

eman ta zabal zazu



Universidad Euskal Herriko
del País Vasco Unibertsitatea

Facultad de Psicología

Departamento de Procesos Psicológicos Básicos y su Desarrollo

PROPIEDADES INHIBITORIAS DE UN INHIBIDOR LATENTE TRAS SU PREEXPOSICIÓN EN COMPUESTO CON ESTÍMULOS NUEVOS

Unai Liberal Graña

Tesis Doctoral dirigida por el Dr. Gabriel Rodríguez San Juan

Noviembre de 2019

El trabajo experimental que se recoge en la presente tesis doctoral ha sido financiado a través de proyectos de investigación concedidos por el Gobierno Vasco (IT-694-13) y el Ministerio de Economía y Competitividad de España (PSI2015-64309-P, MINECO/FEDER).

Agradecimientos

Más de cinco años han pasado ya desde que empecé este proyecto. Cinco años en los que han pasado cantidad de cosas que me han hecho crecer como investigador, pero sobre todo como persona. Y por todo ello, evidentemente, es justo y necesario agradecer a todas aquellas personas que me han guiado y acompañado durante estos años, sin las que esta tesis hubiera sido imposible.

En primer lugar, me gustaría agradecer a mi director, Gabriel Rodríguez, todo el trabajo invertido, la atención, orientación y el cariño que me ha brindado. Esta tesis es tanto tuya como mía. Te admiro mucho y espero que sigamos trabajando juntos durante mucho tiempo.

En segundo lugar, quiero darle las gracias a Geoffrey Hall que, desde la distancia, ha contribuido enormemente al desarrollo de las ideas de esta tesis. Es todo un honor para mí haber contado con la ayuda de uno de los teóricos del aprendizaje asociativo más importantes de toda la historia.

También quisiera mostrar mi agradecimiento a los miembros del grupo de aprendizaje, por confiar en mí, por darme la oportunidad para poder investigar y formarme. Especialmente a Sindi Alonso por su ayuda y sus valiosos consejos durante todo este tiempo. A Byron Nelson por su ayuda en la preparación de bastantes experimentos de la tesis. A mis compañeros de laboratorio (Mirari, Asier, Fernando, Paula, Manu) por ayudarme con los experimentos y en otras muchas más cosas. Pero también al resto de integrantes del grupo (Niki, Gabriela, Naiara) por haberme acogido con los brazos abiertos y haberme hecho el camino más fácil.

Quiero acordarme también de mis compañeros del máster (Ainitze, Esti, Flor, Eva, Mikel). Gracias por todos esos buenos momentos (y también malos) que hemos pasado juntos. Me alegro mucho de haberos conocido y os deseo felicidad en vuestras vidas y éxito en vuestras carreras.

Gracias a mis amigos del barrio, a los Meus y a la SNKT por todos esos momentos, que aunque no estén directamente relacionados con esta tesis, han contribuido en lo personal, haciéndome el día a día más fácil.

A mis compañeros del TAKATAK. Que aunque haya sido corto, ha sido intenso, y habéis compartido conmigo los agobios y las alegrías del final de esta tesis. Os deseo mucha suerte y éxito.

A Elena, por abrirme las puertas de tu casa. Por ayudarme en tantas cosas. Por regalarme nuevas experiencias.

También es muy importante e indispensable agradecer siempre, con fuerza, a la familia. A mis padres, por toda la paciencia que han tenido conmigo, todo lo que me han ayudado (y me ayudan), y todo el cariño y la sabiduría que he recibido de ellos. A mi hermano Ion Mikel. A mi tía Gema, a mi tío Manolo. Y a todos los que ya no están aquí. Tengo mucha suerte, soy lo que soy y consigo lo que consigo gracias a la educación que me habéis dado.

Y por último gracias a ti Clara. Por tu amor. Por ser mi compañera de vida. Por apoyarme en todos los momentos difíciles y regalarme todos los días momentos especiales. Soy muy afortunado de que estés a mi lado, sin ti todo habría sido mucho más difícil y vacío.

Resumen

La adquisición y/o expresión de la respuesta condicionada (RC) en un procedimiento de condicionamiento clásico se ve retrasada cuando el evento empleado como estímulo condicionado (EC) se presenta sin consecuencias antes de ser emparejado con el estímulo incondicionado (EI). Este fenómeno, ampliamente demostrado en múltiples procedimientos y en distintas especies animales, incluyendo el ser humano (para una revisión véase, p.ej., Hall, 1991; Lubow, 1989; Lubow y Weiner, 2010), es conocido en el campo del aprendizaje con el término *inhibición latente*. No obstante, el uso del término *inhibición* para referirse a este fenómeno podría no ser del todo apropiado, ya que es conocido que las propiedades de un inhibidor latente no se corresponden totalmente con las mostradas por un inhibidor condicionado (p.ej., Wagner y Rescorla, 1972). Los estudios que han puesto a prueba estas propiedades con el comúnmente aceptado *criterio de doble prueba* (Rescorla, 1969) han demostrado que mientras que un inhibidor condicionado es capaz de pasar las pruebas de retraso y sumación, un inhibidor latente es capaz de pasar la prueba de retraso pero no la prueba de sumación (Reiss y Wagner, 1972; Rescorla, 1971; Solomon, Brennan y Moore, 1974; Solomon, Lohr y Moore, 1974; pero ver Kremer, 1972). Es decir, estos estudios demostraron que, aunque la preexposición no reforzada a un estímulo en solitario produce un retraso en la adquisición del aprendizaje posterior, no parece otorgar a este la capacidad para reducir el nivel de la respuesta condicionada (RC) cuando es presentado en compuesto (de ahí el término sumación) junto a un EC con propiedades excitatorias.

Como consecuencia de estos y otros resultados (p.ej., Wagner y Rescorla, 1972), la explicación del fenómeno en términos de adquisición de inhibición por parte del estímulo preexpuesto fue descartada. La evidencia disponible apoyaba una explicación alternativa del fenómeno basada en un descenso en la atención prestada al estímulo preexpuesto en ausencia de refuerzo, que llevaría a retrasar el aprendizaje posterior acerca del estímulo (pasando así la prueba de retraso) y a disminuir la interferencia con la RC

evocada por otro estímulo (y a no pasar así la prueba de sumación). Las teorías que atribuyeron el efecto de inhibición latente exclusivamente a cambios en la atención prestada al estímulo preexpuesto predominaron así en el campo durante décadas (p.ej., Lubow, 1989; Mackintosh, 1975; Pearce y Hall, 1980; Wagner, 1981). El objetivo general de la presente tesis doctoral ha sido reevaluar el papel que juega el aprendizaje inhibitorio en el fenómeno de inhibición latente, y en particular, poner a prueba las predicciones derivadas del modelo teórico de Hall y Rodríguez (2010), en el que los procesos inhibitorios y atencionales son vistos, no como rivales, sino como responsables conjuntos del fenómeno.

Según este modelo, la preexposición no reforzada a los estímulos debe ser tratada teóricamente de la misma manera que la presentación del estímulo en el procedimiento de extinción. Concretamente, se asume que cualquier estímulo nuevo tiene la capacidad de activar la expectativa de que algo puede ocurrir a continuación. Al no ocurrir este evento esperado durante la preexposición no reforzada, se produciría un aprendizaje inhibitorio (Konorski, 1967) que permitiría el establecimiento de una asociación EC-ausencia de consecuencias. El modelo asume que este aprendizaje inhibitorio tendrá dos consecuencias. Por un lado, la adquisición de inhibición tendrá un efecto sobre el valor asociativo del estímulo: durante la preexposición no reforzada a un estímulo en solitario, el valor asociativo de este se neutraliza al poder adquirir una cantidad de fuerza asociativa inhibitoria similar a la fuerza asociativa excitatoria preexistente. Y, por otro lado, el aprendizaje inhibitorio aumentará el valor predictivo del estímulo (la expectativa neta generada por la presencia del estímulo no conllevará un error predictivo) lo que, siguiendo el principio atencional propuesto por Pearce y Hall (1980) llevará a una disminución en su asociabilidad (en la atención que recibe para aprender sobre sus consecuencias).

El objetivo principal de esta tesis fue demostrar la existencia de este aprendizaje inhibitorio durante la preexposición no reforzada a los estímulos. Para ello, se tomó la estrategia de identificar, vía simulaciones del modelo, unas

condiciones de preexposición en las que la cantidad de fuerza inhibitoria que se pudiese adquirir fuese superior a la cantidad de fuerza excitatoria preexistente. Estas condiciones convertirían al estímulo preexpuesto en un inhibidor condicionado neto de la expectativa de que algo puede ocurrir, lo que le debería permitir pasar tanto una prueba de retraso como la de sumación. Se identificó que unas condiciones que satisficían este supuesto consistían en la preexposición del estímulo diana en compuesto con diferentes estímulos novedosos (A_{n_1} , A_{n_2} , A_{n_3} ...). Según el modelo de Hall y Rodríguez (2010), la magnitud del reforzador inhibitorio en cada ensayo de preexposición dependerá de la suma de las expectativas de que algo puede ocurrir activadas por A y por los estímulos nuevos “n” (n_1 , n_2 , n_3 ...). La presencia de un estímulo nuevo en cada ensayo asegurará que la cantidad de fuerza inhibitoria que puede adquirir A sea superior a la fuerza excitatoria preexistente que posee.

Los efectos de este tipo de preexposición se contrastaron en pruebas de retraso y sumación en tres procedimientos diferentes. En el Capítulo 3 se presenta una serie de experimentos empleando un procedimiento de condicionamiento apetitivo con ratas como sujetos y estímulos auditivos y visuales. En el Capítulo 4 se presenta una serie usando el procedimiento de condicionamiento de aversión al sabor, con ratas como sujetos experimentales, y sustancias sápidas y olores como estímulos. Y en el Capítulo 5 se empleó un procedimiento de aprendizaje asociativo con participantes humanos, con estímulos visuales como estímulos. En general, los resultados obtenidos en las tres series experimentales son consistentes con las predicciones del modelo de Hall y Rodríguez (2010): mientras que se confirma el resultado conocido en la literatura de que un estímulo preexpuesto en solitario pasa la prueba de retraso pero no la de sumación, las nuevas condiciones probadas—la preexposición del estímulo diana en compuesto con una variedad de estímulos novedosos—sí dotan al estímulo preexpuesto de la capacidad de pasar ambas pruebas. La importancia de estos resultados, más allá de identificar unas condiciones de preexposición que le dotan al estímulo de propiedades similares a las de un inhibidor condicionado, es que apoyan una explicación del

fenómeno de inhibición latente que le concede un papel importante a la contribución del aprendizaje inhibitorio.

Índice

Capítulo I: Introducción	1
1.1. Aprendizaje asociativo: condicionamiento Pavloviano excitatorio e inhibitorio...	3
1.1.1. <i>Condicionamiento excitatorio</i>	3
1.1.2 <i>Condicionamiento inhibitorio</i>	5
1.2. El fenómeno de inhibición latente.....	9
1.2.1. <i>Mecanismos de inhibición latente: ¿por qué ocurre la inhibición latente?</i> ..	11
1.2.2. <i>Escrutinio de las propiedades Inhibitorias de un inhibidor latente a través de pruebas de sumación</i>	13
1.2.3. <i>Abandono de la hipótesis inhibitoria y reafirmación de la hipótesis atencional para explicar el efecto de inhibición latente</i>	22
Capítulo II: Marco Teórico.....	25
2.1. Introducción.....	27
2.2. Presentación del modelo de Pearce y Hall (1980)	27
2.3. Tratamiento del aprendizaje inhibitorio en el modelo de Pearce y Hall (1980) ..	30
2.4. Aplicación del modelo de Pearce y Hall (1980) al fenómeno de Inhibición Latente	31
2.5. Factores asociativos y no asociativos en la Inhibición Latente: el modelo de Hall y Rodríguez (2010).....	33
2.6. Predicciones del modelo de Hall y Rodríguez (2010; 2011): Explorando el papel de la expectativa inicial de que “algo va a ocurrir” en la magnitud del efecto de Inhibición Latente	38
2.7. Predicciones del modelo de Hall y Rodríguez (2010; 2011) relacionadas con la adquisición de aprendizaje inhibitorio durante la preexposición no reforzada.	40
Objetivos	45
Capítulo III: Contrastación de la hipótesis en un procedimiento de condicionamiento apetitivo con ratas	49
3.1. Introducción.....	51
3.2. Experimento 1: Retraso	52

3.3. Experimento 2: Sumación.....	59
3.4. Experimento 3: Sumación, AN vs. AB	65
3.5. Experimento 4: Sumación, AN vs. B intrasujetos	69
3.6. Discusión General.....	73
Capítulo IV: Contrastación de la hipótesis en un procedimiento de condicionamiento aversivo con ratas.....	75
4.1. Introducción	77
4.2. Experimento 5: Retraso.....	78
4.3. Experimento 6: Sumación.....	85
4.3. Experimento 7: Retraso con X	91
4.5. Discusión General.....	94
Capítulo V: Contrastación de la hipótesis en una tarea de aprendizaje asociativo con humanos	97
5.1. Introducción	99
5.2. Experimento 8: Retraso.....	101
5.2. Experimento 9: Sumación.....	109
5.4. Discusión General.....	113
Capítulo VI: Discusión Final	115
Referencias.....	125

Índice de Figuras

Capítulo 1. Introducción.

<i>Figura 1.</i> Resultados de Rescorla (1971) _____	14
<i>Figura 2.</i> Resultados de Kremer (1972) _____	16
<i>Figura 3.</i> Resultados de Reiss y Wagner (1972) _____	18
<i>Figura 4.</i> Resultados de Solomon, Lohr y Moore (1974) _____	20
<i>Figura 5.</i> Resultados de Solomon, Brennan y Moore (1974) _____	21

Capítulo 2. Marco Teórico.

<i>Figura 6.</i> Diagrama de generalización _____	35
<i>Figura 7.</i> Simulación del modelo de Hall y Rodríguez (2010) de una condición de inhibición latente _____	41
<i>Figura 8.</i> Simulación del modelo de Hall y Rodríguez (2010) de las condiciones experimentales _____	42

Capítulo 3. Aprendizaje apetitivo con ratas.

<i>Figura 9.</i> Resultados del Experimento 1 _____	57
<i>Figura 10.</i> Resultados del Experimento 2 _____	62
<i>Figura 11.</i> Resultados del Experimento 3 _____	67
<i>Figura 12.</i> Resultados del Experimento 4 _____	71

Capítulo 4. Aprendizaje aversivo con ratas.

<i>Figura 13.</i> Resultados del Experimento 5 _____	83
--	----

Figura 14. Resultados del Experimento 6 _____ 93

Figura 15. Resultados del Experimento 7 _____ 95

Capítulo 5. Aprendizaje con humanos.

Figura 16. Captura de pantalla del videojuego de Nelson y cols., (2014) __ 103

Figura 17. Diagrama temporal de los ensayos del experimento _____ 106

Figura 18. Resultados del Experimento 8 _____ 107

Figura 19. Resultados del condicionamiento en el Experimento 9 _____ 111

Figura 20. Resultados de la prueba de sumación del Experimento 9 _____ 112

Índice de Tablas

Capítulo 1. Introducción.

Tabla 1. Condicionamiento Excitatorio _____	4
Tabla 2. Condicionamiento Inhibitorio _____	6
Tabla 3. Diseño de Retraso _____	7
Tabla 4. Diseños de Sumación _____	8
Tabla 5. Diseño de Inhibición Latente _____	10

Capítulo 2. Marco Teórico.

Tabla 6. Condiciones de preexposición simuladas _____	42
---	----

Capítulo 3. Aprendizaje apetitivo con ratas.

Tabla 7. Diseño del Experimento 1 _____	52
Tabla 8. Estímulos auditivos empleados como estímulos N _____	54
Tabla 9. Diseño del Experimento 2 _____	59
Tabla 10. Diseño del Experimento 3 _____	65
Tabla 11. Diseño del Experimento 4 _____	69

Capítulo 4. Aprendizaje aversivo con ratas.

Tabla 12. Diseño del Experimento 5 _____	78
Tabla 13. Diseño del Experimento 6 _____	85
Tabla 14. Diseño del Experimento 7 _____	91

Capítulo 5. Aprendizaje con humanos.

Tabla 15. Diseño del Experimento 8 _____	101
--	-----

Capítulo I

Introducción

1.1. Aprendizaje asociativo: condicionamiento Pavloviano excitatorio e inhibitorio

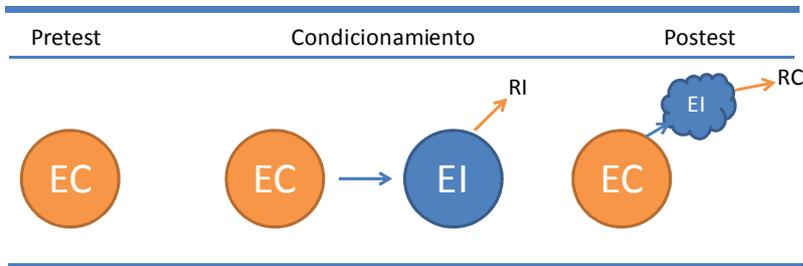
Las teorías de aprendizaje asociativo más influyentes (p.ej., Dickinson, 1980; Mackintosh, 1975; Rescorla y Wagner; Pearce y Hall, 1980; Wagner, 1981) han adoptado una perspectiva cognitiva y han partido de dos axiomas fundamentales. El primero, que la presentación física de los estímulos (y/o de los elementos o características que los componen) activa una representación mental de estos. Y el segundo, que el procesamiento conjunto de dos representaciones mentales (por ejemplo, las de los estímulos A y B) da lugar al establecimiento de una asociación entre ellas. El efecto de este aprendizaje asociativo (es decir, el efecto de la adquisición de esta asociación) es que la presentación física del estímulo A ya no sólo activará su propia representación mental, sino que también podrá activar la representación de su asociado B, aunque este no se encuentre presente físicamente. El aprendizaje asociativo nos permite aprender las estructuras predictivas de nuestro entorno, y utilizar este conocimiento para optimizar nuestra adaptación a él. Es decir, el establecimiento de asociaciones nos permite identificar qué estímulos señalan la ocurrencia o ausencia de eventos biológica y motivacionalmente relevantes y, además, anticipar la forma más adecuada de reaccionar ante tales eventos cuando aún no han ocurrido, pero están a punto de ocurrir.

1.1.1. Condicionamiento excitatorio

El estudio científico de los procesos de aprendizaje asociativo se vio notablemente impulsado por el desarrollo de los procedimientos experimentales diseñados en el laboratorio de Ivan Petrovich Pavlov (1927), procedimientos conocidos bajo el epígrafe de paradigma de *condicionamiento clásico* o *condicionamiento Pavloviano*. Por ejemplo, en el procedimiento más simple de condicionamiento excitatorio (véase Tabla 1), un estímulo arbitrario denominado estímulo condicionado (EC) es emparejado en repetidas ocasiones con un evento relevante, el estímulo incondicionado (EI). Supongamos, por

ejemplo, que el EC es una luz y el EI es una descarga eléctrica. La presentación de la descarga producirá siempre (es decir, sin condiciones, de ahí el término incondicionado) una respuesta determinada: una respuesta emocional de miedo que se manifestará conductualmente de varias maneras (p.ej., con alteraciones de la tasa cardiaca, con inmovilidad o *freezing*, etc). El EC, sin embargo, inicialmente no traerá consigo estas manifestaciones de miedo, y sólo las empezará a producir “a condición” (de ahí el término estímulo condicionado) de haber sido presentado emparejado con el EI. Tradicionalmente, a la respuesta observada tras la presentación del EI se le denomina respuesta incondicionada (RI) y a la respuesta excitada por la presentación del EC se le denomina respuesta condicionada (RC).

Tabla 1
Condicionamiento Excitatorio.



La interpretación cognitiva del fenómeno observado en este procedimiento es que los emparejamientos EC-EI (en nuestro ejemplo, los emparejamientos luz-descarga) posibilitan la formación de una asociación entre las representaciones mentales de dichos estímulos. De tal manera que la posterior presentación del EC (la luz) en solitario no sólo activa su propia representación mental, sino también la representación mental del EI (la descarga) con la que está asociada, y que es capaz de desencadenar la respuesta (en este caso, una respuesta emocional de miedo). Nótese, por tanto, que el condicionamiento clásico se revela como un procedimiento experimental que permite abordar de manera científica (es decir, a través de observaciones objetivas) el estudio de conceptos cognitivos inobservables

directamente, como lo son las asociaciones entre estímulos y las estructuras predictivas formadas a partir de estas asociaciones.

1.1.2 Condicionamiento inhibitorio

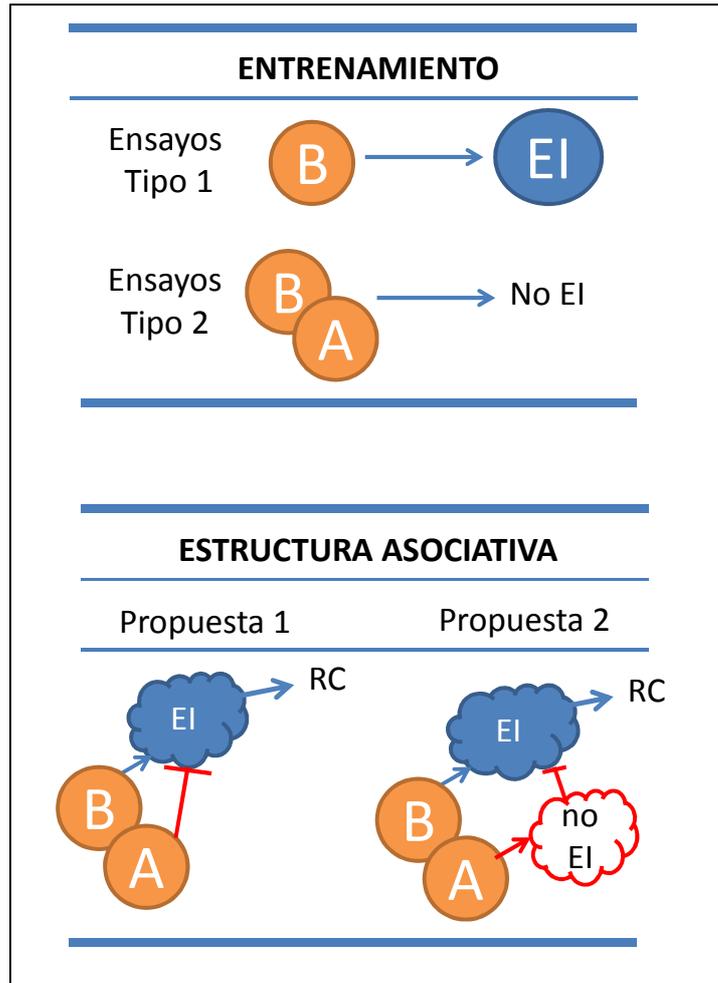
Mientras que el procedimiento de condicionamiento simple excitatorio descrito en el apartado anterior se centra en el estudio de las relaciones predictivas entre la ocurrencia de dos estímulos (el EC y el EI), los procedimientos inhibitorios que se describirán a continuación se centran en el estudio de las relaciones predictivas entre la ocurrencia de un estímulo (el EC inhibitorio) y la ausencia de otro (el EI).

Si el EI solo ocurre en presencia de un EC en solitario, llamémosle B, pero no tras la ocurrencia de ese estímulo B junto a otro estímulo, llamémosle A, se observará la aparición y mantenimiento de la RC cuando B es presentado en solitario y cierta generalización inicial de la RC ante el estímulo compuesto AB. Pero a medida que el entrenamiento avanza (entremezclando ensayos B→EI y AB→no EI) la generalización se irá reduciendo gradualmente y el estímulo A adquirirá la capacidad de inhibir la RC evocada por la presentación de B (véase Tabla 2).

La interpretación de este fenómeno es que los organismos aprenden a predecir la ausencia del EI en base a la presencia de A, estímulo que se denomina *inhibidor condicionado*, dada su capacidad para inhibir la RC. La mayoría de los modelos asociativos han caracterizado teóricamente esta propiedad de los inhibidores condicionados sobre la RC como el resultado del establecimiento de una asociación inhibitoria entre el inhibidor y el EI, que permite a la representación mental del inhibidor cancelar o desactivar la activación de la representación del EI por parte de otros ECs presentes (p.ej., Rescorla y Wagner, 1972; Wagner, 1981). Dentro de esta generalidad, ha habido dos propuestas diferenciadas (ver Tabla 2). Una que propone que la asociación inhibitoria tiene la propiedad de desactivar la representación del EI

directamente (Konorski, 1948; Rescorla y Wagner, 1972; Wagner, 1981; ver opción 1 del panel inferior de la Tabla 2) y otra que propone que la asociación inhibitoria es en realidad una asociación excitatoria con otro nodo representacional, el de la ausencia del EI, cuya activación es incompatible con la activación del nodo representacional del EI (p.ej., Konorski, 1967; Pearce y Hall, 1980; ver opción 2 del panel inferior de la Tabla 2).

Tabla 2
Condicionamiento Inhibitorio.



Ciñéndose a una definición operacional de un inhibidor condicionado, Rescorla (1969) propuso un doble criterio de prueba experimental, ampliamente aceptado en el campo, para detectar si un estímulo posee propiedades inhibitorias: las conocidas como *prueba de retraso* y *prueba de sumación*. Según esta definición operacional, un inhibidor condicionado es un estímulo que por medio del aprendizaje adquiere la capacidad para controlar una tendencia conductual opuesta a la de un excitador condicionado. Es decir, si un estímulo excitatorio provoca un incremento en la probabilidad y/o vigor de la RC, el inhibidor provocará una disminución en esa probabilidad.

Tabla 3
Diseño de prueba de retraso.

Grupo	Fase 1	Fase 2	Prueba
Inhibición	B+/AB-	A+	A → RC
Control	---	A+	A → RC

Nota. Las letras A y B se refieren a distintos estímulos experimentales, el símbolo “+” se refiere a la presencia del EI y el símbolo “-” se refiere a la ausencia del EI. El tamaño de la letra refleja la magnitud de la RC en la prueba.

En la *prueba de retraso* propuesta por Rescorla (véase Tabla 3), se compara la facilidad con la que un EC se convierte en un estímulo excitatorio en, al menos, dos condiciones diferentes. Mientras que en la condición experimental ese EC ha sido previamente entrenado para convertirse en un inhibidor, en la condición control el EC es un estímulo nuevo cuando comienza a emparejarse con el EI. En esta prueba se espera que el supuesto inhibidor, es decir el estímulo que partiría con propiedades inhibitorias, manifieste más tarde (y/o en menor medida) las propiedades excitatorias durante los emparejamientos EC-EI. Por eso se dice que un estímulo pasa la prueba de retraso cuando el estímulo diana (A) adquiere las propiedades excitatorias más lentamente en la condición experimental respecto a la condición control.

En la prueba de *sumación* (ya empleada por Pavlov, 1927; véase Tabla 4), la presencia o ausencia de las propiedades inhibitorias del presunto inhibidor se estima midiendo su capacidad para interferir con la RC evocada por otro estímulo. Se dice que un supuesto inhibidor pasa la prueba de sumación cuando se observa que el estímulo diana (A) interfiere con la RC evocada por un EC (X) en mayor medida en la condición experimental (después de haber recibido el entrenamiento inhibitorio) que en la condición control (en la que el estímulo diana es nuevo).

Tabla 4
Diseño de prueba de sumación.

Grupo	Fase 1	Fase 2	Prueba
Inhibición	B+/AB-	X+	AX →RC
Control	---	X+	AX → RC

Nota. Las letras A, B y X se refieren a distintos estímulos experimentales, el símbolo “+” se refiere a la presencia del EI y el símbolo “-” se refiere a la ausencia del EI. El tamaño de la letra refleja la magnitud de la RC en la prueba.

En base a múltiples estudios realizados empleando estas pruebas experimentales, se ha ido estableciendo en el campo qué procedimientos, o formas de exponer los estímulos, son efectivos o inefectivos a la hora de dotar a los estímulos con propiedades inhibitorias. Por ejemplo, un procedimiento efectivo bien reconocido es el patrón de discriminación negativa descrito anteriormente en el apartado de aprendizaje inhibitorio, en el que se entremezclan ensayos B→EI con ensayos AB→no EI. Y un procedimiento hasta la fecha ampliamente reconocido como inefectivo es la simple exposición no reforzada a los estímulos. Precisamente, el objetivo de esta tesis fue reevaluar esta última consideración, investigando si la exposición no reforzada a los estímulos conlleva o no la adquisición de propiedades inhibitorias. Para explicar mejor la justificación y relevancia de este objetivo, a continuación, se describe uno de los fenómenos más conocidos producidos por la simple exposición a los estímulos, la *inhibición latente*, y una explicación teórica de tal fenómeno que

concede un papel fundamental al aprendizaje inhibitorio, el modelo de Hall-Rodríguez (2010), que sirvió de base para las predicciones que se pusieron a prueba en los experimentos que conforman la presente tesis doctoral.

1.2. El fenómeno de inhibición latente

El fenómeno conocido como *inhibición latente* consiste en un retraso en la aparición de la RC cuando los emparejamientos EC-EI ocurren tras la previa presentación repetida del EC en ausencia de refuerzo. Este fenómeno fue descrito por primera vez en un trabajo realizado por Lubow y Moore (1959), empleando un procedimiento de condicionamiento clásico con cabras y ovejas como sujetos experimentales. El experimento constaba de dos fases. En la primera fase todos los animales fueron expuestos en repetidas ocasiones a un estímulo en ausencia de refuerzo: la mitad de los animales fueron expuestos a una luz parpadeante y la otra mitad al sonido de un rotor mecánico. En la fase de condicionamiento posterior, todos los animales recibieron entrenamiento de condicionamiento en el que la luz y el sonido se presentaban de forma alternada y emparejados con la presentación del EI, que fue una descarga eléctrica en la pata derecha del animal. De esta manera, todos los animales recibieron ensayos de condicionamiento con un estímulo nuevo y con un estímulo preexpuesto en ausencia de refuerzo. Los resultados evidenciaron que los animales tardaron más en mostrar la RC ante el estímulo preexpuesto que ante el estímulo nuevo (con independencia de que estos fueran la luz y el sonido, respectivamente, o viceversa).

