condicionar AX, los ensayos de condicionamiento se hacen con X (Blair y Hall, 2003a), la activación de enlaces inhibitorios, tanto de B hacia A como de C hacia A no tendrían efecto alguno en la generalización del condicionamiento porque A no ha sido condicionado. Por lo tanto y dado que X es el único elemento que adquiere fuerza asociativa en los ensayos de condicionamiento, su presencia en los compuestos BX y CX en el test no permite mostrar diferencias en la generalización de la aversión condicionada.

El mecanismo de modulación de la saliencia propuesto por Hall (2003, véase también, Rodríguez, Lombas y Alonso, 2009, donde se ofrece una discusión sobre las predicciones del mecanismo propuesto por Hall), ofrece una explicación alternativa para esta situación, argumentando que la modulación de la saliencia de los elementos distintivos permite explicar por qué en el test con BX y CX, se observan las mismas diferencias tanto si se condiciona el compuesto AX como si el condicionamiento se lleva a cabo usando solamente el elemento X: La presencia de un elemento más saliente, o perceptualmente dominante en el compuesto BX, (B en este caso) puede *interferir* en la percepción del otro elemento (X) con el que forma un compuesto. En una preexposición por bloques la pérdida de saliencia del elemento presentado en el segundo bloque, C en el experimento de Blair y Hall (2003a), es menos capaz de *interferir* con la habilidad del elemento condicionado, es decir X, presente en el test, para evocar la respuesta condicionada.

De este argumento se desprende que lo importante para el mecanismo propuesto por Hall es que la mejora discriminativa del programa alterno sobre el programa en bloques se debe al cambio de saliencia de los elementos distintivos, restando relevancia a la propuesta de los enlaces inhibitorios y de la inhibición latente diferencial del modelo de McLaren y Mackintosh (2000). En este sentido, después de una preexposición siguiendo el mismo diseño (AX / BX – CX), Blair y Hall (2003a) observaron que la generalización de una aversión condicionada en un compuesto AY, fue menor cuando en el test se presentó un compuesto BY que cuando se presentó un compuesto CY. Además, también comprobaron este mismo patrón de resultados con los compuestos BY y CY presentados en el test cuando en lugar de condicionar AY los ensayos de condicionamiento se hicieron con Y. En estos dos ejemplos los efectos de la inhibición latente diferencial y el establecimiento de asociaciones inhibitorias bidireccionales entre A y B durante la preexposición no podría explicar la mejora discriminativa al no estar presente el elemento X en ninguna de las fases posteriores a la preexposición.

Sin embargo, siguiendo el mismo esquema de preexposición (AX / BX – CX) utilizado en los experimentos de Blair y Hall (2003a, b), Blair, Wilkinson y Hall (2004) llevaron a cabo una serie de experimentos con el fin de comprobar si la saliencia inicial de los elementos distintivos de los compuestos es modificada de diferente forma si son preexpuestos en alternancia o en bloques. Estos autores observaron que cuando en la preexposición el elemento B, presente en el compuesto BX (presentado en alternancia con el compuesto AX), fue una solución muy concentrada de quinina, un sabor que en altas concentraciones resulta aversivo, las ratas consumieron menos cantidad de quinina en el test, que cuando la quinina era dispuesta como el sabor C en el compuesto CX presentado en un bloque separado. De forma inversa si el elemento B era sacarosa (resultando apetitivo) las ratas consumieron más cantidad de este sabor que si la sacarosa

era dispuesta como el sabor C. Estos datos sugieren que los sabores preexpuestos de forma alternada (elemento B) fueron más salientes que los preexpuestos en bloques (elemento C).

Además, para el modelo de McLaren y Mackintosh (2000), los problemas para explicar los resultados del intermixed/blocked effect no solo se encuentran en los experimentos que han comprobado este efecto usando un diseño intrasujeto sino también en el hecho de que los experimentos destinados a comprobar la existencia de enlaces inhibitorios solo han podido obtener evidencia fiable de su existencia cuando la preexposición a los estímulos ha sido alternada y prolongada. Este punto es importante porque mientras que la evidencia del establecimiento de enlaces inhibitorios bidireccionales en una preexposición alternada solo se ha podido obtener tras preexposiciones largas, los efectos del aprendizaje perceptivo, así como las diferencias observadas entre los distintos tipos de preexposición, se han obtenido tanto en preexposiciones largas como en cortas.

En este sentido, existe evidencia que apoya la idea de que los resultados de los experimentos de Espinet y cols. (1995), pueden observarse en una preexposición alternada y prolongada de forma fiable, pero que tal efecto no se observa cuando las preexposiciones son alternadas y cortas. Los experimentos llevados a cabo por Artigas y cols. (2006a; ver también Prados, Hall y Leonard, 2004 y Artigas y cols. 2006b) proporcionan evidencia a este respecto e indican que el desarrollo de enlaces inhibitorios entre A y B no es un factor clave para producir un efecto de aprendizaje perceptivo. Estos autores encontraron que cuando la preexposición era corta (4 preexposiciones) se observaba una mejora discriminativa de los estímulos preexpuestos en alternancia sobre los preexpuestos en bloque, pero no el efecto observado por Espinet y cols. (1995). Sin embargo, cuando la preexposición fue prolongada (10 presentaciones) el efecto obtenido

por Espinet y cols. sí pudo ser observado. Artigas y cols. (2006a) interpretaron estos resultados sugiriendo que, aunque la modulación de la saliencia puede ser responsable del intermixed/blocked effect observable tras cortas preexposiciones, las asociaciones inhibitorias son responsables, o al menos contribuyen, a producir un efecto de aprendizaje perceptivo cuando la preexposición es prolongada.

### **3.2. Los efectos de orden en la preexposición por bloques.**

El intermixed/blocked effect se ha observado en un amplio número de experimentos en los que el resultado esperable ha sido una mayor reducción de la generalización en aquellos grupos preexpuestos de forma alterna que en los grupos preexpuestos en bloques, y a su vez una reducción de la generalización en estos últimos respecto a un grupo control que no ha tenido experiencia con los estímulos antes de los ensayos de condicionamiento. Sin embargo, algunos de estos experimentos han dado resultados inesperados en aquellos grupos que reciben la preexposición por bloques. Por ejemplo, Symonds y Hall (1995) observaron que un grupo preexpuesto en bloques no mostró disminución alguna de la generalización cuando los consumos de los sabores presentados en el test se compararon con los de un grupo control que en la preexposición recibió agua, mientras que Sanjuán, Alonso y Nelson (2002) observaron un nivel de generalización similar en los grupos que recibieron preexposiciones alternas o en bloques.

Para el modelo de McLaren y Mackintosh la diferencia fundamental entre las preexposiciones alternada y en bloques es el carácter de los enlaces inhibitorios formados entre los elementos distintivos de cada estímulo. Mientras que en una preexposición alternada tales enlaces tendrían un carácter bidireccional, en una preexposición por bloques solo podrían tener un carácter unidireccional al no poder establecerse hasta que en el segundo bloque el sujeto tiene contacto con el nuevo estímulo. Este carácter unidireccional sería el responsable de la menor fuerza inhibitoria de tales enlaces, haciendo al elemento distintivo B peor indicador de la ausencia del elemento A.

La mayor debilidad de los enlaces inhibitorios establecidos en la preexposición por bloques respecto a los establecidos en la preexposición alternada propuesta por

McLarten y Mackintosh (2000), tiene como base las aportaciones de las teorías atencionales clásicas sobre la sorpresividad del estímulo (p.e., Rescorla y Wagner, 1972; Wagner, 1981). En este sentido, y como apuntaron Mundy, Dwyer y Honey (2006), la propuesta inhibitoria del modelo de McLaren y Mackintosh (2000) proviene de las aportaciones de algunos estudios sobre el condicionamiento Pavloviano que indican que el emparejamiento hacia atrás de dos estímulos  $A \rightarrow B$ , puede ser especialmente efectivo en establecer una asociación inhibitoria de B hacia A (Ewing, Larew, y Wagner, 1985; Maier, Rapaport, y Wheatley, 1976; Siegel y Domjan, 1971).

En la práctica experimental se ha propuesto que, tras una preexposición a AX y BX, la menor reducción de la generalización a BX de una aversión establecida en AX estaría determinada por dos fuentes de generalización. Por un lado, por la capacidad de X para activar la representación del EI, y, por otro lado, a la capacidad de BX, presentado en el test para activar la cadena asociativa  $X \rightarrow A \rightarrow EI$ . Esta última secuencia supone una fuente de generalización mediada que podría quedar anulada en la preexposición alterna por el establecimiento de enlaces inhibitorios bidireccionales A-B. Pero en una preexposición por bloques tal anulación, de producirse, no podría ser tan efectiva debido a la mayor debilidad, por su carácter unidireccional, de los enlaces inhibitorios (Bennett y Mackintosh, 1999). La propuesta inhibitoria de McLaren y Mackintosh (2000) ha sido interpretada por algunos autores argumentando que la generalización mediada esperable en una preexposición por bloques podría estar influida por un proceso de extinción de la asociación intracompuesto establecida en el primer bloque durante los ensayos del segundo bloque. (Artigas y Prados, 2014; Contel, Sansa, Artigas y Prados, 2011; Mitchell, Kadib, Nash, Lavis y Hall, 2008; Mondragón y Murphy, 2010; Prados, 2004; Prados, Hall y Leonard, 2004) aunque lo cierto es que en este modelo no se hace referencia a tal proceso de extinción.

Por otro lado, esta propuesta sí puede ser atribuida a Hall (2003), quien propone que la diferencia en la saliencia de los elementos distintivos preexpuestos en bloques se debería a un proceso de extinción de la asociación intracompuesto establecida en el primer bloque; En una preexposición por bloques a AX – BX, es esperable el establecimiento de asociaciones excitatorias intracompuesto entre A y X en los ensayos del primer bloque. Hall sugiere que en los primeros ensayos del segundo bloque con BX se producirá una activación asociativa de los elementos distintivos (A) a través de los elementos comunes (X) haciendo que A recupere cierto grado de saliencia. Sin embargo, a medida que el compuesto BX se sigue presentando, la activación asociativa X–A dejaría de producirse por un proceso de extinción de la asociación X–A, causado por la ausencia de presentaciones del compuesto AX.

Mientras que el establecimiento de asociaciones inhibitorias en una preexposición alternada ha sido comprobado en varios estudios (p.e., Artigas, Sansa y Prados, 2006; Espinet y cols., 1995; Dwyer y Mackintosh, 2002) el establecimiento de tales asociaciones en las preexposiciones por bloques no ha sido tan estudiada. Además, en los experimentos que usan procedimientos de aversión condicionada al sabor habitualmente se contrabalancean el orden de presentación de los compuestos dificultando la observación de enlaces inhibitorios, por lo que es comprensible que cualquier indicio de su existencia haya pasado desapercibido. Pero si se elimina el procedimiento de contrabalanceo, el establecimiento de tales asociaciones inhibitorias desde los elementos distintivos del compuesto presentado en el segundo bloque hacia los del primero deberían ser más evidentes.

Por ejemplo, si en una preexposición se presenta AX en el primer bloque y BX en el segundo y después se condiciona aversivamente AX, la generalización de esa aversión hacia BX cuando se presenta en el test debería ser más evidente que si la preexposición



se hace en orden inverso, es decir, presentado BX en el primer bloque y AX en el segundo. En este sentido, Bennet, Scahill, Griffith y Mackintosh (1999) han comprobado que después de preexponer en bloques dos compuestos, AX y BX, siguiendo los dos posibles órdenes de presentación (AX – BX en un grupo y BX – AX en otro), la generalización hacia BX de una aversión condicionada establecida en AX fue menor en el grupo que recibió el compuesto AX en el primer bloque (p.e., AX – BX) que en el grupo que lo recibió en el segundo bloque (p.e., BX – AX).

En otro experimento, Hall y Rodríguez (2009, Experimento 2) dieron a dos grupos de ratas una preexposición alternada a BX y X en una fase y un bloque de ensayos con CX en otra. Cada grupo estuvo dividido a su vez en dos subgrupos que se diferenciaron en la disposición del bloque con CX. Para dos de los subgrupos el compuesto CX se presentó antes de la presentación de BX/X y para los otros dos subgrupos después (p.e., CX – BX / X o BX / X – CX). Una vez terminada la preexposición se condicionó aversivamente el elemento B en uno de los grupos y en el otro grupo se condicionó aversivamente el elemento C. Hall y Rodríguez (2009) comprobaron que la velocidad en la adquisición del condicionamiento fue mayor en el grupo en el que los ensayos de condicionamiento se llevaron a cabo con el sabor B. Además, los análisis separados indicaron que tales diferencias fueron solo evidentes en el subgrupo que recibió el bloque de CX al final de la preexposición (BX/X – CX).

Los resultados observados en los experimentos de Bennett y cols. (1999) y Hall y Rodríguez (2009), indican que la discriminación entre estímulos después de que sean preexpuestos en bloques está determinada en gran medida por el orden de presentación y pueden ser explicados desde el punto de vista del establecimiento de enlaces inhibitorios unidireccionales desde los elementos distintivos del segundo bloque hacia los del primero (McLaren y Mackintosh, 2000) pero también desde la propuesta moduladora de Hall

(2003) que explicaría tales efectos de orden por un proceso de extinción de la asociación establecida en el primer bloque que se produciría en el segundo bloque. Además, los experimentos de Bennet y cols. (1999) no han podido ofrecer resultados concluyentes acerca del establecimiento de tales enlaces inhibitorios puesto que, aunque en el experimento 3C en el que se llevó a cabo una prueba de sumación indicó la posibilidad la existencia de estos enlaces inhibitorios, las pruebas de retraso de los experimentos 3A y 3B no mostraron diferencias significativas entre los grupos que recibieron los compuestos siguiendo los posibles órdenes de presentación en bloques (p.e., AX – BX o BX – AX).

Más recientemente Espinet, Caramés y Chamizo (2011) ha obtenido evidencia de la formación de enlaces inhibitorios desde el segundo bloque hacia el primero en una serie de experimentos usando pruebas de retraso y sumación. Por un lado, en el procedimiento de retraso (Experimento 2), después preexponer AX – BX a un grupo y de BX – AX en otro, el sabor A fue condicionado. Después de los ensayos de condicionamiento se hicieron dos ensayos de condicionamiento con el sabor B usando una disolución de LiCl de menor concentración que la utilizada en los ensayos de condicionamiento de A, permitiendo observar la velocidad de la adquisición de la aversión en B en ambos grupos. Este test mostró un condicionamiento más lento del elemento B en el grupo AX – BX que en el grupo BX – AX. Por otro lado, en el procedimiento de sumación (Experimento 3), después de preexponer AX y BX siguiendo los mismos esquemas anteriores y del posterior condicionamiento de A se condicionó un nuevo sabor Y. La presentación en el test de un compuesto BY mostró un mayor consumo en el grupo AX – BX que en el grupo BX – AX. Estos resultados indican que los elementos distintivos presentados en el segundo bloque adquirieron propiedades inhibitorias directas hacia los elementos distintivos del primer bloque. Dado que el modelo de McLaren y Mackintosh (2000) propone que para que B pueda inhibir A un requisito fundamental es la activación

asociativa de A mediante el enlace X–A, la evidencia obtenida en estos experimentos contrasta con la sugerencia de Hall (2003). de que la asociación intracompuesto A–X formada en el primer bloque se extingue. Más bien, de todo lo comentado hasta aquí se puede llegar a la conclusión de que los efectos de orden parecen estar causados por el establecimiento de enlaces inhibitorios y que además la asociación intracompuesto establecida en el primer bloque no se extingue. Esta sugerencia tiene algunas implicaciones para la propuesta de Hall que deben ser consideradas. La comprobación del establecimiento de asociaciones inhibitorias en la preexposición por bloques de los experimentos de Espinet y cols. (2011) descritos en este apartado no solo permite explicar por qué se producen los efectos orden en la preexposición por bloques, sino que cuestiona el argumento de Hall (2003) por el que las asociaciones intracompuesto del primer bloque se deberían extinguir en el segundo. Dado que la activación de A, a través del enlace X–A al presentar BX en el test, es una condición necesaria para que se produzca el proceso inhibitorio propuesto por McLaren y Mackintosh (2000) y dado que los experimentos de Espinet y cols. (2011) aportan datos que indican que tales enlaces son los responsables de los efectos de orden, la sugerencia de la extinción de X–A hecha por Hall no podría ser aplicada en la preexposición por bloques.

## **4. La extinción de las asociaciones intracompuesto**

Se ha sugerido que en una preexposición por bloques a un par de estímulos compuestos la asociación intracompuesto de carácter excitatoria establecida en el primer bloque de preexposición se extingue a lo largo de las presentaciones del segundo bloque (Hall, 2003). De esta forma, en una preexposición por bloques siguiendo un procedimiento típico de aversión condicionada al sabor en la que se presentan dos compuestos de sabores siguiendo un esquema AX–BX, la asociación  $A \leftrightarrow X$  establecida en el primer bloque es de esperar que se extinga a lo largo del segundo bloque con BX. Esta sugerencia, es utilizada por Hall (2003) para argumentar que en una preexposición por bloques con AX–BX la saliencia del elemento A, aunque se mantendrá en niveles relativamente altos por la activación del enlace  $X \leftrightarrow A$  en los primeros ensayos del segundo bloque con BX, acabará dejando de activarse porque ante la ausencia de presentaciones del compuesto AX, se producirá la extinción de la asociación  $A \leftrightarrow X$ . Aunque Hall (2003) no especifica la procedencia de tal sugerencia existe un estudio realizado por Rescorla y Freberg (1978) que coincide con esta idea. Como se expondrá a continuación, observaron que las asociaciones intracompuesto establecidas entre los elementos que forman un compuesto son extinguidas o al menos atenuadas si los elementos que formaron los compuestos de la preexposición son presentados separados del compuesto original.

