

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA
DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
MAESTRÍA EN PSICOLOGÍA

Aversión condicionada a estímulos visuales: Aprendizaje perceptual e
inhibición latente.

Presenta:	María Guadalupe Ortega Saavedra
Director de Tesis	Dr. J. C. Pedro Arriaga Ramírez
Comité	Dra. Sara E. Cruz Morales
	Dra. María Guadalupe Ortega Soto
	Dr. Arturo Silva Rodríguez
	Mtro. Luís Fernando González Beltrán



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Agradecimientos

El autor desea agradecer especialmente al Comité Tutor por su dedicación y paciencia en el desarrollo de este trabajo. También desea agradecer al CONACYT por otorgar una beca para estudios de Maestría.

Dedicatoria

Dedico este trabajo a María Teresa Saavedra vda. De Ortega y a E. Cristóbal Arriaga Ortega.

Índice

	Página
Resumen	1
Abstract	2
Introducción	3
Experimento 1	30
Experimento 2	37
Experimento 3	40
Experimento 4	45
Discusión General	49
Referencias	54

Palabras clave: Aversión condicionada, estímulos visuales, aprendizaje perceptual, preexposición, ratas Long Evans.

Resumen

Se realizaron cuatro experimentos para evaluar algunas preguntas sobre la aversión condicionada a sabores. En el Experimento 1 se evaluó el efecto de preexponer alimentos coloreados y alimento sin color sobre la generación de aversión condicionada. Se encontró que el alimento color amarillo si adquiere aversión después de la preexposición y que se reduce la generalización al color azul. El azul tiene una preferencia incondicionada que no le permite adquirir aversión. En el Experimento 2 se evaluó el efecto de un intervalo de retención después del condicionamiento. Se encontró que en los grupos que se produjo aversión con color amarillo se produjo un resultado consistente con la literatura para el grupo que tuvo un intervalo de 72 h. En el Experimento 3 se evaluaron las hipótesis del efecto de la preexposición la de inhibición latente y la reducción de la neofobia. Se encontró que los resultados con los estímulos exteroceptivos apoyan la de reducción de la neofobia. En el Experimento 4 se evaluó si se producen relaciones inhibitoras entre los elementos diferentes cuando se preexponen estímulos compuestos. Se encontró que con los estímulos exteroceptivos se generalizan los efectos tanto de la solución salina como del cloruro de litio. Se discuten los resultados con relación a los hallazgos de estudios fisiológicos de la visión en ratas y a la diferencia de los estímulos exteroceptivos y gustativos en la teoría de la potenciación.

Abstract

In four experiments several questions about conditioned aversion were asked. In Experiment 1 we evaluated the effect of stimuli preexposure, using colored stimuli and food without colors added. Yellow food did acquired conditioned aversion after preexposure and generalization was not transferred to blue food. Blue food has an unconditioned preference and this preference makes it difficult to condition it aversively. In Experiment 2 we evaluated the effect of observing a retention interval after conditioning. Result showed that in the groups that ate yellow food and had retention interval of 72 h, an effect similar to that found in previous studies was obtained. In Experiment 3 we evaluated the latent inhibition and reduction of neophobia hypotheses. It was found that with exteroceptive stimuli a result that favors the reduction of neophobia hypothesis was produced. In Experiment 4 we evaluated if inhibitory relations were formed between the different elements of compound stimuli that were preexposed. We found that with exteroceptive stimuli the conditioned stimuli properties either from lithium chloride or sodium chloride were generalized to stimuli that were not conditioned with them. Results are discussed in relation to physiological studies of vision and in relation to the difference between exteroceptive and gustatory stimuli mentioned in potentiation theory.

Los organismos deben mantener un equilibrio del ambiente interno. Un medio por el cual lo hacen es a través de la alimentación. La alimentación de los organismos ha evolucionado de tal forma que les permite escoger los alimentos que son seguros y evitar los que son potencialmente dañinos. La presión evolutiva ha generado mecanismos de aprendizaje y memoria que les permiten identificar las características de esos alimentos. Estos mecanismos les permiten asociar características inherentes de los alimentos con sus efectos en el propio organismo. Los estímulos externos se asocian con los estados internos mediante los aferentes somatosensoriales y los aferentes viscerales.

Las asociaciones entre las características del alimento y sus efectos en el organismo parecen establecerse de acuerdo con el paradigma del *Condicionamiento Pavloviano* o *Clásico*. En el Condicionamiento Clásico (CC) se asocian dos estímulos un *estímulo débil* que no produce una respuesta característica o *Estímulo Condicionado* (EC), excepto por una respuesta de observación y un *estímulo fuerte* que produce una respuesta incondicional a su presentación, una respuesta característica y que es la misma en todos los miembros de una especie, llamado *Estímulo Incondicionado* (EI) (Domjan, 1998). Generalmente, los estímulos deben presentarse contiguos en el tiempo y el espacio, sin embargo, en ciertos casos el intervalo entre estímulos, entre el EC y el EI puede ser de mayor duración a la óptima para ciertas preparaciones en las que usualmente está en un rango de 1 a 2 s (Mackintosh, 1974). En los estudios de Condicionamiento Clásico se han observado diferentes relaciones temporales

entre los estímulos. Con base en estas diferencias se identifican diversos procedimientos. En el *condicionamiento simultáneo* se presentan en el mismo momento el EC y el EI. En el *condicionamiento demorado* el EC se inicia algunos segundos antes de la presentación del EI. En el *condicionamiento huella* se presenta de manera discreta el EC y después de algún tiempo se presenta el EI. El cuarto procedimiento es el *condicionamiento temporal*, en este procedimiento se presenta solamente el EI a intervalos regulares sin EC. Finalmente, el quinto procedimiento es el *condicionamiento hacia atrás o retrógrado*; en este procedimiento se invierte el orden de los estímulos, se presenta primero el EI y después el EC. La relación entre estímulos puede eliminarse mediante el procedimiento de *extinción*. En este procedimiento se presenta el EC sin el EI y el resultado es la eliminación de la relación generada en el condicionamiento. En el condicionamiento clásico también se producen efectos de *discriminación* y *generalización*. Estos procesos son opuestos y puede decirse que cuando hay una función que relaciona un número de respuestas decreciente a valores próximos de la propiedad física del EC y que no es una línea horizontal, hay discriminación del EC. Otros procedimientos en el CC son el *condicionamiento de orden superior* y el *precondicionamiento sensorial*. En el primer procedimiento un EC_1 condicionado puede utilizarse como un EI para otro estímulo neutral. El resultado es que el segundo estímulo puede convertirse en un EC_2 y generar la misma respuesta del EI o puede convertirse en un EC^- inhibitor. En el segundo procedimiento, se presentan juntos dos estímulos neutrales en varias ocasiones y posteriormente se presenta uno de ellos en

asociación con un EI, como resultado de la presentación conjunta de los dos estímulos neutros, el estímulo que no se asoció al EI adquiere la función de generar la RC consistente con el EI.

En los casos en que el EC se asocia con un EI que produce un estado somático aversivo este intervalo puede ser de la magnitud de 1 a 12 horas (García, Hankins & Rusiniak, 1974). Cuando un estímulo gustativo es seguido de una dosis de cloruro de litio, exposición a rayos x (García & Koelling, 1966), giros en una tornamesa (Batsell, Caperton, & Paschall, 1999) o algún otro tipo de tóxico que produzca malestar interno, las ratas desarrollan una aversión al estímulo gustativo, caracterizada por una ingesta menor o nula del mismo. Al resultado de esta operación se le ha llamado aversión condicionada a sabores (ACS). La ACS es un fenómeno caracterizado por su fuerza y confiabilidad y ésta se observa aún después de un solo ensayo de condicionamiento. Existe una gran cantidad de ejemplos de estos procedimientos (i. e. Barker, Best & Domjan, 1977; Bures, Bermúdez-Rattoni, & Yamamoto, 1998).

El efecto de aversión condicionada a sabores no se aceptó rápidamente (Bitterman, 1976 citado en Bures, et al., 1998) por considerar que post efectos gustativos, del alimento regurgitado, mediaban el intervalo entre estímulos, sin embargo, esto no se aplica a los comestibles que se absorben rápidamente como la solución de sacarosa (Revusky, 1968). Además, la rata, un sujeto empleado en ACS no pueden vomitar, en lugar de eso consumen sustancias no nutritivas para retirar el veneno del intestino (Mitchell, Wells, Hoch, Lind, Woods, & Mitchell, 1976 citado en Bures et al., 1998). Sin embargo, a pesar de estas críticas el

estudio del ACS ha seguido produciendo resultados impresionantes (Barker et al., 1977; Bures et al, 1998).

En el establecimiento de la ACS se utiliza como procedimiento un paradigma de condicionamiento clásico, generalmente el llamado condicionamiento demorado, en el que el EC es el alimento o líquido que se administra inicialmente y en EI es el efecto tóxico o malestar que se produce mediante una inyección de cloruro de litio (LiCl) o algún otro elemento como apomorfina, amfetamina, alcohol, rotación en una tornamesa, exposición a rayos X, etc. El resultado de este procedimiento es un proceso de condicionamiento clásico en el que el alimento o líquido presentado inicialmente adquiere una función aversiva que hace que los sujetos no lo consuman en absoluto o consuman una menor cantidad de estos elementos que en condiciones normales, como cuando no se han apareado con un tóxico o malestar. De manera semejante a lo que ocurre en los procedimientos de condicionamiento clásico usuales, se producen asociaciones *excitadoras* e *inhibidoras*. En una asociación excitadora el estímulo condicionado excitador (EC+) evoca una respuesta semejante a la que educa el EI, en este caso malestar y/o reducción de la ingesta del EC. En una asociación inhibidora el resultado conductual es “silencioso” conductualmente y se requiere una prueba para evidenciar el condicionamiento inhibidor del estímulo condicionado inhibidor (EC-). Una asociación inhibidora se puede evaluar de dos formas (Rescorla, 1969). La primera es la llamada *suma*, en la que un EC- o inhibidor se presenta en conjunto con un EC+ excitador para el mismo EI y se observa una reducción de la RC, en comparación a la

presentación del EC+ excitador solo. La segunda es la de *retardo*, en esta prueba un EC- entrenado como inhibidor se trata de convertir en un estímulo excitador y el condicionamiento se retardará, cuando se compara este proceso con el proceso de condicionamiento de un estímulo neutro, carente de condicionamiento inhibidor previo.

Otro efecto que se ha observado en los estudios de condicionamiento clásico y en ACS es el de *inhibición latente* (Lubow, 1989). En este caso, la preexposición de un estímulo solo, lo dota de inhibición que puede evaluarse en una prueba en la que muestra un retardo para condicionarse. Lubow define a la inhibición latente por medio de tres características. Una está dada por las condiciones que la producen; la segunda con las condiciones para medir el efecto y la tercera es la dirección del efecto entre los grupos. Específicamente la define como "... la inhibición latente es el efecto de deterioro de la preexposición pasiva, no reforzada de un estímulo sobre la subsiguiente habilidad de un organismo para formar nuevas asociaciones con ese estímulo." (1989, p. 1). Un estímulo sometido a un procedimiento que genera inhibición latente, como ésta es inespecífica, no produce un decremento en una prueba de suma pero sí muestra un retardo al ser condicionado como excitador, a diferencia de un estímulo inhibidor condicionado que sí produce efectos en las pruebas de suma y de retardo. Otro efecto que se ha encontrado al preexponer los estímulos solos es el *aprendizaje perceptual*. En este caso la preexposición al estímulo solo, facilita una discriminación posterior en la que participará este estímulo (Hall, 1991).

Se han formulado diferentes teorías para explicar lo que ocurre en un procedimiento de condicionamiento clásico. Históricamente el modelo más influyente fue el de la *Sustitución de Estímulos* derivado del análisis del condicionamiento hecho por Pavlov. El modelo de Pavlov tenía una orientación fisiológica. Consideraba que había tres centros importantes para el condicionamiento: a) el responsable del análisis del EI; b) el analizador del EC; y c) el generador de la RC. El modelo sugería la formación de nuevos caminos neuronales entre estos centros. En estos nuevos caminos neuronales entre el centro del EC y el centro del EI, el EC produce efectos semejantes a los del EI. Por esta razón se llamó al modelo sustitución de estímulos, el EC se convierte en sustituto del EI (Domjan, 1998). Sin embargo, la evidencia empírica posterior al modelo Pavloviano puso en duda la precisión del modelo de sustitución de estímulos. Por ejemplo la disminución de las respuestas respiratorias condicionadas anticipatorias al choque eléctrico que las incrementa, las respuestas de perros en libertad a los EC, caracterizadas por aproximación y exploración del mismo, a diferencia de las respuestas observadas en perros bajo restricción física (Zener, 1937, citado en Domjan, 1998). Otra teoría, la de las *respuestas compensatorias*, presentada por Siegel (1977, 1989, citados en Domjan, 1998) sugiere que al establecerse el condicionamiento se forman respuestas contrarias al efecto del EI. Esta teoría se ha utilizado para explicar algunos de los efectos del desarrollo de la tolerancia a las drogas.

La evidencia reciente sugiere que en un procedimiento de condicionamiento clásico los animales aprenden dos cosas: a) una asociación

EC-EI y b) una imagen o una representación del EI. A continuación se presentan algunas teorías recientes del CC que consideran estos dos aspectos que se aprenden en este procedimiento de condicionamiento.