Aunque en el experimento original de Lubow y Moore (1959) se empleó un diseño intrasujeto, lo más habitual en el campo ha sido demostrar el fenómeno mediante un diseño experimental en el que se comparan dos grupos (p.ej., Lubow 1965) (véase Tabla 5). Mientras que el grupo de inhibición latente recibe preexposición no reforzada al estímulo diana A, el grupo de control simplemente es expuesto al contexto experimental. Tras el condicionamiento de A, la inhibición latente se demuestra cuando el grupo que ha recibido

preexposición muestra menos evidencia de ese aprendizaje. Nótese, por tanto, que el fenómeno de inhibición latente puede ser descrito como la comprobación de que un estímulo preexposto en ausencia de refuerzo pasa la prueba de retraso propuesta por Rescorla (1969).

Tabla 5
Diseño de Inhibición Latente.

Grupo	Fase 1	Fase 2	Prueba
Inhibición Latente	A-	A+	A → RC
Control	---	A+	A → RC

Nota. La letra A se refiere al EC, el símbolo “+” se refiere a la presencia del EI y el símbolo “-” se refiere a la ausencia del EI. El tamaño de la letra refleja la magnitud de la RC en la prueba.

Desde el trabajo pionero de Lubow y Moore (1959), el efecto de inhibición latente ha sido replicado en multitud de laboratorios, con distintas especies, y empleando diferentes procedimientos y estímulos experimentales (para una revisión ver, Lubow, 1973; Lubow, 1989; Lubow y Weiner, 2010; Weiss y Brown, 1974). Aunque no existe actualmente evidencia rotunda de la presencia de inhibición latente en invertebrados (se han realizado investigaciones con crustáceos, insectos, moluscos, anélidos, y nematodos), ni en vertebrados no mamíferos (se han realizado investigaciones con aves, peces), todos los mamíferos investigados hasta el momento, incluido el humano (véase una discusión más extendida en el Capítulo V de esta tesis), han mostrado que la preexposición no reforzada a los estímulos interfiere negativamente con el aprendizaje asociativo posterior (para una revisión de la distribución filogenética del fenómeno ver, Lubow, 2010).

1.2.1. Mecanismos de inhibición latente: ¿por qué ocurre la inhibición latente?

Aunque las condiciones que generan la inhibición latente son aparentemente simples (la mera preexposición al EC en ausencia de consecuencias), los mecanismos psicológicos involucrados en la explicación del fenómeno están resultando ser sorprendentemente complejos. Prueba de ello es que a pesar de la existencia de una variedad de modelos teóricos (p.ej., Bouton, 1993; Lubow, 1989; Mackintosh, 1975; Miller y Matzel, 1988; Pearce y Hall, 1980; Wagner, 1989; para una revisión y discusión de estos modelos véase Holmes y Harris, 2010; Lubow, 1989; Lubow y Weiner, 2010), todavía no se cuenta con una explicación teórica comúnmente aceptada por todos los especialistas (Lubow y Weiner, 2010). Aunque estos modelos difieren en diversos aspectos, en general se podrían clasificar considerando dos grandes tipos de explicaciones.

Por un lado, algunos autores han propuesto que la preexposición no reforzada al EC produce un déficit gradual en su procesamiento, lo que dificulta posteriormente el establecimiento de la asociación EC-EI durante el emparejamiento de estos estímulos (p. ej., Lubow, 1989; Mackintosh, 1975; Pearce y Hall, 1980; Wagner, 1978, 1981). En otras palabras, según esta posición, la inhibición latente ocurre porque el EC recibe poca atención (y se aprende poco sobre él) después de su preexposición.

En contraposición, otros autores han propuesto que la inhibición latente no se debe a un déficit en el aprendizaje, sino a un déficit en la expresión conductual de la asociación EC-EI (p. ej., Bouton, 1993; Miller y Matzel, 1988; Revusky, 1971; Westbrook y Bouton, 2010). Según este punto de vista, durante el condicionamiento la asociación EC-EI se aprende efectivamente, aunque el EC haya sido previamente expuesto en ausencia de consecuencias. Lo que produciría el retraso en la aparición de la RC es la activación por parte del EC de la memoria de dos informaciones discordantes: la memoria del EC sin ir seguido de consecuencias (adquirida durante la preexposición) y la memoria del EC señalando la aparición del EI (adquirida

durante el condicionamiento). Es decir, una vez que el EC ha sido preexpuesto y condicionado, su presentación será capaz de activar dos informaciones, que se interferirán mutuamente, dificultando así la expresión de la asociación EC-EI en forma de RC.

Algunos modelos teóricos híbridos, como el que se tomará como punto de partida en el trabajo experimental de esta tesis (Hall, 1991; Hall y Rodríguez, 2010; 2011) proponen que estos dos tipos de explicación son compatibles. Según esta perspectiva, durante la preexposición se aprende una asociación EC-ausencia de consecuencias capaz de contribuir a la aparición de la inhibición latente de dos maneras distintas: 1) contribuyendo a que se desatienda el EC y 2) produciendo una interferencia y un déficit en la expresión de la asociación EC-EI aprendida posteriormente.

Las diversas teorías de inhibición latente, híbridas y no híbridas, que han otorgado un papel central en sus mecanismos a la formación durante la preexposición de este tipo de asociación EC-ausencia de consecuencias se han encontrado con la dificultad de: 1) especificar en qué consiste y bajo qué condiciones se activa *la representación mental de la ausencia de consecuencias* y 2) concretar qué efectos conductuales puede tener su activación. Una de las primeras posibilidades que se contempló es que la asociación EC-ausencia de consecuencias fuese un caso de aprendizaje inhibitorio. De hecho, fueron Lubow y Moore (1959) los primeros que en su trabajo pionero avanzaron este tipo de explicación en términos de interferencia asociativa: durante la preexposición no reforzada el EC se convertiría en un estímulo con propiedades inhibitorias, es decir, con la capacidad de predecir la ausencia del EI y así con la capacidad de interferir en la RC. Esta explicación tentativa, además, fue la responsable de que los autores acuñasen el término *inhibición latente* al referirse a su descubrimiento. Para contrastar esta hipótesis, diversos autores recurrieron al criterio de doble prueba propuesto por Rescorla (1969) para poner a prueba las propiedades inhibitorias supuestamente adquiridas por un estímulo preexpuesto en ausencia de refuerzo. La lógica de estos trabajos fue que si la preexposición permite que los estímulos adquieran dichas propiedades

inhibitorias, un inhibidor latente (un estímulo que pasa la prueba de retraso) debería pasar también la prueba de sumación. Los resultados experimentales no confirmaron esta predicción, más bien todo lo contrario. A continuación, repasaremos brevemente los resultados de estos estudios.

1.2.2. Escrutinio de las propiedades Inhibitorias de un inhibidor latente a través de pruebas de sumación.

Cronológicamente, los principales estudios que recurrieron a pruebas de sumación para escrutar las propiedades inhibitorias de un estímulo preexpuesto en ausencia de refuerzo, fueron realizados pocos años más tarde de la propuesta del doble criterio de Rescorla (1969).

Rescorla (1971)

Uno de los primeros autores que abordó experimentalmente esta cuestión fue el propio Rescorla (1971), mediante una serie de experimentos realizados con el procedimiento de *supresión condicionada* con ratas. En este procedimiento, se establece inicialmente una línea base de conducta de presión de palanca, manteniendo a los sujetos en un programa de privación de comida y entrenándolos a emitir esta respuesta en las sesiones experimentales para obtener comida. El EI consiste en una descarga eléctrica aplicada a través de las varillas metálicas del suelo de la caja experimental, que provoca una RI de miedo que se manifiesta en una supresión incondicionada de la conducta de presión de palanca. Los emparejamientos EC-EI dotan al EC de la capacidad de suprimir con su presentación la conducta de presión de palanca (siendo tomada dicha supresión como un índice de la RC de miedo).

Este estudio contaba con dos pruebas (retraso y sumación) en las que se ponían a prueba las supuestas propiedades inhibitorias adquiridas durante la preexposición a un EC diana A (76 presentaciones no-reforzadas de un tono de 1,800 Hz de frecuencia y 2 minutos de duración). Por un lado, se comprobó que

dicha exposición producía un efecto de retraso en la aparición de la supresión condicionada cuando posteriormente A era emparejado con el EI (una descarga eléctrica de 0.5 mA de intensidad y 0,5 segundos de duración).

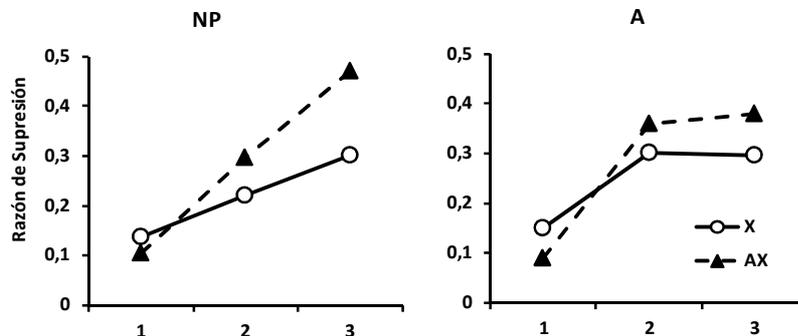


Figura 1. Resultados de Rescorla (1971). Razones medias de supresión ante los estímulos A y AX durante la prueba de sumación. El grupo A recibió preexposición al estímulo A y el grupo NP solo recibió preexposición al contexto experimental (adaptado de Rescorla, 1971).

En la prueba de sumación complementaria, en el grupo experimental (Grupo A en la Figura 1), tras una exposición inicial a A idéntica a la realizada en la prueba de retraso, se condicionó otro estímulo, el EC X (una luz parpadeante). El grupo control (Grupo NP de la Figura 1) recibió un tratamiento similar excepto en la fase de preexposición, en la que no recibió presentaciones del EC A. En la fase de prueba, ambos grupos recibieron presentaciones alternadas del EC X en solitario y del compuesto estimular formado por la presentación simultánea de A y X. Si en el grupo experimental (Grupo A) la preexposición no reforzada al estímulo A le dotaba de propiedades inhibitorias, en este grupo se esperaba observar una menor RC ante AX que ante X en solitario. Además, también se esperaba que la respuesta ante AX mostrada en el grupo experimental fuera menor que la mostrada en el grupo control, ya que A debería tener propiedades inhibitorias sólo en el grupo experimental. Los resultados obtenidos apoyaron parcialmente estas predicciones (Figura 1). En ambos grupos se observó una menor respuesta ante AX que ante X pero, críticamente, en contra de lo esperado desde la hipótesis evaluada, la

reducción de la respuesta ante AX fue incluso mayor en el grupo de control (NP) que en el grupo experimental (A). A partir de estos resultados, Rescorla (1971) sugirió que la preexposición no reforzada no era suficiente para generar inhibición activa, y que los resultados positivos de la prueba de retraso se podían explicar en términos de una disminución en la atención al estímulo a consecuencia de su previa exposición en ausencia de refuerzo.

Kremer (1972)

Empleando el mismo procedimiento de supresión condicionada con ratas, Kremer (1972) llevó a cabo un estudio muy similar al de Rescorla (1971). Primero se comprobó que ciertas condiciones de exposición al estímulo diana A (en este caso, 80 presentaciones de un ruido blanco de 80 dB de intensidad y 2 minutos de duración) generaban un efecto de inhibición latente. Es decir, se demostró que la preexposición no reforzada a A retrasaba su condicionamiento respecto a una condición control sin preexposición (en este caso, el EI fue una descarga eléctrica de 1 mA de intensidad y 0,5 segundos de duración).

Un experimento adicional evaluó las propiedades inhibitorias del estímulo diana A, a través de una prueba de sumación. Se incluyeron dos grupos que inicialmente recibieron idénticas condiciones de preexposición a las empleadas en el experimento previo (preexpuesto vs. no preexpuesto, Grupo A vs. Grupo NP en la Figura 2). Posteriormente, en ambos grupos, los animales recibieron ensayos de condicionamiento en los que se emparejó un estímulo nuevo X (la luz de una bombilla de 7.5 W) con el EI.

La prueba de sumación posterior realizada fue distinta a la del estudio de Rescorla (1971). En lugar de presentar de forma alterna X y AX en ausencia de refuerzo, Kremer (1972) llevó a cabo sólo presentaciones del compuesto AX, que además fueron reforzadas. Los resultados (Figura 2) mostraron menor supresión condicionada en el Grupo A que en el Grupo NP, lo que es consistente con la idea de que el estímulo A adquirió propiedades inhibitorias durante su preexposición en el grupo A. Nótese que el patrón de resultados

obtenido en este experimento (menor RC ante AX tras la preexposición no reforzada a A) es justo el contrario al obtenido por Rescorla (1971).

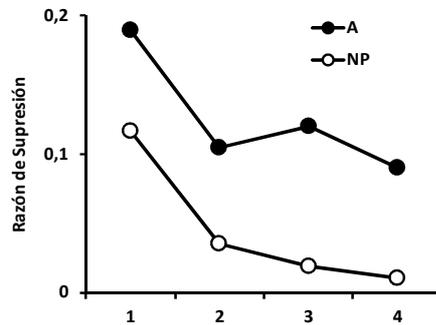


Figura 2. Resultados de Kremer (1972). Razones medias de supresión ante el compuesto de estímulos AX durante la prueba de sumación. El grupo A recibió preexposición al estímulo A y el grupo NP solo recibió preexposición al contexto experimental (adaptado de Kremer, 1972).

Reiss y Wagner (1972)

En este estudio se empleó un procedimiento de *condicionamiento palpebral con conejos*, y un diseño ligeramente distinto al de los experimentos anteriores. En este tipo de técnica el EI también es una descarga eléctrica (en este estudio en particular una descarga de 4.5 mA de intensidad y 100 milisegundos de duración) que se aplica cerca de uno de los ojos del animal produciendo una RI de oclusión del párpado (o de cierre de la membrana nictitante). Los emparejamientos EC-EI dotan al EC de la capacidad de evocar una RC de parpadeo que no está presente antes de comenzar el condicionamiento.

En un primer experimento, Reiss y Wagner (1972) emplearon un diseño intrasujeto para probar la capacidad de ciertas condiciones de preexposición a la hora de generar un efecto de inhibición latente. Estas condiciones consistían en la combinación de presentaciones no reforzadas de dos estímulos: A que se presentó 1380 veces y B que se presentó solo 12 veces (siendo A y B, de forma

contrabalanceada, o un tono de 3150 Hz y 86 dB o una vibración de 60 Hz, teniendo ambos estímulos 1100 milisegundos de duración). Tras la preexposición, los animales recibieron ensayos de condicionamiento con tres ECs diferentes: los dos estímulos preexpuestos, A (preexposición larga) y B (preexposición corta), y un tercer estímulo C (una luz que parpadeaba 20 veces por segundo, con una duración total de 1100 milisegundos) que era un estímulo novedoso a la hora de comenzar el condicionamiento. Se obtuvo un efecto de inhibición latente, observándose una adquisición de la RC más lenta con los ECs preexpuestos (A y B) que con el EC nuevo (C). Además, se observó también un efecto de la longitud de la preexposición sobre la magnitud del efecto de inhibición latente, con un mayor retraso en la adquisición de la RC después de la preexposición larga que después de la preexposición corta.

En otro experimento posterior se realizó la prueba de sumación. Tras una preexposición idéntica a la del experimento anterior, los animales recibieron ensayos de condicionamiento con un EC X nuevo (una luz que parpadeaba 20 veces por segundo, con una duración total de 1100 milisegundos). Posteriormente, en la prueba (ver Figura 3), los animales recibieron de forma intercalada ensayos reforzados con el EC X (X+) y ensayos en los que se presentaba un compuesto formado por uno de los estímulos preexpuestos y el excitador X (AX y BX).

Para la mitad de los sujetos, estas presentaciones de los compuestos fueron reforzadas (AX+ y BX+; panel izquierdo de la Figura 3), y para la otra mitad dichas presentaciones se produjeron en ausencia del EI (AX- y BX-; panel derecho de la Figura 3). En ambas condiciones de prueba (con y sin refuerzo), la respuesta ante los compuestos provocó una reducción de la RC. Esta diferencia podría estar indicando la presencia de propiedades inhibitorias en ambos grupos. Sin embargo esta explicación no se ve apoyada por otro importante aspecto de los resultados. Críticamente, en ambas condiciones de prueba (con y sin refuerzo) se observó que la reducción de la RC fue mayor ante el compuesto que contenía el estímulo preexpuesto con menor frecuencia (BX)

que ante el compuesto que contenía el estímulo preexpuesto con mayor frecuencia (AX).

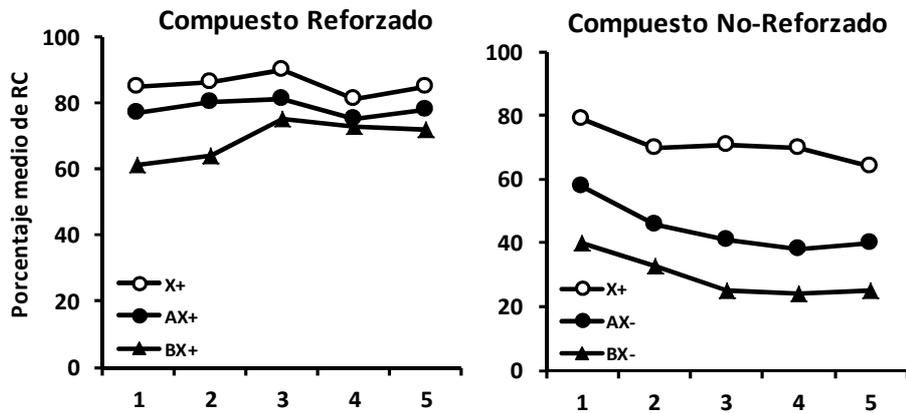


Figura 3. Resultados de Reiss y Wagner (1972). Porcentaje medio de respuesta ante el EC X y los compuestos AX y BX durante la prueba de sumación. Los datos de los subgrupos que recibieron ensayos de prueba reforzados vs no reforzados están presentados por separado (adaptado de Reiss y Wagner, 1972).

Si la preexposición no reforzada realmente dotó a los estímulos de propiedades inhibitorias, se esperaría que estas hubieran sido adquiridas en mayor medida tras la preexposición larga de A que tras la preexposición corta de B. En contra de esta predicción, B se mostró como un estímulo más eficaz que A a la hora de interferir con la RC evocada por X. Los resultados del experimento son, sin embargo, fácilmente explicados apelando a los efectos del decremento en la generalización. La presencia de un estímulo añadido (A o B) durante las presentaciones de X podrían dificultar el reconocimiento de, y/o la atención prestada a, X, lo que dificultaría la aparición de la RC. La razón por la que el estímulo B (preexposición corta) sería más eficaz que el estímulo A (preexposición larga) a la hora de generar este efecto de decremento en la generalización es que la preexposición no reforzada conllevaría una reducción de la saliencia y/o de la atención prestada a los estímulos. Es decir, un estímulo preexpuesto con mayor frecuencia resultaría menos saliente en la prueba, resultando menos capaz de interferir perceptiva y/o atencionalmente con el procesamiento del estímulo excitador X, responsable de la aparición de la RC.

Solomon, Lohr y Moore (1974)

En este estudio se llevó a cabo un procedimiento muy similar al realizado por Reiss y Wagner (1972), se utilizaron también conejos como sujetos experimentales, y se registró como respuesta la oclusión de la membrana nictitante. Como El se empleó una descarga (de 2.5 mA de intensidad y 50 milisegundos de duración). A diferencia de los estudios previos, en este trabajo no se incluyó una prueba de retraso sino que solo se incluyó una prueba de sumación. Al igual que en el estudio de Reiss y Wagner (1972), se manipuló el número de preexposiciones, pero en esta ocasión se emplearon cuatro condiciones experimentales distintas en un diseño entresujetos. Así, cuatro grupos de conejos recibieron inicialmente presentaciones no reforzadas del estímulo diana A (un tono de 1200 Hz de frecuencia, 85 dB de intensidad) y los grupos difirieron en el número de preexposiciones recibidas: 18, 36, 118 o 354. Se incluyeron, además, cuatro condiciones control, una para cada condición de preexposición, en las que se igualaba el tiempo que pasaban los animales en el contexto experimental, pero sin recibir presentaciones de ningún estímulo. Tras la preexposición, todos los animales fueron condicionados con un estímulo nuevo X como EC (una luz). En la prueba de sumación posterior, todos los animales recibieron ensayos alternos no reforzados con el EC X en solitario y con el compuesto AX.

De nuevo, se esperaba que si la preexposición no reforzada dotaba a los estímulos de propiedades inhibitorias, estas resultasen más marcadas cuanto mayor fuese el número de preexposiciones al estímulo. Es decir, se esperaba observar un efecto de sumación (menor RC ante AX que ante X) más evidente en las condiciones experimentales que en las condiciones control, y también, más evidente cuanto mayor fuese el número de preexposiciones.

Los resultados del experimento (Figura 4) mostraron que los grupos preexpuestos a A respondieron menos ante AX que ante X en solitario, pero esta disminución en la respuesta en presencia de A no puede ser atribuida a los efectos de su preexposición, puesto que se observó un patrón similar de respuesta en los grupos control sin exposición (grupos NP en la Figura 4).

Tampoco se observaron diferencias notables en el patrón de respuestas en función del número de preexposiciones al estímulo A, lo que viene también a poner en duda la explicación en términos de adquisición de inhibición activa durante la preexposición.

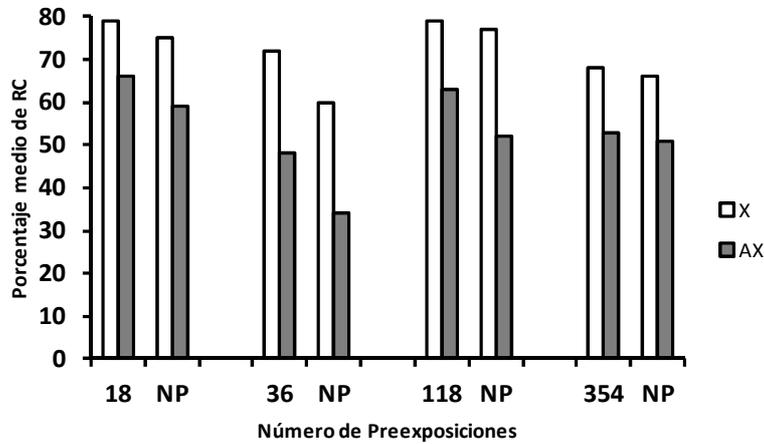


Figura 4. Resultados de Solomon, Lohr y Moore (1974). Porcentaje medio de respuesta ante la luz (X) y ante la luz más el tono (AX) en función del número de preexposiciones (adaptado de Solomon, Lohr y Moore, 1974).

Solomon, Brennan y Moore (1974)

Empleando el mismo procedimiento de condicionamiento de la membrana nictitante con conejos utilizado por Solomon Lohr y Moore (1974), en el presente estudio se pretendió investigar las propiedades inhibitorias en la inhibición latente en función de la intensidad del estímulo preexpuesto. En dos experimentos (retraso y sumación), se pusieron a prueba los efectos de dos condiciones de exposición que recibieron 450 presentaciones no reforzadas de un estímulo A (un tono de 1200 Hz de frecuencia). En una condición el estímulo se presentó con una intensidad de 95 dB y en la otra se presentó con una intensidad de 75dB. Se incluyeron también dos condiciones correspondientes de control sin exposición.

En un primer experimento se realizó una prueba de retraso para comprobar la efectividad de estas condiciones de exposición a la hora de generar un efecto de inhibición latente. Así, tras la fase de exposición, en todas las condiciones se emparejó el EC A, que fue presentado en cada condición en su intensidad correspondiente (75 o 95 dB), con el EI (una descarga de 2-mA de 50 milisegundos de duración). Los resultados mostraron un retraso en la adquisición del condicionamiento en ambas condiciones de preexposición, siendo el nivel general de respuesta más alto en las condiciones con el EC más intenso (95dB). En un experimento posterior se llevó a cabo la prueba de sumación incluyendo las mismas cuatro condiciones de exposición, dos experimentales y dos controles, que recibieron durante la fase de preexposición las mismas condiciones de entrenamiento que en el experimento anterior. Tras la fase de preexposición, todos los animales recibieron sesiones de condicionamiento incluyendo emparejamientos de un EC nuevo X (una luz) con el EI, y en la fase final de prueba se presentaron de manera alternada ensayos no reforzados con X en solitario y con el compuesto AX.

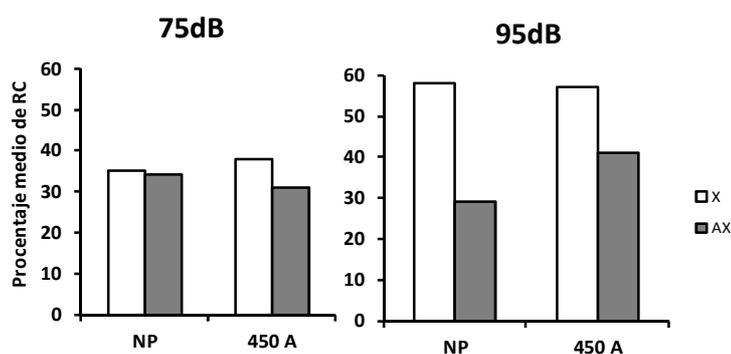


Figura 5. Resultados de Solomon, Brennan y Moore (1947). Porcentaje medio de respuesta ante la luz (X) y ante la luz más el tono (AX) en función de la intensidad y del número de preexposiciones (adaptado de Solomon, Brennan y Moore, 1974).

Los resultados (véase Figura 5) mostraron patrones distintos en función de la intensidad de A. En las condiciones con el estímulo A menos intenso (75dB; panel izquierdo de la Figura 5), tanto en la condición control como en la

condición experimental, la presencia de A en la prueba no interfirió con la manifestación de la RC elicitada por X. Sin embargo, en las condiciones con el estímulo A más intenso (95 dB; panel derecho de la Figura 5) sí se observó menor respuesta ante AX que ante X, tanto en la condición preexpuesta como en la condición control, no obstante, la diferencia fue mayor en el grupo de control. Es decir, de nuevo, los resultados no coincidieron con los esperados en términos de la hipótesis de que la preexposición no reforzada a un estímulo le dota a éste de propiedades inhibitorias suficientes para pasar la prueba de sumación.

1.2.3. Abandono de la hipótesis inhibitoria y reafirmación de la hipótesis atencional para explicar el efecto de inhibición latente.

Aunque la evidencia experimental analizada no es del todo homogénea (p.ej., Kremer, 1972), plantea serias dudas sobre la idea de que un inhibidor latente posee propiedades inhibitorias genuinas. Es cierto, como sugiere Hall (1991; pp. 123-124), que el papel de la inhibición activa en estos estudios pudo verse ensombrecido por la presencia de otros mecanismos que afectan a la transferencia de la respuesta de X a AX (p.ej., decremento en la generalización y/o tendencias incondicionadas de respuesta que pueden confundirse con la RC). Pero esto no explicaría por qué es relativamente sencillo demostrar que un estímulo preexpuesto en ausencia de refuerzo es capaz de pasar una prueba de retraso, pero a la vez es tan difícil demostrar que también puede pasar la prueba de sumación. Por el contrario, este patrón de resultados (positivos en la prueba de retraso y negativos en la de sumación) es coherente con una explicación centrada en los efectos atencionales de la preexposición no reforzada a los estímulos (p. ej., Le Pelley, 2004; Lubow, 1989; Mackintosh, 1975; Pearce y Hall, 1980; Wagner, 1978, 1981). Si un estímulo preexpuesto en ausencia de refuerzo es un estímulo al que se ha aprendido a desatender, sería difícil que se estableciera como EC durante los episodios EC-EI (i.e., pasaría la prueba de retraso), y también mostraría una reducida, o nula, capacidad para

reducir la RC evocada por otro estímulo (i.e., no pasaría la prueba de sumación).

La aceptación de la explicación atencional frente a la inhibitoria de la inhibición latente se vio fortalecida por la evidencia obtenida a través de una estrategia experimental adicional diseñada por Rescorla (1971). La lógica fue la siguiente: si la preexposición no reforzada permite la adquisición de propiedades inhibitorias, entonces, debería facilitar la adquisición de inhibición condicionada. Por el contrario, si lo que provoca la preexposición no reforzada es una disminución en el procesamiento efectivo del EC que dificulta el aprendizaje sobre él, debería de observarse el efecto contrario, retraso en vez de facilitación del aprendizaje inhibitorio posterior. Los estudios que pusieron a prueba esta hipótesis (Best, 1975; Halgren, 1974; Rescorla, 1971) confirmaron que la preexposición a los estímulos retrasa tanto el condicionamiento excitatorio como el inhibitorio, dando así apoyo a la explicación atencional de la inhibición latente.