## 4.1. Los experimentos de Rescorla y Freberg.

En su primer experimento Rescorla y Freberg (1978) observaron que la preexposición de un compuesto de dos sabores a un grupo de ratas seguida del envenenamiento de uno de ellos produjo el rechazo del otro sabor, que nunca estuvo presente durante el envenenamiento. Sin embargo, en otro grupo, tras la preexposición del compuesto, la presentación separada de los sabores que formaron el compuesto, seguida del envenenamiento de uno de ellos, tuvo como resultado un marcado descenso del rechazo hacia el otro sabor en comparación con el mayor rechazo mostrado por el primer grupo. Esto se interpretó como el resultado de una extinción, en el segundo grupo, de las asociaciones establecidas durante la preexposición.

En las tablas 2 y 3 se muestra un resumen adaptado del diseño experimental de cada experimento, donde se pueden observar los sabores y compuestos de sabores presentados en cada una de las fases a cada grupo de ratas.

En el primer experimento de Rescorla y Freberg (1978), tres grupos de ratas (A, X y W) recibieron cuatro preexposiciones en bloques a un compuesto AX formado por dos sabores, sacarosa (A) y ácido clorhídrico (X). Después esos tres grupos recibieron cuatro presentaciones de agua. Se utilizó un cuarto grupo de control (C) que recibió ocho presentaciones alternadas de A y X (cuatro presentaciones de cada elemento A o X).

Tabla 2

*Diseño experimental (Rescorla y Freberg, Experimento 1).*

Grupo	Preexposición	Extinción 1	Cond.	Prueba 1	Extinción 2	Prueba 2	Prueba 3
X	4AX – W	6X					
A	4AX – W	6A	3X+	A vs W	4X	X vs W	X vs AX
W	4AX – W	6W					
C	4A/X	6W					

*Nota:* La denominación de los grupos y sabores se ha cambiado para facilitar la comparación con los experimentos que se presentarán posteriormente.

Después de la preexposición se llevó a cabo una fase de extinción en la que se usó un procedimiento diseñado para extinguir la asociación  $A \leftrightarrow X$  establecida durante la fase de preexposición. En la fase de Extinción 1 el grupo A recibió seis presentaciones del sabor A y el grupo X recibió seis presentaciones del sabor X. Los grupos W y C recibieron seis presentaciones de agua. Tras la extinción se condicionó X con el malestar producido por una inyección intraperitoneal de LiCl. Después del condicionamiento de X se hizo una prueba de dos botellas (Prueba 1) para medir el consumo del sabor A y compararlo con el de W. Tras la Prueba 1 todos los animales fueron sometidos a una segunda fase de extinción de la aversión previamente condicionada a X. Para ello se hicieron cuatro presentaciones de X a cada grupo. Tras la segunda fase de extinción se hizo una prueba de consumo de los sabores X y W a todos los grupos. Para ello se presentaron los sabores X y W simultáneamente en una prueba de dos botellas y después se midió el consumo medio de cada grupo. Finalmente se hizo una tercera prueba de dos botellas en la que se presentaron simultáneamente el sabor X y un compuesto formado por los sabores A y X. Después se midió el consumo medio de cada grupo.

Las mediciones de los consumos de la Prueba 1 mostraron que tras la primera fase de condicionamiento de X se produjo una disminución significativa del consumo del sabor A en todos los grupos en comparación con el grupo C que tuvo consumos mayores que el resto. En la Prueba 1, el grupo W, que recibió el compuesto AX durante la

preexposición y no recibió presentaciones separadas de A o X (es decir, no fue sometido al procedimiento de extinción) mostró menores consumos del sabor A que el grupo C, que nunca recibió los sabores A y X emparejados. El bajo consumo del sabor A en el grupo W se atribuye a un efecto de acondicionamiento sensorial producido por la presentación conjunta de los sabores A y X en la fase de preexposición. Los grupos A y X proporcionaron evidencia de que la presentación separada de los elementos A o X durante la fase de extinción produjo una *atenuación* de los efectos del acondicionamiento; ambos grupos consumieron más del sabor A que el grupo W, en el que no hubo extinción. No obstante, a pesar de haber recibido un tratamiento destinado a extinguir la asociación  $A \leftrightarrow X$  los grupos A y X también mostraron evidencia de acondicionamiento sensorial, consumiendo menos cantidad del sabor A que el grupo C.

En la figura 2 se muestran los consumos de A y W en cada grupo durante la prueba de A. Menores consumos del sabor A fueron compensados con un mayor consumo de agua y viceversa.

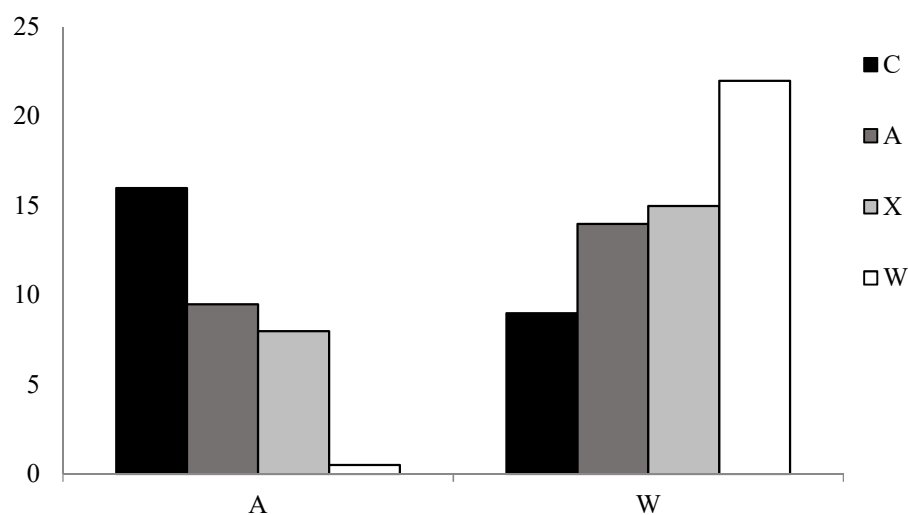


Figura 2. (Rescorla y Freberg, Experimento 1). Media de los consumos de los sabores sacarosa (A) y agua (W) de los cuatro grupos durante la prueba 1



Durante la fase de Extinción 2, los consumos del sabor X se recuperaron muy levemente hasta alcanzar un valor máximo de 11.4 ml en alguno de los grupos. Hay que resaltar que los consumos de X en el primer ensayo de condicionamiento rondaron los 20 ml lo que podría indicar que al concluir la fase de Extinción 2, el sabor X mantuvo, en cierta medida, su condición de estímulo aversivo condicionado. De hecho, en la fase de Prueba 2 que siguió a la de Extinción 2 en la que se presentó X y agua (W) simultáneamente se observó, en palabras de los autores, una “extinción incompleta” similar en todos los grupos, siendo los consumos de W significativamente mayores que los de X.

En la Prueba 3, en la que se presentaron dos botellas (una conteniendo el sabor X y otra conteniendo el compuesto AX) se observaron menores consumos de AX en el grupo W, que no había recibido presentaciones de A o X solos durante la fase de Extinción 1, que en el resto de grupos, que no difirieron entre sí. La figura 3 muestra los consumos medios de cada grupo del compuesto AX y del sabor X en la Prueba 3. Como puede apreciarse, la figura muestra que las cantidades consumidas del compuesto AX fueron similares en los grupos C, A y X. El consumo del compuesto AX en el grupo C fue similar al de los grupos A y X lo que se interpretó como un indicio de extinción de la asociación  $A \leftrightarrow X$  en estos dos últimos grupos ya que, a diferencia de los grupos A y X, el grupo C no recibió esos sabores en forma de un solo compuesto por lo que no pudieron establecerse asociaciones intracompuesto. El grupo W, en el que no pudo extinguirse la asociación  $A \leftrightarrow X$  ya que recibió seis presentaciones de agua en la fase de Extinción 1, mostró un mayor rechazo del compuesto AX que el resto de grupos durante la Prueba 3.

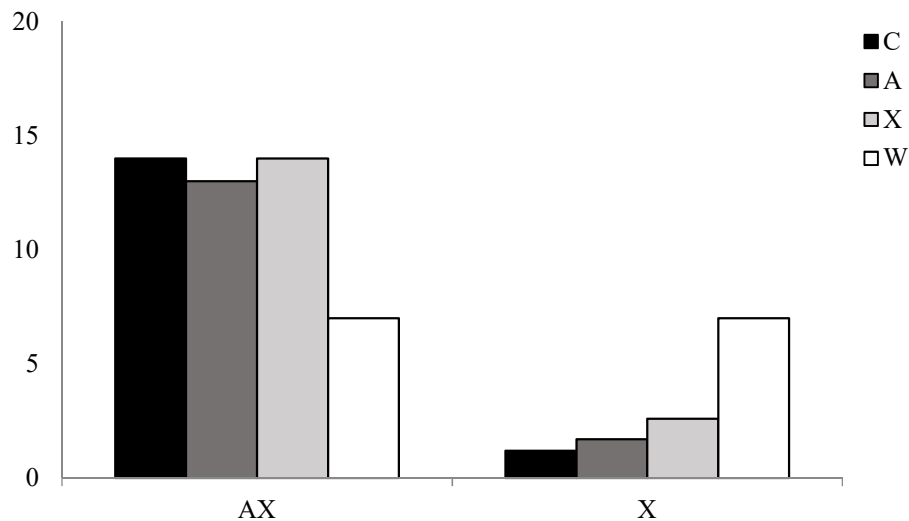


Figura 3. (Rescorla y Freberg, Experimento 1). Media de los consumos de AX y X en todos los grupos durante la Prueba 3.

La presentación conjunta de AX seguida del envenenamiento de X produjo el rechazo de A (un efecto de preconditionamiento sensorial). Los consumos medios durante la Prueba 1 sugieren que la asociación  $A \leftrightarrow X$  puede ser “atenuada” por la presentación separada de alguno de sus elementos, ya que cuando después de presentar el compuesto AX se presentó A o X de forma separada antes del envenenamiento de X, el rechazo hacia A se vio moderadamente reducido.

Tal vez podría considerarse la posibilidad de que las presentaciones de A en la Prueba 1 y de X en las fases de Prueba 2 y en las de Condicionamiento 1 y 2, pudieron haber contribuido a producir la disminución del rechazo hacia AX durante la Prueba 3 debido a que la presentación aislada de A o X en ambas pruebas de Extinción suponen la presentación separada del compuesto AX.

La disminución de los consumos del sabor A durante la Prueba 1 podría deberse a un proceso de inhibición latente de X en el grupo X y de una neofobia reducida del elemento A en el grupo A, producidos por la presentación de esos sabores de forma separada. Para reducir la posibilidad de que los resultados obtenidos en este experimento

podiesen ser interpretados por esos efectos (el aumento de la inhibición latente y la reducción de la neofobia) llevaron a cabo un segundo experimento. En él se usó un procedimiento de extinción que por sus características resulta de particular interés en relación con los experimentos que se presentarán más adelante. En la Tabla 3 se presenta un resumen de los compuestos y sabores empleados en cada fase y presentados a cada grupo en el transcurso del experimento.

Tabla 3  
*Diseño experimental (Rescorla y Freberg, Experimento. 2).*

Grupo	Pre1	Pre2	Cond.	Prueba 1	Prueba 2
AX – BX – AY		4 BX – AY			
AX – AX – BY	4AX	4 AX – BY	3X+	A vs W	A
AX – W – BY		4W – BY			

*Nota:* La denominación de los grupos y sabores se ha cambiado para facilitar la comparación con los experimentos que se presentarán posteriormente.

En este experimento, tres grupos de ratas denominados AX–BX–AY, AX–AX–BY y AX–W–BY, fueron sometidos a una preexposición dividida en dos fases. En la primera de ellas (Pre1), todos los grupos recibieron cuatro presentaciones de un compuesto AX formado por sacarosa (A) y ácido clorhídrico (X) idéntico al utilizado en el experimento anterior.

En la segunda fase de preexposición (Pre2) se utilizaron compuestos formados por sacarosa (A), cloruro de sodio (B), ácido clorhídrico (X), y quinina (Y). El grupo AX–BX–AY recibió cuatro presentaciones de un compuesto formado por los sabores AY y cuatro presentaciones de un compuesto BX. El grupo AX–AX–BY recibió cuatro presentaciones del compuesto AX y cuatro presentaciones del compuesto BY. El grupo

AX–W–BY recibió cuatro presentaciones de agua (W) y cuatro presentaciones del compuesto BY. En todos los grupos los compuestos se presentaron en bloques y contrabalanceados.

Los siguientes ocho días constituyeron la fase de condicionamiento (Cond.) en la que los días uno, tres y cinco, la presentación del sabor X estuvo seguida del malestar producido por el envenenamiento producido por una inyección de LiCl. Los días dos, cuatro, seis, siete y ocho, todos los animales recibieron agua. Los cinco días siguientes constituyeron la primera prueba (Prueba 1) de dos botellas en la que se permitió el acceso simultáneo a una botella con el sabor A y a otra que contenía agua. Finalmente, se hizo una segunda prueba a todos los grupos con una sola presentación del sabor A.

La figura 4 muestra que los consumos de A y W en la prueba 1 en los tres grupos. El grupo AX–BX–AY consumió cantidades mayores de A que los grupos AX–AX–BY y AX–W–BY. La prueba mostró que la disminución de los consumos del sabor A fue compensada con un mayor consumo de W en los tres grupos. Rescorla y Freberg (1978) concluyeron que la presentación separada del compuesto AX de cada uno de sus elementos y presentados en combinación con otros sabores durante la fase Pre2 redujeron la aversión hacia A tras el envenenamiento de X.

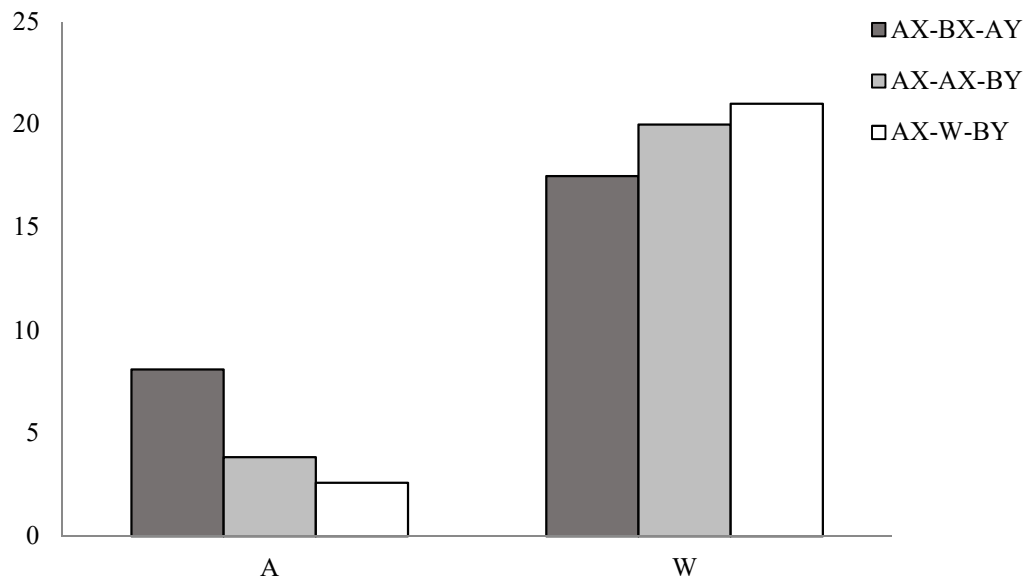


Figura 4. (Rescorla y Freberg, Experimento 2) Media de los consumos de sacarosa (A) y agua (W) en todos los grupos durante la Prueba 1.

Tras el condicionamiento de X, el consumo de A en los tres grupos en la prueba 1 del experimento 2 fue menor (8.1, 3.85 y 2.6 ml. en los grupos AX-BX-AY, AX-AX-BY y AX-W-BY respectivamente) que el observado en los grupos experimentales del primer experimento (16, 9.45 y 8.5 ml. en los grupos C, A y X respectivamente). Los autores concluyeron que la disminución de los consumos de A se debió a que el diseño del segundo experimento evitó los efectos de la inhibición latente de X y la reducción de la neofobia de A.

El hecho de que los grupos AX-AX-BY y AX-W-BY en los que no se presentó ninguno de los elementos del compuesto AX de forma aislada mostrasen una marcada aversión hacia el sabor A indica que la extinción de la asociación  $A \leftrightarrow X$  depende, al menos en parte, de la presentación de los elementos A o X separados del compuesto AX. El aspecto más interesante para el objetivo de nuestra investigación es el hecho de que en el segundo experimento de Rescorla y Freberg el grupo AX-BX-AY mostró, al menos

aparentemente, una extinción de la asociación  $A \leftrightarrow X$  más evidente que la observada en su primer experimento. Sin embargo, solo podemos llegar a esta conclusión al comparar los consumos medios de la prueba 1 y sobre todo de la prueba 2 donde los consumos fueron 14.1, 14.2 y 23.5 ml. en los grupos, AX-AX-BY, AX-W-BY y AX-BX-AY respectivamente, ya que desafortunadamente Rescorla y Freberg no aportan mayores datos de la comparación de las medias de estos consumos.

La sugerencia de que la extinción parece ser mayor en este segundo experimento es de particular interés en nuestro análisis porque indica que la asociación  $A \leftrightarrow X$  puede verse “atenuada” si se presenta uno de los sabores que formaron el compuesto AX presentado en la fase de preexposición Pre1, pero (posiblemente) extinguida cuando además de presentar los elementos separados del compuesto se presentan emparejados a un nuevo sabor.