Las teorías recientes más importantes son las de Rescorla y Wagner (1972); Mackintosh (1975); Pearce y Hall (1980) y la presentada por Wagner (1981). La primera teoría mencionada, la de Rescorla y Wagner (1972) supone que la fuerza de una respuesta condicionada depende de la fuerza de las conexiones entre las representaciones internas del EC y del EI. Este hecho se ha representado mediante una ecuación:

$$\Delta V_A = \alpha \beta (\lambda - V_T) \quad (1)$$

Específicamente, el condicionamiento se debe a que hay un cambio asociativo que está directamente relacionado con la diferencia entre un valor asintótico máximo definido por la magnitud del EI que se representa con la letra griega lamda λ en la ecuación, y la suma de las fuerzas asociativas de todos los estímulos presentes en un ensayo dado que en la ecuación se representa por V_T . El grado de este cambio en la asociación de los estímulos es modificado por dos parámetros de aprendizaje que pueden tomar valores entre 0 y 1. El valor de alfa (α) está determinado por lo saliente del EC y el valor de beta (β) representa las características de potencia, el máximo nivel de condicionamiento que puede generar el EI. El rasgo más importante de la teoría de Rescorla y Wagner (1972) es la suposición de que la fuerza asociativa de un estímulo está determinada por

la diferencia entre λ o el valor máximo de un EI particular y la suma de todas las fuerzas asociativas de los estímulos presentes en un ensayo particular V_T . Una diferencia entre las teorías previas y la de Rescorla y Wagner (1972) es que considera a todas las fuerzas asociativas de todos los estímulos presentes en un ensayo dado, comparándola por ejemplo, con la de Bush y Mosteller (1955) en la que ellos consideraban sólo la diferencia entre la asíntota, λ , y la fuerza de un solo estímulo. Debido a este factor, la teoría de Rescorla y Wagner (1972) puede explicar más hallazgos experimentales que otras anteriores. Uno de ellos es el *bloqueo*. La demostración inicial del bloqueo fue presentada por Kamin (1969). En ese experimento Kamin asoció un estímulo A con choque, utilizando ratas como sujetos. En una segunda etapa asoció el mismo choque con un estímulo compuesto formado por A y B. Encontró que las ratas aprendían muy poco de la asociación del choque con B. De acuerdo con la Ecuación 1 el entrenamiento inicial con A redujo la discrepancia de las fuerzas asociativas de todos los estímulos combinados, incluido A, con λ , el valor máximo mantenido por el EI. En la segunda etapa, cuando se introdujo B, la fuerza asociativa que este estímulo pudo obtener fue mínima. Un defecto de la teoría de Rescorla y Wagner (1972) es que no explica cómo se producen las representaciones de los estímulos, en qué consisten y cómo afectan la ejecución.

La segunda teoría que se presenta trata de explicar lo que no logra la anterior, es la teoría de Wagner ((1981). La teoría de Wagner se llama *Standard Operating Procedures* en inglés y tiene las siglas SOP y se traduce como los

procedimientos típicos de operación de la memoria. En este trabajo se utilizan las siglas en inglés para referirse a esta teoría. En este modelo se supone que los estímulos excitan un nodo que consiste en un conjunto de elementos. Los elementos están normalmente en un estado inactivo pero pueden cambiarse a *dos estados principales de activación*, A1 y A2. El estado A1 equivale a que un estímulo esté en el centro de la atención o en un estado de repaso; el estado A2 equivale a que un estímulo esté en el límite de la atención. La forma en que los nodos de un estímulo pueden entrar al estado A1 es presentando el estímulo mismo. De manera diferente, hay dos caminos en los que pueden entrar en el estado A2. La primera es por el decaimiento desde el estado A1. La segunda depende de asociaciones formadas previamente. Por ejemplo, si un EC se parea con un EI, en las presentaciones siguientes del EC excitarán a los elementos de EI y lo conducirán directamente al estado A2. Una vez que los elementos del estímulo están en el estado A2 solo pueden pasar al *estado inactivo I*, aun si se presenta el estímulo al que están relacionados. La distinción entre A1 y A2 es importante porque Wagner (1981) señaló que la fuerza asociativa de un EC sólo puede cambiarse cuando sus elementos están en el estado A1. Si un estímulo se presenta sólo en un contexto particular, se fortalecerán las asociaciones entre el estímulo y ese contexto particular. Estas asociaciones harán que el contexto active una representación en A2 del estímulo preexpuesto que impedirá que cuando se trate de condicionar pueda entrar en el estado A1, que es indispensable para que se produzca el condicionamiento. Las asociaciones inhibitorias se establecen cuando un estímulo está en A1 y el otro en A2.

La tercera teoría del condicionamiento clásico fue propuesta por Mackintosh (1975). Una predicción fundamental de esta teoría es que la *atención* prestada a un estímulo aumentará si éste es el que mejor predice al EI. Mackintosh propone que la asociabilidad de un estímulo depende de la exactitud de predicción del EI. Si un EC particular es el que mejor predice al EI entonces su asociabilidad será alta. Contrariamente, si la predicción del EI es baja, la asociabilidad del EC será baja. Mackintosh presenta una ecuación semejante a la de Rescorla y Wagner (1972) pero sus supuestos son diferentes. Separa al estímulo A, el predictor del EI, del estímulo X, que representa al conjunto de todos los estímulos presentes en la situación y que son diferentes de A.

$$\Delta V_A = \alpha_A \beta (\lambda - V_A) \quad (2)$$

También considera que la asociabilidad depende de la diferencia que tienen V_A (la asociabilidad de el estímulo A) y V_X (la asociabilidad de los estímulos diferentes de A y representados por X) de lamda (λ). El aspecto central de esta teoría es que si la diferencia entre lamda y V_A es menor que la diferencia entre lamda y V_X , A será un buen predictor de l EI, esto es si $(\lambda - V_A) < (\lambda - V_X)$. Contrariamente si $(\lambda - V_A) \geq (\lambda - V_X)$, la diferencia entre lamda y V_A es mayor o igual a la diferencia entre lamda y V_X , entonces A será un mal predictor del EI. Esta teoría explica el bloqueo argumentando que a un mal predictor del EI, los animales no le prestarán atención, el estímulo B en el experimento de Kamin (1969). Otro fenómeno que la teoría de Mackintosh explica diferente a la teoría de Wagner (1981) es que si se preexpone un estímulo, esto es que el EC es

seguido de nada, esto será predicho de la misma forma tanto por el EC como por todos los estímulos que acompañan al EC en un contexto particular.

La cuarta teoría del condicionamiento clásico que se presenta fue propuesta por Pearce y Hall (1980). De manera semejante a la teoría de Mackintosh (1975) mencionan que la atención a un estímulo es importante pero sólo durante el *aprendizaje de la significancia o significado del estímulo*. Una vez que el animal aprende la significancia del estímulo requerirá de una forma diferente de atención. Esta teoría hace uso de la ecuación siguiente:

$$\alpha A_n = |\lambda - V_T|_{n-1} \quad (3)$$

Los argumentos que explican esta teoría son: la asociabilidad del estímulo A en el ensayo n está determinada por *el valor absoluto* $|\lambda - V_T|$ de la discrepancia entre λ y V_T en el ensayo anterior, $n-1$, en el que se presentó A. V_T se determina igual que en el modelo de R-W (1972). Por ejemplo, la asociabilidad de un estímulo será *alta* si ha sido seguido de un EI *no esperado* (cuando $|\lambda - V_T|$ es alto) y será *baja* cuando el EC es seguido de un EI que es *esperado* (cuando $|\lambda - V_T|$ es bajo).

Estas son las teorías que tienen una relación estrecha con los experimentos que se reportan más adelante. A continuación se mencionan otros efectos que se han observado en el condicionamiento clásico cuando los estímulos débiles que van a ser condicionados se presentan solos.

Un efecto que se ha observado en los estudios de condicionamiento clásico es el de *inhibición latente* (Lubow, 1989), mencionado arriba. En este

caso, la preexposición a un estímulo solo, lo dota de inhibición que puede evaluarse en una prueba en la que muestra un retardo para condicionarse, apareándolo con un EI. Bennett, Tremain y Mackintosh (1996) analizaron los efectos de la cantidad de líquido como EC, si el EC era simple o compuesto y si la preexposición al EC afectaba el condicionamiento. Encontraron que la cantidad del líquido usado como EC no afectó el condicionamiento; la preexposición debilitó el condicionamiento, se produjo inhibición latente, cuando el EC era simple o cuando era compuesto e ingirieron 4 ml; y finalmente, encontraron que la preexposición facilitó el condicionamiento cuando las ratas consumieron 1 ml de una solución compuesta como EC. La inhibición latente se diferencia de la inhibición condicionada en dos aspectos: a) un estímulo inhibidor latente muestra retardo para condicionarse pero no muestra reducción del condicionamiento de un excitador en una prueba de suma; y b) un inhibidor latente es inespecífico en su efecto a diferencia de un inhibidor condicionado que es específico a un EI particular.

Otro efecto que se ha encontrado al preexponer los estímulos solos, como se mencionó en un párrafo anterior, es el *aprendizaje perceptual*. En este caso la preexposición al estímulo facilita una discriminación posterior (Hall, 1991). El descubrimiento del fenómeno de aprendizaje perceptual se produjo en 1955 cuando Gibson y Gibson expusieron a diferentes sujetos, niños y adultos, a estímulos en tarjetas. La sola exposición sin ningún tipo de retroalimentación o reforzamiento fue suficiente para que mejorara el responder en una discriminación posterior (Gibson & Gibson, 1955, citado en Hall, 1991). El

descubrimiento del fenómeno en ratas se produjo un año después en un experimento realizado por E. J. Gibson y Walk. En este experimento las ratas pudieron aprender una discriminación de manera más precisa entre figuras geométricas después de la preexposición prolongada a estas figuras en su caja habitación (Gibson & Walk, 1956, citado en Hall, 1996). El efecto se ha demostrado en un amplio rango de procedimientos de entrenamiento (Chamizo & Mackintosh, 1989; Trobalon, Sansa, Chamizo, & Mackintosh, 1991). Estos autores encontraron que la preexposición a un laberinto radial pudo facilitar la discriminación subsiguiente en la que las ratas eran reforzadas por elegir un brazo en particular. En otro experimento con pollos Honey, Horn y Bateson (1993), encontraron que la discriminación entre dos claves se facilitaba con un procedimiento diseñado para generar impronta en los sujetos a una de las claves. En aversión a sabores se han realizado muchos experimentos en los que se ha demostrado que la preexposición a los estímulos antes del entrenamiento reduce la generalización de la aversión entre ellos. Estos estudios se revisan más adelante.

McLaren, Kaye y Mackintosh (1989), señalaron los efectos que pueden tener estos dos tipos de procesos, por un lado la inhibición latente y por el otro el aprendizaje perceptual. Señalan que la inhibición latente produce un cambio en la asociabilidad de un estímulo y como consecuencia se produce un retardo en el condicionamiento de este estímulo en una etapa subsiguiente. Por otro lado, la preexposición del estímulo produce aprendizaje perceptual, esto es una mejora en la discriminabilidad del mismo (véase también Killcross, Kiernan, Dwyer &

Westbrook, 1998). En estos aspectos, McLaren et al. están de acuerdo con lo que mencionaron Hall y Honey (1988). Hall y Honey señalan que se requiere distinguir entre un cambio en asociabilidad y un cambio en discriminabilidad. La exposición de un estímulo tenderá a reducir la facilidad con que ese estímulo pueda entrar en nuevas asociaciones, su asociabilidad. Tal exposición usualmente retarda el condicionamiento subsiguiente, aunque el efecto se atenúa por un cambio en el contexto. Al mismo tiempo la exposición de un estímulo lo hace más fácil de ser discriminado de otro estímulo similar. McLaren et al. (1989) señalaron que algunos aspectos de las teorías de Wagner (1981) y de Pearce y Hall (1980), pueden relacionarse y formular una más general que maneje, sin mucha dificultad, algunos de los hallazgos que han creado problemas a las teorías originales. Señalan que el mayor problema para ambas teorías es el explicar el aprendizaje perceptual. Agregan la suposición de que aun los estímulos simples como luces y tonos deberían considerarse como conjuntos de elementos. Basados en esta noción, sientan las bases para la integración de ambas teorías de Wagner y de Pearce y Hall. Consideran que los modelos de *procesamiento paralelo distribuido* de las teorías conexionistas, postulan un sistema que incluye un gran número de elementos que pueden asociarse de acuerdo con ciertas reglas. Además, que las asociaciones se forman no sólo entre los elementos de diferentes eventos, sino entre los varios subelementos que componen un solo evento, como el EC mismo. Así, la presentación de un EC debería establecer asociaciones entre un subconjunto aleatorio de sus elementos que son muestreados en cada ensayo y eventualmente, entre todos sus elementos.