Este último conjunto de resultados promovió el abandono de la idea de que la inhibición condicionada juega un papel en la inhibición latente, postura que se ha asentado firmemente en el campo. En la presente tesis, se ha reexaminado esta idea, alentados por las predicciones del modelo teórico de inhibición latente de Hall y Rodríguez (2010; 2011), que se expone en detalle a continuación.

Capítulo II

Marco Teórico

2.1. Introducción

El modelo de Hall y Rodríguez (2010) consiste en la elaboración y refinamiento de la explicación teórica del fenómeno de inhibición latente ofrecida por el modelo original de Pearce y Hall (1980). En esta elaboración se toman elementos del análisis teórico ofrecido por Hall (1991), en el que se presenta una explicación híbrida de la inhibición latente, proponiendo dos mecanismos causales relacionados pero de naturaleza distinta. Por un parte, la preexposición no reforzada a los estímulos conllevaría el aprendizaje de una asociación estímulo→ausencia de consecuencias, aprendizaje que sería susceptible de generar efectos de interferencia asociativa. Por otra parte, con la adquisición de dicha asociación, el estímulo preexpuesto se convertiría en un predictor fiable de la ausencia de consecuencias, lo que produciría su desatención progresiva según el mecanismo atencional propuesto en el modelo de Pearce y Hall (1980). A continuación se exponen con más detenimiento todas estas ideas y el planteamiento matemático, formal, de los modelos de Pearce y Hall (1980) y Hall y Rodríguez (2010).

2.2. Presentación del modelo de Pearce y Hall (1980)

La teoría de Pearce y Hall (1980) ha sido uno de los modelos matemáticos más influyentes durante las últimas décadas en el campo del aprendizaje asociativo. Se trata de uno de los denominados *modelos atencionales de condicionamiento*, teorías que proponen que el valor asociativo de un estímulo (la fuerza con la que está asociado con otros estímulos) no sólo determina la respuesta ante él, sino que también modula la cantidad de atención que este recibe y la efectividad con la que se aprenderá sobre él en el futuro. Dentro de este tipo de teorías, cada modelo particular se ha caracterizado por la propuesta de unos principios concretos que relacionan atención y aprendizaje. El modelo de Mackintosh (1975; siguiendo la propuesta pionera de Sutherland y Mackintosh, 1971) propone que cuanto mejor

predictor es un estímulo de sus consecuencias mayor atención recibirá para aprender y responder ante él. El modelo de Pearce y Hall (1980), sin embargo, toma una perspectiva diferente (hasta cierto punto antagónica respecto a la ofrecida por Mackintosh) y propone que un estímulo será atendido para aprender sobre él en la medida que aún no predice sus consecuencias.

Al igual que en otros intentos de formalizar el fenómeno de condicionamiento (p.ej., Mackintosh, 1975; Rescorla y Wagner, 1972), el punto de partida del modelo de Pearce y Hall (1980) consiste en asumir que la activación concurrente de las representaciones mentales del EC y del EI resulta en el establecimiento y fortalecimiento de una asociación entre ambas. Esta idea se representa formalmente a través de la siguiente ecuación:

$$\Delta V = S \alpha \lambda \quad (\text{Ecuación 1})$$

donde ΔV representa el cambio en la *fuerza asociativa*, es decir, el cambio en la fuerza de la asociación que permite a la activación de la representación mental del EC activar la representación mental del EI. Se asume que este incremento en fuerza asociativa será directamente proporcional a dos parámetros relacionados con la intensidad del EC (S) y del EI (λ). El parámetro S (*saliencia* del EC) es un parámetro constante que podrá adoptar un valor entre 0 y 1, y que representa la activación de la representación del EC que es producida por su mera presentación física. El parámetro λ también es un parámetro constante que podrá adoptar un valor entre 0 y 1, y representa la activación de la representación del EI que es producida por su presentación física. El principio central del modelo de Pearce y Hall (1980) es la asunción de que hay otro parámetro, α , que representa la *asociabilidad* del EC, y que modulará la cantidad de procesamiento que recibe el EC para aprender sobre él. Este parámetro es una variable que cambiará a medida que la experiencia con el estímulo permite estimar en qué medida el EC predice sus consecuencias. Así, el valor inicial del α de un EC vendrá determinado por sus propiedades físicas (mayor α cuanto más intenso es el EC), pero a partir de la segunda aparición del

EC (cuando ya se tiene información sobre su capacidad predictiva), su valor vendrá determinado por la siguiente ecuación:

$$\alpha^n = |\lambda - \Sigma V|^{n-1} \quad (\text{Ecuación 2})$$

En esta ecuación se establece que la asociabilidad de un EC en un ensayo dado n (es decir, el grado de procesamiento que le permite a un estímulo entrar en asociaciones), viene determinado por los eventos que ocurrieron en la presentación del EC en el ensayo anterior ($n-1$). En concreto, α se calcula como el valor absoluto de la discrepancia entre λ (que representa la presentación física del EI) y ΣV (que representa la expectativa de ocurrencia del EI activada por todos los estímulos presentes en ese ensayo, incluyendo al EC). Esta ecuación captura así la idea de que un estímulo será procesado para aprender sobre él en la medida que aún existe un error predictivo, es decir, una diferencia entre lo que ocurre físicamente (λ) y lo que es esperado (ΣV).

De esta formulación se deriva la predicción de que los emparejamientos repetidos del EC y el EI generarán incrementos en fuerza asociativa excitatoria (Ecuación 1) de acuerdo a una curva negativamente acelerada, situándose la asíntota en el valor λ y con incrementos en fuerza asociativa que serán progresivamente menores a medida que V aumenta y, por tanto, α disminuye (Ecuación 2). Nótese que el modelo predice que la asociabilidad del estímulo disminuirá durante un entrenamiento de condicionamiento (justo la predicción contraria a la ofrecida por Mackintosh, 1975). El fenómeno conocido como *efecto de transferencia negativa Hall-Pearce* (1979; véase también, p.ej., Rodríguez y Alonso, 2011), apoya esta predicción del modelo (y cuestiona la de modelos alternativos como el de Mackintosh, 1975). Este fenómeno consiste en la observación de que un entrenamiento inicial de condicionamiento de respuesta emocional de miedo con un EI relativamente poco intenso retrasa el mismo tipo de condicionamiento posterior con el mismo EC y un EI intensificado.

2.3. Tratamiento del aprendizaje inhibitorio en el modelo de Pearce y Hall (1980)

De cara a facilitar la presentación posterior del modelo de Hall y Rodríguez (2010; 2011) es conveniente considerar el tratamiento que hace el modelo de Pearce y Hall (1980) del aprendizaje inhibitorio. En su formalización, Pearce y Hall (1980) adoptaron la propuesta de Konorski (1967), que describió el aprendizaje inhibitorio como la formación de una nueva asociación que actúa en oposición a los mecanismos que se activan por las asociaciones excitatorias. Según el modelo, una asociación inhibitoria entre un EC y un EI se establece según la siguiente ecuación:

$$\Delta V_i = S \alpha \lambda_i \quad (\text{Ecuación 3})$$

donde ΔV_i representa el cambio en la *fuerza asociativa inhibitoria*, es decir, el cambio en la fuerza de la asociación que permite a la activación de la representación mental del EC activar la representación mental de la ausencia del EI. El parámetro constante S representa, como en el caso del aprendizaje excitatorio, la saliencia del EC, y λ_i representa la magnitud del *reforzador inhibitorio*. Esta magnitud dependerá del grado de sorpresa (o frustración o alivio, por la naturaleza motivacional del EI) que resulta cuando el EI anticipado no ocurre (u ocurre con una magnitud menor de la esperada), según establece la Ecuación 4:

$$\lambda_i = (\Sigma V - \Sigma V_i) - \lambda \quad (\text{Ecuación 4})$$

Teniendo en cuenta el aprendizaje excitatorio e inhibitorio, la Ecuación 2 se reformula de la siguiente manera:

$$\alpha^n = |\lambda - (\Sigma V - \Sigma V_i)|^{n-1} \quad (\text{Ecuación 5})$$

Con esta reformulación el principio básico en el que se basa el modelo sigue intacto, es decir, el valor de α disminuye cuando el estímulo es un predictor fiable sus consecuencias.

2.4. Aplicación del modelo de Pearce y Hall (1980) al fenómeno de Inhibición Latente

La aplicación del modelo descrito al fenómeno de la inhibición latente es la siguiente. Se asume que la primera vez que se presenta el estímulo diana en un experimento de inhibición latente, es decir, la primera vez que se expone en ausencia de refuerzo, los parámetros S y α adoptarán valores en función de la intensidad física del estímulo. A partir de la segunda presentación no reforzada del estímulo, el parámetro S se mantendrá constante, pero el parámetro α se verá modificado por la experiencia. Dado que en el primer ensayo el estímulo fue expuesto en ausencia de refuerzo, se estima que en el ensayo 2 de exposición, el valor de α debería ser calculado otorgando a λ y ΣV valores de cero, al no haberse presentado ningún EI (por tanto, $\lambda = 0$) y al no esperarse la presentación de éste (por tanto, $\Sigma V = 0$). Es decir:

$$\alpha^n = |\lambda - (\Sigma V - \Sigma V_i)|^{n-1} = |0 - 0| = 0$$

El modelo predice así que la asociabilidad del estímulo disminuirá abruptamente desde su valor inicial (determinado por sus propiedades físicas) a cero en el segundo ensayo. Esto permite al modelo predecir que un estímulo preexpuesto verá disminuida su asociabilidad, lo que puede explicar una adquisición ralentizada de la asociación $EC \rightarrow EI$ durante el posterior condicionamiento y, por tanto, el retraso en la aparición de la RC que caracteriza a la inhibición latente. Nótese que el modelo predice un retraso en el aprendizaje (no una cancelación total de este) al predecir que la aparición no esperada del EI durante el condicionamiento restaurará la asociabilidad del estímulo y permitirá finalmente su condicionamiento.

Aunque la base matemática del modelo le permite a éste predecir una disminución en la asociabilidad del estímulo, hay elementos del mecanismo planteado (y/o de su proyección matemática) que generan algunos problemas tanto empíricos como teóricos. Por ejemplo, es bien conocido que la inhibición latente es un fenómeno dependiente de la longitud de exposición: el retraso en la aparición de la RC es mayor cuanto mayor es el número de preexposiciones

no reforzadas del EC (p.ej., Lantz, 1971; Lubow, 1965). La disminución total y abrupta de asociabilidad anticipada por el modelo no se ve, por tanto, apoyada por la evidencia empírica. Una elaboración posterior del modelo (Pearce, Kaye y Hall, 1982) trató de dar respuesta a este problema, proponiendo una regla modificada para calcular la asociabilidad estimular en la que la introducción de un parámetro γ permitía suavizar los cambios en α , graduando la contribución de los eventos ocurridos en el ensayo n-1 respecto a los ocurridos en ensayos precedentes (n-2, n-3...). No obstante, esta modificación no mejoraba el problema de fondo que conllevaba asumir que durante la preexposición no reforzada no tenía lugar ningún aprendizaje asociativo.

La noción central de la teoría de Pearce y Hall (1980) es que la asociabilidad de un estímulo disminuye a medida que se convierte en un buen predictor de sus consecuencias; es decir, que el parámetro α cambia a medida que hay un cambio en los valores V (Ecuación 2). Por ejemplo, según el modelo, el *efecto de transferencia negativa* Hall y Pearce (1979) ocurre porque la formación de la asociación EC-EI durante la primera fase conlleva una reducción de α que retrasa el posterior condicionamiento con el EI intensificado. Hall y Pearce (1979) se refirieron a este efecto como un caso de “inhibición latente durante los emparejamientos EC-EI”, sin embargo, atendiendo al modelo, el paralelismo que plantearon con el fenómeno de inhibición latente es inexacto. Como acabamos de ver, la teoría predice que el valor α de un estímulo preexpuesto en ausencia de refuerzo disminuye, pero este cambio no es el resultado de un proceso de aprendizaje asociativo en el que el estímulo adquiere la capacidad para predecir sus consecuencias.

Otro problema relacionado es la dificultad del modelo para explicar una de las características bien conocidas de la inhibición latente, y es que se trata de un fenómeno sensible a los cambios de contexto entre la fase de preexposición y condicionamiento (p.ej., Channell y Hall, 1983; Lovibond, Preston y Mackintosh, 1984; Westbrook, Jones, Bailey y Harris, 2000). Una posible explicación de esta dependencia contextual es que la recuperación del aprendizaje (o aprendizajes) que tiene/n lugar durante la preexposición, y que

se supone responsable/s del fenómeno, se ve/n dificultado/s por el cambio de contexto (p.ej., Bouton, 1993; Revusky, 1971). El hecho de que el modelo no contemple ningún aprendizaje durante la preexposición le imposibilita dar cuenta de cualquier característica del fenómeno en términos de interferencia asociativa. En otras palabras, no se prevé interferencia asociativa, al no preverse aprendizaje que ejerza tal interferencia.

En su extenso análisis del fenómeno, Hall (1991) sugirió que una manera de superar estos problemas era conceptualizar la inhibición latente como el resultado de un proceso por el cual, durante la preexposición no reforzada, el organismo aprende sobre las consecuencias de los estímulos. Hall describió este aprendizaje como la formación de una asociación estímulo→ausencia de evento. De esta manera, al igual que en los episodios EC-EI, el descenso de α sería producido por este aprendizaje sobre el valor predictivo del estímulo. Hall subrayó que de esta conceptualización surgía una teoría “híbrida” de inhibición latente, en la que dos procesos de aprendizaje distintos pero relacionados contribuían a la aparición del fenómeno. El aprendizaje de la asociación estímulo→ausencia de consecuencias conllevaría una disminución en el término de error, es decir, en la asociabilidad del estímulo, tal y como se propone en el modelo de Pearce y Hall (1980). Pero además, esta asociación estímulo→ausencia de consecuencias formada durante la preexposición podría interferir proactivamente con la formación (Revusky, 1971), o la expresión (Miller y Matzel, 1988) de la asociación EC→EI entrenada durante el condicionamiento posterior. Este segundo mecanismo complementaría los efectos de la reducción de α y podría explicar la dependencia contextual del fenómeno. Si la asociación EC→ausencia de consecuencias establecida en la preexposición dificulta la adquisición y/o expresión de la asociación EC→EI adquirida durante el condicionamiento, un cambio de contexto entre ambas fases podría atenuar estos efectos al dificultar la recuperación de la primera asociación.

2.5. Factores asociativos y no asociativos en la Inhibición Latente: el modelo de Hall y Rodríguez (2010)

Siendo concisos, se puede decir que el modelo de Hall y Rodríguez (2010; 2011) es el intento de formalizar la propuesta de explicación híbrida de Hall (1991) al fenómeno de inhibición latente, y compatibilizar esta formalización con el modelo de Pearce y Hall (1980). El principal desafío a la hora de formalizar esta propuesta fue el tratamiento de la representación mental de la “ausencia de consecuencias”. Hall y Rodríguez (2010; 2011) propusieron un análisis en los términos adoptados por Pearce y Hall (1980; inspirados en Konorski, 1967) para explicar la extinción y la inhibición condicionada. Según estas ideas, la representación de la ausencia de un estímulo (por ejemplo, la ausencia del EI en un ensayo de extinción) se procesa de manera efectiva cuando activada la expectativa de que vaya a ocurrir (a través de la asociación $EC \rightarrow EI$), finalmente no ocurre. Haciendo un paralelismo, Hall y Rodríguez propusieron que, durante la preexposición no reforzada a un estímulo, el organismo procesa “la ausencia de consecuencias” porque esperando que ocurra “algo” finalmente no ocurre nada. Las cuestiones que uno se puede plantear en este punto del análisis son: ¿por qué debería esperar un organismo que ocurra algo la primera vez que se le presenta un estímulo nuevo? y, de ser así, ¿qué es exactamente lo que espera? Para responder a estas cuestiones Hall y Rodríguez contemplaron dos posibilidades no incompatibles. La primera, que la capacidad de los estímulos nuevos para evocar la expectativa de que algo va a ocurrir sea una propiedad intrínseca de estos y, la segunda, que se vea producida (y/o potenciada) por el conocido fenómeno de la *generalización*. En este sentido, Hall y Rodríguez reparan en el hecho de que cuando un organismo se enfrenta ante un estímulo por primera vez, dicho estímulo no es totalmente nuevo (ver diagrama de la Figura 6).

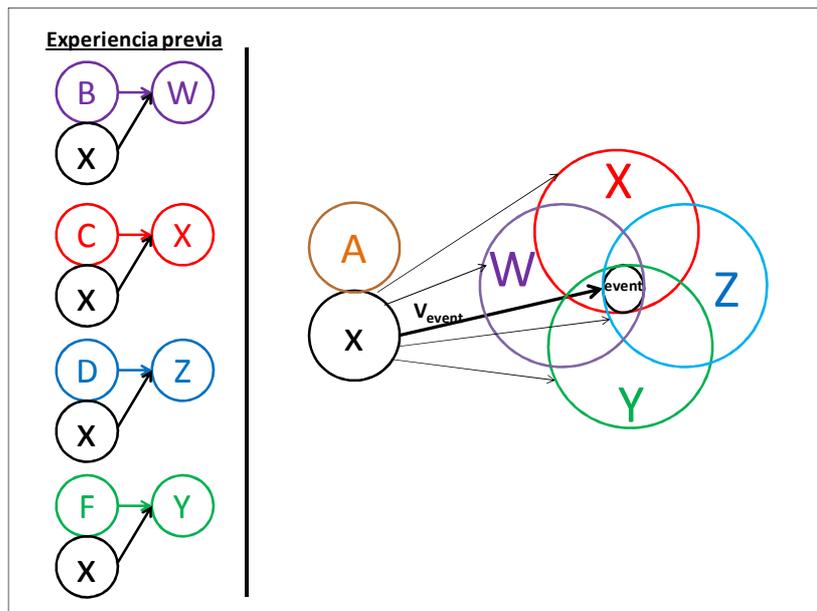


Figura 6. Diagrama de generalización. Se representa el proceso de generalización a través del cual un estímulo nuevo (AX) puede llegar a activar asociativamente la expectativa de que algo puede ocurrir (nodo event en el diagrama).

Este estímulo (A) contendrá características (x) también presentes en otros estímulos similares (B, C, D, F...) con los que el organismo ha tenido experiencia en el pasado. Al conocer estos estímulos, el organismo también habrá aprendido que muchos de ellos iban seguidos por la ocurrencia de distintos tipos de consecuencias (W, X, Y, Z...). El resultado de todo ello será que la presentación del estímulo nuevo, A, por mediación de estas características comunes (x), tenderá a activar la representación de todas estas consecuencias (W, X, Y, Z...). De manera crítica, además, la representación activada de manera más efectiva por el estímulo nuevo será aquella relativa a la característica o características que comparten todo ese conjunto de consecuencias (event). Hall y Rodríguez señalan que esa característica común va a consistir en que todas ellas son “algún tipo de evento” o “algún tipo de consecuencia” (evento). Este

análisis permite, así, formalizar la idea de que la presentación de un estímulo nuevo activará la expectativa de que “algo” va a ocurrir¹.

A partir de este punto, el análisis del fenómeno de la inhibición latente ofrecido por Hall y Rodríguez consiste simplemente en hacer un paralelismo entre la extinción de la asociación EC→EI en un paradigma de condicionamiento Pavloviano y la extinción de la asociación “EC→algún tipo de consecuencias” durante la fase de preexposición de un experimento de inhibición latente. La descripción formal de los mecanismos implicados en esta extinción es la siguiente.

El crecimiento de la asociación “EC→no consecuencias” transcurrirá a lo largo de los ensayos no reforzados según la siguiente ecuación:

$$\Delta V_{\text{no event}} = S \alpha \lambda_{\text{no event}} \quad (\text{Ecuación 6})$$

donde se establece que el incremento en la fuerza de la asociación “Eausencia de consecuencias” ($\Delta V_{\text{no event}}$) es proporcional al procesamiento recibido en cada ensayo por el EC ($S \alpha$) y al procesamiento recibido por la ausencia de consecuencias ($\lambda_{\text{no event}}$). Por una parte, el procesamiento del EC será una función de su saliencia (S) y de su asociabilidad (α). Y el procesamiento de “la ausencia de consecuencias” (representado por el valor del reforzador inhibitorio, $\lambda_{\text{no event}}$) dependerá de la fuerza con la que la ocurrencia de “algo” sea esperada. Esto es:

$$\lambda_{\text{no event}} = \Sigma V_{\text{event}} - \Sigma V_{\text{no event}} \quad (\text{Ecuación 7})$$

¹ Teniendo en cuenta la variedad de consecuencias que pueden ser activadas de esta manera por generalización, es probable que la representación de “algún tipo de consecuencia” sea motivacionalmente neutra. Aún con todo, Hall y Rodríguez (2010) reconocen que es probable que el estado motivacional del organismo en un momento dado pueda promover una recuperación más efectiva de aquellas consecuencias más relevantes para ese estado motivacional particular del momento, una idea apoyada por los resultados experimentales de Killcross y Balleine (1996).

donde ΣV_{event} representa la fuerza de la asociación “EC→alguna consecuencia” y $\Sigma V_{\text{no event}}$ representa la fuerza de la asociación “EC→no consecuencias”.

Por su parte, la asociabilidad del EC variará según la siguiente ecuación:

$$\alpha^n = |\lambda_{\text{event}} - (\Sigma V_{\text{event}} - \Sigma V_{\text{no event}})|^{n-1} \quad (\text{Ecuación 8})$$

Esta igualdad recoge la idea esencial del modelo de Pearce y Hall (1980), según la cual, la asociabilidad de un estímulo (α) guarda una relación inversamente proporcional con su exactitud predictiva. Es decir, la asociabilidad del estímulo (α) será menor a medida que disminuya la discrepancia entre el resultado real de un ensayo (λ_{event} que adopta un valor igual a cero en los ensayos no reforzados) y las expectativas activadas por la presentación del estímulo (el resultado neto de la interacción entre la expectativa de que va a ocurrir algo, ΣV_{event} , y la expectativa de que no va ocurrir nada, $\Sigma V_{\text{no event}}$).

Todas estas ecuaciones se aplican a un experimento típico de inhibición latente de la siguiente manera (véase una simulación del modelo en la Figura 7). En el primer ensayo de preexposición, la asociabilidad del estímulo (α) será alta, lo que permitirá que haya aprendizaje. Como ante la presentación del estímulo se espera que ocurra “algo” (es decir, V_{event} tiene un valor positivo), pero no ocurre ninguna consecuencia, el reforzador inhibitorio se activará ($\lambda_{\text{no event}}$ tendrá un valor positivo en la Ecuación 7), y la asociación “EC-ausencia de consecuencias” se fortalecerá ($\Delta V_{\text{no event}}$ será positivo en la Ecuación 6).

A medida que la fuerza de esta asociación aumente ($V_{\text{no event}}$), la expectativa inicial de que algo va a ocurrir (V_{event}) irá neutralizándose ($V_{\text{Net}} = V_{\text{event}} - V_{\text{no event}}$), y el aprendizaje irá deteniéndose a medida que el reforzador inhibitorio ($\lambda_{\text{no event}}$ en la Ecuación 7) y la asociabilidad (α en la Ecuación 8) se vayan aproximando a cero. El condicionamiento posterior en el que se use el estímulo como EC, será lento (se observará inhibición latente), tanto porque la

asociabilidad del EC ha disminuido como porque la expectativa de que algo va a ocurrir también ha disminuido².

2.6. Predicciones del modelo de Hall y Rodríguez (2010; 2011): Explorando el papel de la expectativa inicial de que “algo va a ocurrir” en la magnitud del efecto de Inhibición Latente

El modelo que acabamos de describir asume que la magnitud del efecto de inhibición latente depende directamente de la expectativa inicial de que algún evento va a ocurrir. Según la Ecuación 7, una fuerte expectativa de consecuencias (un valor grande V_{event}) conllevará un valor alto de $\lambda_{no\ event}$, lo que refleja un gran procesamiento de la ausencia del evento esperado y que afectará al aprendizaje inhibitorio en la Ecuación 6. De acuerdo con esta propuesta, existen determinadas condiciones en las que el procesamiento de la ausencia del evento esperado puede verse favorecido.

En primer lugar, se asume que los estímulos más intensos son capaces de activar más fuertemente la expectativa de consecuencias (es decir, les corresponde valores altos de V_{event}). De acuerdo con esto, la extinción de la expectativa de que algo va a ocurrir debería extinguirse (y así la asociabilidad disminuir) más rápidamente con estímulos más intensos. Rodríguez, Alonso y Hall (2015; ver también Rodríguez y Alonso, 2002) han encontrado resultados que apoyan esta predicción al observar una relación directamente proporcional entre la magnitud del efecto de inhibición latente y la intensidad (Rodríguez y Alonso, 2002) o saliencia (Rodríguez, Marquez, Gil y Alonso, 2014) del estímulo preexpuesto.

Un segundo caso en el que se espera un procesamiento más profundo de la ausencia de consecuencias, y por lo tanto un mayor efecto de inhibición

² Hall y Rodríguez (2010) no especificaron el efecto que puede ejercer V_{event} sobre la conducta. Su hipótesis de trabajo era que con un valor alto, habrá una expectativa fuerte de que algo va a ocurrir y eso facilitará la RC generada a partir de la formación de la asociación EC-EI.

latente, es en la preexposición que involucra la presentación de un compuesto de estímulos. Se asume que el valor de $\Sigma V_{\text{no event}}$ en un determinado ensayo depende de la suma de los valores $V_{\text{no event}}$ de todos los estímulos presentes. Por lo tanto, el modelo predice que la presentación del estímulo A en compuesto con otro estímulo saliente B (que contribuirá con su valor inicial de V_{event} a incrementar de manera considerablemente el valor de ΣV_{event}), generará un reforzador inhibitorio, $\lambda_{\text{no event}}$, especialmente fuerte que provocará una pérdida de asociabilidad más pronunciada en los dos estímulos, pero especialmente en el caso del estímulo menos saliente. Confirmando esta predicción, Rodríguez y Hall (2008; ver también Hall y Rodríguez, 2011) han demostrado con el efecto de inhibición latente generado por la preexposición de un olor no muy saliente se potencia cuando el olor es preexpuesto en compuesto con un sabor más saliente.

Un tercer caso en el que se espera una potenciación de la inhibición latente, por medio de un aumento de la expectativa de que algo va a ocurrir y, así, de un aumento de la magnitud del reforzador inhibitorio, $\lambda_{\text{no event}}$, está relacionado con el fenómeno de la generalización. Se ha expuesto previamente la asunción de que la magnitud con la que un estímulo nuevo activa la expectativa de la ocurrencia de otros eventos puede ser una consecuencia directa de la experiencia previa del organismo en la que ha aprendido que diversos estímulos similares han ido seguidos de algún tipo de consecuencia. Una implicación de esta idea es que la preexposición a condiciones de alta densidad predictiva (en la que una alta proporción de los estímulos conocidos han ido seguidos de consecuencias) debería aumentar la fuerza con la que un estímulo nuevo activa la expectativa de que algo va a ocurrir, y por tanto potencia la aparición del efecto de inhibición latente. Rodríguez y Hall (2017) encontraron evidencia favorable a esta predicción en un procedimiento de inhibición latente con participantes humanos, en la que era factible manipular las relaciones predictivas de un alto número de claves y consecuencias en un tiempo relativamente corto.

2.7. Predicciones del modelo de Hall y Rodríguez (2010; 2011) relacionadas con la adquisición de aprendizaje inhibitorio durante la preexposición no reforzada.

El objetivo de los experimentos incluidos en esta tesis fue el de seguir poniendo a prueba la explicación que ofrece el modelo de Hall y Rodríguez (2010; 2011) al fenómeno de la inhibición latente. En este caso, nos centramos en la asunción de que la preexposición no reforzada conlleva un aprendizaje inhibitorio responsable de la extinción de la expectativa de que algo va a ocurrir. Según el modelo, este aprendizaje inhibitorio es el responsable del cambio atencional que tiene lugar durante la preexposición no reforzada. La preexposición no reforzada a un estímulo dado aumentará su exactitud predictiva al permitir anticipar que nada va a ocurrir, y por tanto disminuirá la cantidad de atención que recibe (su asociabilidad). Así, el modelo de Hall y Rodríguez, como cualquier otro modelo que introduzca un componente atencional, puede explicar la capacidad del inhibidor latente para pasar la prueba de retraso pero no la prueba de sumación (Reiss y Wagner, 1972; Rescorla, 1971; Solomon, Brennan y Moore, 1974; Solomon, Lohr y Moore, 1974; pero ver Kremer, 1972), y también anticipa que, en condiciones estándar (exposición del estímulo diana en solitario) un inhibidor latente retrase tanto el aprendizaje excitatorio como inhibitorio (Best, 1975; Halgren, 1974; Rescorla, 1971). Sin embargo, un respaldo más convincente de nuestro modelo requería de experimentos que permitiesen detectar directamente el papel del aprendizaje inhibitorio que tiene lugar durante la preexposición no reforzada (en lugar de las condiciones estándar que parece que sólo permiten inferirlo de manera indirecta, viendo sus supuestos efectos sobre la atención/asociabilidad). Tal y como se describió en el Capítulo 1 de esta tesis, la idea de que un aprendizaje inhibitorio subyace a la inhibición latente fue puesta a prueba hace años no encontrándose evidencia favorable (p.ej., Rescorla, 1971).

No obstante, en estos experimentos se pusieron a prueba los efectos de la exposición a un estímulo en solitario. Bajo estas condiciones, el modelo de

Hall y Rodríguez (2010; 2011) predice que el estímulo adquirirá, como máximo, la misma cantidad de fuerza inhibitoria que de fuerza excitatoria preexistente. Es decir, el modelo predice que durante su exposición no reforzada a un estímulo se neutraliza su valor inicial, sin adquirir un valor inhibitorio neto (véase la simulación de esta condición en la Figura 7).