Rescorla y Freberg (1978) llevaron a cabo un tercer experimento utilizando la técnica usada por Fudim (1976), en la que se indujo un déficit de sodio en lugar de utilizar un procedimiento de condicionamiento de aversión al sabor. En esta técnica, la inducción de un apetito por sal produce un aumento del consumo del otro sabor con el que estuvo emparejado durante la preexposición en comparación con otro grupo al que no le fue inducido ese apetito. De esta forma se pudieron descartar interpretaciones en términos de diferencias entre grupos por un efecto de inhibición latente, puesto que con esta técnica no hay que recurrir al condicionamiento. Los resultados obtenidos en ese tercer experimento confirmaron los hallados en los experimentos anteriores.

## 4.2. Evidencias en contra de la extinción de las asociaciones intracompuesto en la preexposición por bloques.

Existen evidencias posteriores a los experimentos de Rescorla y Freberg (1978) que ofrecen datos discrepantes sobre extinción de las asociaciones al presentar los elementos de un compuesto por separado.

Por ejemplo, Alonso y Hall (1999, Experimentos 2a y 2b) observaron que las asociaciones intracompuesto se mantuvieron fuertes después de la presentación por separado de sus elementos y sugirieron que tal vez la presentación separada de los elementos que formaron el compuesto inicial podría no ser suficiente para producir la extinción de las asociaciones intracompuesto.

A esta sugerencia hay que añadir además que los efectos de orden observados en los experimentos llevados a cabo por Hall y Rodríguez (2009, Experimento 2) y más recientemente los llevados a cabo por Espinet y cols. (2011) aportan datos que indican que una asociación intracompuesto establecida en el primer bloque de preexposición no se extingue en el segundo bloque. Resulta de especial interés en este punto el Experimento 4 de Espinet y cols. (2011) quienes preexpusieron tres grupos de ratas a AX–BX, a AX–BY o a AY–BX. Tras el condicionamiento aversivo de X se hizo un test de consumo con A y otro con B. Si la asociación intracompuesto  $A \leftrightarrow X$  establecida en el primer bloque se hubiera extinguido en el segundo bloque de preexposición, el consumo del sabor A en el test debería haber sido alto y similar en los grupos AX–BX y AY–BX. Sin embargo, en el test los consumos del sabor A fueron altos y similares entre estos dos grupos, mientras que en el grupo AX–BY, en el que la asociación A–X establecida en el primer bloque no pudo extinguirse, el test con el sabor A mostró consumos significativamente menores a

los grupos AX–BX y AY–BX. Además, en el grupo AX–BX los consumos de B en el test fueron similares a los del test de A, indicando que las asociaciones excitatorias  $A \leftrightarrow X$  y  $B \leftrightarrow X$  tuvieron una fuerza similar. Estos resultados parecen indicar que en el grupo AX–BX la asociación  $A \leftrightarrow X$  establecida en el primer bloque no se extinguió en el segundo bloque.

La sugerencia de que tras una preexposición por bloques la asociación intracompuesto establecida en el primer bloque no se extingue completamente en el segundo bloque ha recibido apoyo reciente de los resultados de un experimento llevado a cabo por Rodríguez y Alonso (2014, Experimento 2). Estos autores estudiaron la fuerza de una asociación intracompuesto  $A \leftrightarrow X$  usando distintos esquemas de preexposición. Un grupo de ratas recibió una preexposición alternada a AX/X, mientras que los otros dos grupos recibieron una preexposición por bloques a AX–X o X–AX. Tras el condicionamiento aversivo de A, la presentación de X en el test mostró consumos similares de este sabor en los grupos que recibieron las preexposiciones en bloques (AX–X y X–AX), indicando que la asociación  $A \leftrightarrow X$  no había sido extinguida. Tras el condicionamiento de A se llevó a cabo un procedimiento de extinción con el sabor X, en el que se dieron 6 ensayos de este compuesto con el fin de observar la una recuperación de su consumo en los distintos grupos. Los resultados de esta prueba indicaron que el consumo de X se recuperó más rápidamente en el grupo que recibió la preexposición alternada a AX y X que en el grupo que recibió la preexposición por bloques a AX–X y a su vez que la recuperación fue más rápida en el grupo AX–X que en el grupo X–AX. Estos resultados, junto con los observados por Alonso y Hall (1999), indican que presentar los sabores fuera del compuesto, no produce la extinción de la asociación intracompuesto establecida previamente, incluso cuando el número de presentaciones



aisladas de uno de los sabores es mayor que el número de presentaciones de los dos elementos emparejados.

Sin embargo, del Experimento 2 de Rodríguez y Alonso (2014), y del Experimento 1 de Rescorla y Freberg (1978) se desprende que las asociaciones intracompuesto pueden debilitarse al separar alguno de los sabores fuera del compuesto después de que uno de los sabores que formaron la asociación del compuesto presentado en el primer bloque haya sido condicionado.

La evidencia de que la asociación  $A \leftrightarrow X$  establecida en el primer bloque no se extingue en el segundo bloque tiene algunas implicaciones para las interpretaciones que los modelos vigentes han hecho del intermixed/blocked effect.

Según Hall (2003), la saliencia efectiva de los elementos preexposados es mantenida en niveles relativamente altos (respecto a sus valores iniciales) cuando se activan asociativamente y disminuye cuando los elementos se activan directamente al estar presentes en cada ensayo. Hall ha utilizado esta idea para argumentar el motivo de las diferencias en la generalización de la respuesta condicionada en los experimentos donde se han observado los diferentes efectos que producen las preexposiciones alternadas y en bloques. La parte de la hipótesis de Hall (2003) que es de interés en el presente análisis es la concerniente a lo que ocurre en una preexposición por bloques. Concretamente, Hall sugiere que en una preexposición por bloques a AX–BX, la activación directa de B en el segundo bloque y la activación asociativa de A por medio del enlace excitatorio  $X \leftrightarrow A$  establecido en el primer bloque produce el mantenimiento de la saliencia de A. De esta forma la activación asociativa de A se puede dar en los ensayos del segundo bloque con BX, pero el elemento A solo podrá ser activado asociativamente en los primeros ensayos del segundo bloque de BX ya que a lo largo del

segundo bloque la ausencia de presentaciones del compuesto AX producirá la extinción de la asociación excitatoria  $A \leftrightarrow X$ .

Si la asociación  $A \leftrightarrow X$  no se extinguiese en el segundo bloque de una preexposición AX–BX el mecanismo de modulación de la saliencia propuesto por Hall predice que en el segundo bloque con BX se debería dar una activación asociativa de A hasta el final de la preexposición, haciendo que la saliencia efectiva de A fuese mayor que la de B al final de la preexposición.

En segundo lugar, el establecimiento de asociaciones inhibitorias directas de B hacia A contemplada en el modelo de McLaren y Mackintosh (2000) implica que si en una preexposición en bloques a AX–BX la asociación  $A \leftrightarrow X$  se extingue en el segundo bloque con BX el mecanismo de inhibición no podría ocurrir debido a que la presencia de X en el segundo bloque no podría activar la representación de A impidiendo la formación de los enlaces inhibitorios de B hacia A.

Por lo tanto, en una preexposición en bloques a AX–BX podemos decir que, la cuestión de si la asociación intracompuesto  $A \leftrightarrow X$  se extingue en el segundo bloque es un factor relevante de cara a dar consistencia a los modelos explicativos del aprendizaje perceptivo. Por ello, en este trabajo se presentan 5 experimentos destinados a, en primer lugar, comprobar si en una preexposición en bloques a AX–BX la asociación  $A \leftrightarrow X$  establecida en el primer bloque se extingue en el segundo bloque (Experimentos 1, 2 y 3). En segundo lugar, el objetivo fue precisar las condiciones necesarias para producir tal extinción (Experimentos 4 y 5).

## 5. Experimentos

## Experimento 1

El primer experimento tuvo la finalidad de observar si la asociación  $A \leftrightarrow X$  establecida en el primer bloque de una preexposición a  $AX-BX$  se extingue en el segundo bloque. Este experimento partió de las observaciones hechas por Espinet y cols. (2011) acerca de su cuarto experimento, en el que después del condicionamiento de  $X$  los consumos de  $A$  en el test no mostraron diferencias entre un grupo preexpuesto a  $AX-BX$  y uno preexpuesto a  $AX-BY$  donde la asociación intracompuesto  $A \leftrightarrow X$  no pudo haberse extinguido. Por un lado, los resultados del experimento 4 de Espinet y cols. parecen contradecir la propuesta de que en una preexposición por bloques la asociación intracompuesto establecida en el primer bloque debería extinguirse en el segundo bloque (Hall, 2003). Por otro lado, también parecen contradecir la propuesta de que la presentación separada de los elementos que formaron un compuesto debería producir la extinción de la asociación intracompuesto (Rescorla y Freberg, 1978). Sin embargo, en el experimento 4 de Espinet y cols. (2011) no se compararon los esquemas de preexposición  $AX-BX$  y  $BX-AX$  como en sus experimentos previos, por lo que el primer experimento de este trabajo se diseñó expresamente con la finalidad de comparar estos dos esquemas de preexposición.

Para comprobar si la asociación  $A \leftrightarrow X$  establecida en el primer bloque se extingue en el segundo bloque, en este experimento dos grupos de ratas recibieron una preexposición a dos bloques separados de ensayos usando dos compuestos de sabores ( $AX$  y  $BX$ ). Un grupo (Grupo  $AX-BX$ ) recibió un primer bloque de preexposición con el compuesto  $AX$  y un segundo bloque con el compuesto  $BX$ . Los sujetos del otro grupo (Grupo  $BX-AX$ ) fueron preexpuestos al compuesto  $BX$  en el primer bloque y al compuesto  $AX$  en el segundo bloque. Para comprobar el nivel de extinción, se hizo una

prueba de consumo del sabor X (fase de Pretest) antes del condicionamiento aversivo de A con el fin de tener un registro preliminar del consumo de X antes de los ensayos de condicionamiento que permitiese comparar el consumo de este sabor antes y después del condicionamiento de A en ambos grupos.

Se esperaba que después de la preexposición la ausencia de extinción de la asociación  $A \leftrightarrow X$  debiera ser evidente cuando tras el condicionamiento aversivo de A se produjese una disminución de los consumos de X en el test en comparación con las cantidades consumidas de este sabor en el pretest. De forma contraria, si la asociación  $A \leftrightarrow X$  sí se extinguiese en el segundo bloque de preexposición el condicionamiento de A, en el grupo AX–BX no sería esperable una disminución de las cantidades consumidas del sabor X que estuvo asociado con A durante la preexposición, en comparación con la cantidad consumida de X en el pretest, es decir, un efecto de precondicionamiento sensorial.

Además, la extinción de la asociación  $A \leftrightarrow X$  solo debería ser observable en el Grupo AX–BX y no en el Grupo BX–AX, donde no es esperable que se produzca tal extinción. Por lo tanto, el grupo BX–AX sirvió como control de esta extinción, ya que si no se produjese la extinción de la asociación  $A \leftrightarrow X$  en el grupo AX–BX los consumos de A en el primer ensayo de condicionamiento (A1+) deberían ser bajos y similares en ambos grupos.

Tabla 4

*Diseño del experimento 1*

Grupo	Preexposición	Pretest	Condicionamiento	Test
AX–BX	AX–BX	X	A+	X B
BX–AX	BX–AX			

*Nota:* A, B y X representan los distintos sabores: A = Sal; B = Sacarina, contrabalanceados. X = Ácido cítrico; El símbolo + indica una inyección de LiCl 0.15 M a 10 ml/kg. Los animales de este experimento recibieron 14 presentaciones de cada compuesto durante la fase de Preexposición.



## *Método*

### *Sujetos y aparatos*

Los sujetos fueron 20 ratas Wistar experimentalmente ingenuas suministradas por Harlan Ibérica con un peso medio de 265 g (rango, 240-320 g, SEM 25.12) al comienzo del experimento. En este y en los siguientes experimentos se llevó a cabo un periodo de adaptación de dos semanas durante las que los animales fueron alojados en grupos de cuatro sujetos en cajas de makrolon de 60 x 37 x 19 cm. Posteriormente, al comenzar el experimento las ratas fueron alojadas individualmente en cajas de 42 x 26 x 18 cm cubiertas con una rejilla metálica con espacios para la comida y las botellas de bebida. Los animales tuvieron acceso libre a la comida durante todo el experimento. El acceso a la bebida se restringió como se describirá posteriormente. Los animales permanecieron en una habitación a temperatura y humedad constantes ( $22 \pm 1$  °C y 60% respectivamente). El ciclo luz-oscuridad fue mantenido artificialmente con 11 horas de oscuridad y 13 horas de luz, comenzando este último a las 08:30.

Como estímulos se utilizaron sabores elaborados con agua destilada a partir de productos químicamente puros suministrados por los Laboratorios Probus o Merck. El sabor X fue ácido cítrico al 0.3% (peso/vol.), los sabores A y B fueron sacarina al 0.15% (peso/vol) y sal al 0.5% (peso/vol), contrabalanceados dentro de cada grupo. Al mezclar los sabores, los compuestos mantuvieron las concentraciones individuales de cada sabor. Estos compuestos se presentaron a los animales en botellas de plástico de 150ml equipadas con espigas metálicas de precisión de 0.8 mm de diámetro. El consumo de los líquidos se midió pesando las botellas antes y después de cada sesión. Para el condicionamiento se utilizaron inyecciones de cloruro de litio 0.3 M (10ml por kg de peso corporal) que fueron administradas en una habitación contigua al estabulario.

## *Procedimiento*

Las botellas de agua fueron retiradas a las 21:00 horas de la noche anterior al comienzo del experimento. A partir de este momento, los animales tuvieron acceso al líquido en cuatro sesiones diarias de 15 minutos de duración, a las 9:00, 13:00, 17:00 y 21:00h. El diseño del experimento se presenta en la Tabla 4.

La fase de preexposición duró una semana, durante la cual las ratas recibieron 28 sesiones de preexposición distribuidas en dos bloques, cada uno de 14 ensayos. En el primer bloque la mitad de los sujetos recibieron el compuesto sacarina-ácido y los restantes el compuesto de sal-ácido. Los sabores A y B fueron contrabalanceados de forma que la mitad de los sujetos de cada grupo recibió la sacarina como sabor A y la sal como el sabor B, mientras que para la otra mitad de los sujetos este orden se invirtió. El sabor X fue ácido cítrico para todas las ratas.

Después de terminar la preexposición del primer bloque todos los animales fueron divididos en dos grupos (Grupo AX-BX y el Grupo BX-AX) y emparejados de acuerdo con las cantidades de bebida consumidas en el primer bloque. Para este segundo bloque de preexposición se contrabalancearon los sabores de tal manera que cada animal recibió el compuesto que no había recibido en el primer bloque.

Después de la preexposición todas las ratas recibieron los tratamientos experimentales a las 09:00 horas y bebieron agua en las tres sesiones diarias restantes. El primer día después de la preexposición todos los animales recibieron una prueba preliminar (pretest) del consumo de X.

Los cuatro días posteriores constituyeron la fase de condicionamiento (ensayos A1+ y A2+ en la parte izquierda de la figura 5). El primer y tercer día de esta fase todos los animales tuvieron acceso al sabor A (sacarina o sal) e inmediatamente recibieron una

inyección intraperitoneal de cloruro de litio. En el resto de sesiones de esta fase los animales recibieron agua. Los días 2 y 4 de esta fase todos los sujetos bebieron agua en las cuatro sesiones diarias.

Los últimos 2 días del experimento se realizaron las pruebas de consumo de los sabores X y B respectivamente. En la primera sesión de cada día se permitió a todos los animales el acceso a un solo sabor y el resto de sesiones de cada día todos los animales recibieron agua. El primer día de prueba la mitad de los animales de cada grupo recibió el sabor B y la otra mitad el sabor X. El segundo día cada animal tuvo acceso al sabor (B o X) que no se le había presentado el día anterior.

### *Resultados*

En este y en los siguientes experimentos se adoptó un nivel de significación  $p < 0.05$  para los análisis estadísticos. Durante la preexposición, las cantidades medias del compuesto AX consumidas por los grupos AX–BX y BX–AX en cada sesión fueron 58.4 g (ETM = 5.29), y 60.1 g (ETM = 4.22), respectivamente. Los consumos de BX también fueron similares en ambos grupos: 58.6 g (ETM = 5.72) y 53.5 g (ETM = 3.44) respectivamente,  $t(1,18) = 0.75$ ,  $p = 0.46$ . Un análisis de la varianza (ANOVA) con el grupo y los ensayos como variables reveló un efecto del factor ensayo  $F(1, 18) = 164.5$ ,  $p = 0.000$ ,  $n2p = 0.9$ . Ni el grupo ni la interacción fueron significativos  $F(1, 18) = 0.55$ ,  $p = 0.46$ ,  $n2p = 0.03$ , y  $F(1, 18) = 0.78$ ,  $p = 0.38$ ,  $n2p = 0.04$  respectivamente. La parte izquierda de la figura 5 muestra la cantidad de líquido consumida del sabor A por cada grupo en los dos ensayos de condicionamiento.



La parte central de la figura 5 muestra los resultados del pretest y el test con el sabor X. Un ANOVA mixto con el grupo y el ensayo como factores (pretest vs test) confirmó un efecto significativo del factor ensayo,  $F(1, 18) = 45, p = 0.000, n2p = 0.7$ . No hubo efecto significativo de grupo ni de interacción entre el grupo y el ensayo  $F(1, 18) = 0.88, p = 0.35, n2p = 0.04$ , y  $F(1, 18) = 0.007, p = 0.93, n2p = 0.00$  respectivamente. Un ANOVA mixto con el grupo y el sabor (A o B) como variables que no reveló efecto de grupo ni sabor y no hubo interacción entre variables  $F(1, 18) = 0.96, p = 0.33, n2p = 0.05$ ,  $F(1, 18) = 0.08, p = 0.78, n2p = 0.004$ , y  $F(1, 18) = 0.086, p = 0.77, n2p = 0.005$ , respectivamente.