Esta suposición es la base de las explicaciones que presentan McLaren et al. En términos generales, proveen un mecanismo para el establecimiento de las representaciones de los eventos, que le permiten al animal identificar un estímulo visto repetidamente mejor que uno visto por primera vez, o reconstruir una representación completa de un estímulo familiar a partir de un fragmento aislado del mismo. McLaren et al. esperan que a partir de estas suposiciones se puedan organizar los resultados paradójicos y aun no integrados de los experimentos en que los sujetos se preexponen a uno o más estímulos en ausencia de reforzamiento. McLaren y Mackintosh (2000), señalan que los factores importantes en la explicación del aprendizaje preceptual son la inhibición latente, la unitarización, los pesos transitorios y permanentes y la generación de efectos inhibidores que se producen al preexponer un par de estímulos que comparten elementos comunes. Señalan que aunque su teoría es semejante en ciertos aspectos a la de Wagner (1981), difiere en las predicciones que hace a un nivel elemental, específicamente, la de ellos predice que los elementos de un estímulo pueden predecirse entre si y como resultado reducir su saliencia. En cambio la de Wagner considera sólo asociaciones entre el contexto (o tal vez otro estímulo) y el estímulo de interés como determinantes de la saliencia del mismo estímulo. Uno de los elementos importantes del modelo de McLaren y Mackintosh, un sistema conexionista, es una *regla Delta*. Para explicarla señalan que su modelo contiene elementos llamados *nodos* que están interconectados por eslabones o pesos. Todos los nodos están interconectados pero la fuerza de un enlace o el valor de un peso que une dos nodos pueden

variar. Cuando la *activación* (Ω) trata de pasar a través de un eslabón, *la fuerza de un eslabón* (w) determina qué tan exitoso es el resultado. La activación del nodo emisor se multiplica por el peso del eslabón que une de él al nodo receptor. Así, un peso igual a cero evita que la activación pase. Las *conexiones de los eslabones* son unidireccionales pero están conectados recíprocamente. En la versión típica de la regla delta los nodos pueden tener una activación que se encuentra entre el rango de +1 a -1. Esta activación es el resultado de dos tipos de entradas: Entrada *externa* (e) que proviene del exterior del sistema y entrada *interna* (i) que proviene de otros nodos vía los eslabones que los unen. Estas variables entre paréntesis tienen un *subíndice* que puede representar a todas las entradas internas y externas del sistema. Cuando un nodo recibe una entrada su activación cambia y cuando aquella termina el nivel de activación se revierte a su estado inicial. Llamamos a la *diferencia* ($e-i$) delta (Δ). Esta regla es el aspecto central de su modelo. El efecto de esta regla es que en ensayos sucesivos de aprendizaje los pesos de un nodo cambian hasta que e e i son iguales, esto es, hasta que las entradas externas e internas sean iguales. Debido al término de activación de la regla, los pesos de los nodos más activos cambian en mayor medida. En la simulación en tiempo real, los procesos actúan en línea y continuamente. El elemento Δ o la diferencia ($e-i$), se representa por otro nodo hipotético o elemento cuyas respuestas a las entradas que representan cambios en Δ , son suaves y graduales. Otro concepto importante es la *disminución* de los pesos del sistema. Se supone que el decaimiento de los pesos es exponencial y se

mantiene así hasta que una porción fija de los incrementos permanece hasta el punto en que no se disminuye más. En la Figura 1 se presenta una adaptación del modelo de McLaren y Mackintosh (2000). Los círculos representan a los nodos, las letras e a las entradas desde el exterior del sistema, las flechas representan las conexiones entre los nodos que representan pesos o eslabones.

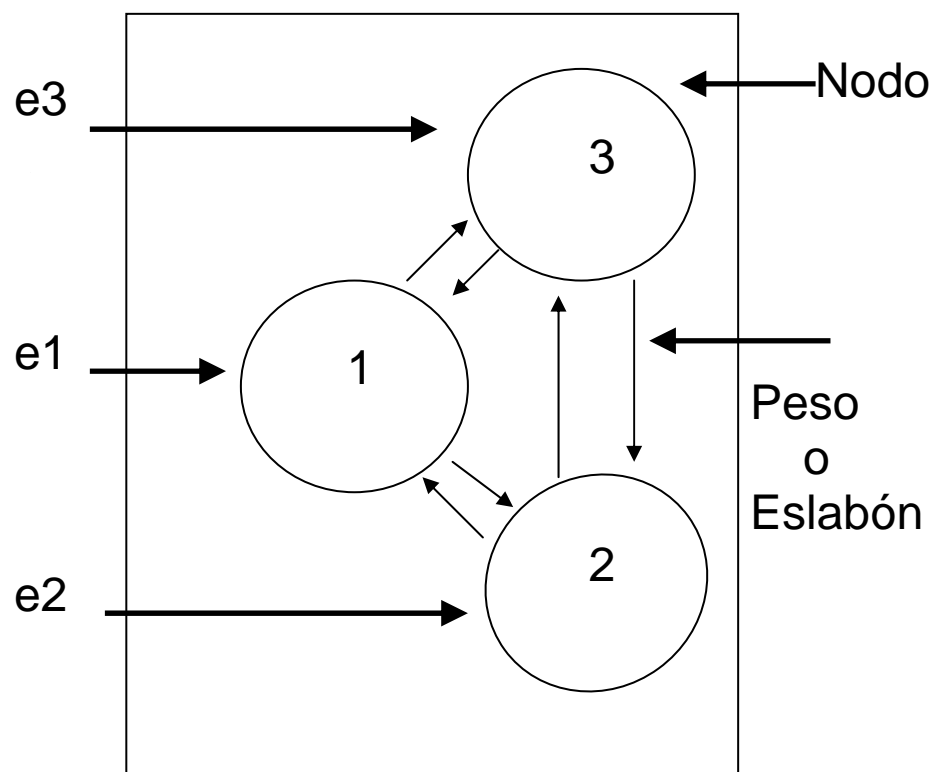


Figura 1.- Modelo de McLaren y Mackintosh (2000).

En condicionamiento clásico además de la discriminación de estímulos ilustrada mediante la producción de EC excitadores e inhibidores, también se produce un efecto llamado *generalización de estímulos*. En este caso una

respuesta a un EC puede producirse también a un estímulo que comparta un elemento común o esté cercano en las dimensiones físicas al EC. Por ejemplo, dos estímulos A y B pueden contener elementos distintos a y b y compartir algún elemento, por ejemplo x . Así, en realidad los elementos de los estímulos serían $A = a + x$ y $B = b + x$. En otros casos pueden presentarse estímulos compuestos como AX o BX en los que el elemento X puede combinarse con los otros elementos A y B. Por ejemplo que A sea azúcar, B sal y X limón. En la prueba que se hace después del condicionamiento en los experimentos de ACS, por medio de la evaluación del consumo de ambos estímulos, se determina si los sujetos discriminan, esto es desarrollaron aversión al sabor asociado con el tóxico, de otro sabor nuevo al que no habían sido expuestos o al que no se apareó con el tóxico. Si el consumo ante ambos estímulos es reducido, se dice que se generalizó la aversión a ambos estímulos. Si el consumo sólo se reduce al estímulo asociado con el tóxico se dice que hay una discriminación de éste. Diversos autores han explorado diferentes formas de manipular los estímulos para reducir la generalización entre ellos, esto es para mejorar la discriminación de la aversión. En esos estudios se han utilizado estímulos simples como líquidos con sabor a sal, azúcar, limón, vinagre, quinina, etc., o estímulos compuestos en los que se mezclan los elementos simples. En la nomenclatura de los estímulos, a los elementos simples diferentes se les asigna una letra A o B y a un elemento que puede ser común en dos mezclas se le asigna la letra X. Con estas manipulaciones se pueden presentar a los sujetos estímulos simples o complejos en los que se mezclan dos estímulos simples y un tercer estímulo es

común a ambos pues lo comparten. Por ejemplo, líquido con azúcar y limón (AX) y líquido con sal y limón (BX). En este caso A y B son los sabores a azúcar y a sal y X es el sabor a limón, como se mencionó arriba. En el estudio de la aversión a sabores con estímulos complejos se ha encontrado que uno de los factores que puede minimizar la posibilidad de una generalización (i. e., que ambos estímulos produzcan aversión), es la familiaridad de los sujetos con los estímulos que se van a asociar con la intoxicación con LiCl (Álvarez & López, 1995; Artigas, Sansa, Blair, Hall, & Prados, 2006; Batsell & Best, 1993; 1994; Bennett & Mackintosh, 1999; Bennett, Tremain & Mackintosh, 1996; Bennett, Wills, Wells, & Mackintosh, 1994; Best & Batson, 1977; Domjan, 1975; Espinet, Iraola, Bennett, & Mackintosh, 1995; Hall & Channell, 1985; Hall & Channell, 1986; Honey & Hall, 1989^a; 1989^b; Mackintosh, Kaye, & Bennett, 1991; McLaren, Kaye & Mackintosh, 1989; Mitchell, Nash, & Hall, 2008; Rodríguez & Alonso, 2008; Rodríguez, Blair, & Hall, 2008; Symonds & Hall, 1995). Esta familiaridad se logra preexponiendo a los sujetos a los estímulos que funcionarán como EC's antes de aparear uno de ellos con el LiCl.

De acuerdo con McLaren y Mackintosh (2000), cuando los compuestos se presentan repetidamente, los elementos X desarrollarán inhibición latente y esto reducirá su saliencia, esto traerá como resultado que sean ensombrecidos por el elemento A, que adquirirá la mayoría de la fuerza asociativa del EI, dejando menos fuerza para el elemento X y evitará que se generalice a BX (véase también Honey & Hall, 1989 y Bennett, et al., 1994). Bennett y colaboradores (1994), encontraron que la preexposición a un estímulo

compuesto reduce la generalización de la aversión cuando se produce inhibición latente a los aspectos comunes del mismo. En varios experimentos encontraron también que la reducción de la generalización no es debida a la reducción en neofobia, sino a la inhibición latente de los elementos que los estímulos comparten o tienen en común. Otra muestra del efecto de preexponer a estímulos compuestos fue reportada en el estudio de Symonds y Hall (1997). Symonds y Hall sometieron a las ratas del estudio a la preexposición de ambos estímulos compuestos AX y BX o a sólo uno de ellos BX. El Experimento 1 mostró que esta preexposición es suficiente para reducir la generalización entre los compuestos. Tres experimentos adicionales evaluaron el efecto de la preexposición al elemento común. Encontraron que a pesar de que la preexposición tiende a mantener la asociabilidad del efecto común, se reduce la generalización entre los elementos diferentes A y B. Un estudio que también ejemplifica lo anterior es el de Bennett y Mackintosh (1999). Estos autores utilizaron diversas maneras de preexponer a dos sabores compuestos AX y BX para determinar su efecto sobre la generalización de la aversión entre los dos estímulos A y B. Encontraron que la preexposición alternada produjo una menor generalización que la preexposición en bloques de manera semejante a lo encontrado por Symonds y Hall (1995). También encontraron que el variar el intervalo entre los estímulos de uno o dos minutos a varias horas no afectó la generalización. Sólo cuando el intervalo se redujo a 0 s el aumento observado en la generalización entre los estímulos se acompañó de un incremento en la fuerza de la aversión condicionada al elemento común X. Symonds y Hall (1995),

expusieron estímulos compuestos AX y BX en un paradigma de aversión condicionada al sabor. Encontraron que la preexposición no reforzada de los estímulos redujo la generalización entre ellos. Esta reducción en generalización requirió que la preexposición de los estímulos fuera alternada y no en bloques en los que se repetía la exposición de un solo estímulo compuesto. Sugirieron que la oportunidad de comparación que surge en este programa de preexposición alternada puede ser un factor importante en un proceso de aprendizaje perceptual que sea responsable de la reducción en generalización (véase también Mitchell, Nash & Hall, 2008).

Adicionalmente, McLaren y Mackintosh (2000) mencionan otro factor importante en el desarrollo del condicionamiento con estímulos compuestos, la *unitarización*. Cuando se exponen los estímulos compuestos del tipo AX, BX en un contexto representado por C, los elementos A se muestrean de manera variable; los elementos X y C se muestrean con una tasa de un 100%. Como resultado de esto, los elementos X perderán saliencia más rápidamente que los elementos A, que en consecuencia desarrollarán asociaciones entre ellos sobre las asociaciones con los elementos X. Este proceso permitirá que el subconjunto activo de elementos de A recuerde otros miembros de ese conjunto y estos elementos están disponibles, para ambos, aprender y expresar cualquier asociación que se haya agregado a ellos. Un factor que también consideran estos autores es el de generación de *relaciones inhibitorias*. De acuerdo con este concepto, en un ensayo AX, los elementos activos de A suprimirán cualquier elemento B evocado por los elementos contextuales o por los elementos X, y en

un ensayo BX, los elementos B activos suprimirán cualquiera de los elementos A que puedan ser evocados de cualquier forma. Específicamente, la presentación de A evocará, a través de una asociación de X el recuerdo de B, en estas condiciones la evocación de B se presentará en ausencia de un EI con él y le generará inhibición (véase también Hall, 1996).

Un ejemplo de esta formación de relaciones inhibitoras se reportó en el estudio de Espinet, Iraola, Bennett y Mackintosh (1995). Estos autores evaluaron la predicción de que cuando se exponen dos estímulos compuestos AX y BX, se forman asociaciones inhibitoras entre los elementos diferentes A y B y que esta predicción puede evaluarse con una prueba de retardo. El elemento que adquiere inhibición como contraparte del que adquirió excitación, tardará más en condicionarse de manera excitadora al mismo EI que un estímulo neutral. Sin embargo, Prados, Hall y Leonard (2004) no encontraron apoyo a esta formación de relaciones inhibitoras.