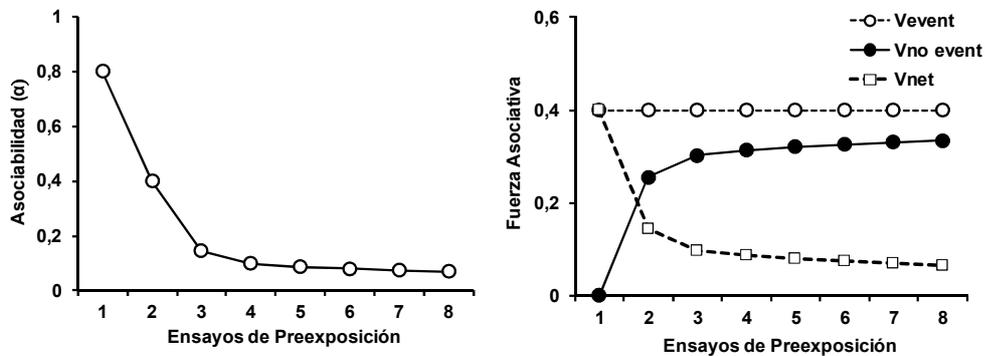


Figura 7. Resultados de simulaciones realizadas con el modelo de Hall y Rodríguez (2010). El estímulo A tuvo una saliencia (S) con un valor de 0.8, una asociabilidad (α) inicial con un valor de 0.8, y una V_{event} inicial con un valor de 0.4. El panel izquierdo muestra el parámetro de asociabilidad (α). El panel derecho muestra la V_{event} , la $V_{no\ event}$ y la V_{net} neta durante ese entrenamiento. Se simularon 8 presentaciones no reforzadas de A en solitario.

La búsqueda de pruebas sólidas que revelasen que el aprendizaje inhibitorio tiene lugar durante la preexposición no reforzada debería proceder de la identificación de condiciones de exposición en las que la cantidad de fuerza inhibitoria potencialmente adquirible por el estímulo diana superase la cantidad de fuerza excitatoria preexistente. Bajo estas condiciones, las propiedades inhibitorias netas del estímulo diana deberían ser detectables en una prueba de sumación. A través de simulaciones de nuestro modelo, identificamos unas condiciones de exposición bajo las que se debería cumplir dicho supuesto. Estas condiciones consisten en la presentación simultánea del estímulo diana, llamémosle A, con diferentes estímulos nuevos a lo largo de la preexposición (AN1, AN2, AN3...; véase Tabla 6).

Según el modelo, la presencia continua de un estímulo nuevo asegurará una activación permanente de la expectativa de que algún tipo de consecuencia va a ocurrir (es decir, la presencia del estímulo nuevo N en cada ensayo contribuirá con su V_{event} inicial e intacta a aumentar el valor de $\lambda_{no\ event}$). Bajo estas condiciones, el modelo predice que el estímulo diana podrá convertirse en un inhibidor neto, un señalizador de que nada va ocurrir.

Tabla 6
Condiciones de preexposición simuladas.

Preexposición								
Grupo AN	AN₁	AN₂	AN₃	AN₄	AN₅	AN₆	AN₇	AN₈
Grupo A	A							

Nota. Se muestran dos condiciones experimentales, una en la que el estímulo diana es presentado en solitario (condición A) y otra en la que el estímulo A es presentado en compuesto con un estímulo nuevo y distinto (N1, N2, N3...) en cada uno de los ensayos (condición AN).

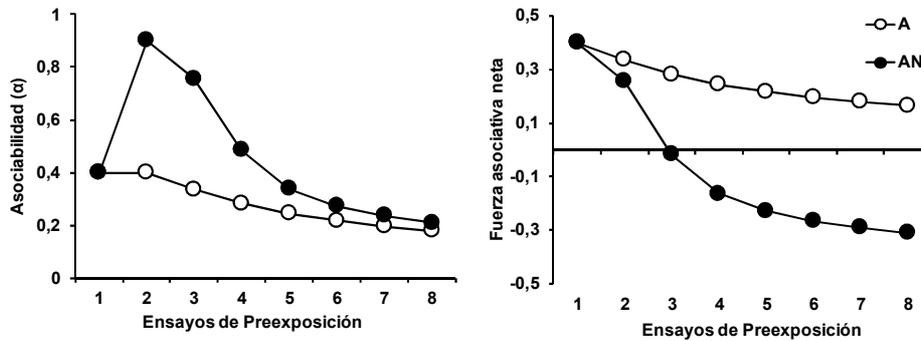


Figura 8. Resultados de las simulaciones realizadas con el modelo de Hall y Rodríguez (2010) de las condiciones de preexposición mostradas en la Tabla 6. El estímulo A tuvo una saliencia (S) con un valor de 0.4, una asociabilidad (α) inicial con un valor de 0.4, y una V_{event} inicial con un valor de 0.4. Cada uno de los estímulos “N” tuvo una saliencia (S) con un valor de 0.5, una asociabilidad (α) inicial con un valor de 0.5, y V_{event} una inicial de 0.5. El panel izquierdo muestra la asociabilidad (α) para las dos condiciones durante el transcurso de la preexposición. El panel derecho muestra la V_{event} neta durante ese entrenamiento. En la condición A, se simularon 8 presentaciones no reforzadas de A en solitario; en la condición AN, se simularon 8 presentaciones no reforzadas de A en compuesto con un estímulo nuevo distinto en cada ensayo (AN₁, AN₂, AN₃, ... AN₈).

En la condición AN, la presencia continua de un estímulo nuevo provoca un aumento inicial en el valor de α (puesto que la presencia del segundo estímulo contribuye con su V_{event} a que el término de error en la Ecuación 8 sea mayor en el ensayo 2), seguido de un descenso progresivo en el valor de este parámetro. Además, es necesario señalar que la presencia constante de un estímulo distinto puede atenuar la pérdida de asociabilidad por parte del estímulo diana (i.e., aunque los valores de α dados por la Ecuación 8 disminuyen durante la fase de preexposición, el mantenimiento los valores de ΣV_{event} producidos por la presencia de N conllevarán un término de error más grande, y por lo tanto, una tasa de disminución más lenta). Pero lo más importante para los objetivos de la presente tesis doctoral es que el mantenimiento del valor de ΣV_{event} implica que los valores de $V_{\text{no event}}$ de A sigan aumentando, permitiendo así que el estímulo diana adquiera mayor fuerza asociativa inhibitoria $V_{\text{no event}}$ que su valor inicial de V_{event} , y que de esta manera sea posible el establecimiento de A como un inhibidor neto de la expectativa inicial de que algún evento puede ocurrir.

Objetivos

El **objetivo general** de esta tesis es demostrar experimentalmente (tanto con animales no humanos, ratas, como con humanos) que la preexposición no reforzada a los estímulos conlleva un aprendizaje inhibitorio estímuloausencia de consecuencias. Ello se abordará poniendo a prueba, en distintos procedimientos de aprendizaje asociativo, una predicción concreta derivada del modelo de Hall y Rodríguez (2010; 2011).

Predicción: Si durante un entrenamiento de preexposición no reforzada, un estímulo diana A es presentado repetidas veces pero siempre en compañía de estímulos novedosos distintos (AN_1 , AN_2 , AN_3 , AN_4 ...), podrá adquirir un valor inhibitorio neto. Es decir, podrá convertirse en un predictor de que nada va a ocurrir a continuación. De ser así, en una prueba de sumación (Rescorla, 1969) dicho estímulo debería ser capaz de interferir con la capacidad de un excitador para evocar la expectativa de que un EI en concreto va a ocurrir.

Esta predicción será puesta a prueba en:

Un procedimiento de condicionamiento apetitivo con ratas como sujetos y estímulos auditivos y visuales (**Objetivo 1**).

Un procedimiento de condicionamiento de aversión al sabor, con ratas como sujetos experimentales, y sustancias sápidas y olores (**Objetivo 2**).

Un procedimiento de aprendizaje asociativo con participantes humanos, con estímulos visuales (**Objetivo 3**).

En cada uno de estos objetivos se realizarán experimentos con *pruebas de retraso y sumación*. Las pruebas de retraso servirán para confirmar que las condiciones de preexposición estudiadas son capaces de generar efectos de inhibición latente (adquisición más lenta de la RC tras la preexposición no reforzadas). Las pruebas de sumación, como se ha indicado, servirán para poner a prueba la predicción bajo estudio.

Capítulo III

**Contrastación de la hipótesis en un
procedimiento de condicionamiento apetitivo
con ratas**

3.1. Introducción

El objetivo de esta primera serie de experimentos de la tesis fue poner a prueba las predicciones derivadas del modelo de Hall-Rodríguez (concretadas en el apartado anterior de Objetivos), empleando un procedimiento de condicionamiento apetitivo con ratas, más concretamente, un procedimiento de conducta de aproximación al comedero (p.ej., Brooks y Bouton, 1993; Channell y Hall, 1983; Nelson, 2002). En esta técnica, los animales se encuentran bajo un programa de privación de comida. Inicialmente, reciben un breve entrenamiento en el que aprenden que durante las sesiones experimentales pueden obtener comida entrando en el comedero de la caja experimental (una abertura de una de las paredes de la caja). Posteriormente, en la fase de condicionamiento, la comida (el EI) solo aparece justo después de la presentación de los estímulos empleados como ECs. Se mide la tendencia de los animales para aproximarse al comedero, antes y durante la presentación de los ECs. La existencia de la asociación EC→EI (es decir, la capacidad del EC de activar con su presentación la expectativa de ocurrencia del EI) se infiere cuando la tendencia a aproximarse al comedero en busca de comida es mayor durante la presencia del EC que en el periodo equivalente antes de su ocurrencia (periodo de tiempo denominado pre-EC).

Los experimentos que se presentan a continuación incluyeron una fase de preexposición no reforzada a estímulos. Como en otros trabajos previos que han valorado efectos de inhibición latente usando este procedimiento (p.ej., Reed, 1995; Rosas y Bouton, 1997), esta fase de preexposición fue emplazada antes del preentrenamiento de comedero, para minimizar así la expectativa de ocurrencia de comida durante las presentaciones no reforzadas a los estímulos. Los efectos de la preexposición se valoraron a través de pruebas de retraso (Experimento 1) y sumación (Experimentos 2, 3, y 4). En la prueba de retraso el estímulo diana preexpuesto, A, se usó como EC en un condicionamiento posterior. En las pruebas de sumación, el estímulo diana preexpuesto, A, fue presentado de manera simultánea con otro estímulo X que había sido condicionado excitatoriamente con anterioridad.

3.2. Experimento 1: Retraso

En este primer experimento nuestro objetivo fue simplemente identificar unas condiciones de preexposición (que también se emplearán posteriormente en los experimentos diseñados para realizar pruebas de sumación), que sean capaces de generar efectos de inhibición latente.

Tabla 7
Diseño del Experimento 1.

Grupo	Preexposición	Condicionamiento
AN	4 x 8AN	
A	4 x 8A	3 x 12A+
NP	4 x Contexto	

Nota. La letra A se refiere al estímulo preexpuesto diana (una luz) y la letra N se refiere a un conjunto de 32 sonidos diferentes. En el grupo AN, en cada ensayo de preexposición, A fue presentado en compuesto con uno de estos sonidos (n_1, n_2, \dots, n_{32}). La ocurrencia del EI se representa como “+” y consistió en la administración de 2 bolitas de comida.

El diseño experimental se muestra en la Tabla 7. Tres grupos de ratas recibieron un entrenamiento de condicionamiento apetitivo en el que el EC A (una luz) se estableció como un predictor fiable de la ocurrencia del EI (comida). Los grupos difirieron en el tratamiento recibido durante la fase de exposición inicial antes del condicionamiento. Hubo dos condiciones que recibieron exposición al estímulo diana A: los Grupos AN y A. Mientras los sujetos del Grupo AN recibieron presentaciones no-reforzadas de A en compuesto con un estímulo auditivo nuevo en cada ensayo ($An_1, An_2, An_3, \dots, An_{32}$), los sujetos del Grupo A recibieron presentaciones de A en solitario (es decir, este grupo consistía en una condición de inhibición latente estándar). También se incluyó una condición sin exposición a A, que solamente recibió exposición al contexto experimental. Se esperaba confirmar que la adquisición del condicionamiento se vería retrasada en los Grupos AN y A en comparación con el Grupo NP.

Método

Sujetos. Se emplearon 24 ratas Sprague Dawley (SD) macho, sin experiencia previa. El experimento se llevó a cabo en dos réplicas idénticas. El peso medio al comienzo del experimento de los 12 animales de la primera réplica fue de 366 g (rango: 295-444), y el peso medio de los 12 animales de la segunda réplica fue de 298 g (rango: 272-311).

Todos los procedimientos relativos al mantenimiento y uso de los animales cumplieron con la *Ley Europea de Bienestar Animal*, y fueron aprobados por el *Comité de Ética de Experimentación Animal (CEEA)* de la *Universidad del País Vasco (UPV/EHU)*. Durante el transcurso del experimento, los animales fueron alojados en cajas individuales en un estabulario con temperatura ($23^{\circ}\pm 2^{\circ}$) y humedad ($40\%\pm 10\%$) constantes. El estabulario estaba iluminado de manera artificial, con un ciclo de luz-oscuridad en el que la luz se encendía a las 08:00 h y se apagaba a las 20:00 h. Los animales tuvieron libre acceso a agua durante todo el experimento, sin embargo, se limitó el acceso a comida. Al principio del experimento se inició un programa gradual de privación de comida con el objetivo de mantener a las ratas al 85% de su peso corporal ad-libitum. Para ello, los animales eran alimentados a diario, proporcionándoseles una cantidad de comida al finalizar cada sesión experimental, y comprobando que se mantenían en el peso indicado.

Aparatos y estímulos. Se utilizaron 4 cajas de condicionamiento (28 x 18 x 24 cm), construidas de plástico acrílico, e instaladas dentro de cámaras insonorizadas. El comedero, de acero inoxidable, estaba dentro de una apertura de 6x6 cm, situada en el centro de la pared derecha y 3 cm por encima del suelo. Una fotocélula infrarroja, instalada por detrás de la apertura y a 2.5 cm del fondo, registraba las entradas al comedero. El sistema en funcionamiento provocaba un ruido ambiental constante de 60 dB. Durante las sesiones experimentales, no había iluminación constante en las cajas, pero tres luces distintas (todas situadas en la pared derecha) podían emplearse como estímulos experimentales. Una bombilla redonda pequeña de 28-V (cuyo encendido se define como luz-izquierda) estaba instalada en el lado izquierdo

de la pared, 18 cm por encima del suelo, a 2 cm del borde superior de la caja y a 8.5 cm de la pared frontal. Otra bombilla, (cuyo encendido se define como luz-derecha), estaba instalada en una posición equivalente pero en el lado derecho de la pared. Y un conjunto de tres bombillas (cuyo encendido se define como Luz-parpadeante), estaban instaladas en el centro de la pared, 12 cm por encima del suelo. En este experimento solo se utilizaron la luz-izquierda y la luz-parpadeante.

Tabla 8*Estímulos auditivos.*

Estímulo N	Descripción	Estímulo N	Descripción
n1	Arpeggio de un sintetizador	n17	Cortinillas iniciales de un programa de televisión
n2	Sonido de grillos	n18	Bocinas de coches
n3	Campanas de iglesia	n19	Voz de hombre en la radio
n4	Pájaro cantando	n20	Código morse
n5	Teléfono antiguo sonando	n21	Sintonización de radio
n6	Cencerros de vaca	n22	Solo de guitarra eléctrica
n7	Campana de colegio	n23	Batucada brasileña (percusión de samba)
n8	Redoble de batería eléctrica	n24	Fuegos artificiales
n9	Olas del mar	n25	Fuente de agua
n10	Pandereta tocando rítmicamente	n26	Sonido de videojuego retro
n11	Triángulo tocado rítmicamente	n27	Sonido de carillones
n12	Un coro de mujeres y niños cantando	n28	Sonido de cortacésped
n13	Máquina de escribir antigua	n29	Disparos de pistola laser
n14	Sonidos aleatorios de una máquina 8-bit	n30	Sonido del robot R2D2
n15	Balada de piano	n31	Trompeta
n16	Multitud aplaudiendo	n32	Canción de Star Wars

Nota. Los estímulos N en el compuesto AN variaron en cada ensayo. Se emplearon 32 versiones del estímulo auditivo (N), fragmentos de 30-s de distintos archivos de audio.

La estimulación auditiva se presentaba a través de unos altavoces instalados en el techo de las cámaras de insonorización a 30 cm del suelo de las cajas. Se emplearon 32 fragmentos de sonido distintos como estímulos auditivos (listados en la Tabla 8). La presentación de estos estímulos fue controlada por medio de un segundo ordenador (conectado al ordenador principal). El ordenador adicional contaba con un dispositivo que permitía igualar el volumen de los 32 sonidos (80 dB), y sincronizar su aparición con las luces empleadas como estimulación visual. La duración de los estímulos

visuales y auditivos fue de 30 s. El El consistió en la administración de 2 pellets de comida de 45mg.

Procedimiento. El experimento comenzó por la mañana. Se pesaron los animales y se les retiró la comida de sus jaulas hogar en el estabulario. A partir de este momento comenzó el régimen de privación. Cada día se administró una ración reducida de comida (aproximadamente 12,5g), hasta que los animales alcanzaron el 85% de su peso corporal al comienzo del experimento. Este nivel de privación fue mantenido durante todo el experimento.

Preexposición. La fase de preexposición transcurrió durante 4 días consecutivos, comenzando cuando todos los animales alcanzaron el peso señalado. En cada una de estas sesiones de 60 minutos, los sujetos en el grupo AN recibieron 8 presentaciones de un compuesto de estímulos formado por la luz y un sonido nuevo en cada ocasión. Se empleó un set de 8 sonidos en cada sesión. El intervalo entre ensayos fue variable, con un promedio de 353 s, y el primer ensayo en cada sesión ocurrió 511 s tras el inicio de la sesión. El grupo A recibió 8 presentaciones de la luz empleada como estímulo A en solitario en cada sesión, con un intervalo entre ensayos que el grupo AN. El grupo de control NP recibió exposición al contexto sin la ocurrencia de ningún evento.

Entrenamiento de comedero. La sesión de entrenamiento de comedero tuvo lugar un día después de la última sesión de preexposición. El entrenamiento consistió en una sesión de 30 minutos en la que los animales fueron depositados en las cajas, con dos bolitas de comida dentro del comedero. Durante la sesión se administraron un total de 50 pellets (25 presentaciones de 2 pellets), con un intervalo temporal aleatorio. No fue necesario el moldeamiento, puesto que las ratas poseen una tendencia incondicionada a explorar el interior del comedero.

Condicionamiento. La fase de condicionamiento comenzó un día después de la sesión de entrenamiento, y transcurrió durante los siguientes 3 días. En cada sesión, todos los animales recibieron 12 presentaciones de la luz empleada como estímulo A seguidas de la aparición en el comedero de 2

pellets de comida. Las sesiones tuvieron una duración de 66 min y 20s, el intervalo entre ensayos fue variable, con un promedio de 240 s, y el primer ensayo ocurrió 314 s después del inicio de la sesión.

Análisis de datos. Se registró el número de entradas al comedero durante los 30s del EC y durante los 30s precedentes a la presentación del EC (Pre-EC). Se calculó una *puntuación de elevación* sustrayendo las entradas realizadas en el periodo pre-EC de las entradas realizadas durante la presentación del EC.

Los datos fueron analizados mediante análisis de varianza (ANOVA), y cuando era apropiado, con pruebas *t* o pruebas de Duncan. Se asumió un criterio de significación estadística de $p < .05$. Se presentan los tamaños de efecto empleando el estadístico *eta cuadrado*, en el caso de efectos principales e interacciones, y la *d de Cohen* en el caso de comparaciones entre pares de medias. Junto a estos estadísticos se aporta entre paréntesis el intervalo de confianza (IC) del 95% alrededor del tamaño del efecto.

Resultados y Discusión

No se recogieron datos durante la preexposición. La Figura 9 muestra las puntuaciones grupales medias de elevación durante los bloques de 6 ensayos en la sesiones de condicionamiento con el estímulo A como EC. Como se puede observar, estas puntuaciones aumentaron progresivamente (indicando la adquisición del condicionamiento) en todos los grupos, pero a diferente velocidad. Los grupos que recibieron preexposición no reforzada a A (Grupos AN y A) mostraron una tasa de condicionamiento menor que la mostrada por la condición control que no recibió tal preexposición (Grupo NP). Además, el retraso en la adquisición fue más duradero en el Grupo A que en el Grupo AN. Esta descripción de los resultados fue confirmada por los análisis estadísticos. Un ANOVA Grupo x Bloque x Réplica llevado a cabo con los datos mostrados en la imagen, reveló efectos principales significativos de Grupo, $F(2, 18) = 9.33, p = .002, \eta^2_p = 0.51 (0.11-0.67)$, y Bloque, $F(5, 90) = 31.39, p = .0001$,

$\eta^2_p = 0.63$ (0.49-0.702). El efecto principal de Réplica no resultó significativo, $F(1, 18) = 3.34$, $p = .089$. Ninguna interacción resultó significativa ($F_s < 1$), salvo la interacción Grupo x Bloque, $F(10, 90) = 2.16$, $p = .027$, $\eta^2_p = 0.19$ (0.00-0.25). Análisis posteriores que exploraron las fuentes de esta interacción mostraron que las diferencias entre grupos variaron a lo largo de los bloques de condicionamiento. No hubo diferencias entre los grupos en el primer bloque, $F(2, 21) < 1$, pero sí se observaron diferencias significativas entre los grupos en los bloques 2, 3, 4, 5 y 6, $F_s(2, 21) > 4.21$, $p < .029$. Análisis de comparaciones de medias realizadas con la prueba Duncan en estos bloques mostraron que en los Bloques 2 y 3 los Grupos AN y A difirieron del NP. En los bloques posteriores 4, 5 y 6 solo el Grupo A difirió del NP. Por último, las puntuaciones de elevación durante el condicionamiento crecieron en todos los grupos: $F(5, 35) = 13.96$, $p = .0001$, $\eta^2_p = 0.66$ (0.39-0.74) para el Grupo AN; $F(5, 35) = 8.64$, $p = .0001$, $\eta^2_p = 0.55$ (0.24-0.65) para el Grupo A; y, $F(5, 35) = 14.17$, $p = .0001$, $\eta^2_p = 0.66$ (0.404-0.74) para el Grupo NP.

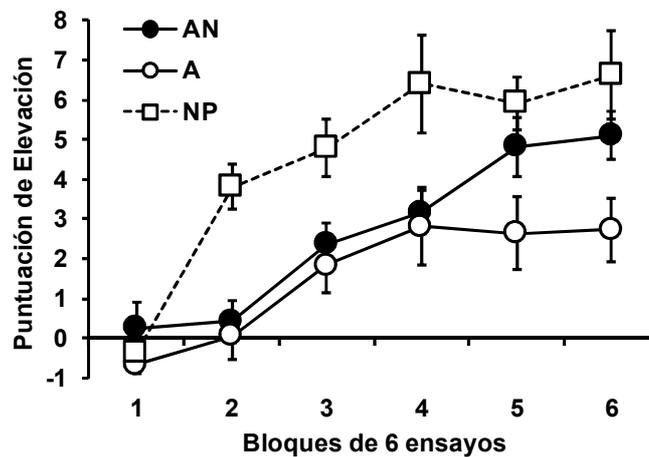


Figura 9. Experimento 1: Puntuaciones de elevación medias (+/- ESM) de los grupos durante el condicionamiento de A. El Grupo AN recibió preexposición a A en compuesto con un estímulo nuevo en cada ensayo de la fase de preexposición; el Grupo A recibió preexposición a A en solitario; y el Grupo de control NP recibió exposición solo al contexto experimental.

Las diferencias observadas en la puntuación de elevación no se debieron a diferencias entre los grupos en la línea base de respuesta. Los promedios de respuesta en los periodos pre-EC durante la fase de condicionamiento fueron 2.63 (ESM = 0.32), 2.86 (ESM = 0.43), y 3.48 (ESM = 0.58) para los grupos AN, A y NP, respectivamente. Un ANOVA de un factor llevado a cabo con estos datos no mostró diferencias significativas entre los grupos, $F(2, 21) < 1$.

Los presentes resultados muestran que las condiciones de preexposición empleadas en los Grupos AN y A generaron un retraso en el condicionamiento, es decir, un efecto de inhibición latente. La magnitud de este efecto fue mayor (hubo un retraso en la adquisición más duradero) en el Grupo A que en el Grupo AN. Según el modelo de Hall y Rodríguez, la magnitud del efecto de inhibición latente podría verse modulada por la asociabilidad del estímulo y por su valor asociativo (el balance entre fuerza excitatoria e inhibitoria respecto la expectativa de ocurrencia de que algo puede pasar). Las simulaciones del modelo predicen que en el Grupo AN habrá una atenuación de la disminución de la asociabilidad de A (que podría llevar a un menor efecto de inhibición latente) respecto al Grupo A, justo el resultado obtenido en el experimento. Pero, por otra parte, el modelo también predice que el valor asociativo de A será netamente inhibitorio en el Grupo AN y prácticamente nulo en el Grupo A. Según este factor, por tanto, se podría esperar el resultado contrario al obtenido. Como se señalaba en el capítulo anterior, dada la concurrencia de estos factores con efectos opuestos, las predicciones del modelo de Hall y Rodríguez para los grupos AN y A no eran claras. Los resultados obtenidos sugieren que la prueba de retraso pudo reflejar en mayor medida los efectos de la asociabilidad sobre la adquisición. La cuestión interesante planteada en esta tesis es qué ocurrirá en una prueba de sumación en la que los efectos de la asociabilidad no juegan un papel relevante. En este tipo de pruebas las diferencias predichas por el modelo respecto al valor asociativo del estímulo diana A han de ser evidentes.

3.3. Experimento 2: Sumación

En el experimento anterior hemos demostrado que las condiciones de preexposición en los Grupos AN y A fueron efectivas para convertir al estímulo diana A en un *inhibidor latente*. Queda ahora por probar la capacidad de estas dos condiciones de preexposición para permitir al estímulo diana pasar la prueba de sumación. Según la literatura previa, en el Grupo A no se debería encontrar evidencia positiva en este respecto. Pero, según las predicciones del modelo de Hall-Rodríguez, sí se debería encontrar evidencia de sumación inhibitoria en el Grupo AN.

Tabla 9
Diseño del Experimento 2.

Grupo	Preexposición	Condicionamiento	Prueba
AN	4 x 8AN		
BN	4 x 8BN		
A	4 x 8A	3 x 12X+	X, AX
NP	4 x Contexto		

Nota. Las letras A y B se refieren a dos estímulos visuales (dos luces contrabalanceadas dentro de cada grupo) y la letra N se refiere a un conjunto de 32 sonidos diferentes. En los grupos AN y BN, en cada ensayo de preexposición, A o B fueron presentados en compuesto con uno de estos sonidos (n_1, n_2, \dots, n_{32}). La letra X se refiere a una tercera luz, y la ocurrencia del EI se representa como “+” y consistió en la administración de 2 bolitas de comida.

El experimento constó de 4 grupos (Tabla 9). Todos los sujetos recibieron condicionamiento apetitivo empleando un estímulo (X) para señalar la ocurrencia del EI (la comida). En una fase de prueba posterior, se evaluó el nivel de condicionamiento alcanzado por X (presentado X en solitario) y la capacidad del estímulo diana A para interferir con la RC evocada por X (presentando AX en compuesto simultáneo). Los grupos difirieron en el tratamiento recibido durante una fase de preexposición inicial previa al condicionamiento de X. En tres grupos (AN, A y NP) se emplearon las

condiciones de preexposición del Experimento 1: preexposición al estímulo diana A en compuesto con diferentes estímulos novedosos (Grupo AN), preexposición al estímulo A en solitario (Grupo A) y preexposición al contexto experimental (Grupo no preexpuesto a A o NP). Además, se añadió una condición control adicional (Grupo BN) que recibió una preexposición idéntica a la recibida por el Grupo AN, pero sustituyendo la presencia del estímulo diana A por un estímulo no diana (B; otra luz). Este último grupo fue añadido para controlar los posibles efectos de la exposición a la variedad de estímulos "N".

Según las predicciones del modelo de Hall y Rodríguez, la capacidad de A para interferir con la RC evocada por X debería de ser mayor en el Grupo AN que en los Grupos BN, A y NP. Es decir, se esperaba observar que en el Grupo AN la presencia de A durante el ensayo de prueba con AX inhibiría la tendencia de los animales a entrar en el comedero activada por la asociación excitatoria $X \rightarrow \text{comida}$.

Método

Se emplearon 64 ratas SD macho adultas sin experiencia previa, con un peso medio de 359g (rango: 304-374g) al comienzo del experimento. El experimento se llevó a cabo en dos réplicas idénticas. El peso medio de los 32 animales en la réplica 1 fue de 384g (rango: 338-437g), y el peso medio de los animales en la réplica 2 fue de 377g (rango: 304-474g). Los animales fueron mantenidos en las condiciones descritas en el Experimento 1.

Como estímulos n1-n32, se emplearon los mismos 32 fragmentos de sonido que en el Experimento 1. Como en el experimento anterior, la luz-izquierda y la luz-parpadeante sirvieron como estímulos A y B, de manera contrabalanceada entre los sujetos. Para todos los animales la luz-derecha sirvió como EC X.