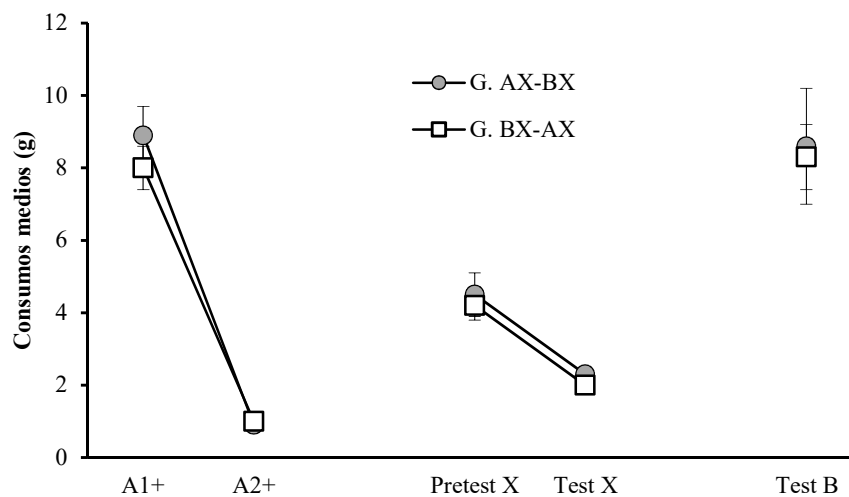


Figura 5. Experimento 1. Parte izquierda: Media de los consumos de A de cada grupo en los dos ensayos de condicionamiento. Parte central: Media de los consumos del sabor X antes (Pretest X) y después (Test X) del condicionamiento de A. Parte derecha: Media de los consumos de cada grupo del sabor B en el test. Las barras verticales representan el error estándar de la media.

### Discusión

La disminución significativa del consumo del sabor A entre los dos ensayos de condicionamiento (parte izquierda de la figura 5) muestra que el condicionamiento de A se llevó a cabo con éxito. El establecimiento de la aversión condicionada en A fue evidente por la disminución del consumo de X en el test cuando se compararon con los

consumos en la fase de pretest. La similar reducción del consumo de X tras el condicionamiento de A en ambos grupos puede ser atribuida a un efecto de preconditionamiento sensorial como consecuencia del establecimiento de una asociación intracompuesto entre A y X e indica que esta asociación no se extinguió en el grupo AX–BX.

El test final con B tuvo la finalidad de observar si la aversión condicionada establecida en A se generalizó a B. Las cantidades similares de A y B consumidas en el ensayo A1+ y en el test final con B que se muestran, respectivamente, en la parte derecha e izquierda de la figura 5, indicaron que, dado que los consumos de A en el primer ensayo de condicionamiento fueron obtenidos antes de la primera inyección del LicL y teniendo en cuenta que los sabores A y B fueron contrabalanceados, la aversión establecida en A no se generalizó a B.

Tomados en conjunto, la disminución del consumo de X entre el pretest y el test y la ausencia de generalización entre A y B en el ensayo A1+ y en el test final con B respectivamente, indicaron que no se produjo la extinción de la asociación  $A \leftrightarrow X$ . Sin embargo, la falta de un grupo de control del preconditionamiento sensorial no permitió afirmar de forma inequívoca que la reducción en el consumo de X después del condicionamiento de A observada en ambos grupos fuese resultado de un efecto de preconditionamiento sensorial.

## Experimento 2.

El propósito del segundo experimento fue estudiar nuevamente si la asociación  $A \leftrightarrow X$  establecida en el primer bloque de una preexposición a  $AX-BX$  se extingue en el segundo bloque solventando las posibles explicaciones en términos de generalización de la aversión condicionada observados en el diseño del experimento anterior. Para ello se usó un procedimiento que no requiriese el uso de ensayos de condicionamiento.

En este experimento dos grupos de ratas recibieron una preexposición por bloques a dos compuestos de sabores, SalX y BX. El Grupo SalX–BX recibió una preexposición al compuesto SalX en el primer bloque y al compuesto BX en el segundo bloque mientras que el Grupo BX–SalX recibió una preexposición por bloques a esos mismos compuestos en orden inverso. Un tercer grupo (Grupo Sal/X) recibió presentaciones no emparejadas de Sal y X sirvió como control de la asociación  $A \leftrightarrow X$ .

Después de la preexposición estos tres grupos fueron sometidos a un procedimiento en el que se indujo un déficit de sodio mediante una inyección de Furosemida. Un cuarto grupo adicional (Grupo NoD) recibió una preexposición en bloques a SalX–BX, sin ser sometido al procedimiento de inducción al déficit de sodio tuvo la finalidad de servir como control de los efectos del déficit de sodio. Posteriormente se hizo un test con el sabor X en todos los grupos.

Dado que la inducción del déficit de sodio produce un aumento en el consumo de aquel sabor que estuvo asociado con la Sal durante la preexposición (Fudim, 1978), se esperaba que el consumo de X en el test fuese alto en el Grupo BX–SalX, debido a que en este grupo el compuesto SalX se presentó en el último bloque de ensayos de

preexposición y, por lo tanto, la asociación Sal ↔ X debería ser muy fuerte al final de la preexposición.

Además, consumo de X en el Grupo SalX–BX debería ser bajo en el caso de que la asociación Sal ↔ X se extinguiese una vez concluida la fase de preexposición. Por otro lado, si la asociación Sal ↔ X se preserva tras la preexposición la ingesta de este grupo debería ser similar a la consumida por los sujetos del Grupo BX–SalX.

En el Grupo Sal/X en el que la Sal no estuvo emparejada con X el consumo de Sal en el test debería ser bajo y similar a la cantidad de Sal consumida en el test por el Grupo NoD en el que no se indujo el déficit de sodio.

Tabla 5

*Diseño del experimento 2*

Grupo	Preexposición	Inducción de déficit de sodio	Test		
SalX–BX	SalX–BX				
BX–SalX	BX–SalX	Furosemida	X1	X2	Sal
Sal / X	Sal–X				
NoD	Sal–BX	----			

*Nota:* Sal, B y X representan los distintos sabores: Sal = Sal; B = Sacarina; X = Ácido cítrico; En la fase de Inducción de déficit de sodio se dio una inyección de 10ml de Furosemida 200mg y acetato de desoxicorticosterona 100 mg. Los animales de este experimento recibieron 14 presentaciones de cada compuesto durante la fase de Preexposición.

*Método*

*Sujetos y aparatos*

Los sujetos fueron 40 ratas Wistar experimentalmente ingenuas suministradas por Harlan Ibérica con un peso medio de 334 g (rango, 220 - 385 g) al comienzo del experimento. Como estímulos se utilizaron sabores elaborados con agua destilada a partir de productos químicamente puros suministrados por los Laboratorios Probus o Merck. La solución de sal fue preparada con una concentración al 1% (peso/vol), el sabor X fue

sacarina al 0.15% (peso/vol) y el sabor B fue ácido cítrico 0.3% (peso/vol). Dado que los animales suelen beber pequeñas cantidades de ácido cítrico la concentración de este sabor se estableció previamente con el fin de evitar dificultades en la detección de las diferencias en su consumo entre los grupos. Con estos sabores se elaboraron los compuestos sal-sacarina y ácido-sacarina que mantuvieron las concentraciones individuales de cada sabor. En este experimento los sabores no fueron contrabalanceados.

Para inducir el apetito por el sodio se usaron inyecciones de 0.5 ml con una mezcla de 200 mg de furosemida y 100 mg de acetato de desoxicorticosterona, diluidos en 10 ml de agua destilada con 1 gota de dispersante Tween 80.

### *Procedimiento*

Cinco hembras y cinco machos emparejados de acuerdo con sus pesos corporales fueron asignados a cada uno de los siguientes cuatro grupos: SalX-BX, BX-SalX, Sal / X y NOD. La distribución de los ensayos durante la fase de preexposición fue idéntica a la descrita en el Experimento 1. El diseño del experimento se presenta en la Tabla 5.

Los animales del Grupo SalX-BX recibieron un primer bloque de 14 ensayos de SalX seguido de un segundo bloque de 14 ensayos BX. Este orden se invirtió para los sujetos del Grupo BX-SalX. En el Grupo Sal/X los sujetos recibieron 14 presentaciones de sal y 14 presentaciones de sacarina.

Estas presentaciones se alternaron y contrabalancearon (la mitad de los animales empezaron tomando sal y la otra mitad con la sacarina). En el Grupo NoD los sujetos recibieron una preexposición por boques a los compuestos SalX y BX (la mitad de los animales a partir de 14 presentaciones del compuesto SaltX y la otra mitad de partida por 14 presentaciones de BX).

El día posterior a la fase de preexposición los animales recibieron agua en las tres primeras sesiones. A las 18.00h los grupos SalX–BX, BX–SalX y Sal/X recibieron una inyección subcutánea con la preparación de furosemida, mientras que los animales en el Grupo NoD permanecieron en sus cajas.

La comida fue eliminada de todas las jaulas y todos los sujetos tuvieron acceso a agua destilada durante la noche. Al día siguiente, el agua destilada se retiró de las jaulas 3 h antes de los ensayos de prueba. Los ensayos de prueba comenzaron a las 14.00 horas y fueron separados por intervalos de 30 minutos. La primera y segunda prueba consistieron en 15 minutos de acceso libre a una botella con el sabor X (sacarina). La tercera prueba consistió en 15 minutos de acceso libre a una botella que contenía sal.

### *Resultados*

Las cantidades totales del compuesto SalX consumidas por los grupos SalX–BX, BX–SalX y NoD durante la preexposición fueron respectivamente, 105.11 g (ETM = 3.91), 104.08 g (ETM = 7.44), y 105.88 g (ETM = 4.87). No hubo diferencias entre los grupos en el consumo del compuesto SalX,  $F(2, 27) = 0.26$ . Las cantidades totales del compuesto BX por estos grupos fueron, respectivamente, 53.20 g (ETM = 1.66), 58.11 g (ETM = 2.23), y 60. g (ETM = 3.01) y no difirieron significativamente  $F(2, 27) = 2.30$ . Los sujetos en el grupo Sal/X consumieron en la fase de preexposición un total de 98.04 g de sal (ETM = 7.42) y 76.05 g de sacarina (ETM = 3.12).

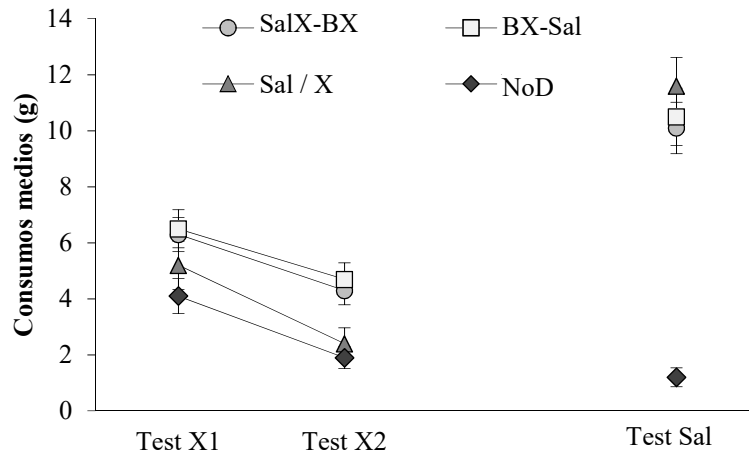


Figura 6. Experimento 2. Parte izquierda: Media de los consumos de los grupos del sabor X en la fase de prueba. Parte derecha: Media de los consumos de los grupos de la sal en la fase de prueba. Las barras verticales representan el error estándar de las medias.

En la figura 3 se muestra las cantidades medias de sacarina (X) y de Sal consumidas por cada grupo en los dos test (Test X1 y X2) y de B en el test final. Como se puede apreciar en la parte izquierda de la figura, los grupos SalX–BX y BX–SalX consumieron una mayor cantidad de X que los grupos Sal / X y NoD.

Un ANOVA mixto realizado con estos datos con el grupo y el ensayo (test X1 y X2) como factores mostraron efectos significativos del factor grupo  $F(3, 36) = 6.7, p = 0.002, \eta_p^2 = 0.33$  y del factor ensayo  $F(1, 36) = 31.9, p = 0.00, \eta_p^2 = 0.47$ . La interacción entre estos factores no fue estadísticamente significativa  $F(3, 36) = 0.48, p = 0.69, \eta_p^2 = 0.03$ . Un análisis post hoc reveló que los grupos SalX–BX y BX–SalX no difirieron significativamente entre sí en sus consumos, pero que consumieron una cantidad significativamente mayor de X que los grupos Sal / X y NoD, que no difirieron significativamente entre sí.

En la parte derecha de la figura 3 se muestran los consumos medios de sal en el último test. Los tres grupos sometidos al déficit de sodio consumieron una cantidad alta y similar de sal mientras que los sujetos en el grupo NoD, que no recibió este tratamiento,

solo consumieron una pequeña cantidad de este sabor. Un análisis ANOVA reveló la existencia de diferencias significativas entre los cuatro grupos  $F(3, 39) = 30.01, p < 0.05$ . Los análisis post hoc con el test de Duncan confirmaron que los tres grupos que recibieron el tratamiento con la furosemida no difirieron significativamente unos de otros en sus consumos de sal. Estos análisis confirmaron que los consumos de sal del Grupo NoD fueron significativamente menores que la del resto de grupos.

### *Discusión*

Los grupos SalX–BX, BX–SalX consumieron cantidades similares y significativamente mayores de X que los grupos NoD y Sal/X en los TestX1 y TestX2, e indicaron que el procedimiento para inducir el apetito por la sal fue eficaz y afectó de manera similar a los grupos SalX–BX y BX–SalX. El mayor consumo de X en los grupos SalX–BX, BX–SalX en estos dos test puede ser explicado por un efecto de precondicionamiento sensorial en el que la asociación Sal–X establecida en la preexposición produjo una especial apetencia por el sabor X como consecuencia de la inducción del déficit de sodio.

Aunque los grupos Sal/X y NoD consumieron cantidades similares y más pequeñas de X en los test que las cantidades consumidas por los grupos SalX–BX y BX–SalX, las diferencias fueron más evidentes en el TestX2 que en el TestX1. La similitud de los consumos de X en el TestX1 entre los grupos SalX–BX, BX–SalX y Sal/X y entre los grupos Sal/X y NoD a pesar de que los sujetos en los grupos Sal/X y NoD no tuvieron una motivación especial para beber de este sabor podría indicar que se debió a que los animales de los grupos Sal/X y NoD tuvieron sed como consecuencia de las tres horas de



privación a los fluidos a las que fueron sometidos. Por lo tanto, el segundo test con X, en el que la sed es un factor motivacional improbable debe reflejar con mayor precisión las diferencias en la motivación por consumir el sabor X.

Dado que la asociación Sal-X no es esperable que se extinga en el grupo BX-SalX los resultados indicaron que la asociación Sal-X se preservó en el grupo SalX-BX tras la preexposición. Las cantidades consumidas de X en los grupos NoD y Sal/x no difirieron significativamente entre sí y a su vez fueron significativamente menores que las cantidades consumidas de X en el TestX2 por los grupos SalX-BX y BX-SalX. Este patrón de resultados muestra que en estos dos últimos grupos la asociación Sal-X mantuvo su fuerza asociativa una vez concluida la fase de preexposición y por lo tanto que no se extinguió en el grupo SalX-BX.

### Experimento 3.

Dada la evidencia encontrada en el experimento anterior, el experimento 3 estuvo destinado a obtener una evidencia equivalente a la del experimento 2 usando un procedimiento típico de aversión condicionada al sabor similar al utilizado en el experimento 1 con un control específico sobre el preconditionamiento sensorial.

En este experimento cuatro grupos de ratas recibieron una preexposición en bloque a un par de estímulos de sabores. Los animales del grupo AX–BX fueron preexpuestos a un compuesto AX en el primer bloque y a un compuesto BX en el segundo bloque. Los sujetos del grupo A–X recibieron el sabor A en el primer bloque y el sabor X en el segundo bloque. Los sujetos en el grupo AX–B fueron preexpuestos al compuesto AX en el primer bloque y al sabor B en el segundo bloque. El grupo A–BX recibió una preexposición al sabor A en el primer bloque y al compuesto BX en el segundo bloque. Después de la preexposición el sabor X se condicionó aversivamente en todos los grupos y posteriormente todos los animales recibieron un test con los sabores A, B y X.

En los grupos AX–BX y AX–B la presentación de los sabores A y X emparejados en el compuesto AX del primer bloque permitió la formación de una asociación  $A \leftrightarrow X$ . La extinción de esta asociación puede producirse en el Grupo AX–BX cuando X deja de estar emparejado a A y se presenta emparejado a B en el compuesto BX en el segundo bloque de preexposición. Sin embargo, en el Grupo AX–B la extinción de la asociación  $A \leftrightarrow X$  no puede producirse dado que los sabores A y X nunca se presentaron desemparejados.

En los grupos A–X y A–BX, no se pudo establecer una asociación  $A \leftrightarrow X$  dado que los sabores A y X no estuvieron emparejados. Por lo tanto, se esperaba que el

consumo del sabor A en estos dos grupos sirviera como control de los efectos del precondicionamiento sensorial.

Tras el condicionamiento de X, un menor consumo en el test del sabor A en los grupos AX–BX y AX–B que en los grupos A–X y A–BX sirvió como indicativo de que la asociación intracompuesto  $A \leftrightarrow X$  se estableció cuando los sabores A y X se presentaron emparejados en el compuesto AX.