En los estudios de alimentación con ratas como sujetos, se ha encontrado que ellas utilizan diversas estrategias para alimentarse de manera adaptativa. Un aspecto que se ha observado en las ratas es que no consumen alimentos nuevos fácilmente. Muestran cautela con los alimentos nuevos y los consumen en pequeñas cantidades. A este fenómeno se le ha llamado *neofobia* (Best & Batson, 1977; Domjan, 1975). Este fenómeno resulta interesante pues en los estudios de ACS se ha encontrado que el no consumir un tipo de alimento puede deberse: a) a una generalización del efecto aversivo o b) a la neofobia. A

continuación se describen los estudios de Best y Batson (1977) y Domjan (1975).

Domjan (1975; Experimento 3), encontró que no se producía una aversión tan fuerte cuando los sujetos se familiarizaban con un sabor preexponiendo a los sujetos al mismo, caseína o vinagre, como cuando las soluciones eran nuevas.

Best y Batson (1977; Experimento 2), evaluaron el efecto de preexponer a los sujetos a una solución de café (0.75% p/v; Decaf de Nestle) y a los 14 días de ello tratar de generar aversión con una dosis 0.15 M, de cloruro de litio. En una prueba realizada a los siete días, después de dos sesiones de condicionamiento, encontraron que en el grupo preexpuesto a la solución de café se produjo una aversión menor que en otros grupos a los que no se preexpuso a la solución de café.

Algunos estudios han mostrado que la aversión condicionada puede producirse a señales exteroceptivas además de a señales gustativas. Sin embargo, el condicionamiento no procede de una manera tan expedita como con estímulos gustativos (*cf.* Best, Best, & Mickley, 1973; Domjan & Wilson, 1972; García & Koelling, 1966; Mitchell, Kirschbaum, & Perry, 1975; Morrison & Collyer, 1974). Para producir aversión con estímulos exteroceptivos tal vez se requiera de algunas manipulaciones adicionales. Una de ellas puede ser el aumentar el número de ensayos de condicionamiento. Un aspecto que resulta evidente después de analizar la metodología de esos estudios en los que la aversión no se generó a señales exteroceptivas es que las señales visuales exteroceptivas no se

encontraban directamente en el alimento o líquido de consumo. Los estímulos utilizados eran luces, tonos o sonidos, con ubicación diferente de los recipientes de comida. Wilcoxon, Dragoin y Kral (1971) utilizaron líquido coloreado para producir aversión condicionada con ciclofosfamida como estímulo aversivo. Sin embargo, no pudieron producir aversión condicionada en ratas de la cepa Sprague-Dawley. Esta cepa de ratas tiene los ojos no pigmentados y varios estudios han mostrado que las ratas pigmentadas, como las Long Evans con ojos pigmentados, tienen una mayor agudeza visual que las ratas albinas que tienen ojos sin pigmento (Lashley, 1930). Además, Davis (1973) reportó también, que las ratas de cepas encapuchadas y con ojos pigmentados, como las de la cepa Long Evans, tienen mayor agudeza visual y son capaces de responder a estímulos visuales. Aunque la visión cromática y la agudeza visual no dependen de los mismos receptores ni son el mismo proceso, los estudios mencionados muestran que las dos cepas de ratas tienen visión diferente, la de la cepa Long Evans es superior a la de las cepas no pigmentadas como la Wistar o la Sprague Dawley. La diferencia podría incluir la posibilidad de quedar bajo el control de diversos estímulos, por ejemplo, estímulos cromáticos o pseudo cromáticos en los que la diferencia en contraste de los colores distintos puede ser una propiedad a la que respondan los sujetos de manera discriminativa. Algunos estudios muestran la posibilidad de que esto ocurra en las ratas de la cepa Long Evans. Por ejemplo en el estudio reportado por Braveman (1977), se estableció aversión condicionada a líquido coloreado en ratas de la cepa Long Evans. En

aquel estudio se mencionó que la visión de las ratas puede ser también una modalidad sensorial que les permita seleccionar el alimento, además del olfato.

Los estudios fisiológicos de la visión en ratas de la cepa *Wistar* indican que poseen conos y bastones en la retina (Cicerone, 1976), esto sugiere que tal vez sean sensibles cierto contenido cromático de los estímulos. En algunos estudios recientes se ha sugerido que las ratas (*Rattus Norvegicus*) posiblemente puedan tener una visión cromática rudimentaria o pseudo cromática, basada en la información provista por los conos y los bastones de la retina (Goldsmith, 1994; Jacobs, 1992; Jacobs, 1993; Jacobs, Nota 3; Jacobs, Neitz & Deegan, 1991). En los estudios de Jacobs y colaboradores se ha encontrado que las ratas son sensibles a dos longitudes de onda, específicamente a 511 nm y a 360 nm. Estas longitudes de onda corresponden al color azul-verdoso y a un "color" en el rango ultravioleta del espectro cromático. Rowe (Nota 5; Nota 6), en un análisis de la evolución de la visión cromática en diversas especies de animales señala también que los mamíferos no primates tienen una visión cromática rudimentaria y que algunos roedores son sensibles y responden a la luz ultravioleta. Considera que un mínimo para poseer visión cromática es que los animales perciban por lo menos dos longitudes de onda diferentes. Las ratas, como se mencionó antes, pueden percibir dos longitudes de onda. Entonces, con base a esta información es posible que las ratas puedan percibir un estímulo azul verdoso como más brillante sobre un fondo menos brillante y basar una discriminación visual en esta diferencia de contraste (Rowe, Nota 6).

Adicionalmente, otros aspectos determinan la magnitud del CAS. Uno de ellos son el intervalo *condicionamiento-prueba*, y el segundo el intervalo *preexposición-condicionamiento*. En un experimento Batsell y Best (1993) manipularon el intervalo condicionamiento-prueba de 1 a 5 días y encontraron mayor aversión a los 5 días. También reportaron que el método de prueba de dos botellas es apropiado cuando sólo se requiere detectar aversión, pero que el método de una botella es más adecuado cuando se trata de detectar aversión diferencial entre los grupos de un experimento. En un segundo estudio Batsell y Best (1994), manipularon el intervalo condicionamiento prueba y encontraron que la aversión se hizo más fuerte a medida que el intervalo se alarga de 18 a 72 horas.

Álvarez y López (1995) evaluaron los efectos de preexponer los estímulos que funcionarían como EC's y el efecto de manipular la duración del intervalo de retención entre la preexposición y el condicionamiento. Encontraron que la preexposición a los elementos de un EC compuesto muestra inhibición latente si el intervalo es corto, por ejemplo, un intervalo corto de 1 día en comparación con otro intervalo largo, 21 días. También encontraron que un cambio en el contexto de preexposición y en el de prueba producía inhibición latente cuando los elementos se preexpusieron como un compuesto. Además, reportaron que los dos tipos de preexposición produjeron la misma cantidad de inhibición latente cuando el contexto se cambiaba en la transición de la fase de preexposición a la fase de prueba.

Con base en los estudios mencionados anteriormente, se puede suponer que las ratas pueden responder a estímulos visuales si estos se encuentran en el alimento mismo. Además, si los alimentos con señales visuales características se preexponen antes del condicionamiento, se podría asegurar la posibilidad de obtener un condicionamiento más robusto. En los experimentos que se reportan adelante se analizó la posibilidad de producir aversión condicionada a señales visuales en el alimento mediante la aplicación de inyecciones de cloruro de litio. En los estudios presentados a continuación, se preexpuso de diversas formas a los sujetos a los estímulos, antes de ser asociados con el tóxico. Las preguntas de investigación que se intentaron responder en cada uno de los experimentos que se presentan adelante fueron las siguientes:

- 1.- ¿Afecta la preexposición el grado de aversión condicionada?
- 2.- ¿Cómo afecta el intervalo entrenamiento-prueba a la aversión condicionada?
- 3.- ¿La preexposición a los estímulos reduce la generalización y la neofobia?
- 4.- ¿La preexposición alternada de los estímulos compuestos produce relaciones inhibitorias entre ellos?

Experimento 1: Preexposición a los estímulos condicionados en aversión condicionada.

Espinete et al. (1995) analizaron el efecto de preexponer a los sujetos a los estímulos que servirían como EC's en un procedimiento de aversión condicionada al sabor. Encontraron que se producen diversas relaciones entre los estímulos y que éstas pueden evaluarse con diferentes pruebas. Domjan (1975) y Best y Batson (1977) en estudios de aversión al sabor encontraron que una sola exposición a los sabores reduce la generalización en la prueba de la aversión. En el presente experimento se evaluó el efecto de preexponer los componentes de los estímulos que se utilizarían como EC's en un procedimiento de ACS.

Método

Sujetos

Se utilizaron 72 ratas hembra de la cepa Long Evans. Las ratas provenían del Bioterio de la FESI y tenían una edad de 90 días al inicio del experimento. Las ratas tenían acceso a alimento NPT durante todo el experimento. Se mantuvo a las ratas en jaulas colgantes individuales (Armexa, México D. F.) de 18 cm de alto y de largo y 24 cm de fondo. Como se les privó de comida, las ratas tenían acceso al alimento únicamente 20 min diarios, presentados a la misma hora todos los días. Invariablemente, la prueba de preferencia alimenticia se llevó a cabo en las jaulas habitaciones individuales. Los animales tuvieron acceso libre al agua durante todo el experimento. Se mantuvieron en un ciclo luz/oscuridad de 12/12 h. La temperatura se mantuvo entre 21 y 26 grados Celsius.

Aparatos y Materiales

Como el objetivo de todos los experimentos fue determinar el papel de estímulos visuales sobre la aversión alimenticia, se utilizaron colorantes vegetales azul y amarillo (McCormick, México, D. F.) para teñir los alimentos. Se utilizó cloruro de litio (Baker, México, D. F.) para producir aversión condicionada a la comida. Se preparó una dieta NPT compuesta por caseína, maicena, aceite vegetal, aceite de hígado de bacalao y un complejo vitamínico. Este alimento era de color blanco y al colorearse no se cambió el color original del tinte, cosa que no ocurre cuando se utiliza Purina (Harlan, México, D. F.) molida como base para preparar el alimento coloreado.

Procedimiento

Preexposición.- Se preexpuso a los grupos ($n=12$) a uno de los diferentes estímulos de colores azul, amarillo o blanco durante 7 días. A tres grupos a los que se les condicionó aversión al color amarillo se les preexpuso a los siguientes tipos de estímulos. Al Grupo Pre Azul se le preexpuso al alimento color azul; al Grupo Pre Blanco se le preexpuso a alimento blanco; al tercer Grupo Pre Blanco No Apareado se le preexpuso a alimento blanco pero el condicionamiento se hizo aplicando la inyección de LiCl 4 horas antes de presentar el alimento coloreado. A otros tres grupos se les preexpuso a Alimento Amarillo y Alimento Blanco. Al Grupo Pre Amarillo se le condicionó aversión al color azul. Los dos grupos restantes fueron expuestos al Alimento Blanco y al Grupo Pre Blanco se le condicionó aversión al color azul; al Grupo Pre Blanco No Apareado se le preexpuso a alimento blanco pero el condicionamiento se hizo aplicando la inyección de LiCl 4 horas antes de presentar el alimento coloreado.

Condicionamiento.- En la sesión de condicionamiento, el día 8, se les permitió comer durante 20 min un alimento coloreado y se les aplicó una inyección de una solución de cloruro de litio al 1 % p/v en una dosis del 0.75% de peso corporal ip, inmediatamente después de consumir el alimento o cuatro horas antes de consumirlo, en los grupos no apareados.

Prueba.- Al día siguiente del condicionamiento en el día 9 y por tres días más, se les hizo una prueba de preferencia en extinción en la que se presentaron ambos colores de alimento, azul y amarillo en porciones pesadas y se midió el consumo después de alimentarse durante 20 min. La posición de los alimentos se contrabalanceó a través de los sujetos. Una proporción de 0.5 indicaba que no había diferencia entre el consumo de ambos alimentos. Una proporción menor a 0.5 indicaba aversión al alimento apareado con LiCl y una proporción mayor a 0.5 indicaba una preferencia por ese alimento asociado a LiCl.