Antes del comienzo de la fase de preexposición, en cada réplica, las ratas fueron asignadas aleatoriamente a uno de los cuatro grupos de igual tamaño (Grupos AN, BN, A, y NP; $n = 8$ en cada réplica). El procedimiento durante la preexposición para los Grupos AN, A, y NP fue el idéntico al descrito

en el Experimento 1. El Grupo BN recibió el mismo tratamiento que el Grupo AN, excepto en que la presencia del estímulo diana A fue sustituida por la presentación de un estímulo no diana B ($B_{n_1}, B_{n_2}, \dots, B_{n_{32}}$). Al día siguiente de la última sesión de preexposición, todos los animales recibieron una sesión de entrenamiento de comedero. En cada una de las tres sesiones siguientes, todas las ratas recibieron 12 presentaciones del EC X inmediatamente seguidas de comida.

Al día siguiente de la última sesión de condicionamiento, todos los sujetos recibieron una sesión de prueba que constó de dos ensayos. En uno se presentó X en solitario y en otro se presentó el compuesto AX. El orden de presentación de los ensayos fue contrabalanceado. La mitad de los animales de cada grupo recibieron X en el primer ensayo y AX en el segundo, y la mitad restante recibió el orden contrario. El primer ensayo ocurrió 511s después del comienzo de la sesión y el segundo 330s después. El resto de detalles del procedimiento no especificados fueron idénticos a los descritos en el Experimento 1.

Resultados y Discusión

No se recogieron datos durante la preexposición. Un análisis preliminar de las respuestas Pre-EC durante la fase de condicionamiento no mostró diferencias entre los grupos, $F(3, 60) < 1$. Las puntuaciones medias durante los periodos pre-EC de todos los ensayos de condicionamiento fueron: 2.85 (ESM = 0.23), 3.01 (ESM = 0.28), 2.61 (ESM = 0.23) y 2.71 (ESM = 0.32) para los grupos AN, BN, A y NP, respectivamente. El panel izquierdo de la Figura 10 muestra las puntuaciones de elevación medias durante los 6 bloques de seis ensayos del condicionamiento. Como se puede observar, los emparejamientos del EC X con el EI establecieron gradualmente, y de forma similar en todos los grupos, una tasa elevada de entradas al comedero en presencia de X. Un ANOVA Grupo x Bloque x Réplica llevado a cabo con estos datos mostró un efecto significativo de Bloque, $F(5, 280) = 59.71, p = .0001, \eta^2_p = 0.51 (0.43-0.57)$; y de Réplica, $F(1,$

56) = 6.06, $p = .017$, $\eta^2_p = 0.17$ (0.09-0.25) (mayores puntuaciones de elevación en la réplica 2 que en la réplica 1). Ni el efecto principal de Grupo, $F(3, 56) = 1.35$, $p = .268$, ni ninguna de las interacciones, resultó significativa, la mayor $F(15, 280) = 1.21$, $p = .261$.

No se observaron diferencias en las respuestas Pre-EC durante la fase de prueba, ni en función del grupo, ni en función del estímulo (X o AX). Los promedios de respuesta durante los periodos Pre-EC en el ensayo con X fueron: 1.62 (ESM = 0.37), 2.06 (ESM = 0.54), 1.25 (ESM = 0.37), 2.18 (ESM = 0.49) para los grupos AN, BN, A y NP, respectivamente. En el ensayo con AX los promedios de respuesta Pre-EC fueron: 2.12 (ESM = 0.37), 2.18 (ESM = 0.51), 2.62 (ESM = 0.86), 2.43 (ESM = 0.81) para los grupos AN, BN, A y NP, respectivamente. Un ANOVA Grupo x Estímulo x Réplica llevado a cabo con estos datos no mostró ningún efecto significativo, el mayor, $F(3, 56) < 2.35$, $p > .082$.

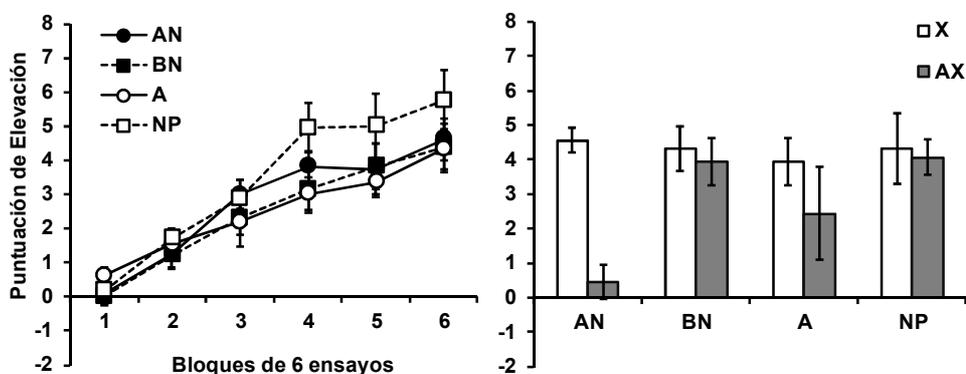


Figura 10. Experimento 2: Puntuaciones de elevación medias (+/- ESM) de los grupos durante el condicionamiento del estímulo X (panel izquierdo) y durante la prueba de sumación posterior con los estímulos X y AX (panel derecho). El Grupo AN recibió preexposición al estímulo diana A en compuesto con un estímulo nuevo en cada ensayo; el Grupo BN recibió preexposición a un estímulo no-diana en compuesto con un estímulo nuevo en cada ensayo; el Grupo A recibió preexposición al estímulo diana A en solitario; y el Grupo de control NP recibió exposición solo al contexto experimental.

El panel derecho de la Figura 10 muestra las puntuaciones medias de elevación ante X y AX en la fase de prueba. El nivel de respuesta ante el

excitador X cuando se presentó en solitario fue similar en todos los grupos. Sin embargo, sí se observaron diferencias en el grado con el que el estímulo añadido A era capaz de reducir la respuesta ante el excitador. Esta reducción fue prácticamente nula en los grupos B y NP, aparente en el Grupo A y muy sustancial en el Grupo AN. El análisis estadístico de los datos mostrados en la figura respalda esta descripción de los resultados. Un ANOVA Grupo x Estímulo x Réplica reveló un efecto significativo de Estímulo, $F(1, 56) = 9.84, p = .003, \eta^2_p = 0.14$ (0.01-0.31), pero no de Grupo, $F(3, 56) = 1.78, p = .16$; ni de Réplica, $F(1, 56) < 1; p = .506$. No obstante, la interacción Grupo x Estímulo sí resultó significativa, $F(3, 56) = 3.26, p = .028, \eta^2_p = 0.14$ (0.00-0.28). Ninguna otra variable ni interacción fueron significativas, la mayor fue Grupo x Estímulo x Réplica, $F(6, 56) = 1.37, p = .262$.

Se llevaron a cabo análisis adicionales para explorar el origen de la interacción Grupo x Estímulo. No se observaron diferencias entre grupos en el nivel de respuesta ante X, $F(3, 60) < 1$, pero sí en el nivel de respuesta ante AX, $F(3, 60) = 4.13, p = .017, \eta^2_p = 0.17$ (0.01-0.31). Análisis posteriores realizados con la prueba de Duncan mostraron que el Grupo AN respondió ante AX menos que los Grupos BN y NP, lo que es consistente con la idea de que A adquirió propiedades inhibitorias durante la preexposición en la condición AN. Por otra parte, se observó un efecto significativo de Estímulo (menor respuesta ante AX que ante X) en el Grupo AN, $t(15) = 6.46, p = .0001, d = 1.61$ (0.85-2.35), pero no en el resto de grupos, siendo el efecto no significativo mayor el observado en el Grupo A, $t(15) = 1.11, p = .28$.

Los resultados obtenidos apoyan las predicciones del modelo de Hall y Rodríguez. La presencia del estímulo diana A no interfirió con la RC activada por la presencia de X en los grupos en los que A no había sido preexuesto. La preexposición a A en solitario no le dotó de la capacidad de interferir significativamente con la RC evocada con X. Es decir, en este experimento, al igual que en los estudios previos presentados en el Capítulo 1 de esta tesis (Reiss y Wagner, 1972; Rescorla, 1971; Solomon, Brennan y Moore, 1974; Solomon, Lohr y Moore, 1974), no se encontró evidencia de que un inhibidor

latente expuesto en condiciones estándar (en solitario) pase la prueba de sumación. Sin embargo, en sintonía con las predicciones del modelo de Hall y Rodríguez, se observó que un programa de exposición al estímulo diana en el que este va siempre acompañado de un estímulo nuevo, sí le capacitaba para pasar la prueba de sumación. Este resultado es consistente con la idea de que este tipo de programa de preexposición dota al estímulo de propiedades inhibitorias netas. Además, la ausencia de este efecto tras la preexposición recibida por el Grupo BN indica que el efecto obtenido en el Grupo AN no depende de la mera exposición a la variedad de estímulos novedosos N.

3.4. Experimento 3: Sumación, AN vs. AB

Los resultados obtenidos en el Experimento 2 apoyan la propuesta de que la preexposición en la que el estímulo diana (A) es presentado repetidamente junto a nuevos estímulos (las condiciones empleadas en el Grupo AN) otorga al estímulo A la habilidad de inhibir la RC controlada por un excitador. En aquel experimento, el Grupo AN fue la única condición en la que el estímulo diana A fue presentado en compuesto. Es decir, en el Grupo BN hubo presentaciones de un compuesto durante la preexposición, pero sin la presencia del estímulo diana A; y en el Grupo A, el estímulo diana fue presentado en solitario. En el presente experimento, por ello, se quiso contrastar los efectos de la preexposición del Grupo AN (que recibió idéntico tratamiento al recibido en el Experimento 2) con una condición control en la que el estímulo diana A era preexpuerto en compuesto pero siempre con el mismo estímulo, Grupo AB (ver Tabla 10).

Tabla 10
Diseño del Experimento 3.

Grupo	Preexposición	Condicionamiento	Prueba
AN	4 x 8AN		
AB	4 x 8AB	3 x 12X+	X, AX

Nota. La letra A se refiere a una luz, la letra B se refiere a un estímulo auditivo (un tono continuo), y la letra N se refiere a un conjunto de 32 sonidos diferentes. En el grupo AN, en cada ensayo de preexposición, A fue presentado en compuesto con uno de estos sonidos (n_1, n_2, \dots, n_{32}). La letra X se refiere a una luz diferente, y la ocurrencia del EI se representa como "+" y consistió en la administración de 2 bolitas de comida.

Si como predice el modelo de Hall y Rodríguez (2010), las propiedades inhibitorias de A en el Grupo AN son causadas por la presentación del estímulo diana en compuesto con una serie de estímulos nuevos, y no simplemente por su presentación en compuesto durante la preexposición, esperamos replicar el efecto de sumación en el Grupo AN pero no en el Grupo AB.

Método

Se emplearon 16 ratas SD macho adultas sin experiencia previa, con un peso de 317 g (rango: 287-355) al comienzo del experimento. Se emplearon los mismos 32 fragmentos de sonidos como estímulos n_1 - n_{32} que en los experimentos anteriores (ver Tabla 8). La luz-izquierda sirvió como estímulo A y un tono continuo (de 3000 Hz de frecuencia y 80dB de intensidad) como estímulo B. Para todos los sujetos el EC X fue la luz-derecha. Las ratas fueron asignadas aleatoriamente a uno de los dos grupos de igual tamaño (Grupos AN y AB; $n = 8$) antes de la fase de preexposición. Un sujeto del Grupo AN enfermó durante la fase de condicionamiento y fue eliminado del experimento.

El tratamiento del Grupo AN fue idéntico al descrito en los Experimentos 1 y 2. El Grupo AB recibió un tratamiento idéntico al del Grupo AN, excepto en que en todos los ensayos de preexposición se presentó el mismo compuesto de estímulos, presentándose de forma simultánea la luz diana A y el tono B.

El día después de la última sesión de preexposición, todos los animales recibieron una única sesión de entrenamiento de comedero; al día siguiente comenzó el condicionamiento de X. En cada uno de los siguientes tres días, todos los sujetos recibieron 12 presentaciones del EC X inmediatamente seguidas de la administración de comida. La prueba se llevó a cabo el día siguiente a la última sesión de condicionamiento. Esta sesión fue idéntica a la descrita en el Experimento 2, con un ensayo de prueba en el que se presentó X en solitario y otro ensayo en el que se presentó AX. El orden de presentación de los ensayos fue contrabalanceado. El resto de detalles del procedimiento no especificados fueron idénticos a los descritos en el Experimento 1.

Resultados y Discusión

El panel izquierdo de la Figura 11 muestra las puntuaciones medias de elevación durante los 6 bloques de seis ensayos de condicionamiento con X como EC. Las puntuaciones de elevación aumentaron de manera progresiva a lo

largo del condicionamiento, a una tasa similar en ambos grupos. Un ANOVA Grupo x Bloque llevado a cabo con estos datos reveló un efecto principal significativo de Bloque, $F(5, 65) = 29.97$, $p < .0001$, $\eta^2_p = 0.72$ (0.56-0.78). Ni el efecto principal de Grupo, $F(1, 13) = .142$, $p = .712$, ni la interacción entre ambas variables, $F(5, 65) = 1.181$, $p = .328$, resultaron significativas. Los grupos no difirieron en las respuestas durante los periodos Pre-EC del condicionamiento. Los promedios de las respuestas durante estos periodos fueron: 2.66 (ESM = 0.37) y 3.09 (ESM = 0.32) para los grupos AN y AB, respectivamente, $t(7) = < 1$.

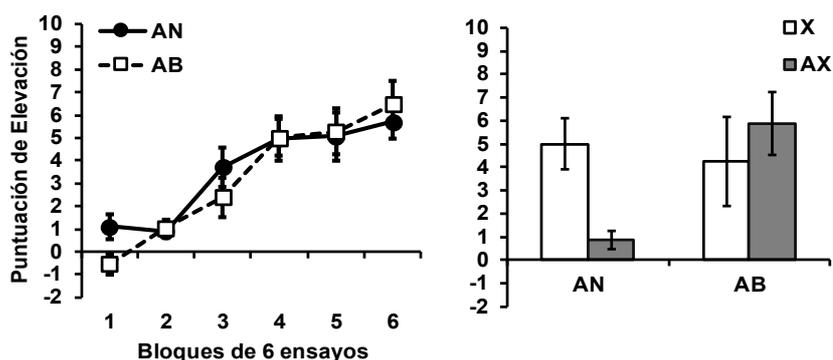


Figura 11. Experimento 3: Puntuaciones medias de elevación (+/- ESM) de los grupos durante el condicionamiento del estímulo X (panel izquierdo) y durante la prueba posterior con los estímulos X y AX (panel derecho). El Grupo AN recibió preexposición al estímulo diana A en compuesto con un estímulo nuevo en cada ensayo; y el Grupo AB recibió preexposición a un compuesto formado por el estímulo diana A y un estímulo no-diana B.

Los resultados de la fase de prueba se pueden observar en el panel derecho de la Figura 11. Como en el Experimento 2, el Grupo AN mostró una puntuación de elevación sustancialmente más baja ante AX que ante X en solitario. Por el contrario, el Grupo AB mostró puntuaciones de elevación similares para ambos estímulos. El análisis fue consistente con esta descripción de los resultados. Un ANOVA Grupo x Estímulo llevado a cabo con estos datos mostró que los efectos principales de Grupo, $F(1,13) = 1.86$, $p = .196$, y Estímulo, $F(1,13) = 1.23$, $p = .288$, no fueron significativos. Sin embargo, la interacción entre ambas variables sí resultó significativa, $F(1,13) = 6.44$, $p =$

.025, $\eta^2_p = 0.33$ (0.003-0.59). Se realizaron análisis adicionales para explorar el origen de esta interacción. Los grupos no difirieron en la respuesta ante X, $t(14) = .32$, $p = .748$, pero sí se observaron diferencias en la respuesta ante AX, $t(13) = 3.33$, $p = .005$, $d = 1.72$ (0.49-2.91). Además, el efecto de Estímulo fue significativo en el Grupo AN, $t(6) = 3.44$, $p = 0.014$, $d = 1.31$ (0.24-2.31), pero no en el Grupo AB, $t(7) = 0.88$; $p = .407$. Los promedios de la respuesta durante los periodos Pre-EC durante el ensayo con X fueron 1.28 (ESM = 0.68) y 2.75 (ESM = 0.72) para los grupos AN y AB, respectivamente; y en el ensayo con AX fueron 1.4 (ESM = 0.61) y 2.87 (ESM = 1.21) para los grupos AN y AB, respectivamente. Estas medias no difirieron significativamente en ninguno de los ensayos, $t_s(13) < 1.458$; $p > .168$.

Los resultados indican que el efecto de la preexposición al estímulo diana en compuesto con otro estímulo depende de manera crítica de la preexposición de A junto a un conjunto de estímulos nuevos, y no solo de su preexposición en compuesto. En trabajos previos (Hall y Rodríguez, 2011; Rodríguez y Hall, 2008; Rodríguez y cols., 2014) se investigaron los efectos de la preexposición a un compuesto en el que el estímulo añadido fue siempre el mismo (un entrenamiento equivalente a la preexposición recibida por el Grupo AB). En estos estudios se demostró que este tipo de preexposición en compuesto potencia el efecto de inhibición latente en una prueba de retraso—un resultado predicho por el modelo de Hall y Rodríguez (2010), que supone que la pérdida de asociabilidad será rápida en este caso. Sin embargo, la teoría no predice que bajo estas condiciones de preexposición a un compuesto (las del Grupo AB) el estímulo diana vaya a convertirse en un inhibidor neto de la expectativa de otro evento. Esto último sí es esperado cuando el estímulo que se añade al compuesto cambia de ensayo a ensayo, generando el resultado obtenido en el Grupo AN.

3.5. Experimento 4: Sumación, AN vs. B intrasujetos

En los experimentos anteriores hemos demostrado el efecto de sumación en el Grupo AN llevando a cabo comparaciones entre grupos. El objetivo de este experimento fue ampliar el conjunto de condiciones de control, empleando un diseño intrasujeto (ver tabla 11).

Tabla 11
Diseño del Experimento 4.

Preexposición	Condicionamiento	Prueba
4 x (4AN, 4B)	3 x 12X+	AX, BX

Nota. Las letras A y B se refieren a una luz, la letra N se refiere a un conjunto de 16 sonidos diferentes. En cada ensayo de preexposición, A fue presentado en compuesto con uno de estos sonidos (n_1, n_2, \dots, n_{32}). La letra X se refiere a una luz diferente, y la ocurrencia del EI se representa como "+" y consistió en la administración de 2 bolitas de comida.

En este experimento todas las ratas recibieron presentaciones del estímulo diana A en compuesto con distintos estímulos nuevos (el procedimiento AN); presentaciones que fueron entremezcladas con presentaciones de una luz no-diana, B en solitario. Tras el condicionamiento de otro estímulo no-diana (X), se comparó en la prueba de sumación la capacidad de A y B para interferir con la respuesta elicitada por X. Según los mecanismos propuestos por Hall y Rodríguez (2010), se espera encontrar que solo A muestre la capacidad para pasar la prueba de sumación; es decir, se espera encontrar menos respuesta ante AX que ante BX. No hay razones para suponer que se encontrará un efecto similar con el estímulo B.

Método

Se emplearon 16 ratas SD macho sin experiencia previa con un peso medio de 396g (rango: 368-437) al comienzo del experimento.

La luz-izquierda y la luz-parpadeante sirvieron como estímulos A y B, contrabalanceados entre sujetos. Para todos los animales la luz-derecha sirvió como EC X. Los estímulos auditivos empleados como estímulos N fueron los mismos que en los experimentos anteriores (ver Tabla 8), sin embargo solo se emplearon 16 sonidos distintos en el presente experimento (los 16 primeros de la lista de la tabla 8).

En cada sesión de la fase de preexposición de 60 minutos, todos los sujetos recibieron 4 presentaciones de un compuesto luz-sonido (AN) en el que los sonidos fueron nuevos en cada ensayo; también recibieron 4 presentaciones no-reforzadas de otra luz no-diana en solitario (B). El orden de presentación fue contrabalanceado, la mitad de los animales recibió la secuencia (AN, B, B, AN, B, AN, AN, B) en los días impares y la secuencia (B, AN, AN, B, AN, B, B, AN) en los días pares. La otra mitad recibió el orden contrario.

El día siguiente al final de la fase de preexposición, se llevó a cabo el entrenamiento de comedero. Durante los tres siguientes días consecutivos, los animales recibieron la fase de condicionamiento. En cada sesión de 66 minutos, los animales recibieron 12 presentaciones de una luz nueva (X) seguida de la administración de comida.

La sesión de prueba tuvo lugar al día siguiente de la última sesión de condicionamiento. Todos los animales recibieron una presentación no reforzada del compuesto AX y otra del compuesto BX. La mitad de los animales recibió primero AX y luego BX, y la otra mitad recibió el orden contrario.

Resultados y Discusión

El panel izquierdo de la Figura 12 muestra el incremento gradual de las puntuaciones medias de elevación durante la fase de condicionamiento con X como EC. Un ANOVA con Bloque de ensayos como única variable mostró un efecto significativo, $F(5, 150) = 4.935$, $p = .001$; $\eta^2_p = 0.14$ (0.03-0.22). El promedio de las entradas al comedero en los periodos Pre-EC durante el condicionamiento fue 2.97 (ESM = 0.18).

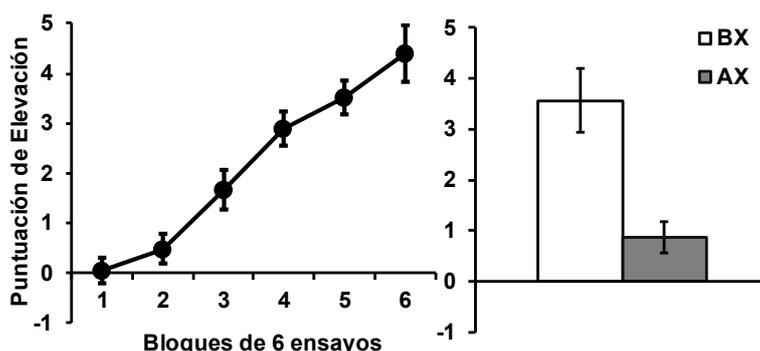


Figura 12. Experimento 4: Puntuaciones de elevación medias (+/- ESM) durante el condicionamiento del estímulo X (panel izquierdo) y durante la prueba de sumación posterior con los compuestos BX y AX (panel derecho). Los sujetos habían recibido un entrenamiento previo con presentaciones del estímulo diana A en compuesto con un estímulo nuevo en cada ensayo (estímulos N), intercaladas con presentaciones de un estímulo no-diana B en solitario.

El panel derecho de la Figura 12 muestra las puntuaciones medias de elevación ante AX y BX durante la prueba. La respuesta ante BX fue similar a la observada ante X en solitario en el último bloque del condicionamiento. Sin embargo, la presencia de A junto a X en la prueba disminuyó sustancialmente el nivel de respuesta. Se llevó a cabo una prueba t -test con la variable estímulo (AX-BX) como único factor con estos datos, revelando un efecto significativo, $t(15) = 3.66$, $p = .002$, $d = 0.91$ (0.31-1.49). La respuesta media durante el periodo Pre-EC en el ensayo con BX fue 2.68 (ESM = 0.64), y en el ensayo con

AX fue 2.43 (ESM = 0.63). Estas medias no difirieron significativamente, $t(15) = .33, p = .74$.

En este experimento el entrenamiento durante la preexposición consistió en la presentación del estímulo diana (A) en compuesto con una variedad de estímulos nuevos (N), a la vez que se entremezclaban presentaciones de un estímulo no-diana (B) en solitario. Tras el condicionamiento de X, los animales mostraron una reducción considerable de la RC cuando X se presentó en compuesto con A pero no cuando fue presentado con B. Por lo tanto, estos resultados confirman que la capacidad de un estímulo preexpuesto para interferir con la RC evocada por un excitador depende críticamente de que haya sido expuesto en compuesto junto a una variedad de estímulos nuevos.

3.6. Discusión General

En los trabajos anteriores sobre inhibición latente y pruebas de sumación se comparó los efectos de la preexposición a un estímulo en solitario con otros estímulos nuevos (o expuestos mínimamente). Como se ha señalado antes, los experimentos que han realizado esta comparación han sido difíciles de interpretar. La demostración de que, en la prueba, el estímulo diana (A) es efectivo para interferir con la RC evocada por un EC (X) entrenado por separado puede ser explicada en términos perceptivos o atencionales; es decir, A puede haber modificado la percepción del EC (i.e., impidiendo el reconocimiento de X, generando un fuerte efecto de decremento en la generalización) o distrayendo la atención de él. Es complicado ver como un análisis de este tipo podría ser apoyado por los resultados obtenidos en nuestros experimentos, en los que se llevó a cabo la comparación clave entre los sujetos preexpuestos a A en solitario (la condición A) y los sujetos que recibieron exposición a A en compuesto con nuevos estímulos (la condición AN). Los resultados del Experimento 2 muestran un efecto de sumación en la condición AN pero no en la condición que no recibió preexposición. Esto hace que sea necesario asumir que la exposición AN ha provocado que A sea más efectivo que incluso un estímulo nuevo. Pero si esto fuese cierto, el condicionamiento de A, cuando el estímulo fue empleado como EC en el Experimento 1 (i.e., en la prueba de retraso) debería haberse facilitado en esta condición de preexposición respecto a la condición control de no-exposición. De hecho, en este experimento, el estímulo diana A pasó la prueba de retraso en la condición experimental (i.e., A se condicionó más lentamente en el grupo AN que en el grupo NP). Se concluye por lo tanto que la capacidad de A en el grupo AN para reducir la RC evocada por un excitador entrenado por separado se explica mejor mediante la propuesta de que A ha adquirido propiedades inhibitorias genuinas, que son capaces de reducir la habilidad del excitador para activar asociativamente la representación del EI.

La propuesta de que el entrenamiento AN convierte A en inhibitorio se deriva de, y ofrece apoyo empírico a, el modelo de inhibición latente ofrecido

por Hall y Rodríguez (2010, 2011). Según esta teoría, la inhibición latente, al menos en parte, está mediada por una reducción de la asociación entre el estímulo diana y la ocurrencia de posibles consecuencias. Esto involucra aprendizaje inhibitorio— la habilidad inicial de cualquier estímulo para activar la expectativa de que algún evento va a ocurrir sería desconfirmada durante la preexposición no reforzada. Cuando la preexposición es a un estímulo en solitario, la cantidad de inhibición que adquiere el estímulo diana no es suficiente para neutralizar las propiedades excitatorias iniciales, y no adquiriría propiedades inhibitorias netas. Sin embargo, cuando el estímulo diana es presentado junto a estímulos nuevos en cada ensayo, la activación de la expectativa de que algún otro evento puede ocurrir (provocada por la presencia del estímulo nuevo) seguirá ocurriendo incluso después de que las propiedades excitatorias iniciales del estímulo diana hayan sido neutralizadas. En este caso, el estímulo diana se convertirá en un inhibidor neto.

Capítulo IV

**Contrastación de la hipótesis en un
procedimiento de condicionamiento aversivo
con ratas**

4.1. Introducción

En la serie experimental presentada en el capítulo anterior, se ha demostrado que las presentaciones no reforzadas de una luz le dotaban a este estímulo de propiedades inhibitorias similares a las de un inhibidor condicionado, siempre y cuando en cada ensayo de preexposición esa luz se presentase en compuesto con un estímulo auditivo nuevo. El objetivo de la serie experimental que se presenta en este capítulo fue el de comprobar si este efecto se podía obtener con otra variedad de estímulos y otro procedimiento de condicionamiento. Concretamente, en lugar del procedimiento de condicionamiento apetitivo empleado en el Capítulo 3, los experimentos que se van a presentar a continuación emplearon una técnica de aprendizaje aversivo conocida como *aversión condicionada al sabor* (p.ej., García y Koelling, 1966). En este procedimiento, tras la ingesta de una sustancia sávida (generalmente diluida en agua), se induce un malestar gástrico, generalmente a través de la administración de una inyección intraperitoneal de Cloruro de Litio (CLi). A consecuencia de estos emparejamientos, los animales dejan de consumir la sustancia sávida (el EC). Este rechazo por el sabor condicionado se considera un componente de la RC aversiva generada por la expectativa de ocurrencia del malestar gástrico (el EI).

Este procedimiento ha sido empleado con frecuencia para estudiar el fenómeno de inhibición latente con ratas (p. ej., ver De la Casa y Lubow, 1995; Rodríguez y Hall, 2008; para una revisión ver Lubow, 2009). Para ello, se emplaza una fase de preexposición antes del condicionamiento, en la que los animales reciben presentaciones repetidas de un determinado sabor diana sin ir seguido de consecuencias explícitas (exceptuando las consecuencias generadas por la ingesta de ese determinado líquido, por ejemplo, sus posibles nutrientes). Posteriormente, se empareja el consumo del sabor preexpuesto con el malestar gástrico inducido por el CLi. El efecto de inhibición latente se manifiesta cuando tras (o durante) el condicionamiento, la disminución del consumo del EC (es decir, la RC aversiva) aparece más lentamente y/o en menor magnitud después de su preexposición.

4.2. Experimento 5: Retraso

Al igual que en la serie experimental anterior, el primer objetivo que nos planteamos fue identificar unas condiciones de preexposición capaces de generar un efecto de inhibición latente, condiciones que también pudiesen ser empleadas posteriormente en los experimentos con pruebas de sumación. Para ello, se diseñó un experimento que incluyó cuatro grupos de ratas (véase Tabla 12).

Tabla 12
Diseño del Experimento 5.