Adicionalmente un test con el sabor B proporcionaría información adicional para medir la fuerza de la asociación  $A \leftrightarrow X$ . La asociación  $B \leftrightarrow X$  establecida en el segundo bloque de preexposición del grupo AX–BX no pudo extinguirse ya que los sabores que formaron el compuesto BX no se presentaron fuera del compuesto. Por lo tanto, el consumo de B correspondiente a los grupos AX–BX y A–BX proporcionó una medida de la extinción de la asociación intracompuesto cuando se compararon los consumos de A y B en el test.

Tabla 6  
*Diseño del experimento 3*

Grupo	Preexposición	Condicionamiento	Test		
AX–BX	AX–BX				
A–X	A–X				
AX–B	AX–B	X+	A	B	X
A–BX	A–BX				

*Nota:* A, B y X representan los distintos sabores: A = Sal; B = Sacarina, contrabalanceados. X = Ácido cítrico; El símbolo + indica una inyección de LiCl 0.15 M a 10 ml/kg. Los animales de este experimento recibieron 14 presentaciones de cada compuesto durante la fase de Preexposición.

### *Sujetos y aparatos*

Los sujetos fueron 40 ratas Wistar experimentalmente ingenuas con un peso medio de 311 g (rango, 255-384 g) al comienzo del experimento. Los sabores A, B y X



así como los compuestos obtenidos a partir de ellos fueron idénticos a los descritos en el experimento 1. Para el condicionamiento se utilizaron inyecciones de cloruro de litio administradas en la misma concentración y condiciones que se especificaron en el Experimento 1.

### *Procedimiento*

Las sesiones experimentales siguieron un programa idéntico al descrito en el Experimento 1. Antes del inicio del primer bloque de preexposición los animales se distribuyeron en dos grupos emparejados de acuerdo con sus pesos corporales. En cada uno de los primeros 14 ensayos de preexposición uno de estos grupos recibió el compuesto AX mientras que el segundo grupo recibió sabor A.

Después del primer bloque de preexposición cada grupo se subdividió en dos grupos emparejados de acuerdo con sus consumos en el primer bloque: el grupo expuesto al compuesto AX se subdividió en los grupos AX–BX y AX–B, mientras que el grupo preexpuesto a A se subdividió en los grupos A–BX y A–X.

A lo largo del segundo bloque de preexposición los sujetos de los grupos AX–BX y A–BX recibieron el compuesto BX mientras que los sujetos de los grupos AX–B y A–X recibieron respectivamente los sabores B y X.

Los cuatro días posteriores a la fase de preexposición constituyeron la fase de condicionamiento. En los días 1 y 3 de esta fase todos los sujetos recibieron el sabor X seguido de una inyección de LiCl. Los días 2 y 4 de esta fase todos los sujetos bebieron agua en las cuatro sesiones.

El primer día después de fase de condicionamiento la mitad de los animales de cada grupo recibió una prueba del consumo del sabor A, mientras que la otra mitad de los animales recibió el sabor B. El día siguiente cada animal recibió el sabor (A o B) que no

se había probado el día anterior. El último se hizo una prueba en el que todos los animales recibieron el sabor X.

### *Resultados*

Las cantidades medias del compuesto AX consumidas por los grupos AX–BX and AX–B en cada sesión durante el primer bloque de preexposición fueron respectivamente 76 g (ETM = 2.2) y 79.2 g (ETM = 1.8). Estas cantidades no difirieron significativamente:  $t(1,18) = -1.1, p = 0.28$ . La ingesta de A correspondiente a los grupos A–BX y A–X fueron respectivamente, 90.3 g y 98.2 g y no difirieron significativamente  $t(1, 18) = -1.2, p = 0.24$ . A lo largo del segundo bloque de preexposición los sujetos en el Grupo AX–BX bebieron 84.2 g del compuesto BX (ETM = 2.09) mientras que los sujetos del grupo A–BX bebieron 79.6 g del compuesto BX (ETM = 2.3). Estas cantidades no difirieron significativamente  $t(1, 18) = 1.4, p = 0.16$ . El condicionamiento estableció con éxito una aversión a X en los tres grupos. A lo largo de la fase de condicionamiento las cantidades medias de X consumidas por los sujetos de los grupos AX–BX, AX–B, A–BX y A–X fueron, respectivamente, 4.3 g (ETM = 0.28), 4.4 g (ETM = 0.33), 4.1 g (ETM = 0.28) y 4.6 g (ETM = 0.18) en el primer ensayo de condicionamiento; 2.3 g (ETM = 0.51), 1.9 g (ETM = 0.31), 1.4 g (ETM = 0.14) y 2.3 g (ETM = 0.41) en el segundo ensayo de condicionamiento; y 1 g (ETM = 0.52), 1.1 g (ETM = 0.28), 0.78 g (ETM = 0.14), y 1.3 g (ETM = 0.40) en el test final. Un ANOVA llevado a cabo con estos datos con el grupo y el ensayo como variables reveló un efecto significativo del factor ensayo,  $F(2, 72) = 173.3, p = 0.000, \eta_p^2 = 0.82$ . El efecto de grupo no fue significativo  $F(3, 36) = 1.06, p = 0.37, \eta_p^2 = 0.08$ , así como la interacción entre el grupo y el ensayo  $F(6, 72) = 0.42, p = 0.86, \eta_p^2 = 0.034$ .

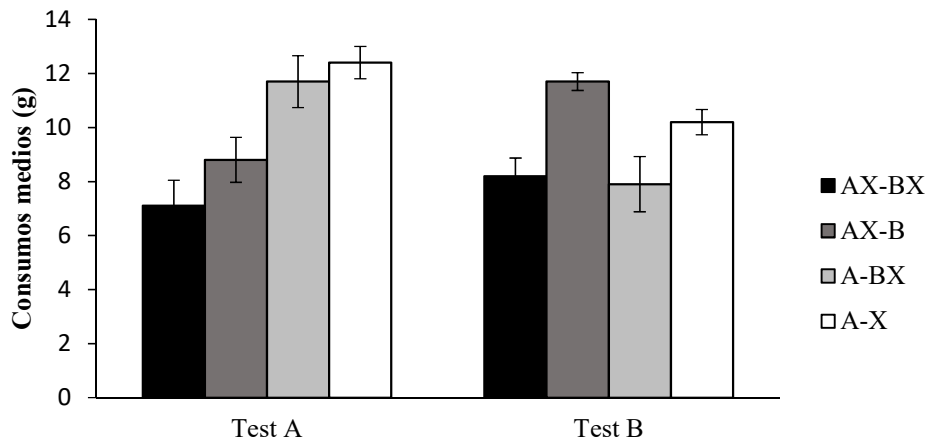


Figura 7. Experimento 3. Cantidades medias de los consumos en los test del experimento 2. Parte izquierda: La media del consumo de los grupos del sabor A en la fase de prueba. Parte derecha: el consumo medio de los grupos del sabor B en la fase de prueba. Las barras verticales representan el error estándar de la media.

La figura 7 muestra la cantidad media consumida de los sabores A y B por los cuatro grupos en la fase de prueba. Se desprende de la inspección de la parte izquierda de la figura que el consumo de A fue menor en los grupos AX-BX y AX-B que en los grupos A y A-BX-X. En la parte derecha de la figura se puede apreciar que el mayor consumo de B correspondió al grupo AX-B mientras que los grupos AX-BX y A-BX consumieron pequeñas y similares cantidades de B y el consumo por el grupo A-X se situó entre estos dos extremos.

Un ANOVA mixto con el grupo y el tipo de test (A o B) como factores, reveló un efecto de grupo significativo  $F(3, 36) = 5.6, p = 0.003, \eta_p^2 = 0.31$  y una interacción significativa  $F(3, 36) = 10.1, p = 0.000, \eta_p^2 = 0.45$  mientras que el efecto del tipo test no fue significativo  $F(1, 36) = 0.56, p = 0.45, \eta_p^2 = 0.015$ . Una comparación posterior confirmó que los grupos difirieron significativamente en sus consumos de A,  $F(3, 39) = 7.26, p = 0.001$  y el sabor B,  $F(3, 39) = 7.37, p = 0.001$ .

## *Discusión*

El menor consumo en el test de A en los grupos AX–BX y AX–B respecto a los consumidos por el grupo A–BX, así como el consumo en el test de B en los grupos AX–BX y A–BX respecto al grupo AX–B indican que se establecieron asociaciones intracompuesto entre aquellos sabores que se presentaron emparejados en la preexposición y que el condicionamiento de X se llevó a cabo satisfactoriamente.

En los grupos A–X y A–BX, en los que no se pudo formar la asociación  $A \leftrightarrow X$ , el mayor consumo de A en el test respecto a los grupos AX–BX y AX–B es un indicativo del efecto de preconditionamiento sensorial en el que se estableció una asociación  $A \leftrightarrow X$ . Lo mismo puede decirse respecto a la asociación  $B \leftrightarrow X$ , dado que el consumo de B en el test fue significativamente menor en los grupos AX–BX y A–BX que en el grupo AX–B en el que esta asociación no pudo formarse.

Los menores consumos de B en el test en el grupo A–X respecto a los del grupo AX–B probablemente refleja un efecto de neofobia debido a que el sabor B fue presentado en este grupo por primera vez en el test. Por otra parte, el elevado consumo de A en los grupos A–X y A–BX junto con el elevado consumo de B en el Grupo AX–B indica que la aversión condicionada de X no se generalizó a los sabores A o B en aquellos grupos que recibieron los sabores A y B sin formar un compuesto con X (grupos AX–B, A–BX y A–X). Esta ausencia de generalización junto con la evidente disminución de la ingesta de A en el test en los grupos AX–BX y AX–B y de B en los grupos AX–BX y A–BX tras el condicionamiento de X revela un claro efecto de preconditionamiento sensorial.

Entre estos resultados, el más relevante para nuestros propósitos es el hecho de que la ingesta de A en el Grupo AX–BX fue similar a la ingesta de A en el Grupo AX–B donde la asociación  $A \leftrightarrow X$  no pudo haber sido extinguida lo que a la conclusión de que la

preexposición por bloques a AX–BX no dio lugar a la extinción de la asociación  $A\leftrightarrow X$  establecida en el primer bloque de preexposición.

Además, esta conclusión se apoya en el hecho de que la ingesta de A en el test fue baja y similar a la de B en el test en el grupo AX–BX, donde no hay motivos para esperar la extinción de la asociación  $B\leftrightarrow X$  no se esperaba que se extinguiese dado que el compuesto BX se presentó en el segundo bloque de la fase de preexposición.



## Experimento 4.

Dado que en los experimentos anteriores no se observó extinción de la asociación intracompuesto  $A \leftrightarrow X$  establecida en el primer bloque en comparación con la extinción observada en el experimento 1 de Rescorla y Freberg (1978), en el que se llevaron a cabo seis ensayos en la primera fase de extinción y cuatro ensayos en la segunda fase, el experimento 4 del presente trabajo tuvo la finalidad de explorar la influencia del número de ensayos de preexposición en la extinción de la asociación  $A \leftrightarrow X$  establecida en el primer bloque.

Para ello, dos grupos de ratas recibieron una preexposición por bloques para  $AX-BX$ . Uno de ellos recibió una preexposición larga (14 presentaciones), mientras que el segundo grupo recibió una preexposición corta (4 presentaciones). Un tercer grupo recibió una preexposición larga a  $AX-BY$ . Después de la preexposición el sabor X fue condicionado y los test posteriores evaluaron la generalización de la aversión condicionada en X hacia los sabores A y B.

Si una preexposición larga contribuyese a hacer la asociación  $A \leftrightarrow X$  más resistente a la extinción, se debería observar un menor consumo de A en el test del grupo que recibió 14 presentaciones de AX que en el grupo que recibió sólo 4 presentaciones. Por otra parte, la prueba con el sabor B proporciona información de la fuerza de la asociación  $B \leftrightarrow X$  después de 14 o 4 presentaciones de los compuestos BX.

Dado que el compuesto BX se presenta en el segundo bloque de preexposición, la asociación  $B \leftrightarrow X$  no puede ser extinguida y no deberían observarse diferencias en el consumo de B entre los dos grupos que recibieron el compuesto BX. En el grupo que recibió una preexposición en bloques larga a  $AX-BY$ , la asociación  $A \leftrightarrow X$  debería estar

firmemente establecida y ser muy fuerte después de la fase de preexposición, dado que las presentaciones de Y durante el segundo bloque difícilmente pueden contribuir a la extinción de la asociación  $A \leftrightarrow X$ , por lo que en este grupo el consumo de A en el test debería ser menor que en los otros grupos en los que las presentaciones de BX durante el segundo bloque (donde X es separado de A) podría producir la extinción de la asociación  $A \leftrightarrow X$ . Además, en el grupo preexpuesto a AX–BY, el consumo de B en el test debería ser mayor que en los otros dos grupos en los que el sabor B se asoció al sabor X.

Tabla 7  
*Diseño del experimento 4*

Grupo	Preexposición	Condicionamiento	Test		
14AX–BX	AX–BX				
14AX–BY	AX–BY	X+	A	B	X
4AX–BX	AX–BX				

*Nota:* A, B, X e Y representan los distintos sabores: A = Sal; B = Sacarina, contrabalanceados; X = Ácido cítrico; Y = Esencia de azahar; El símbolo + indica una inyección de LiCl 0.15 M a 10 ml/kg. Los grupos 14AX–BX y 14AX–BY recibieron 14 ensayos de preexposición a cada compuesto. El grupo 4AX–BX recibió 4 ensayos de preexposición a cada compuesto.

### *Método*

#### *Sujetos y aparatos*

Los sujetos fueron 30 ratas Wistar experimentalmente ingenuas suministradas por Harlan Ibérica con un peso medio de 339 g (rango, 281-432 g) al comienzo del experimento. En este experimento se llevó a cabo un periodo de adaptación de dos semanas idéntica a la descrita en el primer experimento. El acceso a la bebida se restringió como se describirá posteriormente. Los animales permanecieron en una habitación a temperatura y humedad constantes ( $23 \pm 2$  °C y 60% respectivamente). El ciclo luz-



oscuridad fue mantenido artificialmente con 11 horas de oscuridad y 13 horas de luz, comenzando este último a las 08:30.

Como estímulos se utilizaron sabores elaborados con agua destilada a partir de productos químicamente puros suministrados por los Laboratorios Probus o Merck. El sabor X fue ácido cítrico al 0.3% (peso/vol.), los sabores A y B fueron sacarina al 0.15% (peso/vol) y sal al 0.5% (peso/vol), contrabalanceados dentro de cada grupo. Además de los anteriores sabores, se utilizó un sabor Y elaborado a partir de esencia de azahar (Vahiné-Ducros S. A.) al 9% (vol/vol). Al mezclar los sabores, los compuestos mantuvieron las concentraciones individuales de cada sabor. Estos compuestos se presentaron a los animales en botellas de plástico de 150ml equipadas con espitas metálicas de precisión de 0.8 mm de diámetro. El consumo de los líquidos se midió pesando las botellas antes y después de cada sesión. Al inicio de cada sesión cada botella contenía, como mínimo, 70ml de líquido. Para el condicionamiento se utilizaron inyecciones de cloruro de litio 0.3M (10ml por kg de peso corporal) que fueron administradas en una habitación contigua al estabulario.

### *Procedimiento*

Las botellas de agua fueron retiradas a las 21:00 horas de la noche anterior al comienzo del experimento. A partir de este momento, los animales tuvieron acceso al líquido en cuatro sesiones diarias de 15 minutos de duración, a las 9:00, 13:00, 17:00 y 21:00h. El diseño del experimento se presenta en la Tabla 7.

En las primeras 14 sesiones de preexposición, que constituyeron el primer bloque de preexposición, 10 ratas recibieron el compuesto de sacarina-ácido, otras 10 ratas

recibieron el compuesto con sal-ácido y las restantes 10 recibieron agua. Con las 20 ratas que recibieron compuestos de sabores se formaron dos grupos: 14AX-BX y 14AX-BY, igualados de acuerdo a sus consumos en este primer bloque a condición de que, en cada grupo, para la mitad de los sujetos el compuesto AX fue sacarina-ácido mientras que para la otra mitad de sujetos el compuesto AX fue sal-ácido.

Las últimas 14 sesiones constituyeron el segundo bloque de preexposición. En ellas cada sujeto del grupo 14AX-BX recibió el compuesto que no había recibido en el bloque anterior, mientras que los sujetos del grupo 14AX-BY recibieron un compuesto formado por esencia de azahar junto con el sabor (sacarina o sal) que no habían recibido en el primer bloque. Los diez animales restantes formaron el grupo 4AX-BX. Estas ratas habían recibido agua en las primeras 20 sesiones de preexposición. En las sesiones 21 a 24 la mitad de los animales de este grupo recibieron el compuesto de sacarina-ácido y la otra mitad el compuesto de sal-ácido y en las sesiones 25 a 28 cada animal recibió el compuesto que no le había sido presentado en las sesiones previas.

Los cuatro días posteriores a la preexposición constituyeron la fase de condicionamiento de X. En la primera sesión del primer y tercer día de esta fase todos los animales tuvieron acceso al sabor X (ácido cítrico), e inmediatamente recibieron una inyección intraperitoneal de cloruro de litio. En el resto de sesiones de esta fase los animales recibieron agua.

En los últimos 3 días del experimento se realizaron las pruebas de consumo de los sabores A, B y X. En la primera sesión de cada día se permitió a todos los animales el acceso a un solo sabor y el resto de sesiones de cada día todos los animales recibieron agua. El primer día de prueba la mitad de los animales de cada grupo recibió el sabor A y la otra mitad el sabor B. El segundo día cada animal tuvo acceso al sabor (A o B) que

no se le había presentado el día anterior. El tercer día se presentó el sabor X a todos los animales.