Resultados

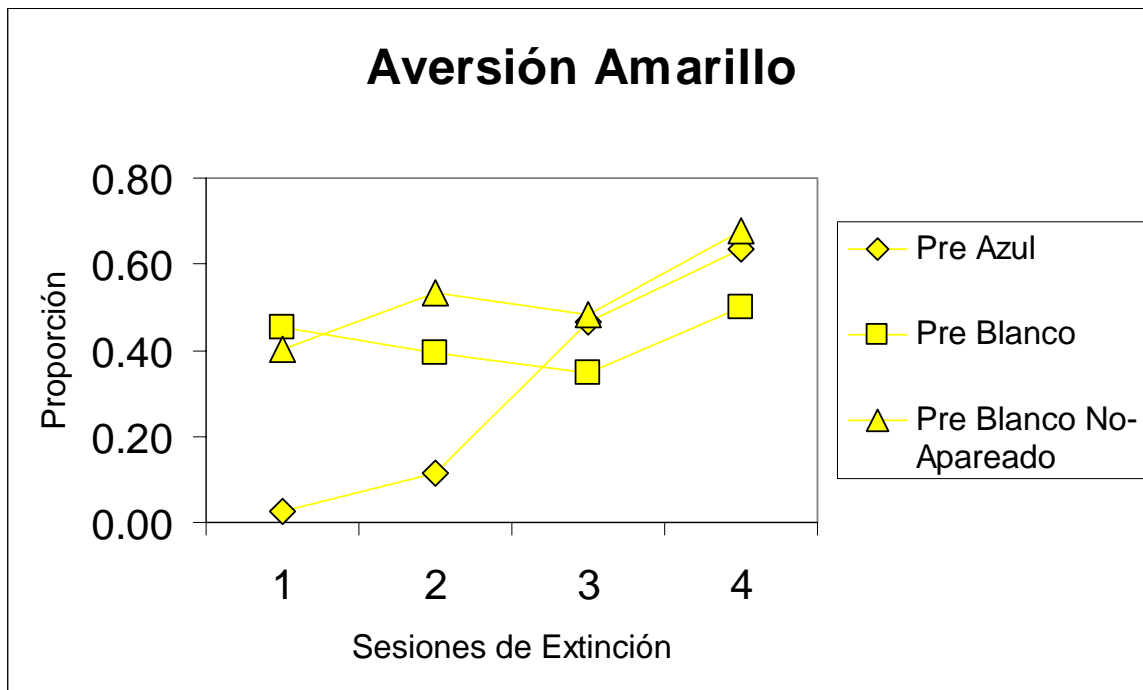


Figura 2.- Esta figura presenta la proporción promedio de consumo de los tres grupos a los que les condicionó aversión al color amarillo. La ordenada presenta la proporción de consumo y la abscisa los días de prueba en extinción después de una sesión de condicionamiento.

La Figura 2 muestra la proporción promedio de consumo de los grupos Pre Azul, Pre Blanco y Pre Blanco No Apareado. El grupo que se preexpuso al Alimento Azul mostró una aversión al color Amarillo que fue desapareciendo en los ensayos de extinción. En los otros dos grupos no se produjo aversión, están cercanos al .5. Un ANOVA de Medidas Repetidas con grupo y sesiones de extinción como factores mostró una diferencia significativa para el factor grupo $F(2, 33) = 17.18, p < .001$ y para sesiones de extinción $F(3, 99) = 11.478, p < .001$, y una interacción de grupo con sesiones de extinción significativa, $F(6, 99) = 4.684, p < .001$. Los contrastes planeados mostraron una tendencia lineal significativa para las sesiones de extinción $F(1, 33) = 33.280, p < .001$ y una

interacción lineal significativa de el factor grupo con el factor sesiones de extinción $F(2, 33) = 12.048, p < .001$. Las comparaciones planeadas entre grupos, con ajuste Bonferroni, mostraron diferencias confiables entre los tres grupos, $p < .05$. Un contraste simple con el grupo Pre Azul como categoría de referencia mostró diferencias significativas al compararse con los otros dos grupos que fueron preexuestos al Alimento Blanco, el grupo Pre Blanco y el grupo Pre Blanco No Apareado, $p < .01$. Una comparación con la corrección de Bonferroni por pares mostró diferencias significativas entre el día 4 de Extinción con los días 3, 2, y 1, $p < .05$. Una prueba *post hoc* Bonferroni mostró diferencias significativas para los tres grupos del experimento, $p < .05$.

La Figura 3 muestra los grupos que fueron preexuestos a Alimento Amarillo y condicionados con Alimento Azul.

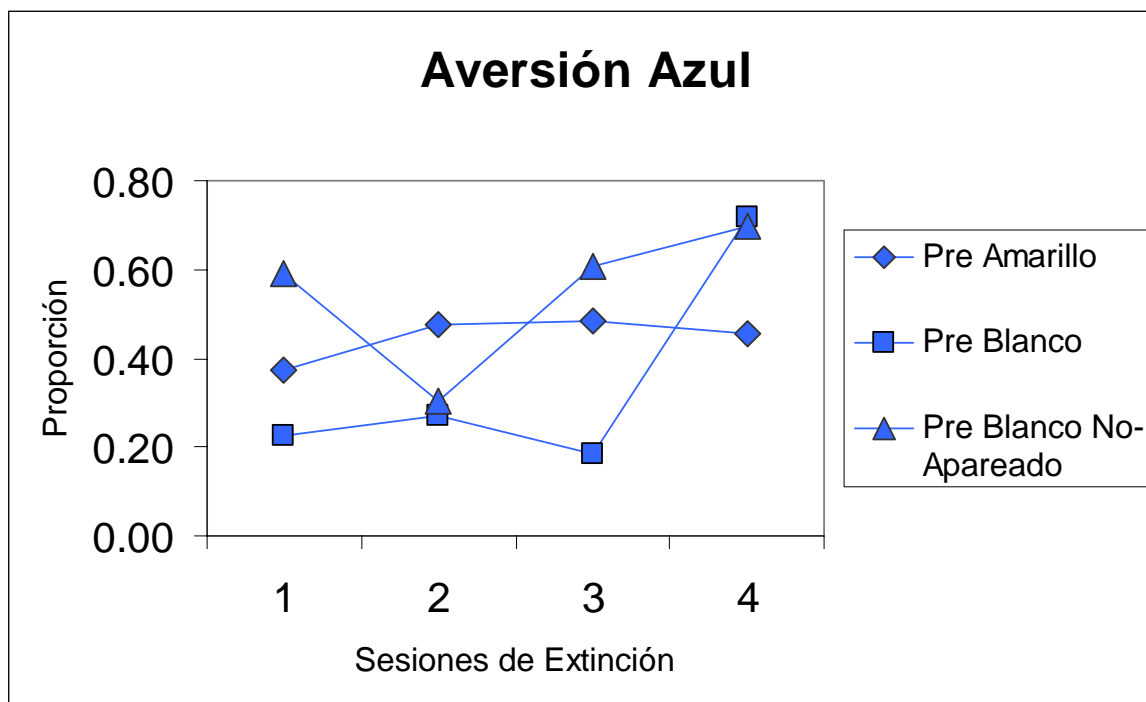


Figura 3.- Esta figura presenta la proporción promedio de consumo de los tres grupos a los que les condicionó aversión al color azul. La ordenada presenta los días de prueba en extinción después de una sesión de condicionamiento.

La Figura 3 del grupo Preexpuesto a Alimento Amarillo no muestra aversión marcada. Un ANOVA de Medidas Repetidas con grupos y sesiones de extinción como factores mostró un efecto significativo para el factor grupo $F(2, 33) = 9.81, p < .001$, así como para el factor sesiones de extinción $F(3, 99) = 9.929, p < .001$, así como una interacción significativa entre el factor grupo y el factor sesiones de extinción $F(6, 99) = 5.615, p < .05$. Los contrastes planeados a las sesiones de extinción mostraron un efecto lineal significativo $F(1, 33) = 20.34, p < .001$ y una interacción lineal significativa entre grupo y sesiones de extinción $F(2, 33) = 3.995, p = .028$. Las comparaciones planeadas por pares de grupos, con ajuste Bonferroni, mostraron diferencias confiables entre los grupos preexpuestos al alimento blanco, Pre Blanco y Pre Blanco No Apareado, $p < .001$. Un contraste simple entre los grupos mostró una diferencia significativa al comparar el grupo Pre Amarillo como categoría de referencia contra el grupo Pre Blanco $p = .029$, así como una diferencia significativa al comparar el grupo Pre Amarillo contra el grupo Pre Blanco No Apareado $p < .001$. Una comparación con la corrección de Bonferroni por pares mostró diferencias significativas entre el día 4 de Extinción con los días 3, 2, y 1, $p < .05$. Una prueba *post hoc* Bonferroni mostró diferencias significativas para los grupos preexpuestos al alimento blanco, Pre Blanco y Pre Blanco No Apareado, $p < .001$.

Discusión

Cuando se preexpuso el alimento color azul se generó aversión al color amarillo en mayor grado que cuando se preexpuso alimento blanco. El haber preexpuesto el alimento azul permitió condicionar el alimento del color alterno. El efecto de la preexposición a alimento coloreado fue mayor para la aversión al Alimento Amarillo que para el Alimento Azul. En estudios previos hechos en nuestro laboratorio se ha observado un mayor consumo incondicional del alimento azul (Arriaga, 2001; Rodríguez, 2002). Estas diferencias pueden explicar la diferencia en los resultados observados en este experimento. La preexposición a amarillo no produjo el mismo efecto en el condicionamiento de aversión al alimento azul, aunque sigue un patrón semejante al condicionamiento de aversión al amarillo mostrando una aversión más intensa en el primer día de prueba. Como puede observarse en las figuras el consumo de alimento amarillo no se redujo tanto como el consumo de alimento azul en los cuatro grupos preexpuestos al alimento blanco. Esta diferencia puede explicarse por la mayor semejanza entre el alimento blanco y el alimento amarillo.

Experimento 2: Intervalo Entrenamiento-Prueba

Batsell y Best (1994) evaluaron paramétricamente el desarrollo de la aversión condicionada a distintos intervalos después del condicionamiento. Encontraron que la aversión se incrementaba y que se estabilizaba a las 48 h después del condicionamiento. En el presente experimento se evaluó el efecto de intercalar diferentes demoras entre el condicionamiento de aversión a alimentos coloreados y la prueba.

Método

Sujetos

Se utilizaron 72 sujetos del mismo tipo a los utilizados en el Experimento 1.

Drogas y Materiales

Se utilizaron la misma droga para producir aversión y los mismos materiales para elaborar los alimentos coloreados que en el Experimento 1.

Procedimiento

Se estableció un régimen de alimentación de 20 minutos de acceso al alimento blanco durante 5 días. En el día 6 se les dio el color que no se asoció con el LiCl por 20 min. En la sesión de condicionamiento, el día 7, se les dio a los sujetos acceso al alimento del color alterno y al final de los 20 min se les aplicó una inyección ip de una solución de 1% p/v de LiCl en una cantidad de 0.75% del peso corporal. En este experimento se analizaron tres intervalos condicionamiento-prueba. Cada uno de los intervalos se evaluó en un grupo diferente ($n=12$). Se dejó un periodo entre el condicionamiento y la prueba de 24, 48 o 72 horas para cada uno de los grupos de cada color. En la prueba se presentaron cantidades pesadas de alimento coloreado, azul y amarillo en la jaula habitación. La

posición de los alimentos se contrabalanceó a través de los sujetos. Una vez que transcurrieron 20 min se recolectó el alimento sobrante y se pesó para determinar el consumo. Con el peso del alimento sobrante se calculó la proporción de consumo obteniendo el cociente del consumo del alimento asociado al LiCl dividido entre la suma del consumo de ambos alimentos. Cuando el intervalo era de más de 24 h, se dio acceso al alimento color blanco y al agua en los días intermedios. Por ejemplo cuando el intervalo fue de 48 h se les dio alimento color blanco y agua a los sujetos a las 24 h de la sesión de condicionamiento. Una proporción de 0.5 indicaba que no había diferencia entre el consumo de ambos alimentos. Una proporción menor a 0.5 indicaba aversión al alimento apareado con LiCl y una proporción mayor a 0.5 indicaba una preferencia por ese alimento asociado a LiCl.

Resultados

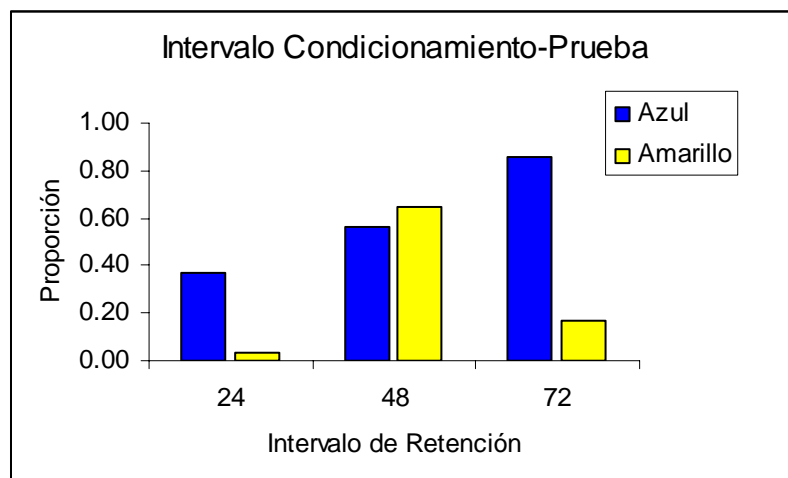


Figura 4.- Se presenta la proporción de consumo de alimento asociado a LiCl A los diferentes intervalos de demora.

En la Figura 4 puede observarse que la proporción promedio se incrementó de manera lineal para los grupos que consumieron alimento azul en el condicionamiento. La proporción promedio no varió de manera lineal para los grupos que consumieron alimento color amarillo. Un ANOVA mostró diferencias significativas para el factor grupos $F(2, 66) = 21.24, p < .0001$, el factor color $F(1, 66) = 35.28, p < .0001$ y la interacción de grupo y color también fue significativa $F(1, 66) = 18.60, p < .0001$. Los contrastes planeados mostraron una tendencia lineal significativa para los grupos en conjunto $F(1, 66) = 23.11, p < .0001$. Los contrastes para colores individuales mostraron una tendencia lineal significativa para los grupos entrenados con color azul $F(1, 66) = 48.79, p < .0001$ y una tendencia cuadrática significativa para el color amarillo $F(1, 66) = 28.09, p < .0001$.