Grupo	Preexposición	Condicionamiento	Prueba
AN	2 x 8AN		
BN	2 x 8BN		
A	2 x 8A	A+	A
NP	2 x 8W		

Nota. Las letras A y B se refieren a una solución de vainilla o almendra (contrabalanceadas dentro de los grupos), la letra N se refiere a 8 sabores distintos, la letra W se refiere a agua, y el símbolo “+” se refiere a la administración de una inyección intraperitoneal de CLi (0.30M).

Todos los grupos recibieron un ensayo de condicionamiento en el que el estímulo diana A (una esencia de vainilla o almendra diluida en agua) fue empleado para señalar la ocurrencia del EI (un malestar gástrico inducido por una inyección de CLi). Los grupos difirieron en el tratamiento que recibieron durante una fase previa de preexposición. Se intentó que estos tratamientos replicasen conceptualmente las condiciones de preexposición empleadas en la serie anterior con la técnica de aprendizaje apetitivo: Grupos AN, BN, A y NP. La fase de preexposición constó de dos sesiones en días consecutivos. En cada sesión, los animales recibieron acceso a líquidos en 8 ensayos de 5 minutos, separados por un intervalo de 55 minutos. El Grupo A recibió en todos estos ensayos presentaciones del sabor A en solitario. El Grupo AN recibió en cada ensayo de la primera sesión una presentación del sabor A en compuesto con

una sustancia sávida distinta (azúcar, ácido cítrico, cacao, vinagre, leche, quinina, café descafeinado y ácido clorhídrico), y este tratamiento se repitió en el segundo día de preexposición. El Grupo BN recibió una preexposición idéntica a la recibida por el Grupo AN, exceptuando que la presencia del sabor diana A fue sustituida por la presencia de sabor no diana B (esencia de vainilla y almendra, contrabalanceadas). Por último, el grupo NP recibió presentaciones a una cantidad equivalente de agua durante todos los ensayos de la preexposición. Se esperaba observar un efecto de inhibición latente en las condiciones A y AN. Es decir, se esperaba observar que durante el condicionamiento el consumo del sabor diana A descendiera (es decir, que apareciera la RC aversiva) más lentamente en los grupos AN y A que en los grupos BN y NP. Además, a tenor de lo observado en el Experimento 1 de la serie experimental anterior, se preveía que la magnitud del efecto de inhibición latente pudiese ser menor en el Grupo AN respecto al Grupo A.

Método

Sujetos. Se emplearon 32 ratas SD macho adultas con un peso medio de 271g (rango: 233-301g) al comienzo del experimento. Los animales fueron empleados anteriormente en un experimento con estímulos visuales y auditivos, y todas las condiciones de este experimento anterior estuvieron representadas por igual en las condiciones del nuevo experimento. Las condiciones de alojamiento fueron las mismas que en el procedimiento de la serie experimental de aprendizaje apetitivo descrita en el Capítulo 3. Todos los procedimientos relativos al mantenimiento y uso de los animales cumplieron con la *Ley Europea de Bienestar Animal*, y fueron aprobados por el *Comité de Ética de Experimentación Animal (CEEA)* de la *Universidad del País Vasco (UPV/EHU)*.

Aparatos y estímulos. Las soluciones empleadas como estímulos experimentales fueron administradas en la caja hogar a la temperatura de la sala, a través de tubos centrífugos de 50 ml provistos de una espita metálica en

cuyo interior se alojaba una bolita, también metálica, que impide el goteo del líquido cuando el animal deja de consumir.

Se emplearon las siguientes soluciones: el estímulo preexpuesto diana A y el estímulo no-diana B fueron una solución de vainilla (2% vol/vol; suministrada por Le Champion, Francia) o una solución de almendra (2% vol/vol suministrada por Le Champion, Francia), contrabalanceadas en todos los grupos (para la mitad de los sujetos en cada grupo la solución diana A fue vainilla y para la otra mitad fue almendra, lo mismo en el caso del estímulo no-diana B). Durante la preexposición en los grupos AN y BN, las soluciones A o B fueron presentadas en compuesto con azúcar (5% g/vol), ácido cítrico (2% vol/vol; suministrado por Merry Sab, España), Cacao (1% vol/vol; suministrado por Cola Cao, España), Vinagre (2% vol/vol; suministrado por Borges, España), Leche (10% vol/vol; suministrado por Pascual, España), Quinina (0.005% g/vol), Café (0.5% g/vol; descafeinado, suministrado por Nescafé, España), y HCl (1% vol/vol). El El consistió en la inyección de Cloruro de Litio (CLi) 0.30 M, a una razón de 10 ml/kg del peso corporal del animal.

Procedimiento

Adaptación al programa de privación. El primer día de experimento, los animales fueron pesados y alojados individualmente. Posteriormente, a las 18:30 h se retiraron las botellas de agua estándar, comenzando así un régimen de privación de líquidos. Durante los 3 días siguientes, los sujetos tuvieron libre acceso a agua durante 30 min en dos ocasiones cada día, una sesión por la mañana (12:00 h) y otra por la tarde (18:00 h).

Después de la sesión de tarde del cuarto día de privación, los animales fueron distribuidos al azar en cuatro grupos de igual tamaño (AN, BN, A, y NP, $n = 8$).

Fase de Preexposición. La fase de preexposición tuvo lugar durante el quinto y sexto día. Cada uno de estos días, las ratas recibieron 8 ensayos de preexposición de 5 minutos, comenzando a las 12:00 h, y con un intervalo de 55

minutos entre ellos. Todos los grupos tuvieron acceso a 3 ml de la solución correspondiente en cada ensayo. En cada una de las sesiones de preexposición, los sujetos del Grupo AN recibieron 8 presentaciones del estímulo diana en compuesto con 8 sustancias diferentes (azúcar, ácido cítrico, cacao, vinagre, leche, quinina, café descafeinado y ácido clorhídrico). El orden de presentación de las sustancias N fue contrabalanceado asignando a cada sujeto del grupo una condición de un *cuadrado latino* para las dos sesiones de exposición (p.ej., sujeto 1: n1, n2, n3, n4, n5, n6, n7, n8; sujeto 2: n2, n3, n4, n5, n6, n7, n8, n1; sujeto 3: n3, n4, n5, n6, n7, n8, n1, n2). Los sujetos del Grupo BN recibieron un tratamiento idéntico al de los sujetos del Grupo AN, exceptuando que la presencia de A fue sustituida por la presencia de B en los compuestos estimulares. Los sujetos del Grupo A recibieron presentaciones de A en solitario durante los 16 ensayos de preexposición y los sujetos del Grupo NP recibieron presentaciones de agua en estos ensayos.

Condicionamiento y prueba. Finalizada la fase de preexposición, a las 12:00 de la mañana del séptimo día, se llevó a cabo el ensayo de condicionamiento, en el que todos los sujetos recibieron la presentación de 10 ml de la solución de la esencia diana A durante 30 min. Inmediatamente después se les administró la inyección intraperitoneal de CLi. Durante la sesión de la tarde, a las 18:00, los animales dispusieron de acceso ilimitado a agua durante 30 min. El siguiente día fue un día de recuperación, en el que se permitió libre acceso a agua durante las sesiones de 30 min de mañana (12:00) y tarde (18:00). Tras el día de recuperación, se llevó a cabo una sesión de prueba a las 12:00 en la que los animales dispusieron de libre acceso a la solución diana A durante 30 minutos.

Análisis de datos. Se midió el consumo de los animales, pesando los tubos antes y después de cada ensayo y/o sesión experimental con una precisión de error menor a 0.1 g.

Al igual que en la serie anterior, los datos fueron analizados mediante ANOVAs, y cuando era apropiado, con pruebas *t* o pruebas de Duncan. Se

asumió un criterio de significación estadística de $p < .05$. también se presentan los tamaños de efecto empleando el estadístico *eta cuadrado*, en el caso de efectos principales e interacciones, y la *d de Cohen* en el caso de comparaciones entre pares de medias. Junto a estos estadísticos se aporta entre paréntesis el intervalo de confianza (IC) del 95% alrededor del tamaño del efecto.

Resultados y Discusión

Fase de Preexposición

Las medias de los consumos totales de los grupos durante la fase de preexposición fueron: 1.64 ml (ESM = 0.07), 1.68 ml (ESM = 0.07), 2.15 ml (ESM = 0.08) y 2.14 (ESM = 0.07) para los grupos AN, BN, A y NP respectivamente. Un ANOVA con estos datos mostró un efecto significativo de Grupo, $F(3,28) = 13.98$, $p = .0001$, $\eta^2_p = 0.57$ (0.27-0.69). Comparaciones de medias realizadas con la prueba Duncan mostraron que el consumo de los Grupos AN y BN fue menor que el consumo mostrado por los Grupos A y NP, posiblemente debido al efecto de neofobia (y el consiguiente descenso en consumo) producido por la presencia de algunas de las sustancias empleadas como estímulos “n” (p.ej., la quinina, el café...).

Condicionamiento

La Figura 13 muestra la cantidad media de solución diana A consumida por los distintos grupos durante el ensayo de condicionamiento y la prueba. Todos los animales consumieron prácticamente la totalidad de los 10 ml de solución disponibles en el ensayo de condicionamiento y mostraron una supresión considerable del consumo en el ensayo de prueba. La magnitud de esta supresión del consumo difirió entre los grupos, mostrando los grupos no preexuestos al sabor A (BN y NP) menos consumo que los grupos

preexpuestos (AN y A). Un ANOVA Grupo x Sesión llevado a cabo con estos datos reveló un efecto significativo de Sesión, $F(1,28) = 125.26$, $p = .0001$, $\eta^2_p = 0.81$ (0.66-0.87); un efecto significativo de Grupo, $F(3,28) = 3.51$, $p = .023$, $\eta^2_p = 0.27$ (0.00-0.45); y también una interacción Grupo x Sesión significativa, $F(3,28) = 8.76$, $p = .0001$, $\eta^2_p = 0.48$ (0.15-0.62). Análisis posteriores realizados para desvelar la causa de esta interacción mostraron que no hubo diferencias significativas entre los grupos en el ensayo de condicionamiento, $F(3,28) = .43$, $p = .727$, $\eta^2_p = 0.04$ (0.00-0.16); pero sí en el ensayo de prueba, $F(3,28) = 8.39$, $p = .0001$, $\eta^2_p = 0.47$ (0.14-0.61). Comparaciones posteriores realizadas con la prueba Duncan mostraron que en el ensayo de prueba los grupos AN y A consumieron significativamente más que los grupos BN y NP. Por otra parte, también se encontró que la diferencia en consumo entre los ensayos de condicionamiento y prueba fue significativa en el Grupo AN, $t(7) = 3.17$, $p = .016$, $d = 1.12$ (0.19-2.01), en el Grupo BN, $t(7) = 16.38$, $p = .0001$, $d = 5.79$ (2.75-357.09) y en el Grupo NP, $t(7) = 13.07$, $p = .0001$, $d = 4.62$ (2.15-357.09), pero no en el Grupo A, $t(7) = 1.73$, $p = .127$.

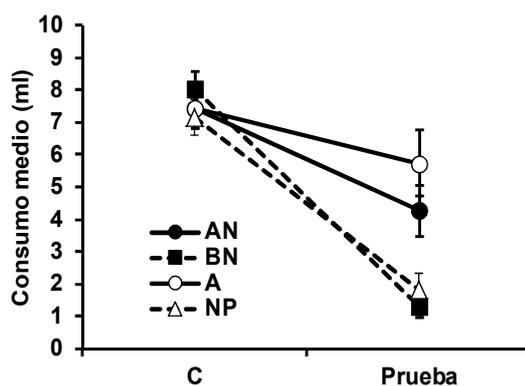


Figura 13. Experimento 5: Promedios de los consumos (+/- ESM) durante el ensayo de condicionamiento y la prueba con el estímulo A. El Grupo AN recibió preexposición al estímulo diana A en compuesto con un estímulo nuevo en cada ensayo; el Grupo BN recibió preexposición a un estímulo no-diana en compuesto con un estímulo nuevo en cada ensayo; el Grupo A recibió preexposición al estímulo diana A en solitario; y el Grupo de control NP recibió exposición solo al contexto experimental.

Los resultados obtenidos en el presente experimento mostraron que las condiciones de preexposición empleadas en los grupos AN y A son capaces de generar un efecto de retraso en el aprendizaje aversivo, demostrándose así un efecto de inhibición latente. De manera consistente con los resultados de la serie anterior, hay indicios de un menor efecto de retraso en la condición AN respecto la condición A. En este experimento, aunque el consumo de los grupos AN y A no difirió ni en el condicionamiento ni en la prueba, se observó una disminución significativa del consumo en el Grupo AN pero no en el Grupo A, indicando un efecto de inhibición latente más poderoso en este último grupo. Es importante resaltar que esta posible diferencia de magnitud en el efecto podría venir causada (al menos en parte) por el menor consumo mostrado durante la preexposición por el Grupo AN respecto al Grupo A, lo que habría conllevado diferencias en el grado de exposición al sabor A.

4.3. Experimento 6: Sumación

En el experimento anterior comprobamos que las condiciones de preexposición empleadas en los Grupos AN y A convertían al sabor diana A en un inhibidor latente en una prueba de retraso. El objetivo de este experimento fue comprobar si estas mismas condiciones de preexposición dotaban a A de la capacidad de pasar una prueba de sumación. Se realizaron dos réplicas idénticas del experimento (6a y 6b). En cada réplica, se emplearon cuatro grupos que recibieron las mismas condiciones de preexposición que en el experimento anterior (véase Tabla 13). Tras la preexposición, todos los animales recibieron condicionamiento aversivo con un EC X nuevo (sabor salado). Finalmente, se probó primero el nivel de aversión mostrado ante un estímulo compuesto formado por la presentación simultánea del EC X y el sabor diana A y, posteriormente, el nivel de aversión ante el EC X en solitario. A la luz de las predicciones del modelo de Hall y Rodríguez, y de los resultados obtenidos en los experimentos de la serie anterior, se esperaba observar que en el Grupo AN el estímulo A mostrase una especial capacidad para interferir con la RC de aversión evocada por X.

Tabla 13
Diseño del Experimento 6.

Grupo	Preexposición	Condicionamiento	Prueba
AN	2 x 8AN		
BN	2 x 8BN		
A	2 x 8A	X+	AX, X
NP	2 x 8W		

Nota. Las letras A y B se refieren a una solución de vainilla o almendra, la letra N se refiere a 8 sabores distintos, la letra X se refiere a una solución de NaCl, la letra W se refiere a agua, y el símbolo “+” se refiere a la administración de una inyección intraperitoneal de CLi (0.30M).

Método

Se emplearon 64 ratas SD macho, 32 en el Experimento 6a (con un peso medio al comienzo del experimento de 371g; rango: 314-436g) y 32 en el experimento 6b (con un peso medio al comienzo del experimento de 309g (rango: 267-374g). El procedimiento de administración de las soluciones, y las soluciones empleadas como estímulos A, B y N fueron idénticos a los empleados en el experimento anterior (Experimento 5) en el que se realizó la prueba de retraso. Además, en este experimento se utilizó una solución de NaCl (1% g/vol) como EC X durante el condicionamiento. Como en el experimento anterior, el EI consistió en la inyección de ClLi 0.30 M, a una razón de 10 ml/kg del peso corporal del animal.

En cada uno de los dos experimentos, 6a y 6b, tras establecer un régimen de privación de líquidos como el descrito en el experimento anterior (Experimento 5), los animales fueron distribuidos al azar en cuatro grupos de igual tamaño ($n = 8$): AN, BN, A y NP. Uno de los animales del Experimento 6a enfermó durante el experimento y fue retirado, teniendo el Grupo AN de este experimento finalmente un $n = 7$. El tratamiento recibido por los grupos durante la fase de preexposición fue idéntico al descrito en el experimento anterior (Experimento 5). Tras el segundo día de preexposición, todos los animales recibieron un ensayo de condicionamiento idéntico al descrito en el experimento anterior (Experimento 5), salvo que en este caso la solución empleada como EC fue la solución de NaCl. El día siguiente fue un día de recuperación en el que las ratas tuvieron acceso libre a agua durante las sesiones de 30 minutos de la mañana y de la tarde. Los ensayos de prueba se llevaron a cabo en las sesiones matinales de 30 minutos de los dos días siguientes. El primer ensayo de prueba consistió en permitir a los animales el acceso libre a una solución con el compuesto AX, y el segundo ensayo consistió en permitirles el acceso libre a una solución con el sabor X en solitario. Los animales dispusieron de acceso libre a agua durante 30 minutos en las sesiones de tarde de estos días.

Resultados y Discusión

Fase de Preexposición

En el Experimento 6a, los promedios de los consumos totales durante la fase de preexposición fueron los siguientes: 1.71 ml (SEM = 0.06), 1.81 ml (SEM = 0.12), 1.96 ml (SEM = 0.11), y 2.13 ml (SEM = 0.05) para los grupos AN, BN, A y NP respectivamente. Un ANOVA con estos datos mostró un efecto significativo de Grupo, $F(3,27) = 3.72$, $p = .023$, $\eta^2_p = 0.27$ (0.1-0.44). Comparaciones de medias realizadas con la prueba Duncan mostraron que el consumo de los Grupos AN y BN fue menor que el consumo mostrado por el Grupo NP.

En el Experimento 6b, los promedios de los consumos totales durante la fase de preexposición fueron los siguientes: 1.76 ml (ESM = 0.08), 1.77 ml (ESM = 0.08), 2.05 ml (ESM = 0.0), y 2.11 ml (ESM = 0.09) para los grupos AN, BN, A y NP respectivamente. Un ANOVA con estos datos mostró un efecto significativo de Grupo, $F(3,28) = 4.347$, $p = .012$, $\eta^2_p = 0.29$ (0.1-0.46). Comparaciones de medias realizadas con la prueba Duncan mostraron que el consumo de los Grupos AN y BN fue menor que el consumo mostrado por los Grupos A y NP.

Es decir, el patrón de resultados observado durante la fase de preexposición de los dos experimentos (6a y 6b) fue muy similar al observado en el Experimento 5: la presencia de los sabores “n” en los ensayos de preexposición parece que disminuyó el nivel de consumo, posiblemente debido a un efecto de neofobia suscitado por las sustancias nuevas presentadas.

Condicionamiento

En el Experimento 6a, el consumo de la solución con el sabor X en el ensayo de condicionamiento fue similar en todos los grupos: 8.15 ml (ESM = 0.31), 8.21 ml (ESM = 0.36), 7.48 ml (ESM = 0.37), y 8.51 ml (ESM = 0.32) para los grupos AN, BN, A y W respectivamente. Un ANOVA unifactorial realizado con estos datos no resultó significativo, $F(3,27) = .27$, $p = .84$.

En el Experimento 6b, se observó un patrón similar, sin diferencias notables entre grupos en el consumo de la solución con el sabor X: 8.73 ml (SEM = 0.27), 8.85 ml (SEM = 0.36), 7.4 ml y 8.21 ml (SEM = 0.45) para los grupos AN, BN, A y W, respectivamente. Un ANOVA unifactorial descartó la presencia de diferencias significativas, $F(3,28) = 2.072$, $p = .127$.

Prueba de sumación

La Figura 14 muestra los consumos grupales medios ante AX y X durante la prueba de sumación (Experimento 6a en el panel izquierdo, Experimento 6b en el panel derecho).

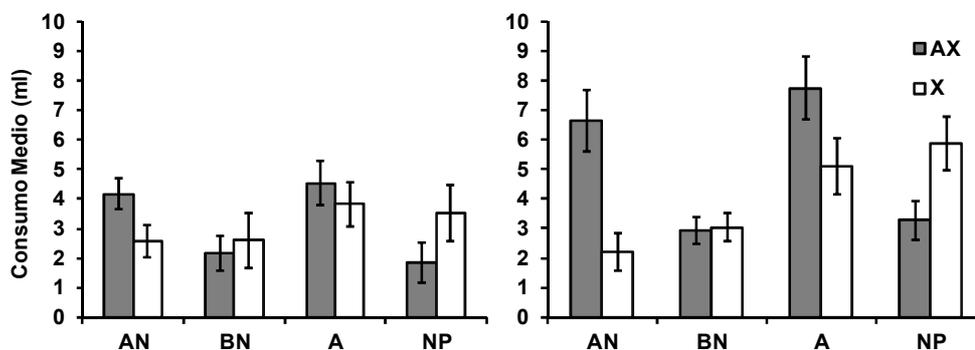


Figura 14. Experimento 6: Promedios de los consumos (+/- ESM) durante de prueba de sumación con los estímulo AX y X del experimento 6a (panel izquierdo) y del experimento 6b (panel derecho). El Grupo AN recibió preexposición al estímulo diana A en compuesto con un estímulo nuevo en cada ensayo; el Grupo BN recibió preexposición a un estímulo no-diana en compuesto con un estímulo nuevo en cada ensayo; el Grupo A recibió preexposición al estímulo diana A en solitario; y el Grupo de control NP recibió exposición solo al contexto experimental.

Como se puede observar, aunque el nivel de consumo general en el Experimento 6a fue menor que en el Experimento 6b, se observó un patrón de resultados similar en ambos experimentos. El consumo de AX fue superior en los grupos expuestos al estímulo diana (AN y A) que en los grupos no expuestos (BN y NP). Esto podría estar indicando que A tuvo una capacidad similar para

interferir con la RC evocada por X en ambos grupos. O, simplemente podría estar indicando que las condiciones de preexposición generaron diferentes niveles de condicionamiento a X (por ejemplo, vía efectos de generalización de inhibición latente). La prueba posterior con el estímulo condicionado, X, mostró un menor consumo ante X en ambos grupos, siendo la diferencia en consumo entre AX y X más sustancial en el Grupo AN que en el Grupo A. Estos resultados sugieren que pudo haber una generalización de la inhibición latente más marcada en el grupo A, lo que retrasó el condicionamiento de X y podría también explicar el alto consumo de AX en esta condición respecto a las condiciones BN y NP. En otras palabras, según este análisis, el único grupo en el que se estaría observando una capacidad de A para interferir con la RC evocada por X sería el Grupo AN. A diferencia, de lo observado en los grupos preexpuestos (mayor consumo de AX que de X), el Grupo BN no mostró diferencias entre el consumo de AX y X, y el Grupo NP mostró incluso menor consumo ante AX que ante X. Esta última diferencia podría estar indicando la suma de dos efectos aversivos: la aversión condicionada ante X y la aversión producida por la neofobia ante A. Tal efecto no se daría en el Grupo BN al no generar A en este caso un efecto marcado de neofobia, debido a la posible generalización de la neofobia sufrida por B y los estímulos N durante la preexposición (p.ej., Tarpay y McIntosh, 1971). Los análisis estadísticos realizados vinieron a apoyar esta descripción de los resultados.

En el Experimento 6a, se llevó a cabo un ANOVA Grupo X Estímulo que mostró una interacción Grupo x Estímulo significativa, $F(3,27) = 3.03$, $p = .047$, $\eta^2_p = 0.11$ (0.00-0.32). Ninguno de los efectos principales resultó significativo, $F_s < 1.61$, $p_s > .209$. Análisis adicionales realizados para desvelar el origen de la interacción revelaron que el efecto de Estímulo fue significativo sólo en el Grupo AN, $t(6) = 3.07$, $p = .022$, $d = 1.16$ (0.15-2.11), no siendo significativo en el Grupo BN, $t(7) = .34$, $p = .345$, y quedando cerca de la significación en el Grupo A, $t(7) = 2.12$, $p = .071$, y en el Grupo NP, $t(7) = -3.33$, $p = .053$. Por otra parte, se observaron diferencias significativas en la prueba con AX, $F(3,27) = 4.34$, $p = .013$, $\eta^2_p = 0.31$ (0.19-0.47), pero no en la prueba con X, $F(3,27) = .58$, $p = .628$.

Comparaciones posteriores realizadas con la prueba Duncan revelaron que los Grupos AN y A mostraron un mayor consumo de AX que los Grupos BN y NP.

En el Experimento 6b, se llevó a cabo un ANOVA similar Grupo X Estímulo que mostró efectos significativos de Grupo, $F(3,28) = 6.127$, $p = .002$, $\eta^2_p = 0.39$ (0.07-0.55); y una interacción Estímulo x Grupo significativa, $F(3,28) = 7.286$, $p = .001$, $\eta^2_p = 0.43$ (0.1-0.59). El factor Estímulo no fue significativo, $F(1,28) = 3.675$, $p = .065$. Análisis adicionales realizados para desvelar el origen de la interacción revelaron que el efecto de Estímulo fue significativo en el Grupo AN, $t(7) = 3.823$, $p = .026$, $d = 1.35$ (0.35-2.31); y en el Grupo NP, $t(7) = -2.87$, $p = .024$, $d = 1.01$ (0.12-1.85), pero no en el Grupo BN, $t(7) = .2$, $p = .847$, ni en el Grupo A, $t(7) = 2.02$, $p = .082$. Por otra parte, en este experimento se observaron diferencias significativas entre grupos en el consumo de AX, $F(3,28) = 8.281$, $p = .0001$, $\eta^2_p = 0.47$ (0.13-0.61), y también en el consumo de X, $F(3,28) = 4.962$, $p = .007$, $\eta^2_p = 0.34$ (0.03-0.51). Comparaciones posteriores realizadas con la prueba Duncan revelaron que los Grupos AN y A consumieron más AX que los Grupos BN y NP; y además, que el Grupo AN consumió menos X que el Grupo NP.

Los resultados sugieren que en el Grupo AN el estímulo diana A fue eficaz interfiriendo con la RC evocada por X. Esta capacidad no fue tan evidente en el Grupo A en el que el estímulo A fue expuesto en solitario. Estos resultados son consistentes, por tanto, con los resultados obtenidos en la serie experimental del capítulo anterior de esta tesis, y con las predicciones del modelo de Hall y Rodríguez (2010) bajo estudio.

4.4. Experimento 7: Retraso con X

En el experimento anterior se encontraron indicios de que en el Grupo A pudo haber un efecto de generalización de inhibición latente: la preexposición en solitario al estímulo A pudo producir un retraso en el condicionamiento del estímulo X. En este experimento anterior la prueba con X se realizó después de una prueba inicial con AX, lo que podría haber restado cierta sensibilidad para detectar posibles diferencias en el condicionamiento de X (por ejemplo, porque la prueba con AX consistió en una presentación no reforzada de X, es decir, un ensayo de extinción). El presente experimento se diseñó con el objetivo de detectar posibles diferencias en el condicionamiento de X producidas por los programas de exposición empleados en el Experimento 7. Se emplearon cuatro grupos que recibieron las mismas condiciones de preexposición que en los experimentos anteriores (véase Tabla 14). Tras la preexposición, todos los animales recibieron un ensayo de condicionamiento aversivo con el EC X nuevo (sabor salado) y finalmente se probó el nivel de aversión mostrado ante ese mismo estímulo en solitario. Se esperaba confirmar de manera más clara lo observado en los Experimentos 6a y 6b, que el condicionamiento a X se viese atenuado en el Grupo A.

Tabla 14
Diseño del Experimento 7.

Grupo	Preexposición	Condicionamiento	Prueba
AN	2 x 8AN		
BN	2 x 8BN		
A	2 x 8A	X+	X
NP	2 x 8W		

Nota. Las letras A y B se refieren a una solución de vainilla o almendra, la letra N se refiere a 8 sabores distintos, la letra X se refiere a una solución de NaCl, la letra W se refiere a agua, y el símbolo "+" se refiere a una inyección intraperitoneal de CLLi (0.30M).

Método

Se emplearon 32 ratas SD macho con un peso medio al comienzo del experimento de 376g (rango: 346-450g). El procedimiento de administración de las soluciones, y las soluciones empleadas como estímulos A, B, N y X fueron idénticos a los empleados en el experimento anterior (Experimento 6). Como en el experimento anterior, el EI consistió en la inyección de CLi 0.30 M, a una razón de 10 ml/kg del peso corporal del animal.

El procedimiento fue idéntico al descrito en el Experimento anterior, a excepción de que tras el día de recuperación del ensayo de condicionamiento se realizó una prueba con X, permitiendo a los animales acceder libremente a una solución con este sabor durante 30 minutos en la sesión de la mañana.

Resultados y Discusión

Fase de Preexposición

Los promedios de los consumos totales durante la fase de preexposición fueron los siguientes: 1.92 ml (SEM = 0.12), 1.94 ml (ESM = 0.06), 2.31 ml (ESM = 0.05), y 2.41 ml (ESM = 0.04) para los grupos AN, BN, A y NP respectivamente. Un ANOVA con estos datos mostró un efecto significativo de Grupo, $F(3,28) = 11.34$, $p = .0001$, $\eta^2_p = 0.52$ (0.21-0.65). Comparaciones de medias realizadas con la prueba Duncan mostraron que el consumo de los Grupos AN y BN fue menor que el consumo mostrado por los Grupos A y NP. Es decir, se volvió a encontrar el mismo patrón de resultados observado en la preexposición de los experimentos anteriores, con los grupos que recibieron sustancias nuevas durante todos los ensayos de preexposición (AN y BN) mostrando un consumo menor.

Condicionamiento y prueba

La Figura 15 muestra los consumos grupales medios de X en el ensayo de condicionamiento y la prueba posterior. Como se puede observar los animales consumieron una cantidad similar durante el ensayo de condicionamiento. Un ANOVA con los datos de este ensayo no mostró un efecto significativo de Grupo, $F(3,28) = .38, p = .768$.