### *Resultados*

En este y en los siguientes experimentos se adoptó un nivel de significación  $p < 0.05$  para los análisis estadísticos. Durante la preexposición, las cantidades medias del compuesto AX consumidas por los grupos 14AX–BX, 14AX–BY y 4AX–BX en cada sesión fueron 5.06 g (*ETM* 0.56), 5.15 g (*ETM* 0.65) y 4.93 g (*ETM* 0.48), respectivamente. Un ANOVA reveló que las diferencias entre los grupos en el consumo de AX no fueron estadísticamente significativas  $F(2, 29) = 0.038, p > 0.05$ . Los consumos medios por sesión del compuesto BX correspondientes a los grupos 14AX–BX y 4AX–BX fueron respectivamente 5.8 g (*ETM* 0.29) y 5.21 g (*ETM* 0.24), mientras que el grupo 14AX–BY consumió 6.05 g de BY (*ETM* 0.25). Un ANOVA con estos datos reveló que las diferencias entre los grupos en los consumo del compuesto administrado durante el segundo bloque de preexposición no fueron estadísticamente significativas  $F(2, 29) = 2.65, p > 0.05$ .

En la figura 8 se muestran las cantidades medias del sabor X consumidas por cada uno de los grupos en los dos ensayos de condicionamiento y en el test. Como puede apreciarse, los consumos de X disminuyeron paulatinamente en todos los grupos. Un análisis de medidas repetidas con estos datos tomando como factores el grupo y el ensayo indicó la existencia de un efecto significativo del factor ensayo  $F(2, 54) = 49.23, p < 0.01, \eta_p^2 = 0.64$ . Ni el factor grupo ni la interacción resultaron estadísticamente significativos  $F_{\max} = 2.12$ .

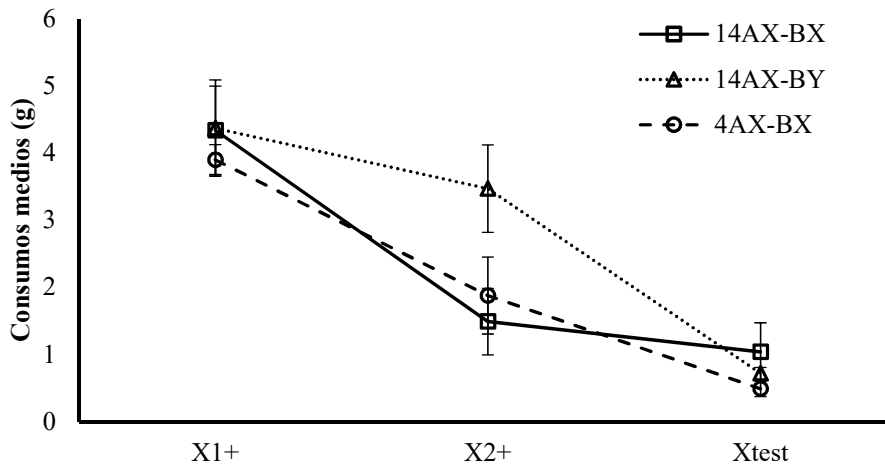


Figura 8. Experimento 4. Consumos medios de X en los dos ensayos de condicionamiento y en el test. Las inyecciones de LiCl están representados por (+). Las barras verticales representan el error estándar de la media.

En la figura 9 se muestran las cantidades medias de los sabores A y B consumidas por cada uno de los grupos durante la fase de test. Como se puede apreciar en la parte izquierda de la figura los consumos de A fueron pequeños y similares en todos los grupos. En la parte derecha de la figura puede observarse que el mayor consumo del sabor B correspondió al grupo 14AX–BY mientras que en los grupos 14AX–BX y 4AX–BX los consumos fueron pequeños y semejantes a los del sabor A.

Un ANOVA mixto tomando como factores el grupo (14AX–BY, 14AX–BX y 4AX–BX) y el test (A o B) reveló la ausencia de efectos significativos de los factores grupo y test  $F_{\max} = 3.29$ . La interacción entre estos factores resultó estadísticamente significativa  $F(2, 27) = 5.05, p < 0.05, \eta_p^2 = 0.27$ . En vista de esta interacción se llevaron a cabo ANOVAs separados para cada uno de los test, que revelaron que los grupos no difirieron significativamente en los consumos del sabor A,  $F(2, 27) = 0.342, p > 0.05$ ,

pero sí difirieron significativamente en los consumos del sabor B,  $F(2, 27) = 8.076$ ,  $p < 0.05$ . El análisis post hoc mediante el test de Duncan reveló que el consumo de B fue significativamente mayor en el grupo 14AX–BY que en los grupos 14AX–BX y 4AX–BX, los cuales no difirieron significativamente entre sí.

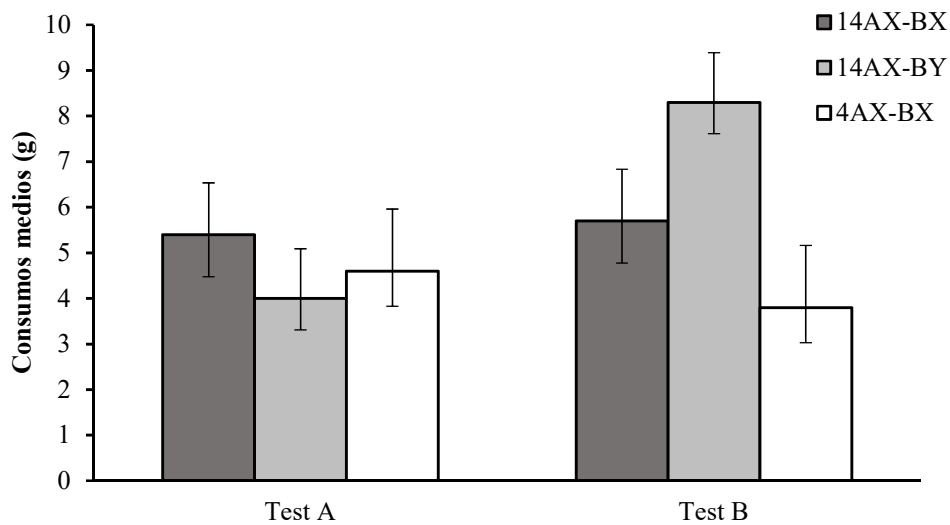


Figura 9. Experimento 4. Consumos medios, en cada uno de los grupos, de los sabores A y B durante la fase de test. Después de la preexposición el sabor X fue condicionado aversivamente en todos los grupos. Las barras verticales representan los errores estándar de las medias.

### Discusión

Los resultados de este experimento muestran que la asociación  $A \leftrightarrow X$  establecida en el primer bloque permanece preservada tanto después de una preexposición larga como después de una corta. La comparación de las cantidades consumidas del sabor A en el test por los grupos 4AX–BX y 14AX–BX no difirió significativamente de la cantidad de A consumida por el grupo 14AX–BY donde la asociación inicial  $A \leftrightarrow X$  no pudo extinguirse al no haber sido presentados ninguno de los elementos del compuesto AX por separado.

Contrariamente a lo que cabría esperar de la propuesta de Hall (2003), un número mayor de ensayos de BX no produjo la extinción de la asociación  $A \leftrightarrow X$ . Lo mismo puede decirse de los resultados obtenidos en el primer experimento de Rescorla y Freberg (1978), ya que los resultados obtenidos en nuestro cuarto experimento indican que el número de presentaciones por separado de los elementos del compuesto inicial no tiene influencia en el tamaño de la extinción: presentar 14 veces el sabor X en el compuesto BX en el segundo bloque no fue suficiente para atenuar de forma significativa la fuerza de la asociación  $A \leftrightarrow X$ . También podría argumentarse que estos resultados afectan al modelo de McLaren y Mackintosh (2000). Estos autores argumentan que la evidencia experimental (Ellis, 1970), sugiere indirectamente que ante una exposición en bloques a AX-BX los enlaces inhibitorios formados entre A y B deberían tener un carácter “*en el mejor de los casos, muy débil*” (McLaren y Mackintosh, 2000, p. 235), por lo que se podría esperar una extinción del enlace excitatorio  $X \rightarrow A$ .



## Experimento 5.

El propósito de este experimento fue estudiar la influencia del número de rupturas de la asociación  $A \leftrightarrow X$  en el nivel de extinción de esta asociación. En este experimento una “ruptura” de la asociación  $A \leftrightarrow X$  se produce cuando en los posteriores bloques los sabores A y X son presentados separados del compuesto original y formado un nuevo compuesto con otro sabor diferente (por ejemplo, BX o AY). La lógica de usar el número de rupturas para producir la extinción de la asociación  $A \leftrightarrow X$  proviene del análisis del segundo experimento de Rescorla y Freberg. Rescorla y Freberg (1978, experimento 2) observaron la extinción de la asociación  $A \leftrightarrow X$  al preexponer a un grupo de ratas a  $AX-BX-AY$ . Ese diseño originalmente estuvo destinado a producir la extinción de la asociación  $A \leftrightarrow X$  separando un sabor del otro y presentando cada uno emparejado a un sabor novedoso con la finalidad de eliminar la posible contribución de la inhibición latente al tamaño de la extinción observada en su primer experimento.

Conceptualmente, es evidente que en el diseño del experimento 2 de Rescorla y Freberg se producen dos rupturas de la asociación  $A \leftrightarrow X$  establecida en el primer bloque: en un primer momento cuando en el segundo bloque el sabor X es presentado separado de A y emparejado a B y en un segundo momento cuando A es separado de X y emparejado con Y. En una preexposición a  $AX-BX$  la asociación  $A \leftrightarrow X$  establecida en el primer bloque se rompe solo una vez: cuando en el segundo bloque X es presentado separado de A y emparejado a B. Dado que, como Rescorla y Freberg concluyeron, las presentaciones de A o X aisladas tan solo *atenuaron* la asociación  $A \leftrightarrow X$  inicial, en este experimento se contempló la posibilidad de que fuese el número de rupturas y no la presentación separada del compuesto el factor responsable de la extinción de la asociación  $A \leftrightarrow X$ .

En este experimento tres grupos de ratas recibieron tres bloques de preexposición. En el primer bloque, todos los animales recibieron presentaciones de AX con la intención de establecer una asociación intracompuesto  $A \leftrightarrow X$ . En el segundo bloque la asociación  $A \leftrightarrow X$  se rompió dos veces en el grupo AX–BX–AY, una vez en el grupo AX–BX–Y, y ninguna en el grupo AX–BY–Y. Tras la preexposición, X fue condicionado aversivamente y se hizo un test para medir el rechazo a beber de los sabores A o B.

Si el número de rupturas de la asociación  $A \leftrightarrow X$  determina el grado de extinción, el consumo de A debería ser menor en el grupo AX–BY–Y donde no hubo rupturas de la asociación  $A \leftrightarrow X$ , mayor en el grupo AX–BX–AY donde la asociación inicial se rompió una vez, y debería ser más grande aún en el grupo AX–BX–AY donde la asociación inicial se rompió dos veces.

Tabla 8

*Diseño del experimento 5*

Grupo	Preexposición	Condicionamiento	Test		
4AX–BX–Y	AX–BX–Y				
4AX–BX–AY	AX–BX–AY	X+	A	B	X
4AX–BY–Y	AX–BY–Y				

*Nota:* A, B, X e Y representan los distintos sabores: A = Sal; B = Sacarina, contrabalanceados; X = Ácido cítrico; Y = Esencia de azahar; El símbolo + indica una inyección de LiCl 0.15 M a 10 ml/kg. Los animales de este experimento recibieron 4 presentaciones de cada compuesto durante la fase de Preexposición.

## *Método*

### *Sujetos y aparatos*

Los sujetos fueron 30 ratas Wistar experimentalmente ingenuas suministradas por Harlan Ibérica con un peso medio de 271 g (rango, 224 - 330 g) al comienzo del experimento. Las disoluciones de sabores y de cloruro de litio fueron las mismas utilizadas en los experimentos 1 y 2.

### *Procedimiento*

El periodo de adaptación y los horarios de las sesiones fueron idénticos a los descritos en los experimentos anteriores. Durante un total de tres días las ratas fueron preexpuestas a las soluciones de sabores presentadas en tres bloques de cuatro sesiones cada uno. El diseño del experimento se presenta en la tabla 8.

Las primeras cuatro sesiones de preexposición constituyeron el primer bloque y en ellas 15 ratas recibieron un compuesto de sacarina-ácido y otras 15 ratas recibieron un compuesto con sal-ácido. Con estos 30 animales se formaron los grupos AX-BX-Y, AX-BX-AY y AX-BY-Y igualados de acuerdo con sus consumos en este primer bloque con la condición de que los sabores A y B estuvieran contrabalanceados. De esta forma, para la mitad de los sujetos de cada grupo el sabor A fue sacarina y el sabor B fue sal, mientras que para la otra mitad de los sujetos en cada grupo los sabores A y B fueron sal y sacarina, respectivamente. En el segundo bloque de preexposición cada animal de los grupos AX-BX-Y y AX-BX-AY recibió el compuesto al que no había tenido acceso en las sesiones previas mientras que la mitad de los sujetos del grupo AX-BY-Y recibieron un compuesto de sacarina y esencia de azahar y la otra mitad bebieron un compuesto de sal y esencia de azahar. En el tercer bloque de preexposición los animales de los grupos

AX–BX–Y y AX–BY–Y recibieron el sabor esencia de azahar mientras que la mitad de los animales del grupo AX–BX–AY recibieron el compuesto sacarina–esencia de azahar y la otra mitad recibió sal–esencia de azahar, a condición de que la sacarina o la sal hubieran sido empleadas como A en el primer bloque.

Los cuatro días posteriores a la preexposición constituyeron la fase de condicionamiento de X en la que se siguió el mismo procedimiento descrito en los experimentos anteriores.

En los últimos tres días del experimento se realizaron las pruebas de consumo de los sabores A, B y X. En la primera sesión de cada día se permitió a todos los animales el acceso a un solo sabor y el resto de sesiones de cada día todos los animales recibieron agua. El primer día de prueba la mitad de los animales de cada grupo recibió el sabor A y la otra mitad el sabor B. El segundo día cada animal tuvo acceso al sabor (A o B) que no se le había presentado el día anterior. El tercer día se presentó el sabor X a todos los animales.

### *Resultados*

Durante la preexposición las cantidades medias del compuesto AX consumidas por los sujetos de los grupos AX–BX–Y, AX–BX–AY y AX–BY–Y en cada sesión del primer bloque de preexposición fueron 4.09 g (ETM 0.27), 4.06g (ETM 0.65) y 4.93 g (ETM 0.48) respectivamente. Un ANOVA reveló que las diferencias en los consumos medios de AX entre los grupos no fueron estadísticamente significativas  $F = 0.038$ ,  $p > 0.05$ .

En el segundo bloque de preexposición los consumos medios por sesión del compuesto BX correspondientes a los grupos AX–BX–Y y AX–BX–AY fueron respectivamente 3.8 g (ETM 0.35) y 4.26 g (ETM 0.34), mientras que el consumo medio por sesión del compuesto BY del grupo AX–BY–Y fue de 5.54 g (ETM 0.46). Un ANOVA con estos datos reveló que las diferencias entre los grupos fueron estadísticamente significativas  $F(2, 29) = 5.32, p < 0,05$ .

En el tercer bloque de preexposición los consumos medios por sesión del sabor Y de los grupos AX–BX–Y y AX–BY–Y fueron respectivamente 4.05 g (ETM 0.34) y 3.74 g (ETM 0.41), mientras que el consumo medio por sesión del compuesto AY del grupo AX–BX–AY fue de 5.17 g (ETM 0.44). Un ANOVA reveló que las diferencias en los consumos medios de las sustancias presentadas en el tercer bloque entre los grupos fueron estadísticamente significativas  $F(2, 29) = 3.55, p < 0.05$ . Un análisis post hoc mediante el test de Duncan reveló que los consumos medios de Y en los grupos AX–BX–Y y AX–BY–Y no difirieron entre sí, aunque fueron significativamente menores que los consumos del compuesto AY en el grupo AX–BX–AY.

En la Figura 10 se muestran las cantidades medias del sabor X consumidas por cada uno de los grupos en los dos ensayos de condicionamiento y en el test. Como puede apreciarse, los consumos de X disminuyeron paulatinamente en todos los grupos. Un análisis de medidas repetidas con estos datos tomando como factores el grupo y el ensayo indicó la existencia de un efecto significativo del factor ensayo  $F(2, 54) = 62.261, p < 0.01, \eta_p^2 = 0.69$ . Ni el factor grupo ni la interacción resultaron estadísticamente significativos  $F_{\max} = 0,81$ .

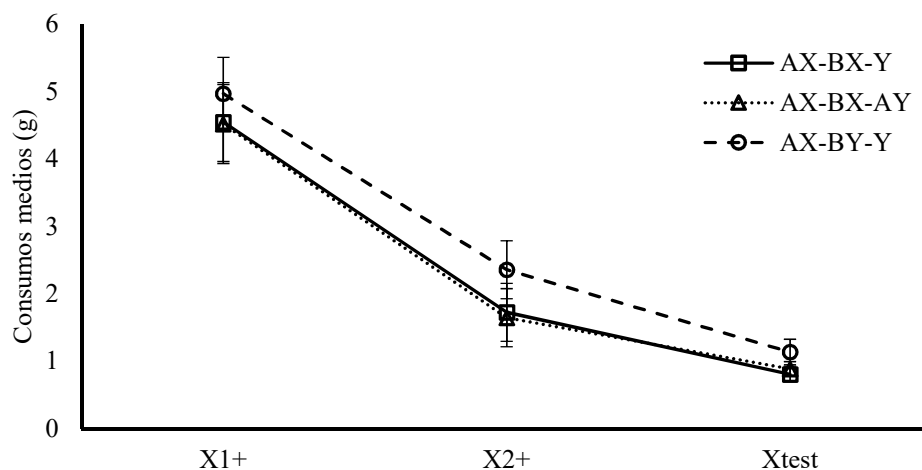


Figura 10. Experimento 5. Consumos medios de X en los dos ensayos de condicionamiento y en el test. Las inyecciones de LiCl están representados por (+). Las barras verticales representan el error estándar de la media.