Discusión

El efecto de variar el intervalo Condicionamiento-Prueba se manifestó de manera diferente en los grupos de cada color. En los grupos que consumieron alimento azul antes de generarles aversión condicionada se observó un incremento lineal a medida que se alargó el intervalo, se decrementó el grado de aversión a medida que se alargó el intervalo. En los sujetos que consumieron alimento amarillo se observó una función bitónica y en el grupo de 72 h se obtuvo un resultado consistente con lo reportado por Batsell y Best (1994). La diferencia entre los grupos de ambos colores puede deberse al factor mencionado en el Experimento 1, las ratas prefieren de manera incondicionada el alimento color azul. Esta preferencia podría explicar el menor grado de aversión en los sujetos que consumieron alimento azul y el incremento gradual del consumo del alimento a medida que se alargó el intervalo condicionamiento-prueba.

Experimento 3: Inhibición latente o familiaridad.

Bennett et al. (1994) mencionaron que Domjan (1975) y Best y Batson (1977) en estudios de aversión al sabor encontraron que una sola exposición a los sabores reduce la generalización en la prueba de la aversión. Bennett et al. encontraron, al replicar los estudios de Domjan y de Best y Batson, que el efecto de la preexposición única no está mediado por neofobia, que es más debido a un efecto de reducción de generalización. Bennett et al. distinguen dos formas en las que se puede explicar este efecto de reducción de generalización. La primera, si la generalización está determinada por la fuerza de la aversión a un elemento presente tanto en el condicionamiento como en la prueba, entonces una preexposición a este elemento deberá hacerle adquirir inhibición latente, esto es, el condicionamiento deberá reducirse. La segunda, basada en la hipótesis novedad-familiaridad de Best y Batson, implica que los elementos de la prueba son más familiares que los elementos presentados en el condicionamiento; entonces si se presenta un compuesto menos familiar en la prueba se producirá más generalización de la aversión que si se le presenta un compuesto familiar. Esto se lograría haciendo más familiares los elementos del compuesto en las tres etapas de un experimento de este tipo, a saber, la preexposición, el condicionamiento y la prueba. En el presente experimento se trató de evaluar estas alternativas utilizando estímulos compuestos en los que se mezcló el sabor y el color de los elementos. Se esperaba encontrar, tal como lo hicieron Bennett et al. apoyo a la hipótesis de inhibición latente.

Método

Sujetos

Se utilizaron 72 ratas hembras de la cepa Long Evans sin experiencia experimental. Las ratas se alojaron individualmente en jaulas de acero inoxidable. La edad de las ratas al inicio del experimento era de 3 meses. El peso promedio de los sujetos fue de 250 g. Las ratas permanecieron en un régimen de alimentación en el que recibían alimento durante 20 min cada 24 h. Se mantuvo a los sujetos en jaulas individuales

Drogas y Materiales

Se utilizó cloruro de litio (Baker, México, D. F) maicena, caseína de calcio, aceite vegetal, aceite de hígado de bacalao y una mezcla de vitaminas y minerales para elaborar una dieta especial llamada NPT. Se utilizaron colorantes para alimento (McCormick, México, D. F.).

Procedimiento

Preexposición.- Seis grupos de 12 ratas cada uno se preexpusieron a diferentes alimentos coloreados y saborizados elaborados a base de la dieta NPT. En el grupo AmaAlmendra se preexpuso a los sujetos a una mezcla de dieta NPT con color amarillo y sabor almendra. En el grupo Amarillo-Almendra se preexpuso a los sujetos a alimento amarillo en el primer día y alimento con sabor almendra en el siguiente día. En el grupo AzulAlmendra se preexpuso a los sujetos al alimento azul con sabor de almendra. En el grupo NatAlmendra se preexpuso a las ratas al alimento blanco con sabor almendra. En el grupo AmaVainilla se preexpuso a los sujetos a alimento amarillo con sabor a vainilla. En el grupo Comida Natural se preexpuso a los sujetos al alimento NPT sin saborizar.

Condicionamiento.- En el día del condicionamiento se presentó a todos los grupos alimento azul con sabor almendra y después de consumirlo durante 20 min se les aplicó una inyección ip de una solución de cloruro de litio al 1% p/v en una cantidad de 0.75% del peso corporal. Sólo al grupo AzulAlmendra se le condicionó con alimento amarillo con sabor almendra. Después de la inyección se regresaron a su jaula-habitación en la que permanecieron por 24 h hasta el inicio de la Prueba.

Las condiciones del experimento pueden observarse en la Tabla 1.

Grupo	Preexposición	Condicionamiento	Prueba	No. Grupo	Promedio
AmaAlmendra	AlmeAmarilla	Azul(N)Alm(F)	Ama(F)Alm(FF)	1	4.6
Ama-Almendra	Alm1Amarill2	Azul(N)Alm(F)	Ama(F)Alm(FF)	2	3.8
AzulAlmendra	AlmeAzul	Ama(N)Alm(F)	Azul(F)Alm(FF)	3	3.7
NatAlmendra	NaturalAlmendra	Azul(N)Alm(F)	Ama(N)Alm(FF)	4	3.5
AmaVainilla	VainiAmarilla	Azul(N)Alm(N)	Ama(F)Alm(F)	5	2.8
Comida Natural	Comida Natural	Azul(N)Alm(N)	Ama(N)Alm(F)	6	3.7

Tabla 1.- Presenta el nombre del grupo, la preexposición, el condicionamiento, la prueba y el promedio de consumo durante la misma, N, novedoso, F, familiar y FF doble familiar.

Resultados

La Figura 5 presenta el promedio de consumo de los 12 sujetos de cada grupo del experimento. Se analizaron los grupos AmaAlmendra, AzulAlmendra y Ama-Almendra separados y se encontró que no había diferencias significativas entre ellos, $p > .05$. Estos

grupos se pueden considerar como equivalentes pues sólo se cambia el color en un caso amarillo contra azul y en el otro se presentan los estímulos en secuencia, no de manera simultánea. Las comparaciones que son relevantes son las que resultan de comparar entre los grupos AmaAlmendra, Comida Natural, AmaVainilla y NatAlmendra.

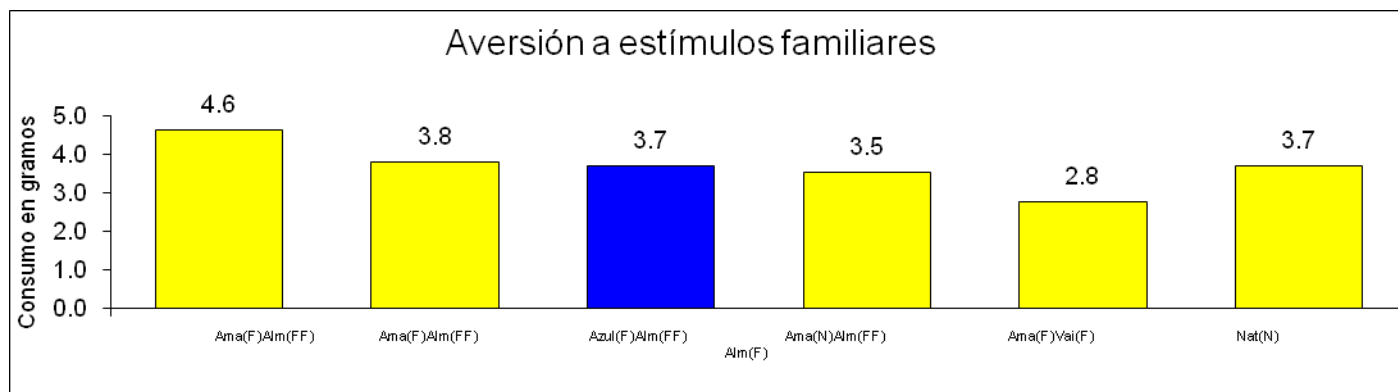


Figura 5a.- Presenta el consumo de alimento en la prueba para cada grupo del experimento.

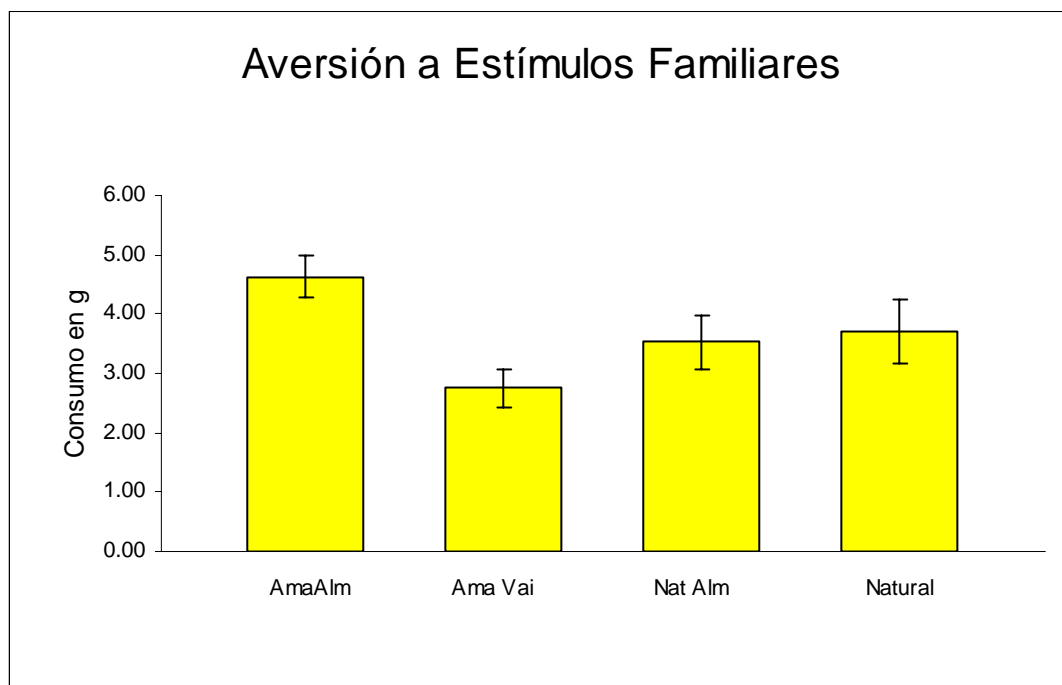


Figura 5b.- Presenta el consumo de alimento en la prueba para los grupos de comparaciones relevantes.

Un ANOVA con grupo como factor reveló diferencias significativas $F(3, 44) = 3.25, p = .03$. Un contraste simple con el grupo AmaAlmendra como categoría de referencia mostró diferencias significativas $F(1, 44) = 6.29, p = .01$.

Discusión

Como puede observarse en la Tabla 1, el grupo AmaAlmendra tiene al color amarillo como familiar y al sabor Almendra como doble familiar. El haber condicionado con Azul Almendra, Azul novedoso y Almendra familiar redujo la generalización debido a la preexposición y esto se reflejó en un mayor consumo en la prueba. En el resto de los grupos Comida natural, Ama Vainilla y NatAlmendra en los que no se produjo esta relación de familiaridad se produjo una generalización del efecto aversivo del LiCl y los sujetos de estos grupos consumieron una menor cantidad del alimento presentado en la Prueba. Este resultado es opuesto al encontrado por Bennett et al. (1994, Experimentos 2 y 2A) y apoya una explicación en términos de la familiaridad con los elementos de los estímulos y concuerdan con lo propuesto por Domjan (1975) y Best y Batson (1977), en lo que respecta a la familiaridad de los estímulos como consecuencia de haberlos preexuesto antes del condicionamiento.

Experimento 4: Formación de relaciones inhibitorias.

Espinet et al. (1995) evaluaron la predicción de que al preexponer dos estímulos compuestos se forman asociaciones inhibitorias entre los elementos diferentes y que éstas se pueden evaluar con una prueba de retardo. Bennett y Mackintosh (1999) y Symonds y Hall (1995), preexpusieron a los sujetos a dos tipos de presentación de la exposición de los estímulos compuestos y no encontraron diferencias en cuanto a la fuerza del condicionamiento. El objetivo de este experimento fue el de evaluar el efecto de preexponer a los estímulos compuestos sobre el condicionamiento de un elemento y la generación de inhibición al elemento alterno, evaluando su susceptibilidad a ser condicionado como aversivo o como no aversivo, con estímulos visuales como elementos diferentes y un sabor como estímulo común. Se esperaba que, de acuerdo con Espinet et al. preexponer a A (azul) y condicionarlo apareándolo con LiCl A+, haría inhibitorio a B (amarillo) y se retardaría su condicionamiento en los ensayos de condicionamiento posteriores. El aparear A con NaCl A-, no haría inhibitorio a B y no se retardaría el condicionamiento en los ensayos posteriores en comparación con el grupo A+. El aparear a X (sabor almendra) con LiCl X+, facilitaría el condicionamiento de B.

Método

Sujetos

Treinta y seis ratas, hembras, de la cepa Long Evans, experimentalmente ingenuas se utilizaron en el experimento. Las ratas provenían del Bioterio de la FESI y tenían una edad de 90 días al inicio del experimento. Se sometieron a un ciclo de privación de alimento en el que se les daba alimento a base de la dieta NTP durante 20 min cada día. Se mantuvieron en cajas de acero inoxidable de individuales (Armexa, México D. F.). El agua

estuvo disponible durante toda la duración del experimento. Invariablemente, la prueba de preferencia alimenticia se llevó a cabo en las jaulas habitaciones individuales. Los animales tuvieron acceso libre al agua durante todo el experimento. Se mantuvieron en un ciclo luz/oscuridad de 12/12 h. La temperatura se mantuvo entre 21 y 26 grados Celsius.