Este ensayo resultó efectivo a la hora de establecer una aversión al sabor X, ya que se observó una disminución considerable del consumo de X en todos los grupos en el ensayo de prueba, que se vio atenuada en el Grupo A (Figura 15). Un ANOVA unifactorial con estos datos avaló esta descripción de los datos, revelando un efecto significativo de Grupo $F(3,28) = 3.58, p = .026, \eta^2_p = 0.25 (0.01-0.43)$. Pruebas posteriores de comparaciones múltiples con Duncan revelaron que el Grupo A consumió significativamente más que el resto de los grupos.

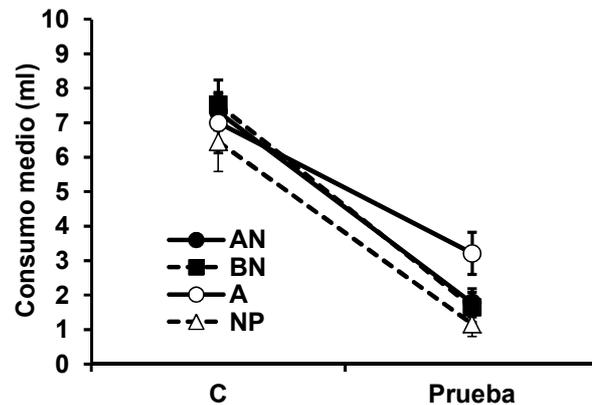


Figura 15. Experimento 7: Promedios de los consumos (+/- ESM) durante el ensayo de condicionamiento y la prueba con el estímulo X. El Grupo AN recibió preexposición al estímulo diana A en compuesto con un estímulo nuevo en cada ensayo; el Grupo BN recibió preexposición a un estímulo no-diana en compuesto con un estímulo nuevo en cada ensayo; el Grupo A recibió preexposición al estímulo diana A en solitario; y el Grupo de control NP recibió exposición solo al contexto experimental.

4.5. Discusión General

Los resultados de esta serie experimental vienen a confirmar la predicción del modelo de Hall y Rodríguez bajo examen en esta tesis: la preexposición de un estímulo diana en compuesto con una variedad de estímulos nuevos dota a dicho estímulo de la capacidad de pasar las pruebas de retraso y sumación. Ahora bien, los resultados de la prueba de sumación (experimentos 6a y 6b) vienen a subrayar las dificultades que conlleva la interpretación de los resultados de cualquier experimento de este tipo en relación a los efectos de la preexposición no reforzada.

Por una parte, la lógica de estos experimentos es usar como excitador un estímulo novedoso en todos los grupos (X), para así asegurar unos niveles equivalentes de condicionamiento sobre los que poder probar la capacidad de interferencia del estímulo diana. Sin embargo, esta lógica puede verse comprometida al introducir una fase previa de preexposición estimular en el experimento, ya que es bien conocido que la inhibición latente es un fenómeno que se puede generalizar. El retraso en el condicionamiento de X observado tras la preexposición repetida al estímulo A es un ejemplo de ello. Partir de niveles diferentes de condicionamiento de X es un inconveniente a la hora de valorar la capacidad de A en los distintos grupos para interferir con la RC evocada por X, pero ello no invalida la relevancia de la observación fundamental respecto a la hipótesis bajo estudio: sumar la presentación de A a la de X no conllevó un decremento significativo de la RC (es decir, un aumento significativo de consumo) en el Grupo A pero sí en el Grupo AN. Y, partiendo de niveles similares de condicionamiento a X, la presentación añadida de A en la prueba conllevó una disminución de la RC en el Grupo AN pero no en los grupos BN y NP.

Por otra parte, la lógica ideal de los experimentos de sumación es que en las condiciones control (por ejemplo, el Grupo NP) el estímulo A sea lo más neutral posible cuando se añade al excitador X en la prueba. Eso permitiría valorar con nitidez el efecto diferencial generado por la presencia del estímulo

diana en el grupo experimental. Sin embargo, es bien conocido que la presentación de un estímulo, especialmente si es nuevo, no suele resultar inefectiva a la hora de generar ciertas RIs, que pueden interferir o intensificar la RC evocada por el excitador. Esto es lo que podría haber sucedido en la prueba en el Grupo NP, que mostró un menor consumo de AX que de X. En este caso, la RC aversiva ante X se habría visto potenciada por la respuesta también aversiva, neofóbica, que despertaría la novedad de A en la prueba.

Es probable que estos problemas, intrínsecos a la naturaleza de los diseños de sumación, se hayan visto acrecentados en esta serie por el uso de sabores como estímulos, una modalidad especialmente saliente sobre todo si se tiene en cuenta el estado motivacional de los sujetos en el experimento (que se encontraban bajo un programa de privación de líquidos). Pese a ello, entendemos que los resultados obtenidos han permitido contrastar la hipótesis bajo consideración, ampliando la evidencia encontrada en la primera serie experimental.

Capítulo V

**Contrastación de la hipótesis en una tarea de
aprendizaje asociativo con participantes
humanos**

5.1. Introducción

En los dos capítulos anteriores hemos mostrado evidencia que apoya la idea de que la presentación repetida del estímulo diana en ausencia de consecuencias, y en compuesto con una variedad de estímulos novedosos, le dota a este de la capacidad de pasar la prueba de retraso y la prueba de sumación. La interpretación que hacemos de este resultado es en términos del modelo de Hall y Rodríguez (2010; 2011), que es una extensión del modelo de Pearce y Hall (1980) aplicada al caso de la preexposición no reforzada a los estímulos. Según esta explicación, la inhibición latente es el resultado de un aprendizaje inhibitorio que tiene lugar durante la preexposición no reforzada del estímulo, que conlleva la extinción de la expectativa de que algo más puede ocurrir tras la presentación del estímulo y una consiguiente disminución en la atención prestada al estímulo (en su asociabilidad). En los experimentos anteriores, los sujetos experimentales fueron animales no humanos, en concreto, ratas. En los experimentos que presentamos a continuación, sin embargo, se muestran experimentos conceptualmente análogos, diseñados para contrastar la misma predicción, pero con participantes humanos.

La inhibición latente es un fenómeno que ha sido ampliamente estudiado con participantes humanos. Aunque durante cierto tiempo se le concedió cierta generalidad a la aseveración de que la demostración del efecto de inhibición latente en humanos requería el uso de una tarea distractora que enmascarase la preexposición a los estímulos diana (p.ej., Lubow y Gewirtz, 1995), hoy por hoy se han multiplicado las demostraciones del efecto sin tarea de enmascaramiento (p.ej., Escobar, Arcediano, y Miller, 2003; Evans, Gray y Snowden, 2007; Forrest, Mather, y Harris, 2016; Nelson y Sanjuán, 2006; Rodríguez y Hall, 2017; Rodríguez, Aranzubia-Olasolo, Liberal, Rodríguez-San Juan y Hall, 2019). Es cierto que estas últimas demostraciones adoptan una visión más general del fenómeno de inhibición latente (compatible con la mayoría de perspectivas teóricas propuestas, entre ellas la de Hall y Rodríguez, 2010), entendiendo este como un retraso en la adquisición y/o expresión de un aprendizaje asociativo, no como el retraso en la adquisición y/o expresión de

una RC. No obstante, existe también un buen número de estudios más antiguos con participantes humanos en los que se demostró el efecto de inhibición latente empleado técnicas de condicionamiento clásico— la técnica de condicionamiento palpebral (Schnur y Ksir, 1969), condicionamiento electrodermal (Lipp, Siddle & Vaitl, 1992), condicionamiento aversivo de sabores (Arwas, Rolnick y Lubow, 1989)— y en tareas de condicionamiento instrumental (Braunstein-Bercovitz, y Lubow, 1998; Ginton, Urca y Lubow, 1975). El empleo de estos procedimientos de condicionamiento, sobre todo con los aversivos, se ha hecho cada vez más infrecuente en la actualidad, principalmente por la existencia de regulaciones éticas más estrictas. El uso de estos procedimientos ha sido reemplazado por otros procedimientos de aprendizaje asociativo que permiten estudiar el fenómeno en condiciones más neutrales emocionalmente (lo que no está exento de cierta discusión a la hora de concretar si todos los mecanismos que subyacen en el estudio del fenómeno con animales humanos y no humanos son o no los mismos (p.ej., ver Le Pelley y Schmidt-Hansen, 2010).

En los experimentos que presentamos a continuación empleamos un procedimiento bien conocido en nuestro laboratorio en formato de videojuego (p.ej., Nelson, Navarro, y San Juan, 2014). Al participar en esta tarea, el participante aprende a emitir una respuesta (presionar una tecla del teclado del ordenador) para cargar un arma que le permite intimidar a una nave enemiga para que esta se aleje. En esta tarea el EC es un estímulo visual (el encendido de un sensor) que señala la próxima aparición de la nave enemiga (el EI). La existencia de una asociación EC→EI se infiere al observar que el participante empieza a cargar el arma durante la ocurrencia del EC, antes de que aparezca el EI. La preexposición no reforzada en este procedimiento consiste en el encendido del sensor repetidas veces sin consecuencias. El efecto de inhibición se demuestra al observar que la anticipación de la respuesta de cargar el arma durante el EC se retrasa cuando el EC fue preexpuesto sin consecuencias (p.ej., Nelson et al., 2014).

5.2. Experimento 8: Retraso

Siguiendo la lógica empleada en las series experimentales anteriores con animales no humanos, el primer objetivo que nos trazamos fue identificar unas condiciones de preexposición capaces de generar un efecto de inhibición latente. Para ello se diseñó un experimento con 4 grupos (ver Tabla 15) que recibieron un tratamiento conceptualmente análogo al empleado en las series anteriores: AN, N, A y NP. En todos los grupos, el EC A (el encendido de una luz roja utilizada como sensor; véase una captura de la visión del cuadro de mandos de la nave en la Figura 16 señalaba la ocurrencia del EI (una nave espacial invasora).

Tabla 15
Diseño del Experimento 10.

Grupo	Preexposición	Condicionamiento
AN	7AN	
N	7N	8A+
A	7A	
NP	Contexto	

Nota. La letra A se refiere a una luz roja, la letra N se refiere a 7 luces de distintos colores, y el símbolo “+” se refiere a la aparición de la nave invasora.

Los grupos difirieron, sin embargo, en el tratamiento que recibieron durante la fase de exposición previa al condicionamiento. Como en los experimentos realizados con ratas, hubo dos condiciones que fueron expuestas al estímulo diana A: los Grupos AN y A. Los participantes en el Grupo A recibieron presentaciones no reforzadas de A en solitario (es decir, se trataba de un tratamiento estándar de inhibición latente). Los participantes en el Grupo AN recibieron presentaciones no reforzadas de A acompañado de un estímulo nuevo en cada ensayo (i.e., $An_1, An_2, An_3, \dots, An_7$). En este experimento, los estímulos añadidos ($n_1, n_2, n_3, \dots, n_7$) eran otros estímulos visuales que consistían en el encendido de sensores de otros colores en el cuadro de

mandos de la nave. También se incluyeron dos condiciones de control que no recibieron exposición a A durante la fase de preexposición: el Grupo N y el Grupo NP. Los participantes en el Grupo N recibieron exposición no reforzada a las mismas luces nuevas que el Grupo AN, pero sin la presencia del estímulo diana ($n_1, n_2, n_3, \dots, n_8$). Nótese que en este procedimiento, en este grupo control del efecto de la exposición a la variedad de estímulos novedosos, se omitió la presencia del estímulo diana A en lugar de, como en otros experimentos de series anteriores, sustituir la presencia del estímulo diana A por un estímulo no diana B (Grupos BN). Por último, los participantes en el Grupo NP recibieron una exposición idéntica al contexto de la tarea, pero sin la aparición de ningún sensor en el cuadro de mandos.

Método

Participantes. En el experimento participaron un total de 56 estudiantes universitarios de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU). Los participantes fueron asignados aleatoriamente a una de las cuatro condiciones experimentales (grupo AN, $n = 15$; grupo N, $n = 13$; grupo A, $n = 14$; grupo NP, $n = 14$). El procedimiento fue aprobado por el comité de ética para la investigación con humanos de la Universidad del País Vasco (CEISH).

Aparatos y estímulos. Se empleó la tarea de videojuego desarrollada por Nelson y cols., (2014). Este videojuego se puede descargar en <http://drjbn.wordpress.com/the-learning-game-download-links/>. El videojuego fue ejecutado en ordenadores Dell OptiPlex, con monitores de 22 pulgadas y una relación de aspecto de 1.6 (ancho/largo); la resolución establecida fue de 1280 x 800 píxeles. Los participantes dispusieron de auriculares para escuchar la música y los sonidos del juego.

Se trata de un videojuego en tres dimensiones y en primera persona, ambientado en una guerra espacial, con gráficos comparables a los de los videojuegos modernos. En el juego, los participantes se encontraban en el interior de una nave espacial, mirando hacia el exterior. Antes de empezar la

tarea, se informaba a los participantes en la introducción ambientada del videojuego que debían jugar el papel de guardianes de la galaxia, protegiéndola de posibles ataques de naves invasoras. En la parte inferior de la pantalla había un panel de control con dos filas de sensores o indicadores luminosos (5 en la primera fila y 3 en la segunda). Cada uno de estos sensores luminosos podía encenderse con cualquier color, una iluminación que consistía en una luz parpadeante encendido/apagado del color seleccionado, con una tasa de 3 ciclos por segundo. Cuando el sensor se iluminaba su diámetro era de 50 píxeles.



Figura 16. Captura de pantalla de la visión del participante en el videojuego empleado como tarea de aprendizaje (tomado de Nelson y cols., 2014).

En el presente experimento se empleó una luz de color rojo como estímulo diana A, presentada en el sensor central de la fila superior. Los estímulos “N” consistieron en la presentación de luces de diferentes colores: una luz verde presentada en el segundo sensor izquierdo de la fila superior, una luz azul presentada en el tercer sensor izquierdo de la fila superior, una luz morada presentada en el segundo sensor derecho de la fila superior, una luz rosa presentada en el segundo sensor izquierdo de la fila superior, una luz marrón presentada en el sensor derecho de la fila inferior, una luz naranja presentada en el tercer sensor de la fila superior, y una luz cian presentada en el tercer sensor derecho de la fila inferior. El programa permitía además la

manipulación de la intensidad de la iluminación de los sensores, otorgado valores entre 0 (apagado) y 255 (encendido al máximo). En el presente experimento se asignó una intensidad de 32 al estímulo diana (la luz roja) y una intensidad de 255 a los estímulos N.

El videojuego disponía de cuatro naves invasoras para ser usadas como EI, y cada una podía ser repelida con un arma en particular. En la fase inicial de entrenamiento de la respuesta (que se describirá a continuación) se emplearon las cuatro naves, pero durante el experimento solo se empleó una de ellas (la “Stellarian”). La “Stellarian” era una nave de color blanco que emergía de la parte superior izquierda de la pantalla, y que podía ser repelida por el arma situada también en la parte superior izquierda de la pantalla que disparaba bolas de fuego y cuyo nombre era “Fuego de Extinción”. El resto de naves espaciales y sus respectivas armas están descritas en Nelson y cols., (2014).

Cada arma podía ser activada presionado su tecla correspondiente del teclado del ordenador. Cuando la tecla era presionada durante cinco segundos a una tasa de 3 veces por segundo, el arma se activaba y comenzaba a disparar a la nave invasora hasta que esta se alejaba. La tecla asignada para activar el “Fuego de Extinción” fue el tabulador izquierdo.

Procedimiento

Fase de instrucción y entrenamiento de respuesta. El experimento comenzaba cuando los participantes, tras leer y aceptar en la pantalla su consentimiento informado, pulsaban la tecla de inicio. En la pantalla se presentaba un panel con las instrucciones escritas, instrucciones que también fueron presentadas de manera auditiva a través de una grabación de voz. Siguiendo la historia del videojuego, se informaba a los participantes de que iban a ser los protectores de una estación espacial frente a posibles ataques de naves invasoras. Para ello, eran instruidos en el uso de las diferentes armas disponibles en la nave. Se les mostraba el nombre de la nave invasora, el arma que debían usar para repeler su ataque, y cuál de las teclas presionar para

activar el arma. También se les indicaba que debían presionar de manera repetida la tecla correspondiente, hasta que el arma disparase y la nave invasora desapareciese.

Fase de preexposición. Tras el último ensayo de entrenamiento, se comunicaba a los participantes que ya estaban listos para patrullar la galaxia. Se les alentaba para que tuvieran las armas cargadas antes de la aparición de la nave invasora, y poder así evitar el ataque a la estación espacial. También se les decía que en el caso de que los invasores no aparecieran, podían disfrutar de la belleza de las galaxias y de la música que se emitía desde la estación espacial. Los participantes fueron transportados a la galaxia de los “Boutonians”. No se proporcionó información sobre la ocurrencia de señales luminosas en los sensores.

Todos los participantes recibieron 7 ensayos de preexposición con un intervalo variable entre ellos, con un promedio de 20s. Para los participantes en el grupo AN, en cada ensayo se iluminaban dos sensores durante 20 segundos, el sensor de color rojo, y un sensor nuevo en una posición y color distinto en cada ensayo (A_{n_1} , A_{n_2} , .. A_{n_7}). Los participantes en el grupo N recibieron solo las presentaciones de estos sensores nuevos (n_1 , n_2 , .. n_7), sin la iluminación del sensor con la luz de color rojo. En ambos grupos, los estímulos N se presentaron en el siguiente orden: verde, azul, morado, rosa, marrón, naranja y cian. Los participantes en el grupo A recibieron presentaciones de la luz de color rojo en solitario (A, A,... A). Y en el grupo NP el sensor central de la fila superior se iluminó de color negro, sin producir ningún cambio visible en el sensor.

Fase de condicionamiento. La fase de condicionamiento comenzaba, sin aviso, tras 20 segundos después de la finalización del último ensayo de la fase de preexposición. Todos los grupos recibieron 8 ensayos en los que la iluminación del sensor rojo (el EC A) fue acompañada del ataque de la nave “Stellarian”. La nave invasora apareció 5 segundos después de la iluminación del sensor y permaneció durante 15 segundos, independientemente de la

respuesta del participante. El promedio del intervalo entre ensayos también fue aleatorio, con un promedio de 20 segundos.

Análisis de datos. El ordenador registró el número de veces en las que los participantes presionaron la tecla asignada a la nave *Stellarian* durante cada segundo de los siguientes periodos: los 5s previos a la iluminación del sensor (periodo pre-EC), los 5s de la iluminación del sensor antes de la aparición de la nave (periodo EC) y los 15s en los que coincidían la iluminación del sensor con la aparición de la nave invasora (ver Figura 17). Basándonos en los resultados de trabajos previos que emplearon esta tarea (p.ej., Nelson y cols., 2014) sólo se analizaron los periodos EC.

Como en las series anteriores, los datos fueron analizados mediante ANOVAs adoptando un criterio de significación de $p < .05$, y cuando era apropiado con pruebas de Duncan. Los tamaños del efecto para los ANOVA fueron reportados con el estadístico *eta cuadrado parcial*, y para las comparaciones de pares de medias se empleó la *d* de Cohen. El intervalo de confianza (IC) del 95% para los tamaños del efecto se especificó entre paréntesis.

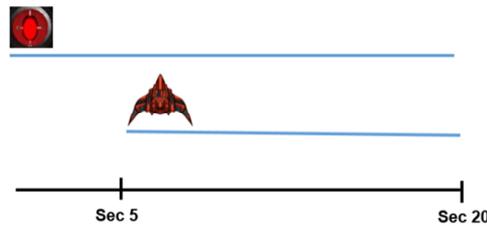


Figura 17. Diagrama que ilustra la distribución temporal de la ocurrencia de los eventos durante los ensayos del experimento.

Resultados y Discusión

No se registraron apenas respuestas durante la fase de preexposición. Respecto a la fase de condicionamiento, para hacer equiparable la comparación

de la respuesta ante el EC y el pre-EC (que duraba 5 segundos), se analizaron las respuestas emitidas por los participantes en los primeros 5 segundos del EC.

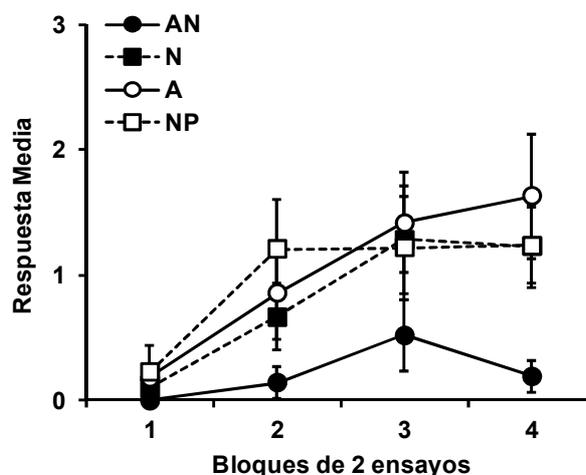


Figura 18. Experimento 8: Promedios de respuesta (+/- ESM) durante el condicionamiento de A. El Grupo AN recibió preexposición al estímulo diana A en compuesto con un estímulo nuevo en cada ensayo; el Grupo N recibió preexposición a un estímulo nuevo en cada ensayo en solitario; el Grupo A recibió preexposición al estímulo diana A en solitario; y el Grupo de control NP recibió exposición solo al contexto experimental.

La Figura 18 muestra las medias grupales de respuesta durante este periodo del EC, agrupadas en bloques de dos ensayos de condicionamiento. La respuesta ante la iluminación del sensor fue adquirida lentamente en todos los grupos, siendo el nivel general de respuesta bastante bajo. Esto indica que posiblemente el EC empleado no resultó muy saliente. No obstante, se pudieron observar algunas diferencias entre los grupos en la adquisición de la respuesta, los grupos expuestos adquirieron más lentamente la respuesta que el grupo control no preexpuesto (NP), y esta diferencia fue especialmente notable en el caso del Grupo AN. Un ANOVA Grupo x Bloque llevado a cabo con estos datos reveló un efecto significativo de Bloque, $F(3,156) = 14.13$, $p = .0001$, $\eta^2_p = 0.21$ (0.1-0.31), y un efecto significativo de Grupo, $F(3,52) = 3.07$, $p = .036$, $\eta^2_p = 0.15$ (0.00-0.29); la interacción entre las dos variables no resultó significativa, $F(9,156) = 1.134$, $p = .342$. Comparaciones adicionales entre pares

de medias realizadas con la prueba Duncan mostraron que el Grupo AN respondió significativamente menos que los Grupos A y NP

A la luz de los resultados de las series experimentales previas, este experimento produjo resultados hasta cierto punto sorprendentes. En los experimentos de retraso de las series anteriores se había observado una atenuación de la inhibición latente en el Grupo AN respecto al Grupo A. En este caso, sin embargo, parece que la presencia de los estímulos novedosos “N” durante la preexposición intensificó la magnitud del efecto de inhibición latente. Los patrones de resultados diferentes observados en estos experimentos podrían deberse a la saliencia de los estímulos diana empleados en unos y otros. El nivel general tan bajo de respuesta observado en este experimento sugiere que la saliencia del estímulo diana fue bastante baja, quizás más baja que la empleada en las otras series experimentales con ratas. De ser así, es posible que la presencia de los estímulos “n” en la condición AN del presente experimento hubiesen permitido un procesamiento más efectivo de la presencia de A, permitiendo así aprender más sólidamente sobre su relación con la ausencia de consecuencias. Según esta explicación estaríamos ante un ejemplo de efecto de potenciación de inhibición latente (p.ej., Rodríguez y Hall, 2008), en el que la presencia de un estímulo intenso (el estímulo n) potencia la inhibición latente sufrida por el estímulo diana (A). Aun siendo interesante esta posibilidad, indagar sobre ella implicaría alejarnos del objetivo de esta tesis que es comprobar que un estímulo preexpuesto bajo las condiciones recibidas por el Grupo AN es capaz de pasar las pruebas de retraso y de sumación. Habiendo comprobado en este experimento que el EC A se condicionó más lentamente en el Grupo AN que el Grupo NP y A, en el siguiente experimento se comprobó el efecto de estos grupos sobre una prueba de sumación.

5.3. Experimento 9: Sumación

El diseño del experimento se muestra en la Tabla 16. Se emplearon las mismas condiciones de preexposición que en el experimento anterior (Grupos AN, N, A y NP). Tras la fase de preexposición, todos los grupos recibieron un entrenamiento en el que una luz nueva (X) fue empleada como EC para señalar la aparición del EI (la nave invasora). Tras la fase de condicionamiento, se evaluó la capacidad del estímulo preexpuesto A para interferir con la RC evocada por el EC X, presentando repetidas veces los estímulos A y X en compuesto de manera simultánea y no reforzada. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en los experimentos con ratas en las series previas de esta tesis, se esperaba encontrar que la capacidad de A para interferir con la respuesta condicionada a X fuese especialmente sustancial en el Grupo AN respecto a los demás grupos.

Tabla 16
Diseño del Experimento 9.

Grupo	Preexposición	Condicionamiento	Prueba
AN	7AN		
N	7N	10X+	2AX
A	7A		
NP	Contexto		

Nota. La letra A se refiere a una luz roja, la letra N se refiere a 7 luces de distintos colores, y el símbolo “+” se refiere a la aparición de la nave invasora.

Método

Un total de 39 estudiantes de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU) participaron en el experimento. Los participantes fueron asignados aleatoriamente a cada uno de los cuatro grupos antes del comienzo del experimento (grupo AN, $n = 8$; grupo N, $n = 9$; grupo A, $n = 13$; grupo NP, $n = 9$).

Se empleó el mismo videojuego que en el experimento anterior. Las luces empleadas como estímulos experimentales también fueron las mismas que en el experimento anterior, exceptuando que el estímulo designado como EC X fue una luz de color amarillo, que fue presentada en el sensor central de la fila inferior. El compuesto de estímulos AX presentado en la prueba de sumación consistió por tanto en la iluminación simultánea de la luz diana roja y el sensor de color amarillo.

El procedimiento de las fases de instrucción, entrenamiento de la respuesta y preexposición fue el mismo que el descrito en el experimento anterior. El procedimiento del condicionamiento también fue idéntico con la única excepción de que en este caso se presentó como EC el estímulo X, y que se llevaron a cabo dos ensayos de condicionamiento adicionales. Para todos los grupos, la fase de prueba de sumación comenzó, sin previo aviso, 20s después del último ensayo de condicionamiento. Esta fase consistió en 2 ensayos en los que se iluminó el compuesto de prueba AX durante 20s, sin la aparición posterior de la nave invasora.

Todos los demás detalles del procedimiento no especificados fueron idénticos a los descritos en el experimento anterior.

Resultados y Discusión

Cuatro participantes no mostraron respuesta alguna durante toda la fase de condicionamiento (1 en el Grupo N y 3 en el Grupo A) y fueron excluidos del experimento. La figura 19 muestra los promedios de respuesta ante el EC X durante los primeros 5 segundos del EC, en los 5 bloques de 2 ensayos de condicionamiento. Se puede apreciar que a medida que se fueron sucediendo los ensayos de condicionamiento, en todos los grupos aumentó, a un ritmo similar, la magnitud de la respuesta ante el EC (la presencia de la luz amarilla). Un ANOVA Grupo x Bloque realizado con estos datos reveló un efecto significativo de Bloque de ensayos, $F(4, 124) = 22.961$, $p = .0001$, $\eta^2_p = 0.42$

(0.28-0.51). Ni el factor Grupo ni la interacción Grupo x Bloque resultaron significativas, $F_s < 1.205$; $p_s > .324$.

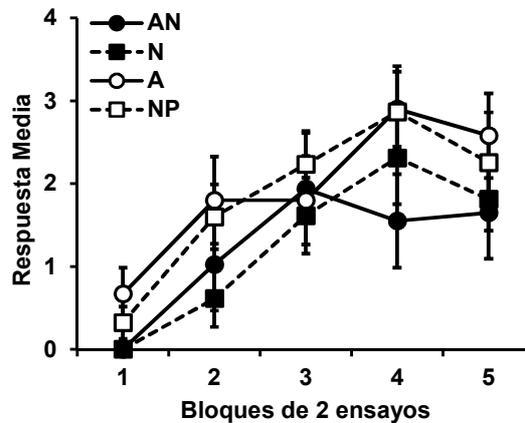


Figura 19. Experimento 9: Promedios de respuesta (+/- ESM) durante el condicionamiento de X. El Grupo AN recibió preexposición al estímulo diana A en compuesto con un estímulo nuevo en cada ensayo; el Grupo N recibió preexposición a un estímulo nuevo en cada ensayo en solitario; el Grupo A recibió preexposición al estímulo diana A en solitario; y el Grupo de control NP recibió exposición solo al contexto experimental.

Los resultados de la fase de prueba se muestran en la Figura 20 donde se observa el promedio de respuestas durante los dos ensayos de la prueba de sumación con el compuesto AX. Se puede apreciar que hubo diferencias entre grupos en la capacidad del estímulo añadido para reducir la respuesta ante el excitador condicionado, más claras en el segundo ensayo. El menor nivel de respuesta se observó en el Grupo AN que difirió notablemente de los Grupos NP y A en el segundo ensayo. El Grupo N mostró un nivel de respuesta intermedio, ni tan bajo como el Grupo AN, ni tan alto como los Grupos A y NP. Un ANOVA Grupo x Ensayo llevado a cabo con estos datos mostró un efecto significativo de Grupo, $F(3,31) = 3.53$, $p = .026$, $\eta^2_p = 0.25$ (0.00-0.42); pero ni el factor Ensayo ni la interacción entre ambas variables alcanzaron el nivel de significación estadística, $F_s < 3.71$, $p_s > .063$. Comparaciones de medias

posteriores llevadas a cabo con la prueba de Duncan mostraron que el Grupo AN respondió menos que los Grupos A y NP, y que el Grupo N respondió menos que el Grupo A pero no difirió ni del Grupo AN ni del NP.