La figura 11 muestra las cantidades medias de los sabores A y B consumidas por cada grupo en el test. Como puede apreciarse en la parte izquierda de la figura los mayores consumos del sabor A correspondieron al grupo AX–BX–AY mientras que los otros dos grupos tuvieron consumos menores y similares entre sí. En la parte derecha de la figura puede observarse que los mayores consumos del sabor B correspondieron al grupo AX–BY–Y mientras que los otros dos grupos consumieron cantidades menores y muy parecidas entre sí.

Un ANOVA mixto tomando como factores el grupo (AX–BX–Y, AX–BX–AY y AX–BY–Y) y el test (A o B) reveló la ausencia de efectos significativos de los factores grupo y test  $F_{\max} = 1.227$  al tiempo que la interacción entre estos factores resultó estadísticamente significativa  $F(2, 27) = 6.162, p < 0.01, \eta_p^2 = 0.31$ . En vista de esta interacción se llevaron a cabo ANOVAs separados para cada uno de los tests, que revelaron que los grupos difirieron significativamente en los consumos del sabor A,  $F(2, 29) = 4.49, p < 0.05$  y también en los consumos del sabor B  $F(2, 29) = 8.05, p < 0.01$ . Los

análisis post hoc mediante el test de Duncan confirmaron que las cantidades medias del sabor A consumidas por el grupo AX-BX-AY fueron significativamente mayores que las consumidas por los grupos AX-BX-Y y AX-BY-Y, los cuales no difirieron significativamente uno del otro y también confirmaron que las cantidades medias de B consumidas por el grupo AX-BY-Y fueron significativamente mayores que las consumidas por los grupos AX-BX-Y y AX-BX-AY, los cuales no difirieron entre sí.

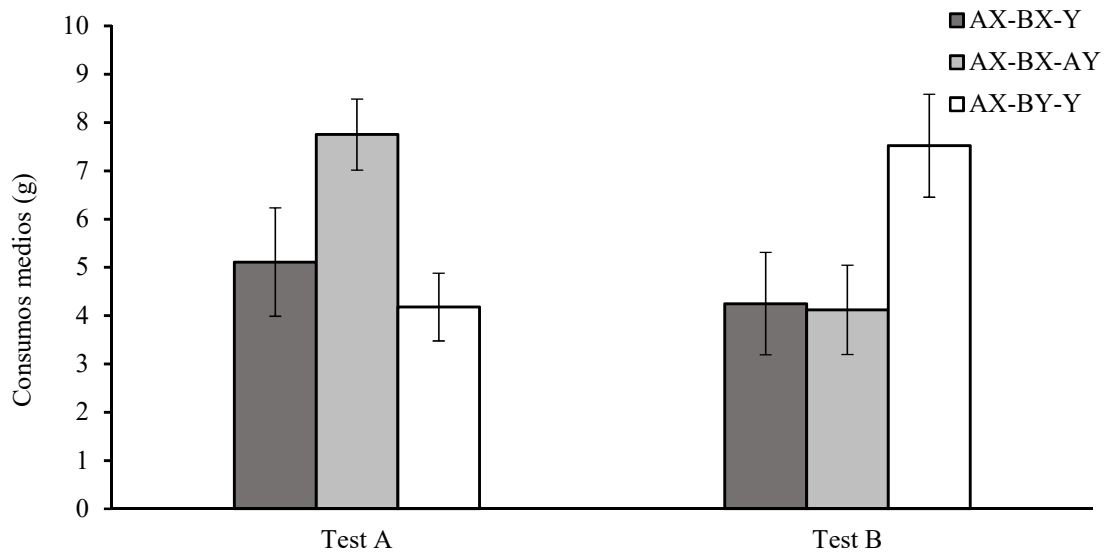


Figura 11. Experimento 5. Consumos medios de los sabores A y B en el test. Después de la preexposición el sabor X fue condicionado aversivamente. Las barras verticales representan los errores estándar de las medias.

### Discusión

Los resultados de este experimento son claros en mostrar que el número de rupturas es un factor clave para producir la extinción de una asociación intracompuerto  $A \leftrightarrow X$  y concuerdan con lo observado en los tres experimentos iniciales de este trabajo, es decir, que en una preexposición por bloques a AX-BX la asociación  $A \leftrightarrow X$  no se

extingue en el segundo bloque. Los bajos consumos de A en el grupo AX–BY–Y indican que la asociación  $A \leftrightarrow X$  no se extinguió dado que no hubo ninguna ruptura de esta asociación estos resultados. Aunque los consumos de A en el test fueron mayores en el grupo AX–BX–Y que en el grupo AX–BY–Y los análisis revelaron que no hubo diferencias significativas entre ellos, indicando que en el grupo AX–BX–Y donde hubo una sola ruptura no se produjo extinción de la asociación  $A \leftrightarrow X$ .

La ausencia de extinción en el grupo AX–BX–Y se apoya en el hecho de que el consumo de A en este grupo no difiere significativamente de los consumos de B en los grupos que recibieron el compuesto BX en el segundo bloque. En estos grupos la asociación B–X no se extinguió y dado que los sabores A y B fueron contrabalanceados, el consumo de B en estos grupos puede ser usado como indicador de la cantidad de bebida consumida por los animales cuando la asociación de B con X no disminuyó en absoluto. Por otro lado, el consumo de A en el grupo AX–BX–AY revela una extinción completa de  $A \leftrightarrow X$  tras dos rupturas. Esta afirmación puede hacerse si se tiene en cuenta que los sabores A y B fueron contrabalanceados y que el consumo de A en el test del grupo AX–BX–AY es casi idéntica a la del test de B del grupo AX–BY–Y.

La conclusión fundamental de los resultados obtenidos en este último experimento es que el número de rupturas es un factor clave para producir la extinción de una asociación intracompuesto. En el caso de una asociación  $A \leftrightarrow X$  la extinción de esta asociación puede conseguirse utilizando un tercer bloque de preexposición en el que el sabor que no se presentó separado del compuesto en el segundo bloque es presentado en el tercero. Pero además parece clave que para producir la extinción de la asociación  $A \leftrightarrow X$  la separación de los elementos del compuesto AX no es suficiente, sino que además estos sabores deben presentarse formando un nuevo compuesto con otro sabor.



## **6. Discusión general**

En los experimentos sobre el intermixed/bloqued effect se ha observado que la discriminación entre dos estímulos que comparten elementos en común, por ejemplo, AX y BX, es mejor después de una preexposición alternada que tras una preexposición en bloques. Las principales teorías sobre el aprendizaje perceptivo (Hall, 2003; McLaren y Mackintosh, 2000), aunque comparten algunos elementos, difieren en sus respectivas explicaciones a la hora de argumentar los motivos por los que se producen las diferencias en la discriminación entre estos dos tipos de preexposición.

Esta tesis doctoral se ha centrado en las propuestas de estas dos teorías en cuanto a los mecanismos subyacentes de una preexposición por bloques a un par de estímulos compuestos y más concretamente en la extinción de las asociaciones intracompuesto establecidas en el primer bloque. Por un lado, la propuesta teórica de Hall (2003), asume que en una preexposición por bloques a un par de estímulos compuestos AX–BX el elemento A, pese a ser activado asociativamente en los primeros ensayos del segundo bloque, debería mantener su saliencia en niveles relativamente bajos y similares a los de B al final de la fase de preexposición como consecuencia de la extinción de la asociación  $A \leftrightarrow X$ . Esta propuesta es coincidente con la de Rescorla y Freberg (1978), quienes han sugerido que tras el establecimiento de una asociación intracompuesto entre A y X la extinción de dicha asociación puede producirse al presentar sus elementos separados del compuesto. El modelo de McLaren y Mackintosh (2000), no asume –al menos, no de forma explícita– que la extinción juegue papel alguno en la discriminación de los estímulos en una preexposición alternada o en una preexposición por bloques.

El proceso de extinción propuesto por Hall (2003) es discrepante con el modelo de McLaren y Mackintosh (2000) dado que si en una preexposición por bloques, la asociación intracompuesto establecida en el primer bloque se extinguiese en el segundo implicaría que en una preexposición a AX–BX la activación asociativa de A mediante el

enlace  $X \leftrightarrow A$  no podría producirse, interrumpiendo el proceso propuesto por el modelo de McLaren y Mackintosh (2000). Por lo tanto, en una preexposición por bloques a un par de estímulos compuestos, la extinción de la asociación establecida en el primer bloque parece ser un factor relevante para estos modelos de aprendizaje perceptivo.

Los experimentos 1, 2 y 3 de este trabajo tuvieron la intención de estudiar si en una preexposición en bloques a  $AX-BX$  la asociación intracompuesto  $A \leftrightarrow X$  se extingue en el segundo bloque cuando  $BX$  es presentado. Los resultados obtenidos en estos tres experimentos permiten confirmar las sugerencias hechas por Espinet y cols. (2011, experimento 4) en cuanto a que en una preexposición por bloques la asociación establecida en el primer bloque no se extingue en el segundo bloque. Los experimentos 1 y 3 apoyan esta idea usando un procedimiento típico de aversión condicionada al sabor y el experimento 2 obtuvo estos mismos resultados utilizando un procedimiento de inducción a un déficit de sodio que permite descartar que los resultados se deban a la generalización de la respuesta condicionada.

Aunque el propósito de esta investigación no fue en ningún caso poner a prueba las propuestas de Rescorla y Freberg (1978), los resultados de los tres primeros experimentos de este trabajo parecen contradecir la sugerencia de estos autores de que la presentación separada de los elementos  $A$  y  $X$  produce la extinción de la asociación  $A \leftrightarrow X$ . Tal y como Rescorla y Freberg (1978) anotaron, en alusión a las asociaciones intracompuesto:

*“Estos experimentos (...) indican que aquellas asociaciones pueden ser interrumpidas por la presentación separada de cada elemento fuera del compuesto.”*

*(Rescorla y Freberg. 1978. p. 424.)*

De hecho, existe evidencia adicional a la aportada por nuestros experimentos que indica que presentar los sabores fuera del compuesto no siempre permite producir una extinción completa de las asociaciones intracompuesto. Por ejemplo, Alonso y Hall (1999), informaron que estas asociaciones siguieron siendo fuertes tras las presentaciones separadas de los dos sabores, obteniendo en palabras de los autores, conclusiones “*no muy firmes*” al seguir este procedimiento. La evidencia más interesante sobre la ausencia de extinción tal vez sean los hallazgos de un reciente estudio realizado por Rodríguez y Alonso (2014), quienes compararon la fuerza de la asociación intracompuesto  $A \leftrightarrow X$  tras una preexposición a tres grupos de ratas. Uno de ellos recibió una preexposición alternada a  $AX/X$  mientras que los otros dos grupos recibieron una preexposición en bloques a  $AX-X$  o a  $X-AX$ . Los resultados obtenidos por estos autores mostraron que tras el condicionamiento aversivo de A los consumos de X en el test fueron mayores en el grupo que recibió la preexposición alternada que en cualquiera de los grupos que recibieron la preexposición por bloques. Dado que no hay razón para esperar la extinción de la asociación  $A \leftrightarrow X$  tras la preexposición alternada, este resultado implica que, en lugar de extinguirse, la asociación  $A \leftrightarrow X$  fue más fuerte tras la preexposición en bloques a  $AX-X$  que tras la preexposición alternada a  $AX/X$ . Esta conclusión, unida al hecho de que tras el condicionamiento de X la presentación de este mismo sabor en 6 ensayos en una prueba de extinción indica que, si bien las sugerencias hechas por Rescorla y Freberg (1978) de que presentar X separado del compuesto AX permite producir la extinción de la asociación  $A \leftrightarrow X$ , tal extinción se produjo después del condicionamiento de X, no durante la preexposición y tampoco cuando después de la preexposición en la que se hicieron 4 presentaciones de AX, se hicieron 6 presentaciones de X en el segundo bloque (Rescorla y Freberg, 1978, Experimento 1).

Una de las diferencias procedimentales entre los experimentos de Rescorla y Freberg (1978), y los experimentos 1, 2 y 3 de este trabajo es el número de presentaciones que se hicieron de cada compuesto durante la preexposición. Mientras que en los experimentos de Rescorla y Freberg se hicieron 4 presentaciones de AX en nuestros tres primeros experimentos se hicieron 14 presentaciones.

El número de ensayos de cada compuesto puede tener influencia en el tamaño de la extinción si se asume que una preexposición larga establece una asociación más fuerte y por lo tanto más difícil de extinguir que una preexposición corta. De forma contraria también se puede argumentar que, siguiendo las propuestas de Rescorla y Freberg (1978), si la presentación de X separado del compuesto AX en el segundo bloque es el motivo para esperar la extinción de la asociación  $A \leftrightarrow X$ , podría esperarse que cuanto mayor sea el número de ensayos de preexposición mayor debería ser el tamaño de la extinción. Un argumento a favor de esta hipótesis viene dado por la propuesta de Hall (2003) de que en una preexposición por bloques a AX–BX se produce una activación asociativa del elemento A mediante el enlace  $X \leftrightarrow A$  en los primeros ensayos de BX. Hall propone que a medida que BX se sigue presentando la ausencia de presentaciones de AX, que nunca vuelve a ser presentado, deberá producir la extinción de la asociación  $A \leftrightarrow X$ .

Aunque la propuesta hecha por Hall es acorde con la idea de que un número mayor de ensayos debe producir una mayor extinción que una preexposición corta, es evidente que si se comparan los resultados de los tres experimentos iniciales de este trabajo en los que se hicieron 14 presentaciones de cada compuesto, con los experimentos de Rescorla y Freberg (1978) en los que se hicieron solo 4 presentaciones, que aumentar el número de ensayos de preexposición no parecen influir en el tamaño de la extinción de la asociación  $A \leftrightarrow X$ . Sin embargo, no existe en la literatura ningún experimento que ponga a prueba ninguno de estos argumentos.

Por lo tanto, el experimento 4 de este trabajo tuvo la finalidad de observar si existen diferencias en la extinción de la asociación  $A \leftrightarrow X$  entre una preexposición corta (4 ensayos) y una larga (14 ensayos). Los resultados de este experimento mostraron que tras la preexposición a  $AX-BX$  no hubo diferencias en el consumo de A en el test independientemente del número de ensayos que recibió cada grupo y que el consumo de A en el test no difirió de las cantidades consumidas de ese sabor en el grupo control que recibió una preexposición a  $AX-BY$  donde no hay razones para esperar la extinción de la asociación  $A \leftrightarrow X$ . Estos resultados son concordantes con las observaciones hechas en los experimentos 1, 2 y 3 en cuanto a que en una preexposición por bloques a  $AX-BX$ , la asociación  $A \leftrightarrow X$  establecida en el primer bloque no se extingue en el segundo y son coincidentes con los experimentos de Angulo y Alonso (2014). En ellos se compararon los efectos de la generalización de la respuesta aversiva entre una preexposición larga (12 ensayos) y una corta (4 ensayos). Estos autores han observado que las asociaciones intracompuesto se forman indistintamente cuando la preexposición a los compuestos se da tanto en una preexposición corta como en una larga, por lo que los resultados del experimento 4 presentado aquí permiten añadir a las apreciaciones de Angulo y Alonso (2014), que el número de ensayos de preexposición no solo no influye en la generalización del condicionamiento sino que tampoco lo hace en el tamaño de la extinción y presumiblemente tampoco en la fuerza de esa asociación.

Aunque en los experimentos de Rescorla y Freberg no se reproduce el esquema de preexposición  $AX-BX$ , el procedimiento de preexposición utilizado en su segundo experimento, en el que el grupo experimental (Grupo  $AX-BX-AY$ ) estuvo destinado a producir la extinción de la asociación  $A \leftrightarrow X$ , es un indicio del factor responsable de producir la extinción. En el experimento 2 de Rescorla y Freberg cada elemento del compuesto  $AX$  fue separado del compuesto inicial y asociado a un sabor novedoso. En

este esquema hemos denominamos “ruptura” de la asociación a la presentación separada de un elemento que estuvo presente en la asociación inicial y que en el siguiente bloque es presentado formando un nuevo compuesto al ser emparejado con un sabor novedoso. En nuestro quinto experimento se tuvo el interés de estudiar la relación entre el número de rupturas de la asociación establecida en el primer bloque y el nivel de extinción de esta asociación. Tal y como sugieren Rescorla y Freberg y dejando a un lado las diferencias procedimentales entre su primer y su segundo experimento, lo importante es la consideración de que mientras que en su primer experimento se pretendió extinguir la asociación  $A \leftrightarrow X$  separando A o X fuera del compuesto, en el segundo el grupo AX–BX–AY tuvo como objetivo extinguir la asociación presentando el sabor A en un segundo compuesto y X en un tercero.

Si se compara el esquema de preexposición AX–BX–AY del segundo experimento de Rescorla y Freberg con un esquema de preexposición AX–BX se puede observar que en este último diseño la presentación de X separado de A y emparejado a B en el segundo bloque, solo se produce una ruptura de la asociación  $A \leftrightarrow X$ , mientras que en el grupo AX–BX–AY del segundo experimento de Rescorla y Freberg se producen dos rupturas, la primera cuando X pasa a ser presentado emparejado con B y la segunda cuando A pasa a ser presentado emparejado con Y.