Materiales y Drogas

Los sujetos se mantuvieron en cajas de acero inoxidable de individuales (Armexa, México D. F.) de 18 cm de alto y de largo y 24 cm de fondo. Como el objetivo de todos los experimentos fue determinar el papel de estímulos visuales sobre la aversión alimenticia, se utilizaron colorantes vegetales azul y amarillo (McCormick, México, D. F.) para teñir los alimentos. Se utilizó cloruro de litio (Baker, México, D. F.) para producir aversión condicionada a la comida. Se preparó una dieta NPT compuesta por caseína, maicena, aceite vegetal, aceite de hígado de bacalao y un complejo vitamínico. Este alimento era de color blanco y el colorante vegetal utilizado tomó un color igual al del mismo, cosa que no ocurrió cuando se utilizó Purina molida como base para preparar el alimento coloreado.

Procedimiento

Preexposición.- Se preexpuso a los sujetos de los tres grupos de manera alternada a los compuestos AX y BX, en los que A y B eran colores azul y amarillo y X era sabor a almendra, durante 12 días.

Condicionamiento.- En el condicionamiento el día 13 se les presentó a los sujetos de cada uno de los tres grupos únicamente uno de los tres elementos del compuesto. A los sujetos del grupo X+ (Almendra LiCl) se les expuso al alimento NPT con saborizante almendra durante 20 minutos y al finalizar se les administró una inyección ip de LiCl en

una solución del 1% p/v y en un volumen del 0.75% de peso corporal. A los sujetos del grupo Azul NaCl después de consumir alimento azul durante 20 min se les administró una inyección ip de solución salina 0.9% en un volumen de 0.75% de peso corporal. A los sujetos del grupo A+ Azul LiCl después de consumir alimento azul durante 20 min se les administró una inyección ip de una solución de LiCl del 1% p/v en un volumen de 0.75% del peso corporal. En los días 14, 15 y 16 se les dio alimento amarillo durante 20 min y al finalizar se les aplicó una inyección ip de LiCl en una solución del 1% p/v y en un volumen del 0.75% de peso corporal.

Resultados

La Figura 6 muestra los resultados del Experimento 4. El condicionamiento de aversión a los diferentes grupos varió de manera ordenada y se mantuvo casi sin cambio para el grupo A+ Azul LiCl, de manera intermedia para el grupo X+ (Almendra LiCl) y más lentamente para el grupo Azul NaCl. Un ANOVA de medidas repetidas con grupo y ensayos de condicionamiento como factores, mostró un efecto significativo del factor grupo $F(2, 32) = 50.59, p < .0001$, del factor ensayos de condicionamiento $F(2, 64) = 50.05, p < .0001$, y una interacción significativa de ambos $F(4, 66) = 6.51, p < .0001$. Los contrastes ortogonales intrasujeto mostraron una tendencia lineal significativa $F(1, 33) = 88.92, p < .001$ y una tendencia lineal significativa para la interacción entre grupo y ensayos de condicionamiento $F(2, 33) = 11.40, p < .0002$. Un contraste simple con el grupo Azul NaCl como categoría de referencia mostró diferencias significativas $p < .0001$ para la comparación con los otros dos grupos. Las comparaciones entre pares de grupos con el ajuste de Bonferroni fueron significativas, $p = .05$. Las comparaciones entre pares de los

ensayos de condicionamiento con el ajuste de Bonferroni también fueron significativas, $p = .05$.

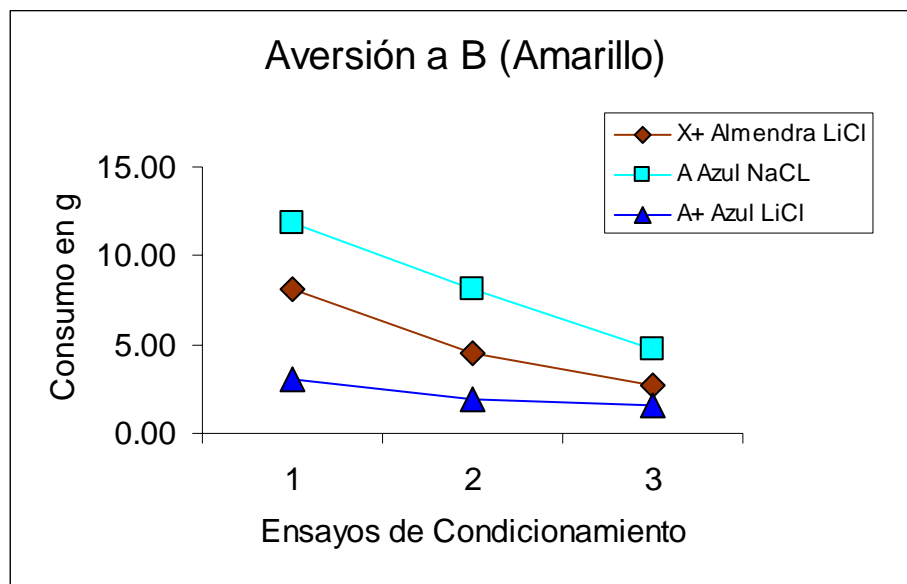


Figura 6.- Se presentan el promedio de consumo en los Ensayos de Condicionamiento del Experimento 4.

La tendencia se analizó primero para los grupos combinados y después para los grupos individuales con un ANOVA con grupo y ensayos de condicionamiento como factores. Esta prueba mostró un efecto significativo de grupo $F(2, 99) = 68.84, p < .0001$, de ensayos de condicionamiento $F(2, 99) = 40.02, p < .0001$ y una interacción significativa entre grupo y ensayos de condicionamiento $F(4, 99) = 5.33, p = .0006$. Los contrastes planeados para los grupos combinados mostraron una tendencia lineal significativa $F(1, 99) = 36.24, p < .0001$. Los contrastes planeados para ensayos de condicionamiento mostraron una tendencia lineal significativa $F(1, 99) = 80.95, p < .0001$. Las comparaciones planeadas mostraron una tendencia lineal significativa para el

grupo X+ $F(1, 99) = 35.94, p < .0001$ y para el grupo Azul NaCL, $F(1, 99) = 63.06, p < .0001$.

Discusión

Los resultados mostraron que en el grupo A Azul NaCL se produjo una generalización del efecto no aversivo al color, producto de la inyección de NaCl y por esto el condicionamiento de aversión fue más lento que en los otros dos grupos. En el grupo A+ Azul LiCl, se generalizó el efecto de aversión al color y el condicionamiento de aversión se mantuvo cercano a cero. En el grupo X+ (Almendra LiCl), el del elemento común, el efecto de generalización fue intermedio, esto pudo deberse a que aun siendo un elemento gustativo como el sabor a almendra, la exposición repetida de 24 ocasiones contra 12 de cada uno de los elementos A y B, produjo un efecto de inhibición latente y redujo su asociabilidad en comparación el color azul del alimento en el grupo A+ (Azul LiCl). Estos resultados son opuestos a los reportados por Bennett y Mackintosh (1999) y por Mondragón y Hall (2002). En ambos estudios se encontró un efecto de generalización reducida y en el presente experimento la generalización fue mayor para el elemento diferente del grupo A+ que para el elemento común X.

DISCUSIÓN GENERAL

Las preguntas experimentales que se plantearon en este trabajo fueron a) cómo afecta la preexposición el grado de aversión condicionada; b) cómo afecta el intervalo entrenamiento-prueba a la aversión condicionada; c) cómo afecta la preexposición a los estímulos, si se reducen la generalización y la neofobia; d) si la preexposición alternada de los estímulos compuestos produce relaciones inhibitorias entre los elementos distintos A y B. El Experimento 1 mostró que el efecto de la preexposición a alimento coloreado fue mayor para la aversión al Alimento Amarillo que para el Alimento Azul. Esta diferencia puede explicarse por la preferencia incondicionada que las ratas muestran al alimento de color azul. El Experimento 2 mostró que en los sujetos que consumieron alimento amarillo se observó una función bitónica y en el grupo de 72 h se obtuvo un resultado consistente con lo reportado por Batsell y Best (1994), la aversión se hizo más acentuada en el tercer día después del condicionamiento. En el Experimento 3 se obtuvo un resultado opuesto al encontrado por Bennett et al. (1994, Experimentos 2 y 2A) y los resultados apoyan una explicación del hallazgo en términos de la familiaridad con los elementos de los estímulos y concuerdan con lo propuesto por Domjan (1975) y Best y Batson (1977), en lo que respecta a la familiaridad de los estímulos como consecuencia de haberlos preexpuesto antes del condicionamiento. En el Experimento 4 se produjo una generalización de los efectos del estímulo condicionado en la fase de condicionamiento. Este resultado es opuesto a lo que se esperaría con estímulos gustativos compuestos, como lo mostraron los experimentos de Bennett y Mackintosh (1999); Bennett, et al. (1996); Bennett, et al. (1994); Espinet, et al. (1995); Hall y Channell (1985); Hall y Channell (1986); Honey y Hall (1989^a, 1989b); Mackintosh, et al. (1991); y Symonds y Hall (1995). El asociar al alimento azul con NaCl

produjo una generalización de ausencia de aversión al color amarillo y se reflejó en el menor grado de condicionamiento en este grupo, aparentemente no se generaron relaciones inhibitorias entre los colores. El asociar el sabor a almendra con LiCl produjo un nivel de condicionamiento intermedio. El asociar el color azul con LiCl produjo una generalización de la aversión al color amarillo que se observó en los tres ensayos de condicionamiento, en los que la aversión se incrementó pero no de manera confiable y tal vez con un efecto de piso. El hallazgo de que el condicionamiento a X+ fue más rápido que en el grupo A con NaCl, posiblemente se puede atribuir a las presentaciones de X en la preexposición del compuesto BX, que posiblemente resultó en cierto grado de inhibición latente antes de que X se apareara con el LiCl y X no se condicionó como lo predice el modelo de McLaren y Mackintosh (2000) y no produjo generalización al color amarillo B. El parecido entre el grupo asociado con NaCl y el grupo en el que X se asoció con LiCl parece indicar que la gran familiaridad de X al ser expuesto el doble de veces que los colores no permitió el condicionamiento por que obtuvo más inhibición latente como resultado de la preexposición.

La producción de aversión condicionada al color del alimento fue semejante a lo encontrado por Braveman (1977), quien encontró aversión condicionada al color del líquido. Esta aversión no fue encontrada en estudios anteriores y posteriores al de Braveman (Best, et al., 1973; Domjan & Wilson, 1972; Galef & Osborne, 1978; García & Koelling, 1966; Mitchell, et al., 1975; Morrison & Collier, 1974). La preexposición a los alimentos con color, antes de asociarlos con cloruro de litio, redujo la generalización en la prueba de preferencia y permitió observar diferencias en la comparación intersesión en el grupo al que se le aplicó una inyección de cloruro de litio después de comer comida

coloreada. Este resultado es semejante a lo observado con la preexposición a los líquidos con sabores antes de asociarlos con cloruro de litio (Bennett, et al., 1994; Best & Batson, 1977; Domjan, 1975; Espinet, et al., 1995; Hall & Channell, 1985; 1986; Honey & Hall, 1989; Mackintosh, et al., 1991). Sin embargo los resultados del Experimento 3 apoyan una explicación en términos de la familiaridad con los elementos de los estímulos y concuerdan con lo propuesto por Domjan (1975) y Best y Batson (1977), en lo que respecta a la familiaridad de los estímulos como consecuencia de haberlos preexpuesto antes del condicionamiento y no concuerdan con el resultado obtenido por Bennett et al.

Se requiere investigar si las asociaciones que se forman con los alimentos coloreados se comportan como las asociaciones que se forman con los alimentos saborizados y si siguen las mismas reglas asociativas como éstos lo hacen cuando se familiariza a los sujetos con los sabores por medio de la preexposición a ellos y si siguen las mismas formas de recuperación de la información como ocurre con los sabores. Los resultados de los experimentos que se presentaron sugieren que los estímulos exteroceptivos no siguen las mismas reglas que los estímulos gustativos cuando se les asocia con LiCl. Este resultado concuerda con la “teoría de la potenciación que presentaron LoLordo y Droungas (1989) fue llamada *Canalización Sensorial y de Compuerta*. Supone dicha teoría que los estímulos gustativos “pertenecen” a un sistema interno o visceral, de allí que sea fácil establecer asociaciones entre las señales gustativas y el malestar gastrointestinal. Las señales exteroceptivas —como luces y sonidos— “pertenecen” a otro sistema externo de defensa. Algunos estímulos, como el olor, son relevantes para ambos sistemas, tanto el interno como el externo, porque el olor puede ser una propiedad de un alimento tóxico o de un depredador que se aproxima. En ausencia de una señal de sabor, el

olor se dispara (*is gated*) al sistema externo y exhibe propiedades semejantes a las de los estímulos exteroceptivos. Bajo tales condiciones, el olor se asocia con estímulos aversivos y/o dolorosos externos. Contrariamente, en presencia de señales relacionadas con la alimentación, por ejemplo, el sabor de los alimentos, el olor se dispara (*is gated*) al sistema de alimentación y exhibe propiedades semejantes a aquellas naturales del sabor” (Arriaga et al., 2006, p. 98). Las características cromáticas de los estímulos parecen pertenecer al sistema externo de defensa, pues no se asocian con el malestar interno fácilmente, como lo hacen los estímulos gustativos. En estos experimentos que se reportan aquí no se intentó establecer una relación entre los estímulos visuales con estímulos gustativos para canalizarlos al sistema interno visceral, esta relación sólo pudo producirse en el Experimento 4, pero no era el objetivo del mismo.

Los resultados obtenidos con el color de los alimentos parecen sugerir que, como mencionan Jacobs (1993) y Rowe (Nota 6), las ratas perciben de manera diferente los colores azul y amarillo. En primer lugar, como mostraron los resultados del Experimento 1, existe una diferencia en la preferencia incondicional por estos dos colores de alimento. La preferencia es mayor por el alimento de color azul. Esta preferencia tal vez hizo que en los Experimentos 1, 3 y 4 no se produjera gran aversión al alimento azul que era preferido, aun antes de la exposición, por los sujetos. La falta de esta preferencia previa permitió que en los Experimentos 1, 2 y 4, la aversión por el alimento de color amarillo cambiara de una manera más marcada que la aversión por el alimento azul. Este resultado puede explicarse porque, como mencionan Jacobs y Rowe, las ratas tienen dos máximos en la percepción de los estímulos cromáticos, uno en la longitud de onda 550 nm que nosotros lo vemos de

color azul verdoso y otro en la longitud 360 nm en el rango del ultravioleta, no visible para los humanos sin aparatos visuales.

Notas de Referencias

- Arriaga, J. C. P. (1986). *Efectos de la localización del estímulo en programas múltiples*. Tesis para Obtener el Grado de Maestro en Análisis Experimental de la Conducta, UNAM.
- Arriaga R., J. C. P. (2001). Aprendizaje social en animales. Tesis para obtener el grado de Doctor en Psicología. Fac. de Psicología, UNAM.
- Jacobs, G. H. (1996). *Comunicación personal*. 13 marzo de 1996.
- Rodríguez C., Adriana (2002). Transmisión social de preferencia alimenticia en ratas Long Evans a través de un estímulo visual. Tesis de Maestría. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM.
- Rowe, M. (1992). *The evolution of color vision*. “[http:// earth.ics.uci.edu:8080 /cgi-bin/ imagemap/orimap](http://earth.ics.uci.edu:8080/cgi-bin/imagemap/orimap)”.
- Rowe, M. (1996). *Comunicación personal*. 4 de diciembre de 1996.

Referencias

- Alvarez, R & López, M. (1995). Effects of elements or compound preexposure on conditioned taste aversion as a function of retention interval. *Animal Learning & Behavior*, 23, 391-399.
- Arriaga-Ramírez., J. C. P., Ortega-Saavedra, Ma. G.; Meza-Reynoso, G.; Huichán-Olivares, F.; Juárez-Maldonado, E.; Rodríguez-Cuadros, A. & Cruz-Morales, S. E. (2006). Análisis conceptual del aprendizaje observacional y la imitación. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 38, 87-102.

- Artigas, A. A., Sansa, J., Blair, C. A., Hall, G., & Prados, J. (2006). Enhanced discrimination between flavor stimuli: Roles of salience modulation and inhibition. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, *32*, 173-177.
- Barker, L. M., Best, M., & Domjan, M. (1977). *Learning mechanisms in food selection*. Waco, TX: Baylor University Press.
- Batsell, W. R. & Best, M. R. (1993). One bottle too many? Method of testing determines the detection of overshadowing and retention of taste aversions. *Animal Learning & Behavior*, *21*, 154-158.
- Batsell, W. R. & Best, M. R. (1994). The role of US novelty in retention interval effects in single-element taste-aversion learning. *Animal Learning & Behavior*, *22*, 332-340.
- Batsell, W. R., Caperton, J., & Paschall, G. (1999). Olfactory transmission of aversive information in rats. *The Psychological Record*, *49*, 459-474.
- Bennett, C. H. & Mackintosh, N. J. (1999). Comparison and contrast as mechanism of perceptual learning. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *52B*, 253-272.
- Bennett, C. H., Tremain, M. & Mackintosh, N. J. (1996). Facilitation and retardation of flavor aversion conditioning following prior exposure to the CS. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *49B*, 220-230.
- Bennett, C. H., Wills, S. J., Wells, J. O. & 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.

- Best, M. R. & Batson, J. D. (1977). Enhancing the expression of flavor neophobia: Some effects of the ingestion-illness contingency. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 3, 132-143.
- Best, P. J., Best, M. R., & Mickley, G. A. (1973). Conditioned aversion to distinct environmental stimuli resulting from gastro-intestinal distress. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 82, 250-257.
- Braveman, N. S. (1977). Visually guided avoidance of poisonous foods in mammals. En L. M. Barker, M. Best & M. Domjan (Eds.), *Learning Mechanisms in Food Selection* (pp. 455-476). Waco, TX: Baylor University Press.
- Bures, J., Bermúdez-Rattoni, F., & Yamamoto, T. (1998). *Conditioned taste aversion: Memory of a special kind*. Nueva York: Oxford University Press.
- Bush, R. R. & Mosteller, F. (1955). *Stochastic models for learning*. Nueva York: Wiley.
- Cicerone, C. M. (1976). Cones survive rods in the light-damaged eye of the albino rat. *Science*, 194, 1183-1185.
- Chamizo, V. D., & Mackintosh, N. J. (1989). Latent learning and latent inhibition in maze discriminations. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 41B, 21-31.
- Davis, J. M. (1973). Imitation: A review and critique. En P. P. G. Bateson & P. H. Klopfer (Eds.), *Perspectives in ethology* (pp. 43-72). Nueva York: Plenum.
- Domjan, M. (1975). Poison-induced neophobia in rats: Role of stimulus generalization of conditioned taste aversions. *Animal Learning & Behavior*, 3, 205-211.
- Domjan, M. (1998). *The principles of learning and behavior*. Pacific Grove, CA: Brooks/Cole Publishing Company.

- Domjan, M. & Wilson, N. E. (1972). Specificity of cue to consequence in aversion learning in the rat. *Psychonomic Science*, *26*, 143-145.
- Espinet, A., Iraola, J. A., Bennett, C. H., & Mackintosh, N. J. (1995). Inhibitory associations between neutral stimuli in flavor-aversion conditioning. *Animal Learning & Behavior*, *23*, 361-368.
- Galef, B. G. Jr. & Osborne, B. (1978). Novel taste facilitation of the association of visual cues with toxicosis in rats. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, *92*, 907-916.
- Garcia, J., Hankins, W. G., & Rusiniak, K. W. (1974). Behavioral regulation of the milieu interne in man and rat. *Science*, *185*, 824-831.
- Garcia, J., Kimmeldorf, D. J., & Hunt, E. L. (1961). The use of ionizing radiation as a motivating stimulus. *Psychological Review*, *68*, 383-395.
- Garcia, J. & Koelling, R. A. (1966). Relation of cue to consequence in avoidance learning. *Psychonomic Science*, *4*, 123-124.
- Goldsmith, T. H. (1994). Ultraviolet receptors and color vision: Evolutionary implications and a dissonance of paradigms. *Vision Research*, *34*, 1479-1487.
- Hall, G. (1991). *Perceptual and associative learning*. Oxford: Clarendon Press.
- Hall, G. (1996). Learning about associatively activated stimulus representations: Implications for acquired equivalence and perceptual learning. *Animal Learning & Behavior*, *24*, 233-255.
- Hall, G. & Channell, S. (1985). Latent inhibition and conditioning after preexposure to the training context. *Learning & Motivation*, *16*, 381-397.

- Hall, G. & Channell, S. (1986). Context specificity of latent inhibition in taste aversion learning. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *38B*, 121-139.
- Hall, G. & Honey, R. C. (1988). Perceptual and associative learning. En S. B. Klein & R. R. Mowrer (Eds.), *Contemporary learning theories: Pavlovian conditioning and the status of traditional learning theory* (pp. 117-149). Hillsdale, NJ: Erlbaum
- Honey, R. C. & Hall, G. (1989a). Acquired equivalence and distinctiveness of cues. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, *15*, 338-346.
- Honey, R. C. & Hall, G. (1989b). Enhanced discriminability and reduced associability following flavor pre-exposure. *Learning & Motivation*, *20*, 262-277.
- Honey, R. C., Horn, G., & Bateson, P. (1993). Perceptual learning during filial imprinting: Evidence from transfer of training studies. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *46B*, 253-269.
- Kamin, L. J. (1969). Predictability, surprise, attention, and conditioning. In B. A. Campbell & R. M. Church (Eds.), *Punishment and aversive behavior* (pp. 279-296). Nueva York: Appleton-Century-Crofts.
- Jacobs, G. H. (1992). Ultraviolet vision in vertebrates. *American Zoologist*, *32*, 544-554.
- Jacobs, G. H. (1993). The distribution and nature of colour vision among the mammals. *Biological Review*, *68*, 413-471.
- Jacobs, G. H., Neitz, J. & Deegan II, J. F. (1991). Retinal receptors in rodents maximally sensitive to ultraviolet light. *Nature*, *353*, 655-656.
- Killcross, A. S., Kiernan, M. J., Dwyer, D., & Westbrook, R. F. (1998). Effects of retention interval on latent inhibition and perceptual learning. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *51B*, 59-74.

- Lashley, K. A. (1930). The mechanism of vision III: The comparative visual acuity of pigmented and albino rats. *Journal of Genetic Psychology*, 37, 481-484.
- LoLordo, V. M. & Droungas, A. (1989). Selective associations and adaptive specializations: Taste aversions and phobias. En S. B. Klein & R. R. Mowrer (Eds.), *Contemporary learning theories: Instrumental conditioning theory and the impact of biological constraints on learning* (pp. 145-179). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Lubow, R. E. (1989). *Latent inhibition and conditioned attention theory*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Mackintosh, N. J. (1974). *The psychology of animal learning*. Londres: Academic Press.
- Mackintosh (1975). A theory of attention: Variations in the associability of stimuli with reinforcement. *Psychological Review*, 82, 276-298.
- Mackintosh, N. J., Kaye, H. & Bennett, C. H. (1991). Perceptual learning in flavor aversion conditioning. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 43B, 297-322.
- McLaren, I. P. L., Kaye, & Mackintosh, N. J. (1989). An associative theory of the representation of stimuli: applications to perceptual learning and latent inhibition. En R. G. M. Morris (Ed.), *Parallel distributed processing* (pp. 102-130). Oxford: Clarendon Press.
- McLaren I. P. L. & Mackintosh, N. J. (2000). An elemental model of associative learning: I. Latent inhibition and perceptual learning. *Animal Learning & Behavior*, 28, 211-246.

- Mitchell, D., Kirschbaum, E. H. & Perry, R. L. (1975). Effects of neophobia and habituation on the poison-induced avoidance of exteroceptive stimuli in the rat. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, *104*, 47-55.
- Mitchell, C., Nash, S., & Hall, G. (2008). The intermixed-blocked effect in human perceptual learning is not the consequence of trial spacing. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *34*, 237-242.
- Mondragón, E. & Hall, G. (2002). Analysis of the perceptual learning effect in flavour aversion learning: Evidence for stimulus differentiation. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *55B*, 153-169.
- Morrison, G. R. & Collyer, R. (1974). Taste mediated conditioned aversion to an exteroceptive stimulus following LiCl poisoning. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, *86*, 51-55.
- Pearce, J. M & Hall, G. (1980). A model of Pavlovian learning: Variations in effectiveness of conditioned but not unconditioned stimuli. *Psychological Review*, *87*, 532-552.
- Rescorla, R. A. (1969). Pavlovian conditioned inhibition. *Psychological Bulletin*, *72*, 77-94.
- Rescorla, R. A. & 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). Nueva York: Appleton-Century-Crofts.

- Revusky, S. H. (1968). Aversion to sucrose produced by contingent X-irradiation: Temporal and dosage parameters. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, *65*, 17-22.
- Rodríguez, G. & Alonso, G. (2008). Stimulus comparison in perceptual learning: Roles of sensory preconditioning and latent inhibition. *Behavioural Processes*, *77*, 400-404.
- Rodríguez, G., Blair, C. A., & Hall, G. (2008). The role of comparison in perceptual learning: Effects of concurrent exposure to similar stimuli on the perceptual effectiveness of their unique features. *Learning & Behavior*, *36*, 75-81.
- Symonds M. & Hall, G. (1995). Perceptual learning in flavor aversion conditioning: Roles of stimulus comparison and latent inhibition of common stimulus elements. *Learning & Motivation*, *26*, 203-219.
- Symonds M. & Hall, G. (1997). Stimulus preexposure, comparison, and changes in associability of common stimulus features. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *50B*, 317-331.
- Trobalon, J. B., Sansa, J., Chamizo, V. D., & Mackintosh, N. J. (1991). Perceptual learning in maze discriminations. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *43B*, 389-402.
- Wagner, A. R. (1981). SOP: A model of automatic memory processing in animal behavior. En N. E. Spear & R. R. Miller (Eds.), *Information processing in animals: Memory mechanisms* (pp. 95-128). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Wilcoxon, H. C., Dragoin, W. B. & Kral, P. A. (1971). Illness-induced aversion in rat and quail: Relative salience of visual and gustatory cues. *Science*, *171*, 826-828.