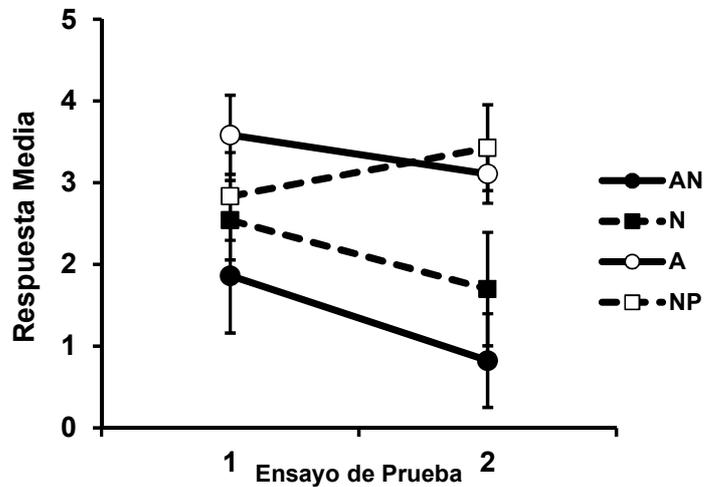


Figura 20. Experimento 9: Promedios de respuesta (+/- ESM) durante dos ensayos de prueba con AX. El Grupo AN recibió preexposición al estímulo diana A en compuesto con un estímulo nuevo en cada ensayo; el Grupo N recibió preexposición a un estímulo nuevo en cada ensayo en solitario; el Grupo A recibió preexposición al estímulo diana A en solitario; y el Grupo de control NP recibió exposición solo al contexto experimental.

5.4. Discusión General

Los resultados obtenidos en esta serie experimental con participantes humanos son paralelos a los encontrados en las dos series experimentales previas empleando ratas como sujetos. De nuevo, las condiciones de preexposición del Grupo AN dotaron al estímulo diana de la capacidad de pasar las pruebas de retraso y sumación. Hubo, sin embargo, aspectos particulares en los resultados de esta serie.

En el experimento de retraso (Experimento 8) se observó un efecto significativo de inhibición latente en el Grupo AN pero no en el Grupo A. Esta diferencia entre las dos condiciones de exposición al estímulo diana no fue observada en las series anteriores en las que, de hecho, se observó la tendencia contraria: una atenuación del efecto de inhibición latente en el Grupo AN respecto al Grupo A. Una posible explicación a estas diferencias es que la saliencia de los estímulos empleados en una y otra serie haya sido diferente. El nivel bajo de respuesta observado en la presente serie sugiere que el estímulo diana A (la luz del sensor rojo) resultó poco saliente. Es conocido que la magnitud del efecto de inhibición latente es directamente proporcional a la saliencia estimular (p. ej., Rodríguez y Alonso, 2002; Rodríguez y cols., 2015). Esta relación es esperable desde cualquier modelo teórico de inhibición latente, como el modelo de Hall y Rodríguez, que sugiere que un aprendizaje asociativo dependiente de la intensidad del estímulo subyace a este fenómeno. Esto podría explicar la ausencia del efecto de inhibición latente, pero quedaría aún por explicar la presencia del efecto en el Grupo AN. Según el modelo de Hall y Rodríguez, el pequeño efecto de inhibición latente que puede generar la preexposición a un estímulo poco saliente puede verse potenciado cuando dicho estímulo es acompañado de un estímulo más saliente. Existe constancia de este efecto de potenciación de inhibición latente en experimentos con sabores y ratas como sujetos (Rodríguez y Hall, 2008), y los resultados obtenidos en el Experimento 8 podrían constituir un ejemplo de este efecto con participantes humanos. Investigación futura deberá analizar esta posibilidad con detenimiento. Pero, en lo que a la hipótesis bajo consideración respecta, lo

relevante es que en la condición de preexposición en la que el estímulo mostró más retraso a la hora de adquirir un aprendizaje excitatorio (Grupo AN; Experimento 8) se observó una mayor efectividad para interferir con la respuesta evocada por otro estímulo X (Grupo AN; Experimento 9). Una explicación de los resultados del experimento de sumación (Experimento 9) en términos de una mayor saliencia de A después de su exposición en el Grupo AN llevaría a esperar el resultado contrario al observado en la prueba de retraso del Experimento 8. Por tanto, entendemos que los resultados obtenidos se explican mejor en términos de la hipótesis bajo consideración: las condiciones de preexposición del Grupo AN dotaron al estímulo de propiedades inhibitorias netas.

Capítulo VI

Discusión Final

La inhibición latente es un fenómeno generado por unas condiciones muy simples: la mera exposición al estímulo en ausencia de consecuencias antes del condicionamiento. Dada esta simplicidad, uno esperaría que los mecanismos que subyacen a la aparición del fenómeno no fueran excesivamente complejos. Pero lo cierto es que tras más de 60 años de investigación, todavía sigue sin existir una explicación teórica comúnmente aceptada del fenómeno. El presente trabajo de investigación ha intentado ofrecer nuevas pistas que aporten luz en este debate. En concreto, partiendo de las predicciones derivadas del modelo de Hall y Rodríguez (2010), se ha revisado el papel que puede jugar el aprendizaje inhibitorio en la aparición del fenómeno.

Tal y como se expuso en el Capítulo 1 de esta tesis, la explicación del fenómeno en términos de aprendizaje inhibitorio cayó en desuso en los años 70 del siglo pasado, tras la publicación de un conjunto de estudios que pusieron de relieve dos resultados. Por una parte, que si un estímulo se preexpone en solitario, pasa con facilidad una prueba de retraso pero no pasa la prueba de sumación (Reiss y Wagner, 1972; Rescorla, 1971; Solomon, Brennan y Moore, 1974; Solomon, Lohr y Moore, 1974; pero ver Kremer, 1972). Y, por otra parte, que ese tipo de preexposición retrasa la posterior adquisición de la inhibición condicionada (Best, 1975; Halgren, 1974; Rescorla, 1971). Estos resultados son difícilmente reconciliables con una explicación de los efectos de la preexposición no reforzada simplemente en términos de adquisición de propiedades inhibitorias por parte del estímulo. Por el contrario, este conjunto de resultados es el esperado si se asume que la preexposición no reforzada produce un aprendizaje de desatención al estímulo preexpuesto. Aceptando esta asunción, uno puede esperar que en el futuro se aprenda con dificultad o lentitud sobre ese estímulo preexpuesto y desatendido (es decir, que se demuestre fácilmente retraso en condicionamiento excitatorio e inhibitorio) y, además, que dicho estímulo desatendido tenga una capacidad muy limitada para interferir con la RC evocada por un EC excitatorio presente (es decir, que tenga dificultades para pasar la prueba de sumación). Las teorías que

adoptaron este tipo de explicación atencional se han enfrentado al desafío de intentar responder a dos cuestiones: *por qué* y *cómo* se aprende a desatender a los estímulos durante su preexposición no reforzada.

Respecto a la primera cuestión, *por qué* se aprende a desatender a un estímulo preexpuesto en ausencia de refuerzo, las distintas teorías han coincidido en señalar que la desatención ocurre porque el estímulo preexpuesto se vuelve poco informativo. Algunas teorías han señalado que el escaso valor informativo del estímulo preexpuesto es debido a que su presentación es esperada antes de que ocurra (p.ej., a través de asociaciones contexto→estímulo establecidas durante la preexposición; Wagner, 1981). Otras teorías, sin embargo, han enfatizado que el escaso valor informativo del estímulo reside en las predicciones que se realizan a partir de su ocurrencia: un estímulo preexpuesto en ausencia de consecuencias no predice nada relevante y por tanto se desatiende (Hall, 1991; Lubow, 1989; Mackintosh, 1975; Pearce y Hall, 1980). Las teorías han discrepado marcadamente, sin embargo, en la propuesta de los mecanismos que subyacen a este aprendizaje de desatención. Es decir, donde ha surgido menor consenso entre las explicaciones atencionales de inhibición latente ha sido a la hora de responder a la cuestión de *cómo se aprende a desatender* a un estímulo en ausencia de consecuencias. En esta tesis hemos partido de la propuesta del modelo de Pearce y Hall (1980): a medida que se aprende sobre las consecuencias del estímulo y aumenta la fiabilidad predictiva de los estímulos, disminuye la atención para aprender sobre ellos (porque ya se conocen sus consecuencias y no es necesario seguir aprendiendo sobre estas). Esta idea requirió de un refinamiento adicional para ser aplicada apropiadamente al caso de la preexposición no reforzada, lo que dio lugar al modelo de Hall y Rodríguez (2010).

Según este modelo, la preexposición no reforzada a los estímulos debe ser tratada teóricamente como un caso de *extinción*. Concretamente, se asume que cualquier estímulo nuevo tiene la capacidad de activar la expectativa de que algo puede ocurrir a continuación. Al no ocurrir este evento esperado durante la preexposición no reforzada, se produciría un aprendizaje inhibitorio

(Konorski, 1967) que permitiría el establecimiento de una asociación EC-ausencia de consecuencias. El modelo asume que este aprendizaje inhibitorio tendrá dos consecuencias. Por un lado, la adquisición de inhibición tendrá un efecto sobre el valor asociativo del estímulo: durante la preexposición no reforzada a un estímulo en solitario, el valor excitatorio inicial de este se neutralizará progresivamente a medida que se adquiere una cantidad de fuerza asociativa inhibitoria similar a la fuerza asociativa excitatoria preexistente. Y, por otro lado, el aprendizaje inhibitorio aumentará la precisión predictiva del estímulo (la expectativa neta generada por la presencia del estímulo no generará un error predictivo) lo que, siguiendo el principio atencional propuesto por Pearce y Hall (1980) llevará a una disminución en su asociabilidad (en la atención que recibe para aprender sobre sus consecuencias). Los experimentos incluidos en esta tesis intentaron poner a prueba esta visión del fenómeno.

Para ello, se buscaron condiciones de preexposición que hicieran fácilmente detectable el aprendizaje inhibitorio supuestamente responsable de los cambios atencionales durante la preexposición. Se realizaron simulaciones del modelo de Hall y Rodríguez (2010) y se identificaron unas condiciones de preexposición que le permitiesen a un estímulo preexpuesto diana (A) adquirir una cantidad de fuerza asociativa inhibitoria mayor que la cantidad de fuerza excitatoria que posee de partida. Es decir, unas condiciones que convirtiesen al estímulo preexpuesto en una clave con un valor inhibitorio neto sobre la expectativa de que algo puede ocurrir. Un tipo de condiciones que satisficían este supuesto era la presentación del estímulo diana, A, siendo acompañado en diversos ensayos por una serie de diferentes estímulos novedosos "n". Según el modelo, estas condiciones generarán una expectativa sumada de que algo puede ocurrir (la activada por el estímulo A y la activada por el estímulo n novedoso presentado en cada ensayo) mucho mayor que la generada por la simple exposición de A. Esto conllevará que la ausencia de las consecuencias esperadas genere un reforzador inhibitorio de mayor magnitud y persistencia que en un tratamiento estándar de inhibición latente, llegando el estímulo

diana a poder convertirse en un inhibidor neto. De ser así, el estímulo diana A debería ser capaz de pasar una prueba de sumación (además de una prueba de retraso) tras este programa de exposición. Pusimos a prueba esta hipótesis en tres series de experimentos distintas, realizadas con diferentes procedimientos de condicionamiento y con distintas especies (ratas en dos de ellas y humanos en la tercera). Los resultados obtenidos fueron los siguientes.

En la serie experimental presentada en el Capítulo 3 empleamos un procedimiento de condicionamiento apetitivo con ratas como sujetos y estímulos auditivos y visuales (**Objetivo 1**). Encontramos que la presentación del estímulo diana, A, en compuesto con una serie de diferentes estímulos novedosos “n” durante la preexposición, dotaron al estímulo de la capacidad de pasar la prueba de retraso (Experimento 1) y sumación (Experimentos 2, 3 y 4). Estos resultados fueron obtenidos a la vez que se confirmaba el resultado más establecido en la literatura previa sobre la capacidad de un estímulo preexpuesto en solitario para pasar la prueba de retraso pero no la de sumación.

En la serie experimental presentada en el Capítulo 4 empleamos un procedimiento de condicionamiento de aversión al sabor, con ratas como sujetos experimentales, y sustancias sápidas y olores como estímulos (**Objetivo 2**). Confirmamos los resultados de la serie anterior: la preexposición en solitario al estímulo diana dotaba a este de la capacidad de pasar la prueba de retraso (Experimento 5) pero no una prueba de sumación (Experimentos, 6a y 6b). Sin embargo, la presentación del estímulo diana, A, en compuesto con una serie de diferentes estímulos novedosos “n” durante la preexposición, de nuevo dotaron al estímulo de la capacidad de pasar la prueba de retraso (Experimento 5) y sumación (Experimentos, 6a y 6b). El experimento 7 reveló un efecto diferencial de las condiciones de preexposición sobre el nivel de condicionamiento del excitador X.

Por último, en la serie experimental presentada en el Capítulo 5 empleamos un procedimiento de aprendizaje asociativo con participantes humanos, con estímulos visuales como estímulos (**Objetivo 3**). Confirmamos los

resultados de las series anteriores en lo que respecta a la prueba de sumación: el estímulo diana A pasó la prueba de sumación cuando fue preexpuesto en compuesto con un conjunto de estímulos novedosos, pero no cuando fue preexpuesto en solitario (Experimento 9). En la prueba de retraso (Experimento 8) encontramos unos resultados similares pero no idénticos a los obtenidos en las otras series. Una preexposición al estímulo diana A no fue suficiente para convertirlo en un inhibidor latente. Las condiciones que en las series anteriores no habían sido las más óptimas para obtener el efecto de inhibición latente, la preexposición de A en compuesto con estímulos novedosos, se revelaron en este procedimiento como más óptimas para generar un efecto de inhibición latente. En la discusión de estos experimentos en el Capítulo 5 se discutió la posibilidad de que el uso de un estímulo diana excesivamente poco saliente pudiese haber contribuido a la observación de un efecto de potenciación de inhibición latente (Rodríguez y Hall, 2008) en el Grupo AN.

En general, por tanto, la presente tesis presenta un conjunto de evidencia amplia y robusta, en una variedad de procedimientos y con animales y humanos. En las tres series realizadas los resultados indican que cuando el estímulo diana A es preexpuesto en compuesto con una diversidad de estímulos novedosos, es capaz de pasar la prueba de retraso y sumación. Aunque los resultados de la prueba de retraso son explicables sin necesidad de recurrir al papel del aprendizaje inhibitorio, entendemos que los resultados de la prueba de sumación lo requieren. Los estudios previos sobre inhibición latente que emplearon pruebas de sumación compararon sólo los efectos de añadir un estímulo diana preexpuesto en solitario con los de añadir un estímulo nuevo (o mínimamente preexpuesto). La interpretación de esta comparación podía resultar ambigua, porque la sumación del estímulo diana podría estar interfiriendo con la respuesta no a través de mecanismos asociativos, sino a través de mecanismos meramente perceptivos o atencionales. Por ejemplo, la mayor o menor evidencia de sumación observada en estos experimentos podría reflejar la distinta efectividad del estímulo diana en las distintas condiciones para alterar la percepción del estímulo excitatorio (generando un

efecto de decremento en la generalización), para activar RIs incompatibles con la RC observada, o para generar un efecto de ensombrecimiento atencional sobre el estímulo excitatorio (dificultando su procesamiento y la aparición de la RC resultante). Nótese que en estos experimentos previos se observaba que un estímulo preexpuesto (o mínimamente preexpuesto) era más eficaz que un estímulo nuevo a la hora de interferir con la RC evocada por el excitador. Estos resultados podrían así estar reflejando simplemente que un estímulo nuevo es más saliente (y así más eficaz a la hora de generar un efecto de decremento en la generalización y/o de restarle atención al estímulo excitador) que un estímulo preexpuesto en ausencia de refuerzo. Es difícil ver cómo este tipo de análisis puede ofrecer una explicación a los resultados obtenidos en nuestros experimentos. Se podría asumir que el efecto de sumación observado tras la preexposición del estímulo diana en compuesto con una variedad de estímulos novedosos fue debido a una mayor saliencia de dicho estímulo diana respecto a, por ejemplo, la condición control de no preexposición. Pero, críticamente, esta asunción también conllevaría esperar un condicionamiento más efectivo del estímulo diana tras su preexposición en compuesto, y el resultado obtenido fue justo el contrario en los experimentos de retraso de las tres series realizadas. Nuestra conclusión es, por tanto, que la capacidad del estímulo diana para pasar la prueba de sumación tras su preexposición en compuesto con una variedad de estímulos nuevos se explica mejor atendiendo a la propuesta de que dicho estímulo diana adquirió propiedades inhibitorias genuinas durante este tipo de preexposición.

La importancia de estos resultados, más allá de identificar unas condiciones de preexposición que le dotan al estímulo de propiedades similares a las de un inhibidor condicionado, es que apoyan una explicación del fenómeno de inhibición latente que le concede un papel importante a la contribución del aprendizaje inhibitorio. De hecho, es difícil divisar una interpretación alternativa de los presentes resultados en términos de otra teoría, atencional o no, de inhibición latente, al no tener estas en cuenta dicho proceso inhibitorio.

La investigación aquí presentada sugiere posibles experimentos futuros que permitan confirmar el papel del aprendizaje inhibitorio durante la preexposición no reforzada. Por ejemplo, poner a prueba la capacidad del programa de preexposición en compuesto con una variedad de estímulos novedosos en diseños estimando el retraso de la adquisición de un condicionamiento inhibitorio, los efectos de la protección a la extinción y el supercondicionamiento.

Por último, los resultados de los experimentos aquí presentados podrían abrir nuevas vías de aportación traslacional al campo del tratamiento de las fobias y la ansiedad. Si la preexposición de un estímulo diana (A) en compuesto con diversos estímulos nuevos (n1, n2, n3...), dota al estímulo diana de propiedades inhibitorias netas, podríamos haber encontrado condiciones de entrenamiento para generar inhibidores condicionados de estímulos aversivos, pero sin necesidad de exponer a los sujetos a los efectos perjudiciales de tales estímulos. La utilización de estos inhibidores en situaciones ansiógenas por parte de personas con trastornos de miedo, ansiedad, fobias... podría mejorar considerablemente su calidad de vida. Esta propuesta se alinearía con las políticas nacionales e internacionales de promoción de la salud pública (por ejemplo, el programa H2020 de la Comisión Europea).

Referencias

Arwas, S., Rolnick, A., y Lubow, R. E. (1989). Conditioned taste aversion in humans using motion-induced sickness as the US. *Behaviour research and therapy*, 27(3), 295-301.

Best, M. R. (1975). Conditioned and latent inhibition in taste-aversion learning: Clarifying the role of learned safety. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 1(2), 97.

Bouton, M. E. (1993). Context, time, and memory retrieval in the interference paradigms of Pavlovian learning. *Psychological bulletin*, 114(1), 80.

Braunstein-Bercovitz, H., y Lubow, R. E. (1998). Latent inhibition as a function of modulation of attention to the preexposed irrelevant stimulus. *Learning and Motivation*, 29(3), 261-279.

Brooks, D. C., y Bouton, M. E. (1993). A retrieval cue for extinction attenuates spontaneous recovery. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 19(1), 77.

Channell, S., y Hall, G. (1983). Contextual effects in latent inhibition with an appetitive conditioning procedure. *Animal Learning & Behavior*, 11(1), 67-74.

De la Casa, L. G., y Lubow, R. E. (1995). Latent inhibition in conditioned taste aversion: The roles of stimulus frequency and duration and the amount of fluid ingested during preexposure. *Neurobiology of learning and memory*, 64(2), 125-132.

Dickinson, A. (1980). *Contemporary animal learning theory*. Cambridge: Cambridge University Press.

Escobar, M., Arcediano, F., y Miller, R. R. (2003). Latent inhibition in human adults without masking. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 29(5), 1028.

Evans, L. H., Gray, N. S., y Snowden, R. J. (2007). A new continuous within-participants latent inhibition task: Examining associations with schizotypy dimensions, smoking status and gender. *Biological Psychology*, 74(3), 365-373.

Forrest, D. R., Mather, M., y Harris, J. A. (2016). Unmasking latent inhibition in humans. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1-18.

Garcia, J., y Koelling, R. A. (1966). Relation of cue to consequence in avoidance learning. *Psychonomic science*, 4(1), 123-124.

Ginton, A., Urca, G., y Lubow, R. E. (1975). The effects of preexposure to a nonattended stimulus on subsequent learning: Latent inhibition in adults. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 5(1), 5-8.

Halgren, C. R. (1974). Latent inhibition in rats: Associative or nonassociative?. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 86(1), 74.

Hall, G. (1991). *Perceptual and associative learning*. Oxford: Clarendon Press.

Hall, G., y Pearce, J. M. (1979). Latent inhibition of a CS during CS-US pairings. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 5(1), 31.

Hall, G., y Rodríguez, G. (2010). Associative and nonassociative processes in latent inhibition: An elaboration of the Pearce-Hall model. In R.E. Lubow & I. Weiner (Eds.), *Latent inhibition: Cognition, neuroscience, and applications to schizophrenia* (pp. 114-136). Cambridge: Cambridge University Press.

Hall, G., y Rodríguez, G. (2011). Blocking of potentiation of latent inhibition. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 37, 127.

Holmes, N. M., y Harris, J. A. (2010). Latent inhibition. *Attention and associative learning: From brain to behaviour*, 99-130.

Konorski, J. (1948). *Conditioned reflexes and neuron organization*. Chicago: University of Chicago Press.

Konorski, J. (1967). *Integrative activity of the brain*. Chicago: University of Chicago Press.

Kremer, E. F. (1972). Properties of a preexposed stimulus. *Psychonomic Science*, 27, 45-47.

Killcross, S., y Balleine, B. (1996). Role of primary motivation in stimulus preexposure effects. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 22(1), 32.

Lantz, A. E. (1973). Effect of number of trials, interstimulus interval, and dishabituation during CS habituation on subsequent conditioning in a CER paradigm. *Animal Learning & Behavior*, 1(4), 273-277.

Le Pelley, M. E. (2004). The role of associative history in models of associative learning: A selective review and a hybrid model. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section B*, 57(3b), 193-243.

Le Pelley, M. E., y Schmidt-Hansen, M. (2010). Latent inhibition and learned irrelevance in human contingency learning. *Latent inhibition: Cognitions, neuroscience and applications to schizophrenia*, 94-113.

Lipp, O. V., Siddle, D. A., y Vaitl, D. (1992). Latent inhibition in humans: Single-cue conditioning revisited. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 18(2), 115.

Lovibond, P. F., Preston, G. C., y Mackintosh, N. J. (1984). Context specificity of conditioning, extinction, and latent inhibition. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 10(3), 360.

Lubow, R. (1965). Latent inhibition: Effects of frequency of nonreinforced pre-exposure of the CS. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 60(3), 454.

Lubow, R. E. (1973). Latent inhibition. *Psychological bulletin*, 79(6), 398.

Lubow, R. E., (1989). *Latent inhibition and conditioned attention theory*. Cambridge, Cambridge University Press.

Lubow, R. E. (2009). Conditioned taste aversion and latent inhibition: A review. In S. Reilly & T. R. Schachtman (Ed.), *Conditioned taste aversion: Behavioral and neural processes* (pp. 37-57). New York, NY, US: Oxford University Press.

Lubow, R. E. (2010). The phylogenetic distribution of latent inhibition. *Latent inhibition: Cognition, neuroscience and applications to schizophrenia*, 201-224.

Lubow, R. E., y Gewirtz, J. C. (1995). Latent inhibition in humans: data, theory, and implications for schizophrenia. *Psychological bulletin*, 117(1), 87.

Lubow, R. E., y Moore, A. U. (1959). Latent inhibition: the effect of nonreinforced pre-exposure to the conditional stimulus. *Journal of comparative and physiological psychology*, 52(4), 415.

Lubow, R., y Weiner, I. (2010). *Latent inhibition: Cognition, neuroscience and applications to schizophrenia*. Cambridge: Cambridge University Press.

Mackintosh, N. J. (1975). A theory of attention: variations in the associability of stimuli with reinforcement. *Psychological review*, 82(4), 276.

Miller, R. R., y Matzel, L. D. (1988). The comparator hypothesis: A response rule for the expression of associations. In *Psychology of learning and motivation* (Vol. 22, pp. 51-92). Academic Press.

Nelson, J. B. (2002). Context specificity of excitation and inhibition in ambiguous stimuli. *Learning and Motivation*, 33(2), 284-310.

Nelson, J. B., Navarro, A., y del Sanjuan, M. C. (2014). Presentation and validation of "The Learning Game," a tool to study associative learning in humans. *Behavior research methods*, 46(4), 1068-1078.

Nelson, J. B., y Sanjuan, M. C. (2006). A context-specific latent inhibition effect in a human conditioned suppression task. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59(6), 1003-1020.

Pavlov, I. P. (1927). *Conditional reflexes: an investigation of the physiological activity of the cerebral cortex*. London: Oxford University Press.

Pearce, J. M., y Hall, G. (1980). A model for Pavlovian learning: variations in the effectiveness of conditioned but not of unconditioned stimuli. *Psychological review*, 87, 532-552.

Pearce, J. M., Kaye, H., y Hall, G. (1982). Predictive accuracy and stimulus associability: Development of a model for Pavlovian learning. *Quantitative analyses of behavior*, 3, 241-256.

Reed, P. (1995). Compound stimulus preexposure effects in an appetitive conditioning procedure. *Learning and Motivation*, 26(1), 1-10.

Reiss, S., y Wagner, A. R. (1972). CS habituation produces a "latent inhibition effect" but no active "conditioned inhibition". *Learning and Motivation*, 3, 237-245.

Rescorla, R. A. (1969). Pavlovian conditioned inhibition. *Psychological Bulletin*, 72, 77-94.

Rescorla, R. A. (1971). Summation and retardation tests of latent inhibition. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 75, 77.

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

- Revusky, S. (1971). The role of interference in association over a delay. *Animal memory*, 155-213.
- Rodríguez, G., y Alonso, G. (2002). Latent inhibition as a function of CS intensity in taste aversion learning. *Behavioural Processes*, 60(1), 61-67.
- Rodríguez, G., y Alonso, G. (2011). Reinforced stimulus preexposure effects as a function of US intensity: Implications for understanding the Hall-Pearce effect. *Learning and Motivation*, 42(2), 193-200.
- Rodríguez, G., Alonso, G., y Hall, G. (2015). Effects of stimulus salience on the magnitude of latent inhibition after compound conditioning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Learning and Cognition*, 41(4), 378.
- Rodríguez, G., Aranzubia-Olasolo, M., Liberal, U., Rodríguez-San Juan, F., y Hall, G. (2019). Loss of salience as a source of latent inhibition in human associative learning. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 72(5), 1047-1054.
- Rodríguez, G., y Hall, G. (2008). Potentiation of latent inhibition. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 34, 352-360.
- Rodríguez, G., y Hall, G. (2017). Human latent inhibition and the density of predictive relationships in the context in which the target stimulus occurs. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 70(4), 610-618.
- Rodríguez, G., Marquez, R., Gil, M., Alonso, G. y Hall, G. (2014). The Hall-Rodríguez theory of latent inhibition: Further assessment of compound stimulus preexposure effects. *Journal of Experimental Psychology: Animal Learning and Cognition*, 40, 425-430.
- Rosas, J. M., y Bouton, M. E. (1997). Additivity of the effects of retention interval and context change on latent inhibition: toward resolution of the context forgetting paradox. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 23(3), 283.
- Schnur, P., y Ksir, C. J. (1969). Latent inhibition in human eyelid conditioning. *Journal of Experimental Psychology*, 80(2p1), 388.
- Solomon, P. R., Brennan, G., y Moore, J. W. (1974). Latent inhibition of the rabbit's nictitating membrane response as a function of CS intensity. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 4(5), 445-448.
- Solomon, P. R., Lohr, A. C., y Moore, J. W. (1974). Latent inhibition of the rabbit's nictitating membrane response: Summation tests for active

inhibition as a function of number of CS preexposures. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 4, 557-559.

Sutherland, N.S., y Mackintosh, N. J. (1971). *Mechanisms of animal discrimination learning*. New York: Academic Press.

Tarpy, R. M., y McIntosh, S. M. (1977). Generalized latent inhibition in taste-aversion learning. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 10(5), 379-381.

Wagner, A. R. (1978). Expectancies and the priming of STM. *Cognitive processes in animal behavior*, 177-209.

Wagner, A. R. (1981). SOP: A model of automatic memory processing in animal behavior. In N.E. Spear & R.R. Miller (Eds.), *Information processing in animals: memory mechanisms* (pp. 5-47). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Wagner, A.R., y Rescorla, R.A. (1972). Inhibition in classical conditioning: Application of a theory. In R.A. Boakes & M.S. Halliday (Eds.), *Inhibition and learning* (pp. 301-336). London: Academic Press.

Weiss, K. R., y Brown, B. L. (1974). Latent inhibition: A review and a new hypothesis. *Acta Neurobiologiae Experimentalis*, 34(2), 301-316.

Westbrook, R. F., y Bouton, M. E. (2010). Latent inhibition and extinction: Their signature phenomena and the role of prediction error. In R.E. Lubow & I. Weiner (Eds.), *Latent inhibition: Cognition, neuroscience and applications to schizophrenia* (pp. 23-39). Cambridge: Cambridge University Press.

Westbrook, R. F., Jones, M. L., Bailey, G. K., y Harris, J. A. (2000). Contextual control over conditioned responding in a latent inhibition paradigm. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 26(2), 157.