Los resultados del experimento 5 muestran que en una preexposición por bloques a AX–BX, donde se produce una sola ruptura de la asociación  $A \leftrightarrow X$  (Grupo AX–BX–Y) no produce la extinción de la asociación  $A \leftrightarrow X$  cuando se compara con un grupo control (Grupo AX–BY–Y) en el que no se produce ninguna ruptura, pero sí cuando se producen dos rupturas (Grupo AX–BX–AY).

Por lo tanto, los resultados de este experimento indican que el número de rupturas de la asociación es un factor a tener en cuenta para producir la extinción de una asociación intracompuesto. Los resultados de este experimento muestran que para producir una extinción de la asociación es necesaria la presentación de cada elemento (A y X) separado del compuesto AX y emparejados a otro elemento.

En conjunto los resultados de los experimentos de este trabajo nos permiten llegar a una serie de conclusiones en cuanto a una preexposición en bloques a AX–BX.

En primer lugar, hay que aclarar que los resultados de nuestros experimentos permiten hacer una corrección de las aportaciones Rescorla y Freberg. Los experimentos 1, 2, 3 y especialmente el 4 permiten concluir que la presentación separada de los elementos que formaron un compuesto antes de los ensayos de condicionamiento no produce la extinción de la asociación intracompuesto establecida entre los elementos presentados en la preexposición. De hecho, estos mismos resultados se pueden intuir al observar los resultados obtenidos en el segundo experimento de Rescorla y Freberg donde el grupo que recibió la preexposición a AX–BX–AY pareció mostrar un nivel de extinción significativo. La necesidad de la realización del experimento 5 de este trabajo se encuentra en que el experimento 2 de Rescorla y Freberg no aporta datos de la comparación de las medias de los consumos de cada grupo en los test.

No menos importantes son las implicaciones que tienen los resultados de nuestros experimentos para el mecanismo de modulación de la saliencia propuesto por Hall (2003). Tal y como sugiere este autor cabría la posibilidad de que en una preexposición corta la activación asociativa de A en el segundo bloque con BX mantuviera la saliencia de A en niveles relativamente altos respecto a los de B. Sin embargo, esto no debería producirse en una preexposición más larga, donde la ausencia de presentaciones de AX terminaría



por producir la extinción de la asociación  $A \leftrightarrow X$ . Los resultados del experimento 4 son contrarios a esta afirmación ya que no se observaron diferencias entre una preexposición corta (4 ensayos) y una larga (14 ensayos).

Hall sugiere que la saliencia de los elementos distintivos que forman los compuestos (A y B) se mantiene cuando estos son activados asociativamente y disminuye cuando al ser presentados en un ensayo son activados directamente. Si en una preexposición con AX–BX la asociación intracompuesto  $A \leftrightarrow X$  no se extingue en el segundo bloque, la activación asociativa de A en el segundo bloque de BX mediante su activación asociativa a través del enlace  $X \leftrightarrow A$  mantendrá la saliencia de A en niveles similares a los previos a la preexposición mientras que B, que nunca es activado asociativamente verá su saliencia disminuida, o lo que es lo mismo, la saliencia de A al final de una preexposición a AX–BX deberá ser mayor que la de B.

Hipóticamente y siguiendo este modelo, cuando se comparan los esquemas, AX–BX y BX–AX, la mayor saliencia del elemento distintivo presente en el compuesto del primer bloque (A y B, respectivamente) acabaría siendo mayor que la del elemento distintivo presente en el segundo bloque (B y A, respectivamente) al final de la preexposición. Asumiendo que un elemento más saliente tiene una mayor fuerza asociativa, el posterior condicionamiento de AX en ambos grupos debería producir un mayor consumo de BX en el test en el grupo preexpuesto a AX–BX que en el grupo preexpuesto a BX–AX, es decir, un efecto de orden. Usando el mismo esquema de preexposición, condicionamiento y test, estos efectos de orden se pueden observar en el experimento 1 de Espinet y cols. (2011). Precisamente las observaciones hechas por Espinet y cols. (2011) son las precursoras de la investigación que se presenta aquí.

Por último, las evidencias encontradas en nuestros experimentos, aunque permiten corregir algunas de las asunciones hechas por las teorías sobre aprendizaje perceptivo no permiten dar una respuesta final sobre las peculiaridades observadas en el intermixed-bloqued effect, por lo que la investigación en este campo sigue siendo necesaria.

## 7. Conclusiones

**A nivel general las conclusiones que pueden extraerse de la presente Tesis Doctoral son las siguientes:**

1. En una preexposición por bloques a AX–BX la asociación intracompuesto  $A \leftrightarrow X$  no se extingue en el segundo bloque.
2. La presentación separada de los elementos que formaron un compuesto antes del condicionamiento no produce la extinción de la asociación previamente establecida.
3. La extinción de las asociaciones intracompuesto no se ve influida por la cantidad de experiencia previa con los compuestos. Preexposiciones largas (14 ensayos) no parecen establecer asociaciones más fuertes que exposiciones cortas (4 ensayos) ni facilitar la extinción de las asociaciones establecidas en el primer bloque.
4. El número de rupturas parece ser relevante en la extinción de la asociación establecida en el primer bloque. Dos rupturas producen una extinción significativa, mientras que una ruptura no parece producir diferencias en los consumos cuando se compara con un grupo control.
5. El conjunto de resultados obtenidos en nuestra investigación se une a los de otros trabajos anteriores (p.e., Espinet et al., 2011; Rodríguez y Alonso, 2014) al indicar que las sugerencias de Hall (2003), sobre la modulación de la saliencia o las asunciones implícitas en el modelo de McLaren y Mackintosh, (2000), sobre la debilidad de los enlaces inhibitorios (ambas en una preexposición por bloques) deben ser adaptadas a la evidencia encontrada. Tras una preexposición en bloques a AX–BX la saliencia de A no parece disminuir, mientras que la de B sí parece hacerlo.
6. Los resultados obtenidos en nuestros experimentos sugieren que, la diferencia entre la saliencia de A y B tras una preexposición en bloques es la causante de los efectos de orden estudiados en los experimentos de Espinet y cols. (2011).

## 8. Referencias

- Alonso, G., y Hall, G. (1999). Stimulus comparison and stimulus association processes in the perceptual learning effect. *Behavioural Processes*, 48, 11-23.
- Angulo, R., y Alonso, G. (2014). Is the salience of the distinctive features of similar stimuli affected by stimulus preexposure schedule and length? *Learning and Motivation*, 47, 30-38.
- Atkinson, R. C., y Estes, W. K. (1963). Stimulus sampling theory. In R. D. Luce, R. R. Bush, & E. Galanter (Eds.), *Handbook of mathematical psychology*, 2, 121-268.
- Artigas, A. A., y Prados, J. (2014). Perceptual learning transfer: Salience of the common elements as a factor contributing to the intermixed/blocked effect. *Journal of Experimental Psychology: Animal Learning and Cognition*, 40(4), 419-424.
- Artigas, A. A., Sansa, J., y Prados, J. (2006). The Espinet and the perceptual learning effects in flavour aversion conditioning: Do they depend on a common mechanism? *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59, 471-481.
- Artigas, A. A., Sansa, J., Blair, C. A. J., Hall, G., y Prados, J. (2006). Enhanced discrimination between flavor stimuli: Modulation or inhibition? *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 32, 173-177.
- Bennett, C. H., y Mackintosh, N. J. (1999). Comparison and contrast as a mechanism of perceptual learning? *The Quarterly Journal of Experimental Psychology B: Comparative and Physiological Psychology*, 52, 253-272.
- Bennett, C. H., Scahill, V. L., Griffith, D. P. y Mackintosh, N. J. (1999). The role of inhibitory associations in perceptual learning. *Animal Learning & Behavior*, 27 (3), 333-345.
- Bennett, C. H., Wills, S. J., Wells, J. O., y Mackintosh, N. J. (1994). Reduced generalization following preexposure: Latent inhibition of common elements or a difference in familiarity? *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 20, 232-239.
- Biederman, I., y Shiffrar, M. M. (1987). Sexing day-old chicks: A case study and expert systems analysis of a difficult perceptual-learning task. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory & Cognition*, 13, 640-645.
- Blair, C. A. J., y Hall, G. (2003a). Perceptual learning in flavor aversion: Evidence for learned changes in stimulus effectiveness. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 29, 39-48.
- Blair, C. A. J., y Hall, G. (2003b). Changes in stimulus salience as a result of stimulus preexposure: Evidence from aversive and appetitive testing procedures. *Learning & Behavior*, 31, 185-191.
- Blair, C. A. J., Wilkinson, A., y Hall, G. (2004). Assessments of changes in the effective salience of stimulus elements as a result of stimulus preexposure. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 30, 317-324.
- Brogden (1939). Sensory pre-conditioning. *Journal of Experimental Psychology*, 25, 323-332.
- Contel, D. M., Sansa, J., Artigas, A. A., y Prados, J. (2011). Salience modulation and associative inhibition interaction: Short but not long exposure to similar stimuli protects the salience of the unique elements. *Behavioural Processes*, 86, 21-29.
- Dwyer, D. M., Bennett, C. H., y Mackintosh, N. J. (2001). Evidence for inhibitory associations between the unique elements of two compound flavours. *The Quarterly*

*Journal of Experimental Psychology B: Comparative and Physiological Psychology*, 54, 97–107.

- Dwyer, D. M., y Mackintosh, N. J. (2002). Perceptual learning: Alternating exposure to two compound flavors creates inhibitory associations between their unique features. *Animal Learning & Behavior*, 30, 201–207.
- Ellis, W. R., III (1970). Role of stimulus sequences in stimulus discrimination and stimulus generalization. *Journal of Experimental Psychology*, 83, 155-163.
- Ewing, M. F., Larew, M. B., y Wagner, A. R. (1985). Distribution-of-trials effects in Pavlovian conditioning: An apparent involvement of inhibitory backward conditioning with short intertrial intervals. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 11, 537–547.
- Espinet, A., Caramés, J. M., Chamizo, V. D., 2011. Order effects after blocked preexposure to two compound flavors. *Behavioural Processes*, 88, 94–100.
- Espinet, A., Iraola, J. A., Bennett, C. H., y Mackintosh, N. J. (1995). Inhibitory associations between neutral stimuli in flavor aversion conditioning. *Animal Learning & Behavior*, 23, 361–368.
- Estes, W. K. (1959). The statistical approach to learning theory. S. Koch (Ed.), *Psychology: A study of a science*, 2, 380 - 491. New York, NY: McGraw-Hill.
- Fudim, O. K. (1976). Sensory preconditioning of flavors with a formalin-induced sodium need. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behaviour Processes*, 4, 276-285.
- Gibson, E. J. (1969). *Principles of perceptual learning and development*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Gibson, E. J. y Walk, R. D. (1956). The effect of prolonged exposure to visually presented patterns on learning to discriminate them. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 49(3), 239-242.
- Hall, G. (1991). *Perceptual and associative learning*. Oxford, England: Clarendon Press.
- Hall, G. (2003). Learned changes in the sensitivity of stimulus representations: Associative and nonassociative mechanisms. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 56B (1), 43-55.
- Hall, G. (2009). Perceptual learning in human and nonhuman animals: A search for common ground. *Learning & Behavior*, 37(2), 133-140.
- Hall, G. y Rodríguez, G. (2009). Factors determining the effects of associative activation on habituation. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 35(2), 266-270.
- Honey, R. C., Bateson, P. y Horn, G. (1994). The role of stimulus comparison in perceptual learning: An investigation with the domestic chick. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 47B (1), 83-103.
- Honey, R. C., y Hall, G. (1989). Enhanced discriminability and reduced associability following flavor preexposure. *Learning & Motivation*, 20, 262-277.
- James, W. (1890). *The principles of psychology*. New York: Holt.
- Lavin J. L. (1976). The establishment of flavor-flavor associations using a sensory preconditioning training procedure. *Learning and Motivation*, 7 (2), 173-183.

- Lavis, Y. y Mitchell, C. J. (2006). Effects of preexposure on stimulus discrimination: An investigation of the mechanisms responsible for human perceptual learning. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59, 2083–2101.
- Lubow, R. E. (1973). Latent Inhibition. *Psychological Bulletin*, 79, 398-407.
- Mackintosh, N. J. (2009). Varieties of perceptual learning. *Learning & Behavior*, 37(2), 119-125.
- Mackintosh, N. J. y Bennett, C. H. (1998). *Perceptual learning in animals and humans*. En J. Adair, K. Dion, L. Belanger, y M. Sabourin (Eds.), *XXXI International Congress of Psychology, Advances in psychological science, Vol. 2: Biological and cognitive aspects*. (pp. 317-333). Psychology Press/Erlbaum (UK) Taylor & Francis.
- Mackintosh, N. J., Kaye, H. y Bennett, C.H. (1991). Perceptual learning in flavour aversion conditioning. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 43B, 297-322.
- Maier, S. F., Rapaport, P. y Wheatley, K. L. (1976). Conditioned inhibition and the UCS-CS interval. *Animal Learning and Behavior*, 4, 217–220.
- McLaren, I. P. L. y Mackintosh, N. J. (2000). An elemental model of associative learning: I. Latent inhibition and perceptual learning. *Animal Learning & Behaviour*, 28, 211-246.
- McLaren, I. P. L., Kaye, H. y Mackintosh, N.J. (1989). An associative theory of the representation of stimuli: applications to perceptual learning and latent inhibition. En: Morris, R.G.M. (Ed.), *Parallel Distributed Processing: Implications for Psychology and Neurobiology*. Clarendon Press, Oxford, (pp. 102-130).
- Mitchell, C., Nash, S. y Hall, G. (2008). The Intermixed–Blocked Effect in Human Perceptual Learning Is Not the Consequence of Trial Spacing. *Journal of Experimental Psychology*, 34(1), 237-242.
- Mitchell C., Kadib, R. Nash, S, y Hall, G. (2008). Analysis of the role of associative inhibition in perceptual learning by means of the same different task. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 34, 475-485.
- Mitchell, C., y Hall, G., (2014). Can theories of animal discrimination explain perceptual learning in humans?. *Psychological Bulletin*, 140(1), 283-307.
- Mondragón, E. y Hall, G. (2002). Analysis of the perceptual learning effect in flavour aversion learning: Evidence for stimulus differentiation. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 55B, 153-169.
- Mondragón, E., y Murphy, R. A. (2010). Perceptual learning in an appetitive Pavlovian procedure: Analysis of the effectiveness of the common element. *Behavioural Processes*, 83, 247–256.
- Mundy, M. E., Dwyer, D. M., y Honey, R.C. (2006). Inhibitory associations contribute to perceptual learning in humans. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 32, 178-184.
- Mundy, M. E., Honey, R. C. y Dwyer, D. M. (2007). Simultaneous presentation of similar stimuli produces perceptual learning in human picture processing. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 33, 124–138.
- Mundy, M. E., Honey, R. C. y Dwyer, D. M. (2009). Superior discrimination between similar stimuli after simultaneous exposure. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 62, 18–25.



- Neuringer, A., Kornell, N., y Olufs, M. (2001). Stability and variability in extinction. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 27, 79–94.
- Pearce, J. M., y Hall, G. (1980). A model for Pavlovian learning: Variations in the effectiveness of conditioned but not of unconditioned stimuli. *Psychological Review*, 87, 532–552.
- Prados, J., Hall, G., y Leonard, S. (2004). Dissociation between the Espinet and perceptual learning effects in flavour aversion conditioning. *Behavioural Processes*, 65, 221-229.
- Prados, J., Artigas, A. A., y Sansa, J. (2007). Preexposure effects in the spatial domain: Dissociation between latent inhibition and perceptual learning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 33, 115-123.
- Randich, A. y Lolordo, V. M. (1979a). Associative and nonassociative theories of the UCS preexposure phenomenon: Implications for Pavlovian conditioning. *Psychology Bulletin*, 86, 523-548.
- Randich, A. y Lolordo, V. M. (1979b). Preconditioning exposure to the unconditioned stimulus affects the acquisition of a conditioned emotional response. *Learning and Motivation*, 10, 245-277.
- Rescorla, R. A. y Freberg, L. (1978). The extinction of within-compound flavor associations. *Learning and Motivation*, 9, 411-427.
- Rescorla, R. A. y Wagner, A. R. (1972). A theory of Pavlovian conditioning: Variations in the effectiveness of reinforcement and non-reinforcement. En: A. H. Black & W. F. Prokasy (Eds.), *Classical conditioning II: Current research and theory* (pp. 64-99).
- Rescorla, R.A. y Cunningham, C.L. (1978). Within-compound flavor associations. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 2, 267-275.
- Rodríguez, G., Alonso, G., 2014. Differential effect of the intermixed and blocked preexposure schedules on the strength of the within-compound associations. *Journal of Experimental Psychology: Animal Learning & Cognition*, 40, 327–334.
- Rodríguez, G., Lombas, A. S., & Alonso, G. (2009). Aprendizaje perceptivo en aversión condicionada al sabor: Análisis del efecto del orden de presentación de los estímulos. *Psicológica*, 30(1), 27-40.
- Scahill, V. L. y Mackintosh, N. J. (2004). The easy to hard effect and perceptual learning in flavor aversion conditioning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 30, 96–103.
- Siegel, S., y Domjan, M. (1971). Backward conditioning as an inhibitory procedure. *Learning and Motivation*, 2, 1–11.
- Symonds, M., y Hall, G. (1995). Perceptual learning in flavour aversion conditioning: Roles of stimulus comparison and latent inhibition of common stimulus elements. *Learning and Motivation*, 26, 203–219.
- Symonds, M. y Hall, G. (1997). Stimulus preexposure, comparison, and changes in the associability of common stimulus features. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 50B, 317-331.
- Wagner, A. R. (1981). SOP: A model of automatic memory processing in animal behavior. En N. E. Spear y R. R. Miller (Eds.). *Information processing in animal: Memory mechanisms*. Hillsdale, NJ: Erlbaum, (pp. 5-47).



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA