

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
CENTRO DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES EN COMPORTAMIENTO



UN ESTUDIO DE ALGUNOS PROCEDIMIENTOS DE CONTROL
EN LA INHIBICIÓN LATENTE

**TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO(A) EN CIENCIA DEL COMPORTAMIENTO**

PRESENTA

CRISTINA JOY DOS SANTOS THIBODEAU

DIRECTOR: DR. JOSÉ E. BURGOS TRIANO

COMITÉ: DR. CRISTIANO VALERIO DOS SANTOS

Agradecimientos

Se agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología el apoyo brindado para la realización del presente trabajo, en el marco de la Beca de Posgrado número 233157.

Al Dr. Carlos Flores, Responsable de los Laboratorios de Conducta Animal, por su siempre oportuna gestión de los equipos de laboratorio utilizados en este trabajo y los sujetos experimentales.

Al Dr. José E. Burgos, por su paciencia en nuestras largas, innumerables y formativas discusiones académicas.

Al Dr. Cristiano V. dos Santos, por su valiosa asesoría y compromiso en la elaboración de este trabajo.

A mis compañeros de los laboratorios de investigación animal que colaboraron en la solución de las múltiples fallas, accidentes y “misteriosas eventualidades” ocurridas a lo largo de este experimento.

Tabla de Contenidos

Introducción	1
Parámetros de la IL	6
Características del EC.....	6
Características de los sujetos.....	9
Manipulaciones temporales	10
Manipulaciones contextuales	12
Procedimientos de Control en el Estudio de la IL.....	17
Planteamiento del Problema.....	21
Método.....	22
Sujetos.....	23
Aparatos.....	23
Procedimiento.....	24
Registro y Análisis de Datos.....	26
Resultados	28
Discusión.....	42
Referencias.....	57

Resumen

Se utilizó una preparación de congelamiento condicionado para evaluar diferentes métodos de control típicamente utilizados en el estudio de la inhibición latente (IL) y evaluar la predicción que un modelo de redes neurales hace sobre la posible facilitación de la adquisición por la preexposición a otro estímulo. Ocho grupos de ratas fueron asignadas a diferentes tratamientos, en función del procedimiento de preexposición (adquisición original, preexposición al contexto, preexposición a otro EC, preexposición al EC entrenado) y el estímulo entrenado (luz, tono). Los resultados mostraron que los procedimientos de preexposición al contexto y de preexposición a otro EC sobreestiman la magnitud de la IL y, que en algunos casos, la validez de la demostración de la IL pudiera estar supeditada al procedimiento de control seleccionado. El fenómeno de facilitación por preexposición a otro estímulo aún espera comprobación empírica. El presente experimento ofrece evidencias lo suficientemente razonables como para seguir considerando plausible la existencia del fenómeno.

Palabras Clave: inhibición latente, procedimientos de control, facilitación, congelamiento condicionado.

Introducción

La inhibición latente (IL) usualmente se caracteriza como un retardo en la adquisición de una respuesta condicionada (RC) a un estímulo condicionado (EC) como resultado de la preexposición a este en ausencia del estímulo incondicionado (EI). Típicamente, se considera que la IL posee al menos tres características: las condiciones que lo producen, las condiciones necesarias para medir el efecto y la dirección de las diferencias. Para producir la IL, es necesario como mínimo que el grupo experimental sea preexposto al EC y que el grupo control no lo sea. Posteriormente, para medir el efecto, ambos grupos deben recibir apareamientos del EC y EI. El resultado principal de este diseño básico es que el grupo experimental adquiere la RC más lentamente que el grupo control. Ante este resultado, es usual concluir que la IL ha sido demostrada (Lubow, 1989).

La demostración básica de IL consta de al menos dos etapas, una de preexposición y otra de evaluación de sus efectos sobre la ejecución. Algunas preparaciones, como la de supresión condicionada, congelamiento condicionado y aversión al sabor (e.g. Rescorla 1971; Kiernan & Westbrook, 1993; Mackintosh, 1983), incluyen una tercera fase. Esta fase de prueba consiste en la presentación no reforzada del EC y tiene por objeto evaluar el efecto de la preexposición eliminando la interferencia de otros factores (Lubow, 1989). Por ejemplo, en preparaciones de congelamiento condicionado, es indispensable utilizar un arreglo de tres fases, puesto que la respuesta de congelamiento raras veces es observada durante los ensayos de condicionamiento, y los ensayos de extinción proveen un escenario imparcial para evaluar el efecto de la presentación del EC en la conducta del organismo (Vargas-Irwin y Robles, 2009).

En las preparaciones experimentales tradicionalmente utilizadas para estudiar condicionamiento clásico, la IL ha sido demostrada con diversas respuestas (e.g. congelamiento condicionado, reflejo de la membrana nictitante, parpadeo, flexión de la pata, flexión de la cola, picoteo de tecla), estímulos (e.g. tonos, ruidos, luces de colores, luces intermitentes, olores, sabores) y especies animales. Parece haber poca duda de la robustez del fenómeno en mamíferos y algunas aves (e.g., ratas, ratones, palomas, cabras, conejos, ovejas, gatos y humanos). La evidencia a favor del fenómeno en especies inferiores (peces, abejas, moluscos), sin embargo, ha sido repetidamente fallida (Lubow, 1989).

La primera evidencia de la IL fue presentada por Lubow y Moore (1959). En la primera fase de su experimento, expusieron a ocho sujetos, 4 cabras y 4 ovejas a diez presentaciones no reforzadas de un estímulo durante diez segundos, con un intervalo entre estímulos variable de 30 a 150 segundos. Para la mitad de los sujetos, se utilizó una luz intermitente y para la otra mitad un rotor en movimiento. En la segunda fase, todos los ECs fueron seguidos por choques eléctricos (EI) en la pata delantera derecha y se registró la respuesta de flexión de esta pata. En el primer ensayo de esta segunda fase, a la mitad de los sujetos se le presentó el estímulo al que habían sido preexpuestos y a la otra mitad el otro estímulo. Posteriormente se siguieron presentando de manera alternada ambos ECs con la misma frecuencia y duración que en la primera fase. Los autores midieron el número de ensayos requeridos para alcanzar un criterio de adquisición de diez RCs, observando que ese número aumentaba significativamente ante el estímulo preexpuesto. Estos resultados sugirieron que la preexposición no reforzada a un EC resultaba en una tasa de

condicionamiento más lenta que aquella correspondiente a un EC novedoso (no preexpuesto).

No obstante, interpretaciones tempranas de la IL cuestionaban la existencia de un fenómeno novedoso e independiente, y sostenían que el efecto era producto del desarrollo de un proceso de inhibición condicionada o de habituación al EC preexpuesto.

La primera posibilidad fue claramente descartada por estudios de Rescorla (1971), los cuales fueron posteriormente respaldados por las investigaciones de Reiss y Wagner (1972). Ambos trabajos demostraron de modo independiente que la IL se observa tanto en procedimientos de condicionamiento excitatorio como inhibitorio.

La segunda posibilidad sostenía que el retardo en el desarrollo de la RC era simplemente un caso de habituación al estímulo. Si bien la habituación se define como una reducción de la respuesta a un estímulo tras la estimulación repetida, para diferenciar la IL de la habituación basta con decir que la primera entorpece la futura adquisición de una RC, mientras que la segunda interfiere con la expresión de una RI (Lubow, 1989).

Una diferencia importante entre la habituación y la IL es la especificidad contextual. Hall y Channell (1985) demostraron en ratas que, luego de que los sujetos son preexpuestos a una luz en un contexto (A), la respuesta incondicionada de orientación hacia la luz se mantiene habituada cuando el estímulo se presenta en otro contexto (B) pero que, en una segunda etapa, cuando la luz es emparejada con alimento, el condicionamiento procede más rápidamente en B que en A, lo que confirmó que la IL es específica del contexto mientras que la habituación no.

Más recientemente, Boughner y Papini (2005), han ofrecido una demostración empírica de que el patrón de respuesta al EC durante la preexposición no cumple todos los

criterios para ser propiamente calificado como habituación. Encontraron que, durante la preexposición en una preparación de automoldeamiento, la tasa de respuesta (de presión de palanca) mostró una reducción a lo largo de las sesiones y una recuperación espontánea al inicio de cada una de ellas. Sin embargo, no se observó evidencia de otra importante característica distintiva de la habituación: el decaimiento de la recuperación espontánea de la respuesta a lo largo de la preexposición, incluso después de múltiples presentaciones no reforzadas de la palanca.

En conclusión, procedimentalmente la IL y la habituación son similares, ambas preparaciones implican la presentación repetida de un estímulo en ausencia de cualquier refuerzo aparente. En términos de ejecución, la IL es un retardo en el condicionamiento del estímulo preexpuesto, mientras que la habituación es un decremento de la respuesta incondicionada evocada por el estímulo durante y después de la exposición (Mercier & Baker, 1985).

Así se ha diferenciado la IL como un fenómeno independiente, distinto de la inhibición condicionada y de la habituación, y como tal, ha merecido amplia investigación en torno a los parámetros que la determinan.

Parámetros de la IL

En el estudio de las variables que afectan la IL, se han identificado múltiples factores que determinan su magnitud. Estos determinantes pueden organizarse en cuatro categorías. Un primer grupo corresponde a las características físicas del EC. Un segundo grupo refiere a las características particulares de los sujetos. En una tercera categoría se

puede agrupar las manipulaciones temporales. Por último, la cuarta categoría refiere a las posibles manipulaciones contextuales.

Características del EC

Otros determinantes de la IL se refieren a las características del EC. La más importante parece ser la similitud física entre el EC preexpuesto y el EC entrenado y/o el EC de la fase de prueba. Es decir, se sabe que la IL es generalizable y que depende de la similitud física entre el EC preexpuesto y el EC entrenado.

La primera demostración de ello fue conducida por Siegel (1969), en la que se usaron conejos en una preparación de la respuesta de la membrana nictitante. El grupo experimental fue sometido a 1300 presentaciones de un tono de determinada frecuencia. Algunos sujetos de este grupo fueron sometidos a un tono de 0.5 K Hz, otros a un tono de 2 K Hz y el resto a 4 K Hz. El grupo control no recibió preexposición alguna. Posteriormente, todos los sujetos pasaron por 200 ensayos de cinco frecuencias tonales diferentes (0.5 K Hz, 1 K Hz, 2 K Hz, 3 K Hz, y 4 K Hz) en orden aleatorio con un choque eléctrico. Se evaluó el número de ensayos requeridos para la adquisición de la respuesta utilizando como criterio la presentación de cinco respuestas condicionadas consecutivas. Los sujetos experimentales mostraron un condicionamiento más lento a la frecuencia tonal a la cual fueron expuestos, es decir, requirieron un mayor número de ensayos para alcanzar el criterio de adquisición que el grupo control. Para cada grupo experimental se observó que el gradiente de generalización mostraba la topografía esperada, de modo que el autor concluyó que la IL muestra generalización de estímulos independientemente de que la

frecuencia tonal a la que se haya preexpuesto al sujeto esté en el extremo superior, inferior o en el centro del rango utilizado en la adquisición.

Una manera alternativa en la que se ha explorado el efecto de la similitud entre ECs ha sido a través de la manipulación de sus características configuracionales; esto es, preexponer y entrenar a estímulos elementales versus compuestos. En general, la preexposición a un EC atenúa la IL a un EC compuesto que contiene el EC preexpuesto (Mackintosh, 1973).

Más específicamente, se ha encontrado que la preexposición a ECs compuestos tiene un efecto sobre el condicionamiento independiente de los elementos de dicho compuesto. Este fenómeno ha sido denominado “ensombrecimiento de la IL”, distinto del fenómeno de ensombrecimiento como tal. Honey y Hall (1989) encontraron que la preexposición a un compuesto, cuyos elementos son de la misma modalidad sensorial, ensombrece la IL a los elementos, mientras que cuando los elementos son de diferentes modalidades sensoriales la IL a los elementos permanece intacta.

Recientemente se ha demostrado que cuando el EC preexpuesto es entrenado en compuesto con otro EC, éste ensombrece al primero al inicio del entrenamiento, pero ambos elementos terminan asociándose al mismo nivel asintótico con el transcurso del condicionamiento (Holmes y Harris, 2009).

En investigaciones similares se ha identificado el fenómeno de “bloqueo de la IL”. Esto fue observado por Honey y Hall (1988) en un estudio en el que preexpusieron a los sujetos a un elemento estimular seguido por la preexposición de un compuesto que incluía el primer estímulo. Posteriormente en la fase de condicionamiento al elemento no

preexpuesto individualmente, encontraron que con pocas preexposiciones al primer estímulo la IL se reduce, pero con más ensayos en la primera fase la IL se conserva.

Estos resultados son consistentes con los previamente reportados por Rudy, Krauter y Gaffuri (1976) quienes señalaron que la preexposición a una luz antes de la preexposición a un tono, atenúa la IL en relación a la observada en otro grupo de sujetos no preexpuestos a la luz, y que a mayor número de preexposiciones a la luz menor IL al tono (Experimentos 2 y 3). En un experimento posterior mostraron que la preexposición a un tono también puede atenuar la IL a una luz, y que la magnitud de esta atenuación es directamente proporcional a la intensidad del tono. Este efecto fue denominado por los autores como “efecto S1-S2” y lo consideran un ejemplo de interferencia proactiva.

También se ha explorado el efecto de la similitud entre la intensidad del EC preexpuesto y el entrenado. Schnur y Lubow (1976) preexpusieron a ratones a un tono leve o fuerte y luego los animales de cada grupo fueron condicionados a los diferentes tonos. Los sujetos no preexpuestos mostraron un condicionamiento más rápido al tono fuerte que al débil. Cuando el tono más fuerte era utilizado en la adquisición, la preexposición al más fuerte retardaba el condicionamiento en mayor medida que la preexposición al estímulo leve. Los autores señalaron que el decremento relativo del condicionamiento producido por la preexposición al estímulo condicionado permite concluir que la IL es proporcional a la intensidad del estímulo durante la preexposición.

De este modo, la similitud física entre el EC preexpuesto y el entrenado, el carácter configuracional de los ECs (entrenado y preexpuesto) y su intensidad parecen ser variables importantes a considerar en el estudio de la IL. La similitud física y una mayor intensidad de los ECs incrementan la IL, mientras que las relaciones configuracionales entre los ECs

tienen efectos complejos sobre la IL y en algunos casos esta dimensión interactúa con la modalidad sensorial de los estímulos.

Características de los sujetos

Se han identificado algunas variables intrasujeto que participan en la determinación de la IL y que, por ende, deben ser tomadas en consideración en la exploración de este fenómeno.

Yap y Richardson (2005), aseguran que la IL ya es observable en ratas a una edad tan temprana como los 18 días de nacidas, pero agregan que la expresión de la especificidad contextual de la IL depende de la edad en la que ocurre el condicionamiento. Cuando la preexposición y el condicionamiento ocurrieron a los 18 días de edad las ratas mostraron IL sin que esta se afectara por diversas manipulaciones contextuales, pero cuando la preexposición ocurrió a los 18 días y el condicionamiento a los 25 días de edad la IL se vio atenuada por cambios en el contexto entre fases.

Otra característica de los sujetos que puede afectar los resultados de investigaciones sobre la IL es el cambio en el estado motivacional entre las diferentes fases. Killcross y Balleine (1996) encontraron consistentemente con procedimientos apetitivos tanto excitatorios como inhibitorios, que los efectos de la preexposición a un estímulo se transfieren al condicionamiento solo cuando el reforzador era relevante al estado motivacional en el cual la preexposición había sido llevada a cabo. Este hallazgo ha sido comparado con la especificidad contextual típica de la IL y ha sido denominado como especificidad motivacional, en el sentido de que el retardo en la adquisición de una RC

puede ser modulado por la relevancia del EI respecto al estado motivacional del sujeto cuando fue preexposto al EC en cuestión.

Manipulaciones temporales

Entre los parámetros de carácter temporal más estudiados, han resultado particularmente interesantes los efectos de la duración del EC, el intervalo entre ensayos, el tiempo de preexposición al contexto y el intervalo de retención entre cada fase.

Utilizando un procedimiento de supresión condicionada de la respuesta de presión de palanca, Albert y Ayres (1989) demostraron que manteniendo constante el número de preexposiciones, la IL aumenta en función del tiempo total de preexposición al EC.

Una de las principales críticas a este estudio fue la similitud temporal entre el estímulo de preexposición y el de condicionamiento en el grupo que mostró mayor IL. Sin embargo, investigaciones posteriores, utilizando un procedimiento similar, han sugerido que la diferencia entre la duración del EC durante la preexposición y su duración en la fase de condicionamiento no es una variable importante en la determinación de la IL, pareciendo ser un parámetro no generalizable en este caso (Ayres, Philbin, Cassidy, Bellino, & Redlinger, 1992).

A fin de evaluar el efecto del tiempo de preexposición al contexto sobre la IL, Escobar, Arcediano y Miller (2002) desarrollaron una serie experimental con ratas usando una preparación de supresión condicionada de la respuesta de beber ante un tono emparejado con un choque eléctrico. Encontraron que, si se mantiene constante el tiempo total de preexposición al EC, la IL disminuye cuando se aumenta el tiempo de preexposición al contexto durante y/o después de la preexposición (Experimento 1), y

afirman que la exposición al contexto antes de la primera presentación del EC no tiene ningún efecto sobre la IL (Experimento 2). En otras palabras, la magnitud de la IL es una función inversa del tiempo de exposición al contexto en ausencia del EC luego del primer ensayo de preexposición. Además observaron que el cambio en la duración de la sesión entre las fases de preexposición y condicionamiento no necesariamente atenúa la IL (Experimento 3).

En relación al efecto del intervalo de retención entre la preexposición y el condicionamiento, Rosas y Bouton (1997) reportaron que la IL es atenuada por intervalos de retención largos (i.e. 28 días) en ratas.

En un experimento similar a ese, Westbrook et al. (2000, Experimentos 4A y 4B) manipularon el intervalo de retención entre el condicionamiento y el test y observaron una IL inversamente proporcional al intervalo de retención, lo cual es consistente y complementario a los hallazgos de Rosas y Bouton (1997).

Estas investigaciones tomadas en conjunto sugieren que las diversas manipulaciones temporales afectan la IL de la siguiente manera: (1) la IL aumenta de manera directamente proporcional a la duración del EC (2) la IL es inversamente proporcional al intervalo entre ensayos de preexposición, (3) el cambio en la duración del EC entre la fase de preexposición y condicionamiento no afecta la magnitud de la IL en comparación con la observada cuando se mantiene constante la duración del EC, (4) el cambio en la duración de la sesión experimental entre la preexposición y el condicionamiento no afecta la magnitud de la IL en relación a la observada sin tal manipulación, (5) la IL puede ser atenuada por entrenamiento masivo de extinción al contexto solo después de la preexposición y (6) la IL se atenúa con intervalos de retención entre fases largos.

Manipulaciones contextuales

Desde un punto de vista lógico y procedimental, todo aprendizaje ocurre en un contexto determinado. Estructuralmente, el contexto consiste en todos los aspectos de la situación experimental concurrentes con el EC, incluyendo aquellas claves que se mantienen constantes a lo largo de toda una sesión. Funcionalmente, el término contexto ha sido utilizado para denotar cualquier estímulo que modula el control ejercido por otro (Balsam & Tomie, 1985). Operacionalmente el contexto es definido como el complejo estimular que se mantiene constante a lo largo de otra experiencia más bien cambiante (Durlach, 1984).

El contexto puede cambiarse en dos momentos diferentes del procedimiento: entre la fase de preexposición y la fase de condicionamiento-test y/o entre la preexposición-condicionamiento y el test.

Experimentos en los que se usan diferentes preparaciones (i.e., aversión condicionada al sabor, condicionamiento apetitivo, REC, etc.) han encontrado rutinariamente que la IL se atenúa o incluso desaparece por completo cuando el condicionamiento ocurre en un contexto diferente de aquel en el que tuvo lugar la preexposición (e.g., Channell & Hall, 1983; Lovibond, Preston, & Machintosh, 1984; Hall & Channell, 1985). Ello indica un importante componente de especificidad contextual en la IL, similar al que se observa en la extinción y contrario a lo observado en la adquisición.

Westbrook, Jones, Bailey y Harris (2000, Experimentos 1, 2 y 3) estudiaron sistemáticamente el efecto del cambio de contexto en diferentes momentos del procedimiento para generar IL de la respuesta de congelamiento en ratas. En primer lugar,

mostraron que la preexposición a un EC reduce el congelamiento condicionado cuando el EC es emparejado con un choque eléctrico. También mostraron que el efecto de la preexposición al EC comprende al contexto en el que ocurrió.

En este estudio utilizaron cuatro grupos de ratas, todas fueron preexpuestas a dos contextos, algunos sujetos no experimentaron ningún otro evento programado, mientras que a otros se les presentó varios ensayos de un EC en uno de los contextos. Posteriormente todos los sujetos pasaron por una única sesión de condicionamiento en la que el EC fue emparejado con un choque eléctrico. En la sesión de prueba la medida del condicionamiento fue el porcentaje promedio de congelamiento de los sujetos en presencia del EC. Para la mitad de las ratas preexpuestas al EC, las fases de condicionamiento y prueba ocurrieron en el mismo contexto en el que se preexpuso el EC, mientras que para la otra mitad, el condicionamiento y la prueba ocurrieron en el otro contexto.

Los autores encontraron que, cuando la preexposición al EC ocurrió en el mismo contexto que el condicionamiento y la prueba, el retardo en la adquisición fue mayor que cuando la preexposición al EC ocurrió en un contexto y el condicionamiento y la prueba en otro. Sin embargo, el cambio de contexto no siempre atenúa la IL. En un experimento posterior, los autores demostraron que el efecto disruptivo del cambio de contexto entre preexposición y condicionamiento puede contrarrestarse si la fase de prueba se lleva a cabo en el contexto de preexposición original. Ello se conoce como restauración de la IL.

Ahora bien, bajo el arreglo básico de IL las posibles manipulaciones contextuales no solo se limitan a las características del contexto en el cual ocurre el condicionamiento, sino que también es posible manipular la familiaridad o novedad del contexto de una fase a otra.

Al respecto, algunos autores afirman que la familiaridad del contexto puede, en algunos casos, facilitar la adquisición de una RC (Balaz, Capra, Kaspro, & Miller, 1982; Boughner, Thomas, & Papini, 2004; Lubow, Rifkin, & Alek, 1976). Sin embargo, otros estudios han fallado en encontrar evidencia a favor de esta idea (Kaye, Preston, Szabo, Druiff & Mackintosh, 1987). Al respecto, Quintero et al. (2010), agregan que los efectos contextuales dependen de la novedad del contexto en interacción con el momento del cambio en el arreglo experimental, es decir, la dimensión de novedad de los contextos tiene diferentes efectos dependiendo de las fases del experimento entre las cuales se introduzca el cambio. Por ello, el papel del contexto en la IL es aún un área de importante controversia.

La facilitación de la adquisición por un cambio en la novedad del contexto de condicionamiento fue reportada por primera vez por Lubow et al. (1976) en un estudio diseñado para identificar las condiciones que determinan la IL. Los autores también investigaron el efecto de la novedad del EC, tanto sobre la IL como el aprendizaje perceptual, definido como una facilitación de la adquisición producto de la preexposición al EC. Para ello realizaron dos experimentos con el mismo diseño, uno con humanos y otro con ratas. Los autores reportaron resultados similares en ambos experimentos.

En el experimento con ratas los sujetos recibieron preexposición a un EC en un contexto, seguido por una fase de condicionamiento: (a) del estímulo original en el contexto original (grupo SoEo o IL), (b) de un EC nuevo en el contexto original (grupo SnEo), (c) del EC original en un contexto nuevo (grupo SoEn), y (d) de un EC nuevo en un contexto novedoso (grupo SnEn). Lubow et al. (1976) reportaron que los grupos SoEn y SnEo mostraron mayores tasas de condicionamiento, el grupo SoEo (IL) la menor tasa de condicionamiento y el grupo SnEn una tasa intermedia en relación a los demás. En otras

palabras, la adquisición fue facilitada cuando un nuevo EC fue presentado en un contexto familiar o cuando un EC familiar fue presentado en un contexto novedoso. Esta facilitación fue observada en comparación a la adquisición de ECs novedosos en contextos novedosos y a ECs familiares en contextos familiares. De este modo, los autores afirmaron que el contraste entre la novedad del contexto relativa a la del EC facilita el condicionamiento, en comparación al resultante en condiciones que carecen de tal contraste, lo que denominaron “efecto contexto”.

Una investigación similar fue llevada a cabo por Kaye et al. (1987), cuyo principal objetivo fue diferenciar la IL y el condicionamiento en términos del grado en que cada fenómeno se generaliza de un contexto a otro. Para ello, utilizaron tres grupos de ratas, pero para efectos de la presente revisión los grupos de interés serán sólo dos, los cuales diferían en el tratamiento durante la primera fase, en la segunda fase todos los sujetos experimentaron emparejamientos de tono y agua en un contexto, y de luz y agua en otro. En la fase 1 el grupo control (ctrl) fue preexposto a los dos contextos sin consecuencia o estímulo programado. Un segundo grupo (LI) fue sometido a un tratamiento de IL, en cada contexto se presentó un estímulo sin consecuencia alguna. El grupo LI a su vez fue dividido en dos. Una mitad recibió cada estímulo en el mismo contexto en ambas fases (Same). La otra mitad recibió cada estímulo en un contexto diferente en la segunda fase (Diff).

Los resultados de Kaye et al. (1987) fueron parcialmente consistentes con aquellos de Lubow et al. (1976). En el grupo LI-Same se observó un marcado retardo de la adquisición con respecto al grupo control, lo que respalda la idea de que el condicionamiento de ECs familiares en contextos familiares se retarda con respecto al condicionamiento de ECs novedosos en contextos familiares. Sin embargo, en el grupo LI-

Diff no se observó esta diferencia con respecto al grupo control. Ello contradice la idea de que el contraste de novedad entre EC y contexto (grupo control) facilita el condicionamiento en comparación a condiciones que carecen de tal contraste (grupo LI-Diff).

Estudios posteriores intentaron delimitar un poco más este fenómeno e identificar los parámetros que dan lugar al efecto facilitatorio de la preexposición al contexto. Por ejemplo, Balaz et al. (1982) demostraron que la preexposición al contexto retarda el posterior condicionamiento aversivo al mismo, y sostienen la idea de que es el desarrollo de IL al contexto el mecanismo por medio del cual, futuros aprendizajes se adquieran más rápidamente. Asimismo, Boughner et al. (2004) replicaron el efecto contexto en una preparación de automoldeamiento y encontraron que, particularmente con reforzadores de gran magnitud, la preexposición facilita dramáticamente la ejecución.

Recientemente, Quintero et al. (2011) replicaron los resultados de Westbrook et al. (2000) sobre el efecto de la posición del cambio de contexto en una preparación de aversión condicionada al sabor, e integraron estos resultados con los efectos de la novedad o familiaridad del contexto en la IL. Específicamente, encontraron que un cambio de un contexto familiar a uno novedoso entre la preexposición y el condicionamiento atenúa la IL, pero que un cambio de un contexto novedoso a otro familiar entre el condicionamiento y la prueba produce lo que denominaron “súper-IL”; un marcado incremento del retardo en la adquisición de la RC. De este modo, concluyeron que el momento en el que se introduce el cambio de contexto interactúa con la dimensión de novedad o familiaridad, y que es la combinación de ambos parámetros la que determina la magnitud de la IL.

En resumen: (1) la preexposición a un EC resulta en IL si el condicionamiento se realiza en el mismo contexto de la preexposición, (2) la novedad del contexto y del EC en cada fase del procedimiento afecta de maneras distintas a la IL y las evidencias empíricas en torno a esto son bastante contradictorias, (3) la familiaridad del contexto genera IL a éste a la vez que facilita el condicionamiento de ECs, y (4) la IL parece estar determinada por una compleja interacción entre el momento en el que se introduce el cambio de contexto y la novedad del mismo.

Procedimientos de Control en el Estudio de la IL

Tradicionalmente, los estudios de IL han usado uno o dos de tres procedimientos de control diferentes para evaluar los efectos de la preexposición al EC sobre el condicionamiento.

Un procedimiento es conocido como *preexposición al contexto* y consiste en colocar a los sujetos en el contexto de condicionamiento sin ninguna otra consecuencia programada (e.g., Albert & Ayres, 1989; Ayres et al. 1992; Balaz et al., 1982; Killcross & Balleine, 1996; Mackintosh, 1975; Rescorla, 1971; Rosas y Bouton, 1997; Yap & Richardson, 2005).

Otro procedimiento ha sido denominado *preexposición a otro EC* y consiste en preexponer a los sujetos a un estímulo diferente de aquel que será condicionado (e.g., Escobar et al., 2002; Holmes & Harris., 2009; Lubow & Moore, 1959; Reiss & Wagner, 1972).

El tercer procedimiento de control, ha sido denominado *adquisición original*, en el cual no se preexpone ni al EC ni al contexto. En la literatura de IL siempre ha ido

acompañado de otro procedimiento de control. Por ejemplo, Boughner et al (2004), además de utilizar un grupo de adquisición original, incluyen en su estudio un grupo de preexposición al contexto. De modo similar, Lubow et al. (1976), consideraron en su estudio un grupo de adquisición original y un grupo de preexposición a otro estímulo.

Otras investigaciones han considerado el uso de un grupo de preexposición a otro estímulo junto con un grupo de preexposición al contexto (Kaye et al., 1987; Rudy et al., 1976).

En cuanto a esta variedad de procedimientos, algunos autores han señalado que todos presentan ciertas desventajas e insisten en que resulta inconveniente usar cualquiera de ellos por sí solo en la demostración de IL.

Boughner et al. (2004) señalan que las comparaciones entre el grupo experimental y el grupo de preexposición al contexto pueden, en algunos casos, tender a sobreestimar el tamaño de la IL. La razón, aducen, es que la preexposición al contexto en sí misma facilita la adquisición. Los autores recomiendan el uso de un grupo de adquisición original en conjunto con un grupo de control contextual o de otro EC.

Asimismo, simulaciones con un modelo de redes neurales (Burgos, 2003) han sugerido que la preexposición a otro estímulo puede, en algunos casos, facilitar la adquisición del EC objetivo. Sin embargo, hasta el momento esta predicción no ha sido evaluada experimentalmente.

Con el objeto de demostrar que el modelo de redes neurales propuesto por Donahoe et al. (1993) puede explicar el fenómeno básico de IL y algunas de sus propiedades conductuales, Burgos (2003) llevó a cabo una serie de simulaciones en las que, entrenó a varios grupos de redes con un procedimiento de IL (grupos PE) y comparó el número de

ensayos requeridos para la adquisición con aquellos en otro grupo de redes sin tratamiento alguno previo al condicionamiento (grupo SIT), o grupo de adquisición original. Los resultados mostraron que el modelo puede simular correctamente el fenómeno básico de IL y otras de sus características como el efecto de la intensidad, el tiempo total de preexposición y la especificidad del EC, así como el efecto de la preexposición a un compuesto que contiene el EC a condicionar.

Los resultados además mostraron que la preexposición a un EC compuesto ortogonal (i.e., producto interno de los vectores es igual a cero) y sinápticamente competitivo (i.e., alta convergencia de varias conexiones en una misma unidad neural) con el EC entrenado (grupo PE-CS2/CS3, Experimento 4) facilitó la adquisición de la RC en comparación con el grupo SIT. Ello es consistente con los resultados de Lubow et al. (1976). A la luz de este modelo, el fenómeno es explicado en términos de competitividad entre estímulos y cambio en los pesos de las conexiones entre unidades neuro-computacionales. La preexposición al compuesto redujo los pesos iniciales únicamente de las conexiones de los elementos del estímulo compuesto a la capa sensorial secundaria, dejando intactos los pesos de las conexiones iniciales del EC entrenado. Ello dio lugar a activaciones más altas a nivel sensorial secundario y aceleró el incremento de los pesos de dicho estímulo en el posterior condicionamiento, es decir, dio lugar a una mayor ventaja sináptica a las conexiones que eran activadas por el EC entrenado.

Simulaciones adicionales llevadas a cabo en nuestro laboratorio (Dos Santos y Burgos, 2010) han reproducido estos resultados con estímulos elementales usando la misma arquitectura y parámetros originalmente empleados por Burgos (2003) y además sugieren que cuando se representa explícitamente el contexto (como tradicionalmente ha

sido considerado en estos modelos de redes neurales artificiales), la preexposición a un estímulo en un contexto facilita la posterior adquisición de otro EC ortogonal y sinápticamente competitivo en ese mismo contexto en comparación a otro grupo de redes preexpuestas sólo al contexto. Ello sugiere que el procedimiento de preexposición a otro EC facilita la adquisición en comparación al procedimiento de preexposición al contexto.

Existen en la literatura evidencias que sugieren la plausibilidad de este fenómeno, o al menos la necesidad de investigarlo más cuidadosamente. Por una parte, una inspección detallada de los resultados reportados por Kaye et al (1987) parece sugerir que la preexposición a un EC en un contexto aumenta la RC a otro EC de diferente modalidad sensorial cuando es posteriormente condicionado en ese mismo contexto. En el Experimento 1, si bien el grupo LI-Diff no mostró diferencias significativas con relación al grupo control, en el tercer y cuarto ensayo los sujetos mostraron una RC ligeramente mayor. La misma tendencia se observa en la última sesión del Experimento 2. Ello sugiere una posible facilitación de la adquisición en el grupo LI-Diff por preexposición a otro estímulo, que en este caso no fue posible medir debido a un efecto de techo, pues los sujetos mostraron porcentajes de tiempo de la RC bastante elevados (55-75% aproximadamente). Si efectivamente ocurrió un efecto de techo, es posible que utilizando una preparación experimental que reduzca los niveles iniciales de la RC se observe la facilitación de la adquisición en un grupo similar al IL-Diff en comparación a uno control.

Por otra parte, Schmajuk et al. (1996), en su aproximación de redes neurales al fenómeno de IL, exitosamente replicaron los estudios de Lubow et al. (1976) incluyendo un grupo de preexposición al contexto. Aunque los autores no discuten los resultados de ese grupo control, en su gráfico se observa una RC menor en el grupo preexpuesto al contexto

en comparación a preexpuesto a un EC distinto al entrenado (Schmajuk et al., 1996, p. 336). Ello sugiere que ese modelo también predice una facilitación de la adquisición como resultado de la preexposición a un EC distinto en el mismo contexto. Sin embargo, en otra simulación similar (de adquisición de condicionamiento excitatorio y generalización) incluida en la misma publicación, los autores explícitamente afirman que la preexposición a un estímulo en un contexto no afecta el posterior condicionamiento de un estímulo distinto en ese contexto (Schmajuk et al., 1996, p. 328). Los autores no ofrecen información alguna sobre la similitud u ortogonalidad de los estímulos utilizados en sus simulaciones, que permita resolver esta aparente paradoja.

Por último, los resultados de Rudy et al. (1976) en los que mostraron que la preexposición a una luz atenúa la subsecuente IL a un tono pueden ser interpretados de manera alternativa. La preexposición a la luz pudiera haber facilitado la adquisición del tono, lo que tras la preexposición al tono se tradujo en un menor retardo de la adquisición en comparación a la resultante de la preexposición al contexto, lo cual fue interpretado por los autores como una atenuación de la IL. En otras palabras, es posible que la IL haya quedado intacta y la preexposición a la luz haya afectado la tasa de condicionamiento original al tono. Dado que dicha investigación no cuenta con un grupo no preexpuesto al tono antes del entrenamiento (se desconoce la tasa de adquisición de este estímulo cuando es novedoso y el organismo experimentalmente ingenuo), resulta difícil discernir la razón por la cual la preexposición a la luz afectó el condicionamiento al tono.

Planteamiento del Problema

Tomando en conjunto las predicciones derivadas de las simulaciones de Burgos (2003) con los cuestionables resultados de Kaye et al. (1987), la aparente paradoja de Schmajuk et al. (1996), y la posibilidad de reinterpretación de los resultados de Rudy et al. (1976), pareciera pertinente evaluar experimentalmente con organismos vivos la predicción de Burgos y (aparentemente) Schmajuk et al, de facilitación por preexposición a un estímulo ortogonal al entrenado, y comparar con los procedimientos de control tradicionalmente empleados en la investigación de IL, pues cada uno de ellos por separado pudiera ofrecer información distinta sobre el mismo fenómeno. En la literatura en IL hasta ahora publicada, no hay un estudio que realice tal evaluación explícitamente.

En vista de ello, el presente experimento fue diseñado para evaluar la predicción de que la preexposición a otro EC pudiera facilitar la adquisición del EC objetivo. Si en efecto se confirma la predicción, ello cuestionaría el uso de este control por sí sólo en experimentos de IL. Al mismo tiempo, se pretende comparar el grupo experimental (IL) con cada grupo control, a fin de evaluar la equivalencia entre ellos o señalar los sesgos implícitos en los tres procedimientos de control considerados.

Método

Los estudios piloto estuvieron basados en el procedimiento de Westbrook et al., (2000) y, en principio, revelaron los parámetros apropiados para dar lugar a la adquisición de la respuesta condicionada de congelación. Un único ensayo de condicionamiento en el que se emparejó un EC de 30-s con un choque eléctrico de 0.6 mA de 0.5-s de finalización concurrente, mostró ser un procedimiento apropiado para la adquisición de la respuesta condicionada de congelación utilizando una luz como EC.

Debido a que el diseño experimental requería de la utilización de dos ECs de diferente modalidad sensorial, se decidió utilizar un estímulo auditivo y otro luminoso. Pruebas piloto adicionales sugirieron que la luz blanca de iluminación general de la caja experimental generaba una mayor congelación condicionada que una tecla iluminada blanca. De modo similar, en otras pruebas se encontró que un tono de 70 dB y 2900 Hz generaba un índice de congelamiento condicionado similar al producido por la luz blanca de iluminación general; una mayor intensidad del tono (90 dB, 3000 Hz) produjo índices de congelamiento máximo.

Estudios piloto previos también mostraron que 10 sesiones de 6 ensayos de preexposición a un EC de 2 min sistemáticamente generaban IL al comparar un grupo con dicho tratamiento con otro grupo de sujetos preexpuestos sólo al contexto por periodos de tiempo iguales.

Sujetos

Sesenta y cuatro ratas Wistar (*Rattus norvegicus*) hembras experimentalmente ingenuas sirvieron como sujetos experimentales. Todas las ratas fueron alojadas individualmente en cajas habitación de acrílico (24 x 32 x 15 cm), con libre acceso a agua y alimento (Rodent laboratory-chow Diet 5001). Estuvieron bajo un ciclo de 12:12 horas luz-oscuridad. El experimento se llevó a cabo durante el ciclo de luz entre las 8:00 am y las 4:00 pm, cuidando que cada sujeto fuese corrido a la misma hora. Al momento del test, la edad promedio de las ratas fue de 114.7 días ($S = 23.5$) y pesaban aproximadamente 223.88 g ($S = 16.9$).

Aparatos

Se utilizaron dos equipos idénticos para estudiar el miedo condicionado (Med Associates, Albany, VT) a lo largo de todo el experimento. Cada caja experimental era de 24 x 30.5 x 29 cm, con una puerta frontal y techo de Plexiglás, una pared posterior de vinyl blanco y paredes laterales de aluminio con una bocina centrada en la parte superior de la pared derecha. La bocina fue programada para generar un tono de 70 dB y 2900 Hz (rise 0.5 μ s) que fue utilizado como EC. El piso estaba formado por 19 barras de acero inoxidable de 5 mm de diámetro con una separación entre ellas de 1.5 cm (medido desde el centro) y con una bandeja de acero inoxidable por debajo para la recolección de residuos. Antes de cada sesión el piso y las bandejas eran lavados con agua y jabón y las paredes de la caja eran limpiadas con una solución de alcohol etílico al 10%.

Cada caja experimental estaba ubicada dentro de un cubículo de atenuación de luz y sonido, equipado con un ventilador en la pared derecha (que facilitaba la circulación del aire y generaba un ruido blanco de 42 dB aprox.), una cámara infrarroja en el interior de la parte delantera y un panel de luz de 24 x 30.5 cm en la parte superior. Este panel generaba una luz infrarroja a lo largo de todas las sesiones y a su vez permitió la presentación de una luz blanca que iluminaba homogéneamente toda la caja experimental y se utilizó como EC.

Se utilizaron dos generadores y mezcladores de choques eléctricos para administrar, a través de las rejillas del piso de la caja, choques de 0.6 mA que sirvieron de EI. Los dos generadores fueron calibrados con un amperímetro digital (ENV420[®], Med Associates, Albany, VT) para asegurar la igualdad de la intensidad de los choques en ambos sistemas.

Todas las sesiones experimentales fueron programadas, controladas, registradas y procesadas automáticamente por el software Video-Freeze[®] (Med Associates, Albany, VT). Los equipos estaban controlados por una computadora ubicada en la misma habitación.

Procedimiento

Los sujetos fueron asignados aleatoriamente a uno de 8 grupos (n=8) según un diseño factorial 4 x 2 (tratamiento de preexposición x estímulo entrenado). Debido a una falla operativa del equipo se eliminaron dos sujetos de un mismo grupo (CXT), el cual quedó conformado por 6 ratas. La Tabla 1 resume el diseño experimental y describe el procedimiento para cada grupo.

El experimento contó con tres fases. La Fase 1 consistió en 10 sesiones de seis ensayos de preexposición. La Fase 2 consistió de una sesión con un único ensayo de condicionamiento. La fase 3 consistió de una sola sesión de cuatro ensayos de prueba en extinción.

Tabla 1. Diseño Experimental

Grupo	Procedimiento		
	Preexposición (Fase 1)	Condicionamiento (Fase 2)	Prueba (Fase 3)
AOL		L+	L-
AOT		T+	T-
CXL	CX-	L+	L-
CXT	CX-	T+	T-
OEL	CX-/T-	L+	L-
OET	CX-/L-	T+	T-
ILL	CX-/L-	L+	L-
ILT	CX-/T-	T+	T-

Nota. AO = adquisición original; CX = contexto; OE = otro estímulo; IL = inhibición latente; T = tono; L = luz; (-) = sin consecuencia; (+) choque eléctrico.

Preexposición (Fase 1). La duración total de cada sesión fue de 47 min. Cada ensayo tuvo una duración de 2 min, con un intervalo entre ensayos variable de 5 minutos en promedio (rango entre 3.5 y 6.5 min), y consistió en la presentación del estímulo correspondiente a cada grupo. Los grupos CX fueron simplemente colocados en la caja experimental durante el tiempo programado de la sesión, sin la ocurrencia de L o T. Los sujetos de los grupos AO no fueron sometidos a preexposición alguna, comenzaron directamente en la fase de condicionamiento.

Condicionamiento (Fase 2). Todos los sujetos fueron sometidos a un único emparejamiento del EC correspondiente y un choque eléctrico de 0.6 mA por 0.5 s. La

sesión tuvo una duración total de 10 minutos, cinco minutos después de iniciada la sesión se presentó el respectivo EC de 30 segundos de duración e inmediatamente después de su finalización se presentó el choque eléctrico.

Prueba. Consistió en cuatro ensayos de 30 s de duración con un intervalo variable entre ellos de 6 minutos en promedio (rango entre 5 y 7 min), de modo que la sesión tuvo una duración total de 32 minutos.

Registro y Análisis de Datos

Las sesiones de condicionamiento y prueba fueron grabadas en video y los niveles de congelamiento fueron medidos automáticamente por el Video-Freeze[®] software (Med Associates, Albany, VT). La respuesta de congelamiento fue definida como la ausencia total de movimiento (incluso de los bigotes), exceptuando aquellos necesarios para la respiración (Fanselow, 1980).

El sistema capturó en video la sesión experimental en sincronía con el EC y el EI, lo que permitió identificar los intervalos temporales exactos en los que ocurrían los eventos y en los que se deseaba evaluar la respuesta. Para ello, se especificaron ciertos parámetros para el análisis de las imágenes. La velocidad de grabación fue fijada a 30 cuadros por segundo (fps), el umbral de movimiento a 18 au¹ (valor arbitrario entre 10 y 20) y el tiempo mínimo de congelación a 30 fps, lo que quiere decir que cada vez que el índice de movimiento caía por debajo de 18 en 30 cuadros consecutivos (1 s) se consideraba que el

¹ Unidad de medida de movimiento. Refiere a la cantidad de pixeles modificados en un cuadro de imagen respecto al cuadro inmediato anterior (Med Associates, Albany, VT).

sujeto estaba dando una respuesta de congelación. A partir de estos parámetros, el sistema realizó un muestreo continuo del comportamiento de la rata en el que se codificó cada cuadro del video como *congelamiento* o *no congelamiento*. En otras palabras, para que un cuadro fuese codificado como congelamiento debía cumplir dos criterios: que el movimiento registrado fuese inferior a 18 au y que estuviese precedido por al menos 29 cuadros con movimiento inferior al mismo umbral, de lo contrario el cuadro era codificado como no congelamiento.

Para identificar los posibles efectos de las variables independientes (tratamiento de preexposición y estímulo entrenado) sobre el congelamiento condicionado se utilizó el número de cuadros (del video) codificados como congelamiento durante los 30 s de presentación del EC en cada uno de los ensayos de prueba como medida de la variable dependiente.

Los datos de la fase de prueba fueron analizados mediante un análisis de regresión logística con el método de estimación de ecuaciones generalizadas (GEE, por sus siglas en inglés). Los efectos significativos fueron posteriormente explorados usando el ajuste de Bonferroni ($\alpha = .05$).

Resultados

Antes de evaluar el efecto de los diferentes tratamientos de preexposición y el EC usado en la fase de condicionamiento, se consideró pertinente determinar el nivel de congelamiento previo al EC (pre-EC) durante la fase de condicionamiento y evaluar la homogeneidad de los niveles de actividad de los sujetos entre e intra-grupos. Para ello se analizó el número de cuadros codificados en congelamiento durante los 5 min pre-EC de la fase de condicionamiento.

El número promedio de cuadros de congelamiento pre-EC de la fase condicionamiento fue de 62 ($S = 165.69$), el cual corresponde a un 0.7% ($S = 1.89$) del total de 9000 cuadros muestreados. Ello indica que, en general, los sujetos se encontraban considerablemente activos antes del EC en la fase de condicionamiento. La Tabla 3 resume el porcentaje de cuadro de congelamiento promedio y otros indicadores para cada grupo por separado.

Se observa que los niveles de congelamiento promedio pre-EC de todos los grupos fueron relativamente bajos, excepto AOT y OEL, los cuales mostraron niveles más elevados y dispersos de congelamiento en comparación a los demás grupos. Sin embargo, en la Tabla 2 se puede apreciar que la mediana del porcentaje de cuadros de congelamiento para todos los grupos es inferior a 1. Un análisis estadístico no paramétrico con la prueba de Kruskal-Wallis indicó que la diferencia entre los niveles de congelamiento de los grupos no resultó ser estadísticamente significativa ($H = 9.94$, $gl = 7$, $p > .05$). Por ello se puede

afirmar que el nivel de congelamiento durante los 5 min previos a la presentación del EC en la fase de condicionamiento fue razonablemente bajo.

Tabla 2. Porcentaje de cuadros de congelamiento durante los 5 min pre-EC en la fase de condicionamiento de cada grupo.

Grupo	<i>M</i>	<i>S</i>	IC 95%		<i>Mdn</i>	Percentiles	
			<i>LI</i>	<i>LS</i>		25	75
AOL	0.04	0.13	-0.06	0.15	0	0	0
AOT	2.69	4.20	-0.81	6.20	0.49	0	5.16
CXL	0.27	0.50	-0.15	0.69	0	0	.78
CXT	0.56	0.14	-0.09	0.20	0	0	.08
OEL	1.62	2.10	-0.58	3.83	0.93	0.27	2.81
OET	0.50	0.96	-0.30	1.30	0	0	1.13
ILL ^a							
ILT	0.30	0.41	-0.04	0.64	0.15	.0	.56

Nota. IC = intervalo de confianza; *LI* = límite inferior; *LS* = límite superior.

^a El porcentaje de cuadros de congelamiento es constante e igual a cero para el grupo ILL.

También se consideró pertinente realizar el mismo tipo de análisis para la fase de prueba y evaluar si los sujetos seguían teniendo niveles de actividad similares luego del condicionamiento.

En promedio, el número de cuadros de congelamiento durante los 4.5 min pre-EC de la fase de prueba fue de 603 (*S* = 1332.7) el cual corresponde a un 7.44% (*S* = 16.31) del total de 8100 cuadros muestreados. Ello sugiere que en general el nivel de congelamiento fue un poco más alto que en antes del condicionamiento pero aún se puede considerar razonablemente bajo. Sin embargo, fue altamente disperso, por lo que se analizaron los niveles de congelamiento promedio por grupo para identificar posibles diferencias entre ellos.

La Tabla 3 presenta algunos estadísticos descriptivos por grupo y muestra que los niveles de congelamiento durante este período fueron relativamente bajos, excepto los de AOT, el cual fue considerable. Tal nivel indica miedo condicionado al contexto inusualmente alto. Un análisis estadístico no paramétrico con la prueba Kruskal-Wallis confirmó que en efecto hubo diferencias significativas en los niveles de congelamiento durante este período ($H = 10.30$, $gl = 7$, $p < .05$). La prueba post hoc de Conover mostró que tales diferencias se debieron al grupo AOT, el cual fue el único significativamente distinto de todos los demás. También, el hecho de que las desviaciones estándar de todos los grupos fueran mayores que sus respectivas medias, así como las marcadas diferencias entre esta última y la mediana, sugiere una alta dispersión de los datos (muchos valores bajos y unos pocos datos extremos hacia la cola derecha de cada distribución).

Tabla 3. Porcentaje de cuadros en congelamiento durante los 4.5 min pre-EC del primer ensayo en la fase de prueba.

Grupo	M	S	IC 95%		Mdn	Percentiles	
			LI	LS		25	75
AOL	4.82	6.95	-0.99	10.63	3.00	0.33	5.15
AOT	28.35	24.85	7.57	49.13	21.96	11.2	46.53
CXL	9.73	25.67	-12.09	30.83	0	0	1.56
CXT	6.19	14.27	-8.79	21.16	0.25	0	9.8
OEL	5.08	11.65	-4.65	14.82	0.24	0	4.8
OET	0.55	0.80	-0.12	1.21	0.25	0	0.84
ILL	0.37	1.05	-0.50	1.25	0	0	0
ILT	4.49	10.50	-4.29	13.27	0.20	0	3.4

Nota. IC = intervalo de confianza; LI = límite inferior; LS = límite superior.

La presencia de datos extremos significativamente desviados de cada grupo fue confirmada por un análisis estadístico usando el método ESD (*Extreme Studentized Deviation*) de Grubb. Los resultados de la prueba estadística se resumen en la Tabla 4 y sugirieron que en cada grupo hubo un sujeto cuya ejecución puede considerarse atípica en

relación a los demás de su grupo; por lo general con niveles de congelamiento mucho más altos, excepto en el caso del grupo AOT, en el que el sujeto desviado del grupo fue aquel con bajos niveles de congelamiento, sin embargo este dato no alcanzó el nivel crítico de significancia estadística.

Tabla 4. Test de Grubb de estimación de datos extremos.

Grupo	M	S	Z_{crit}	Dato Extremo		Sujeto
				Z_{obs}	Valor	
AOL	4.82	6.95	2.13	2.37	21.28	37
AOT	28.35	24.85	2.13	1.94	76.69	53 ^a
CXL	9.37	25.67	2.13	2.47	72.88	16
CXT	6.19	14.30	1.89	2.03	35.30	99
OEL	5.08	11.65	2.13	2.43	33.43	81
OET	0.55	0.80	2.13	2.21	2.30	91
ILL	0.37	1.05	2.13	2.47	2.98	20
ILT	4.49	10.50	2.13	2.45	30.24	78

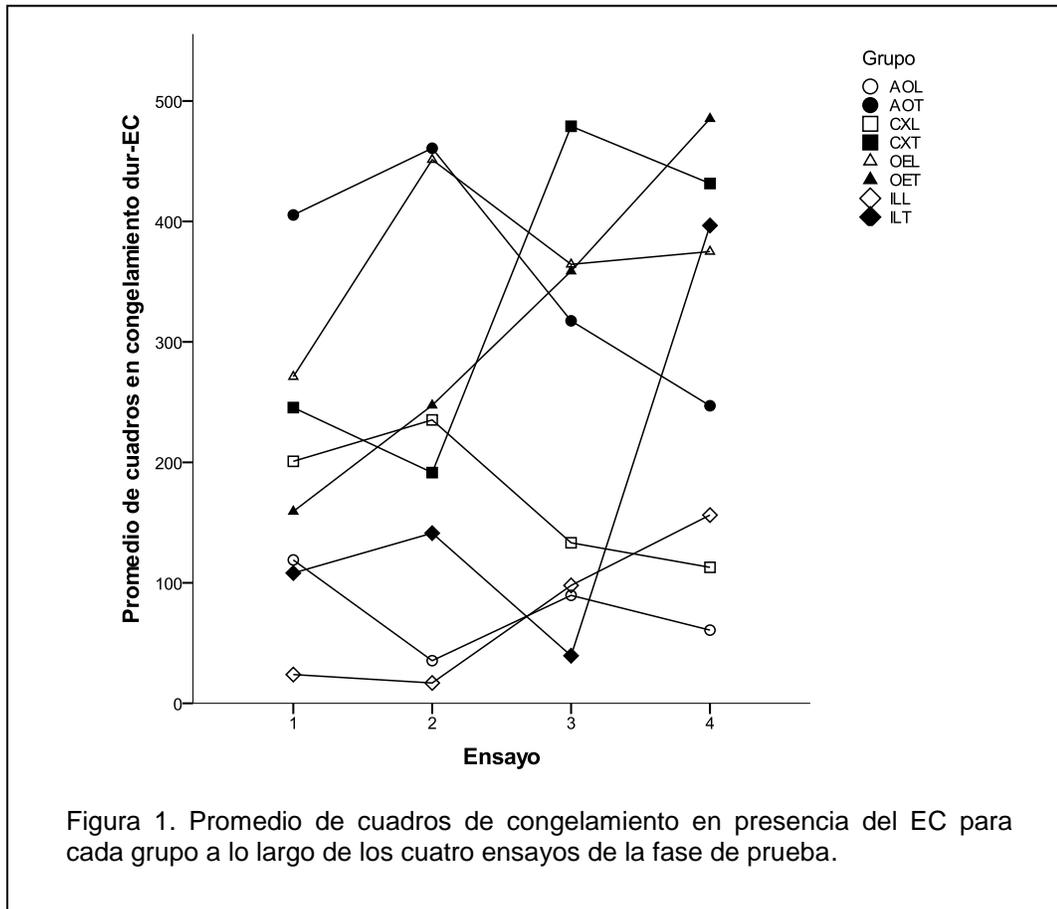
^aDesviado del grupo pero no estadísticamente significativo al 0.05.

Un análisis estadístico (con la prueba no paramétrica de Mann-Whitney) de los niveles de congelamiento pre-EC entre las fases de condicionamiento y prueba para cada grupo, indicó que sólo los grupos AOL ($U = 9$, $g1 = 7$, $p < .05$) y AOT ($U = 7.5$, $g1 = 7$, $p < .05$) incrementaron significativamente sus niveles de congelamiento pre-EC luego del condicionamiento. Esta diferencia sugiere un mayor condicionamiento del contexto en comparación a los demás grupos.

En función de los resultados anteriores, se puede afirmar que: (a) antes de iniciar la sesión de condicionamiento todos los sujetos se encontraban considerablemente activos y no se observaron diferencias significativas entre ellos, (b) en la fase de prueba los sujetos del grupo AOT mostraron niveles de congelamiento pre-EC mucho más altos que los demás, (c) en cada uno de los grupos restantes se encontró un sujeto con elevados niveles

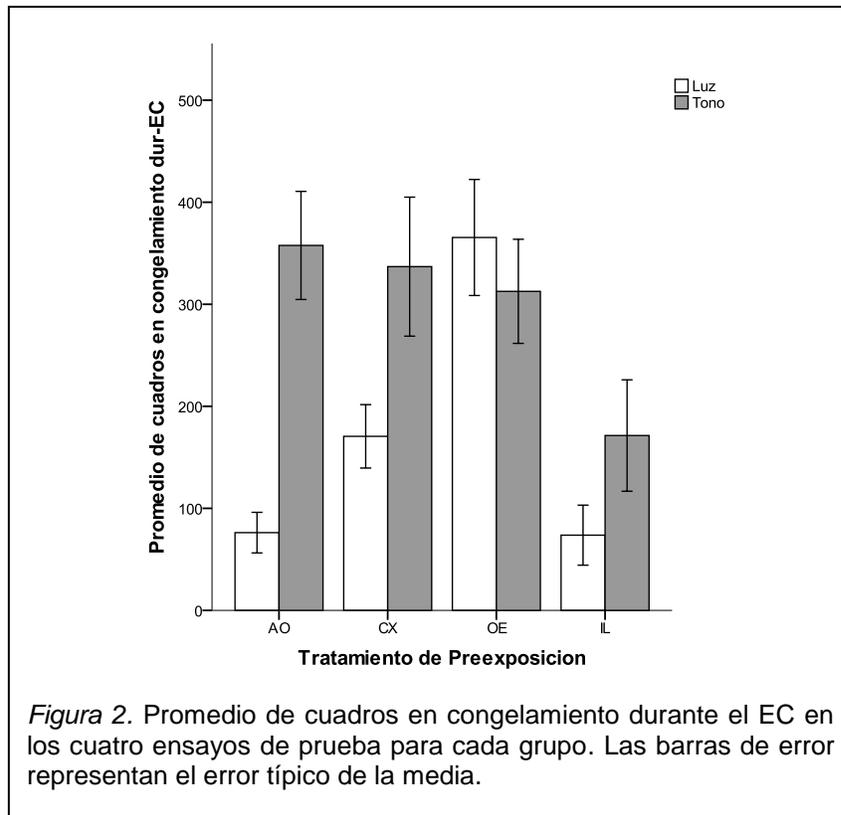
de congelamiento al contexto y (d) los grupos AOL y AOT aumentaron significativamente sus niveles de congelamiento pre-EC luego del condicionamiento.

La Figura 1 muestra la ejecución de cada grupo durante el EC (dur-EC) en términos del número promedio de cuadros de congelamiento en cada ensayo de prueba. En principio resulta difícil identificar tendencia alguna a lo largo de los ensayos en relación al tratamiento de preexposición y/o EC entrenado. En algunos grupos disminuye el nivel de congelamiento del primer al cuarto ensayo (i.e. AOT, AOL, CXL), lo cual era de esperarse ya que cada ensayo de prueba puede considerarse un ensayo de extinción. Sin embargo, en otros grupos el nivel de congelamiento aumenta considerablemente en función de los ensayos (i.e. CXT, OEL, OET, ILL, ILT), lo que pudo haberse debido a que los sujetos se durmieran hacia el final de la sesión. Un análisis visual de una muestra aleatoria del 25% de los videos de la fase de condicionamiento (2 sujetos por grupo) descartó esta hipótesis y reveló que los sujetos se encontraban indudablemente despiertos (acuerdo del 100% entre dos observadores independientes). A simple vista pareciera no haber un patrón determinado de ejecución por cada grupo a lo largo de los ensayos.



La Figura 2 resume la ejecución de cada grupo en términos del promedio de cuadros de congelamiento dur-EC en los cuatro ensayos de prueba. En general, pareciera que los grupos entrenados al tono mostraron mayor congelamiento condicionado que los grupos entrenados a la luz, excepto en el caso de los grupos OE, en los que los niveles de congelamiento de los sujetos entrenados a la luz fueron ligeramente mayores. Entre los grupos condicionados a la luz, pareciera que hubo facilitación de la adquisición por la preexposición al contexto y al otro estímulo pero no IL; el tratamiento IL dio lugar a niveles de congelamiento muy similares a aquellos del tratamiento AO, y estos a menores niveles de congelamiento que los tratamientos CX y OE. En el caso del tratamiento OE,

pareciera que la preexposición al tono dio lugar a mayores niveles de congelamiento condicionado a la luz, en comparación a los demás tratamientos. En cuanto a los grupos condicionados al tono, pareciera no haber mayores diferencias entre los niveles de congelamiento producidos por los tratamientos AO, CX y OE, y que el tratamiento de IL dio lugar a menores niveles de congelamiento en comparación a estos tres, es decir, parece haber ocurrido IL en relación a los tres controles por igual.



Sin embargo, debido a las diferencias en los niveles de congelamiento pre-EC entre los grupos durante la fase de prueba, las observaciones derivadas de la inspección visual de la Figura 2 fueron consideradas con cautela y sometidas a análisis estadístico. No se puede ignorar la posibilidad de que los niveles de congelamiento pre-EC hayan afectado

directamente los indicadores de congelamiento dur-EC, haciéndolos incomparables entre sí a simple vista.

En la literatura de IL, típicamente se utilizan ciertas estrategias para solventar este problema. Una es eliminar a los sujetos que muestran miedo condicionado al contexto inusualmente alto (Escobar, Arcediano & Miller, 2002). Otra consiste en utilizar como medida de la variable dependiente un indicador de la tasa de cambio de la respuesta como la razón de supresión de Annau y Kamin, 1961.

En el presente análisis se decidió evitar la eliminación de sujetos dado lo pequeño de la muestra y se descartó la posibilidad del cálculo de la razón de supresión puesto que, si bien este índice reduce el efecto de las diferencias individuales, cuando se analizan las medias de la razón de supresión por grupo, las diferencias pueden deberse a variabilidad en los niveles de la respuesta antes o durante el estímulo (Ayres, Bombace, Shurtleff, Vigorito, 1985) y en este caso, la interpretación de las razones de supresión quedaría invalidada por las grandes diferencias en los niveles pre-EC de la respuesta (Sigmundi & Bolles, 1983). En vista de ello, para analizar los datos del presente estudio se decidió considerar el número de cuadros de congelamiento pre-EC como una covariable (Varela y Rial, 2008).

Tres características de los datos observadas hasta el momento guiaron y justificaron el siguiente análisis. Primero, dado que el grupo AOT difirió considerablemente de los demás en sus niveles de congelamiento pre-EC, su ejecución en la prueba no es directamente comparable con la de los demás grupos, haciéndose indispensable el control estadístico de los niveles de congelamiento pre-EC. Segundo, la asimetría de los datos y la alta frecuencia de valores cero hizo particularmente inapropiado el uso de pruebas

estadísticas paramétricas que suponen la normalidad de los datos para realizar el análisis (e.g. ANOVA). Tercero, las pruebas no paramétricas (e.g. Kruskal-Wallis) si bien son apropiadas para el análisis de muestras pequeñas con distribuciones asimétricas y dispersas, asumen que todas las medidas son independientes entre sí, lo cual impide la evaluación del efecto del ensayo y obligaría a resumir las 4 medidas realizadas en la fase de prueba a una sola determinada por algún índice de tendencia central, lo cual se prefirió evitar.

Por estas razones fue deseable utilizar una prueba estadística que permitiera controlar el efecto del congelamiento pre-EC como una covariable, a la vez que se pudiera discernir el efecto del tipo de tratamiento de preexposición y el estímulo entrenado (con su posible interacción) sobre el congelamiento dur-EC como una variable dependiente de medidas repetidas, sin la necesidad de asumir la normalidad de la distribución de los datos. El método de GEE cumple con todos estos requisitos.

Para realizar este análisis, la medida de la variable dependiente utilizada fue el número de cuadros de congelamiento dur-EC en cada ensayo de la fase prueba. Se consideraron el tipo de tratamiento de preexposición y el estímulo entrenado como variables independientes, el número de cuadros de congelamiento durante los 30 s previos al inicio de cada ensayo de prueba como covariable y los ensayos como variable intra-sujeto.

Específicamente, se realizó un análisis de regresión logística, en el cual se hizo una transformación lineal de las variables dependiente e independientes por medio de una función de vínculo para poder utilizar un modelo lineal general. En este caso, dada la

naturaleza discreta de la variable dependiente, la gran dispersión de los datos y gran frecuencia de valores cero, se optó por una función binomial negativa. Adicionalmente, en este tipo de análisis, es necesario especificar la relación entre cada medida de la variable dependiente y los niveles del factor intra-sujeto (ensayos). Para ello, se deben realizar varios ajustes de los datos con diferentes matrices de correlación. Aquella que provee el mejor ajuste es la que muestra un menor índice de cuasi-probabilidad.

Especificado esto, el primer paso consistió en comparar el ajuste entre una matriz de correlación independiente versus desestructurada con diferentes combinaciones de variables para dar cuenta de la similitud entre las medidas de la variable dependiente. Para ello, se calcularon los índices de cuasi-probabilidad del ajuste QIC y QICC, los cuales dan cuenta de la bondad del ajuste de las matrices y de algunas de las funciones de regresión posibles, respectivamente. La Tabla 5 presenta los índices obtenidos tras diversas manipulaciones de los parámetros.

Se seleccionó el modelo 4 con una matriz de correlación independiente por ser el que mostraba el mejor ajuste (menores índices QIC y QICC) y con base en este modelo se procedió a realizar un análisis de regresión logística, el cual permitió identificar los efectos de cada variable independiente sobre el congelamiento dur-EC en términos probabilísticos.

Tabla 5. Índices de cuasi-probabilidad del ajuste para diferentes modelos de regresión para dos matrices de correlación.

Modelo	Descripción	Matriz			
		Independiente		Desestructurada	
		QIC	QICC	QIC	QICC
1	$\alpha + x_1 + x_2 + x_3 + x_4$	987.447	876.242	901.474	881.014
2	$\alpha + x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_2 x_3$	898.226	867.545	903.987	875.444
3	$\alpha + x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_2 x_3 + x_3 x_4$	898.781	863.515		
4	$\alpha + x_1 + x_2 + x_3 + x_2 x_3$	889.605	863.006	903.987	875.444

Nota: Variable dependiente: Número de cuadros de congelamiento; α = intercepto; x_1 = congelamiento pre-EC; x_2 = tratamiento de preexposición; x_3 = estímulo entrenado; x_4 = ensayo; QIC = Criterio de información de la Cuasi-probabilidad del ajuste; QICC = Criterio de información de la Cuasi-probabilidad del ajuste Corregido.

^a Imposible de estimar. Este modelo es inapropiado para los datos con la matriz especificada.

En cuanto a los efectos simples, se encontró un efecto significativo de los niveles de congelamiento pre-EC ($X^2 = 100.305$; $p < .05$), sugiriendo que éstos determinan, en parte, la probabilidad de ocurrencia de la respuesta de congelamiento durante el EC. El coeficiente de regresión que relaciona los niveles de congelamiento pre-EC con los niveles de congelamiento dur-EC indicó que la relación de probabilidad entre el congelamiento pre-EC y el dur-EC fue de 1:1.003; lo que quiere decir que por cada cuadro de congelamiento pre-EC la probabilidad de encontrar un cuadro de congelamiento dur-EC aumenta solamente en 0.3%.

El efecto simple del tipo de estímulo sobre los niveles de congelamiento dur-EC también resultó ser significativo ($X^2 = 4.051$; $p < .05$). El coeficiente de regresión que relaciona los niveles de congelamiento dur-EC con el tipo de estímulo entrenado indicó que la relación de probabilidad entre el congelamiento a la luz y al tono fue de 1:2.584, es decir, el tono aumenta en 158.4% la probabilidad de congelamiento en comparación a la luz.

También se observaron efectos significativos del tratamiento de preexposición ($X^2 = 36.947$; $p < .05$). Para identificar el efecto de cada nivel de la variable de tratamiento de preexposición por separado se realizó una prueba post hoc con el ajuste de Bonferroni. Se encontró que el los grupos IL mostraron niveles de congelamiento significativamente menores a todos los demás grupos. Además los grupos OE presentaron mayor congelamiento que los grupos AO. La Tabla 6 muestra estos resultados.

Tabla 6. Prueba post hoc de Bonferroni para los tratamientos de preexposición

Tratamiento de preexposición		IC 95%					
(I)	(J)	Diferencia Media (I-J)	Error Típico	gl	Sig.	LI	LS
IL	OE	-288.96 ^a	54.100	1	.000	-431.68	-146.23
	CX	-166.08 ^a	47.223	1	.003	-290.66	-41.49
	AO	-83.69 ^a	28.544	1	.020	-159.00	-8.39
OE	IL	288.96 ^a	54.100	1	.000	146.23	431.68
	CX	122.88	68.546	1	.438	-57.96	303.72
	AO	205.26 ^a	56.610	1	.002	55.91	354.61
CX	IL	166.08 ^a	47.223	1	.003	41.49	290.66
	OE	-122.88	68.546	1	.438	-303.72	57.96
	AO	82.38	49.994	1	.596	-49.51	214.28
AO	IL	83.69 ^a	28.544	1	.020	8.39	159.00
	OE	-205.26 ^a	56.610	1	.002	-354.61	-55.91
	CX	-82.38	49.994	1	.596	-214.28	49.51

^a La diferencia media es significativa al nivel de 0.05.

Por último, la interacción entre el tratamiento de preexposición y el estímulo también resultó ser significativa ($X^2 = 9.192$; $p < .05$). La prueba post hoc con el ajuste de Bonferroni permitió identificar los grupos estadísticamente significativos entre sí en función del tratamiento de preexposición recibido y el tipo de estímulo entrenado. La Tabla 7 muestra la información de los contrastes entre grupos entrenados al mismo estímulo.

Tabla 7. Prueba post hoc de Bonferroni para los tratamientos de preexposición según el EC entrenado.

Tratamiento de preexposición		Diferencia Media (I-J)	Error Típico	Sig.	IC 95%	
(I)	(J)				LI	LS
ILL	AOL	-48.81	32.652	1.000	-150.80	53.19
	CXL	-151.46 ^a	44.854	.021	-291.57	-11.35
	OEL	-372.74 ^a	92.995	.002	-663.23	-82.24
OEL	AOL	323.93 ^a	94.703	.018	28.10	619.76
	CXL	221.27	99.871	.748	-90.70	533.24
CXL	AOL	102.66	48.298	.939	-48.21	253.53
ILT	AOT	-142.25 ^a	40.737	0.013	-269.50	-14.99
	CXT	-177.81	91.244	1.000	-462.83	107.21
	OET	-207.19 ^a	63.773	.032	-406.40	-7.97
OET	AOT	64.94	66.623	1.000	-143.17	273.05
	CXT	29.38	106.031	1.000	-301.84	360.59
CXT	AOT	35.57	92.478	1.000	-253.31	324.44

Nota. ^a La diferencia media es significativa al nivel de 0.05.

En cuanto a los grupos condicionados a la luz, se puede decir que el tratamiento IL produjo menores niveles de congelamiento en comparación a los tratamientos CX y OE, y que el tratamiento OE dio lugar a niveles de congelamiento significativamente superiores a los del grupo AO. No se encontraron diferencias entre los niveles de congelamiento de los grupos IL y AO. La diferencia observada en la Figura 2 entre los grupos OE y CX no resultó ser estadísticamente significativa.

Respecto a los grupos condicionados al tono, el tratamiento IL dio lugar a menores niveles de congelamiento respecto a los tratamientos OE y AO, y a diferencia de lo esperado en función de la Figura 2 no se encontraron diferencias estadísticamente significativas con el tratamiento CX.

La única diferencia observada entre los estímulos entrenados tras el mismo tratamiento de preexposición fue entre los grupos AO ($M_{(luz-tono)} = -138.04$; $p = .027$), en los que el tono parece haber dado lugar a niveles de congelamiento mayores a aquellos en presencia de la luz.

En resumen, los bajos niveles de congelamiento pre-EC en la fase condicionamiento indicaron que, independientemente del tratamiento de preexposición recibido, todos los sujetos se encontraban activos al inicio de esta fase. Las diferencias observadas en los niveles de congelamiento pre-EC de la fase de prueba indicaron que el tratamiento de preexposición AOT dio lugar a miedo condicionado al contexto inusualmente alto. También se encontraron diferencias individuales en los demás grupos, habiendo una rata por grupo con niveles de congelamiento condicionado al contexto inusualmente altos.

El análisis de regresión logística indicó que, manteniendo constante todos los demás factores, la relación probabilística entre el congelamiento pre-EC y el dur-EC es aproximadamente de 1:1. En general, se observaron mayores niveles de congelamiento condicionado cuando el estímulo entrenado era el tono que cuando era la luz y esta diferencia se hizo especialmente marcada entre los grupos no preexpuestos al contexto o estímulo alguno (AO).

Independientemente del estímulo entrenado el tratamiento IL dio lugar a menores niveles de congelamiento condicionado que el tratamiento OE. La magnitud de las diferencias entre todas las demás comparaciones entre tratamientos posibles se vieron matizadas por el tipo de estímulo entrenado.

Discusión

El presente trabajo tuvo dos objetivos centrales: (1) evaluar distintos métodos de control en la demostración de la IL y (2) evaluar la predicción que un modelo de redes neurales hace para uno de esos procedimientos, a saber, la facilitación de la adquisición por preexposición a otro estímulo. Con estos objetivos en mente, a continuación se compararán el grupo experimental (IL) con cada grupo control (AO, CX, OE). Posteriormente se discutirán los resultados relativos al segundo objetivo planteado.

En términos de la caracterización del fenómeno realizada por Lubow (1989), los resultados del presente experimento confirman el fenómeno de la IL. Primero, se cumplieron las condiciones que lo producen: un grupo de sujetos fue preexpuesto al EC y otros no. Segundo, se cumplieron las condiciones necesarias para medir el efecto: todos los sujetos fueron sometidos a emparejamientos EC – EI. Tercero, las diferencias mostraron la dirección esperada: los sujetos preexpuestos mostraron niveles de congelamiento condicionado menores que los sujetos no preexpuestos.

Sin embargo, existe una serie de consideraciones metodológicas que han de tomarse en cuenta antes de poder afirmar que las diferencias observadas entre los grupos control y el experimental se deben inequívocamente a la preexposición al EC. Tal como Boughner et al. (2004) han señalado, las conclusiones basadas únicamente en un grupo control no permiten discernir claramente el efecto de la preexposición al EC. Ninguno de los procedimientos de control, tradicionalmente empleados en la literatura sobre IL, por sí solo

permite afirmar si la diferencia observada con el grupo experimental se debe al tratamiento de preexposición al EC o a algún otro factor.

Las conclusiones derivadas de la comparación entre el grupo preexpuesto al EC y un grupo de adquisición original no consideran el posible efecto de la preexposición al contexto. Los procedimientos de adquisición original y de IL se diferencian no sólo en la preexposición al EC, sino también en su experiencia con el contexto. Asimismo, las conclusiones derivadas únicamente de la ejecución de un grupo preexpuesto al contexto pueden, en algunos casos, sobreestimar el efecto del tratamiento de preexposición al EC. La preexposición al contexto, en lugar de ofrecer una línea base “neutra” contra la cual contrastar el efecto de la preexposición al EC, suele facilitar la adquisición de otro modo observada cuando se presenta un estímulo novedoso en un contexto novedoso (Boughner et al. 2004). Del mismo modo, las conclusiones basadas únicamente en la comparación del grupo IL con un grupo control preexpuesto a otro EC pudieran estar afectadas tanto por el conocido efecto de facilitación del contexto, como por un posible efecto de facilitación inherente a la mera preexposición a otro EC, como el predicho por modelos de redes neurales.

Tales consideraciones sugieren que, en algunos casos, la validez de afirmar que se ha demostrado la IL pudiera estar supeditada al procedimiento de control seleccionado. Los resultados del presente experimento apoyan esta idea y señalan la necesidad de establecer límites más claros en la definición propuesta por Lubow (1989).

Según esa caracterización, la IL quedó demostrada, tanto a la luz como al tono, en la comparación entre los sujetos preexpuestos al EC (grupos IL) y los sujetos preexpuestos a otro estímulo (grupos OE). Estas diferencias resultaron ser estadísticamente significativas.

En cuanto a los otros dos grupos no preexpuestos al EC (grupos AO y CX) la evidencia a favor de la IL fue menos contundente. Aunque también se cumplieron las condiciones necesarias para producir y medir el efecto, y las diferencias entre los grupos mostraron la dirección esperada, no en todos los casos dichas diferencias resultaron ser estadísticamente significativas.

Respecto a los grupos entrenados con la luz, la comparación entre los niveles de congelamiento condicionado del grupo preexpuesto al EC (ILL) y del grupo preexpuesto sólo al contexto (CXL) también permite afirmar la ocurrencia de IL. Por el contrario, la similitud entre los niveles de congelamiento condicionado observados entre el grupo ILL y el AOL no permite asegurar que efectivamente la preexposición al EC haya producido un retardo de la adquisición con respecto a la normalmente observada cuando un EC es experimentado por primera vez en un contexto totalmente novedoso. Estos resultados son consistentes con los reportados por Boughner et al. (2004) y pueden ser explicados del mismo modo: en términos de la ocurrencia del efecto contexto. En este sentido, la preexposición al contexto parece haber dado lugar a una facilitación de la adquisición, por lo que se puede dudar haya ocurrido IL.

Sin embargo, dado que los niveles de congelamiento de los grupos AOL y CXL no fueron significativamente diferentes, pareciera que el tratamiento de preexposición al

contexto no fue el único responsable de las diferencias entre ILL y CXL. Resulta razonable pensar que la diferencia en los niveles de congelamiento condicionado de estos dos grupos se debió a una combinación de dos factores: (a) la preexposición al contexto que facilitó la adquisición en el grupo CXL y (b) la preexposición al EC que retardó la adquisición en el grupo ILL.

De modo similar, es posible que la ausencia de diferencias entre los grupos ILL y AOL se haya debido a una deficiencia del tratamiento de preexposición al EC para retrasar la adquisición lo suficiente como para ser significativo respecto al grupo AOL. Existen al menos dos razones por las que esto pudiera haber ocurrido. La primera de ellas es que el tiempo total de preexposición al EC hubiese sido muy corto. Sin embargo, Westbrook et al (2000) han demostrado la IL de la respuesta de congelamiento condicionado con parámetros temporales muy similares a los utilizados en este experimento, por lo que es poco probable que el tiempo programado de preexposición al EC no fuese suficiente. La segunda posibilidad es que los sujetos estuviesen dormidos hacia el final de las sesiones de preexposición, lo cual sería equivalente a que los sujetos del grupo ILL percibieran una menor cantidad de ensayos de preexposición que los programados. El análisis visual de algunos de los videos disponibles sugiere que probablemente esto fue lo que ocurrió. Sin embargo, esto no pudo ocurrir en el caso del tono porque, aún dormidas, se pudiera suponer algún nivel de procesamiento del estímulo por parte de las ratas.

No obstante, también se pudiera pensar que el condicionamiento a la luz haya sido muy bajo, causando un efecto de piso que impidió observar IL en la comparación entre los grupos ILL y AOL. Sin embargo, quizás sería más apropiado pensar que la ausencia de

diferencias entre ILL y AOL, no es más que un artefacto de la particular combinación entre la preparación experimental y la respuesta seleccionada para evaluar el condicionamiento. Algunos autores afirman que las luces se condicionan más rápidamente a un choque eléctrico que los tonos, pero que el aprendizaje resultante de tal experiencia no es fácilmente observado en la conducta, y su medición depende de la preparación seleccionada para evaluar el aprendizaje (Rescorla, 1980). Específicamente en preparaciones de congelamiento condicionado, suele ser difícil medir el condicionamiento a una luz, porque la forma de la respuesta condicionada en muchos casos suele ser un aumento de la movilidad como consecuencia de intentar tapar o esconder la fuente de luz (Pinel & Treit, 1979; cp. Rescorla, 1980). Sin embargo, no se puede dudar de que haya ocurrido condicionamiento a la luz, pareciera que simplemente no fue posible evaluarlo en el grupo AOL, lo cual es consistente con las investigaciones de Sigmundi & Bolles, 1983.

Como se mencionó anteriormente, también se observó un retardo de la adquisición en el grupo ILL cuando el grupo de comparación era el OEL, pero dada la similitud entre los niveles de congelamiento condicionado de este grupo con el CXL y las diferencias estadísticamente significativas (de ambos) con el grupo AOL, se puede afirmar que el tratamiento de preexposición a otro estímulo también sobreestima la magnitud de las diferencias con el grupo ILL, siendo que el retardo en la adquisición del grupo ILL al compararlo con el grupo OEL, no se debe sólo al efecto de la preexposición al EC sino a la combinación de este con la facilitación producida por el contexto, y posiblemente, con algún tipo de facilitación producida por la preexposición a otro EC. La ausencia de diferencias estadísticamente significativas entre los grupo OEL y CXL no permite afirmar

que efectivamente haya habido un efecto de facilitación por preexposición a otro estímulo, sin embargo no se puede negar que se observa una tendencia en los datos.

Así, de la comparación entre los grupos control entrenados con la luz, se puede concluir que, a pesar de la posible deficiencia del procedimiento para asegurar que cada ensayo fuese percibido por los sujetos, la preexposición al EC retarda la adquisición, pero la estimación de este retardo dependerá del procedimiento de control seleccionado.

Respecto a los grupos entrenados con el tono, la comparación entre los niveles de congelamiento condicionado del grupo preexuesto al EC (ILT) y del grupo sin preexposición alguna (AOT) indicó la ocurrencia de IL. Sin embargo, como ya se mencionó, el procedimiento de adquisición original no permite concluir que la IL se deba a la preexposición al EC únicamente, también puede atribuírsele a la preexposición al contexto.

La ausencia de diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ILL y CXT, sugiere que la preexposición al EC no produjo retardo de la adquisición alguno. Ello, aunado a la diferencia entre ILL y AOT, sugeriría que contrario a lo esperado, la preexposición al contexto redujo el nivel de congelamiento condicionado.

Además de que esta interpretación es inconsistente con la mayoría de la literatura sobre el tema (e.g., Albert & Ayres, 1989; Ayres et al., 1992; Boughner et al., 2004; Kaye et al., 1987; Rudy et al., 1976), estos resultados pueden explicarse de manera alternativa. Es posible que la ausencia de diferencias estadísticamente significativas entre el grupo ILT y el grupo CXT sea producto del bajo poder de la prueba estadística utilizada para realizar la

comparación entre los grupos. Puede que sí hubiese diferencias entre los grupos pero que la prueba estadística no haya sido suficientemente sensible para detectarlas. Cabe recordar que, para evaluar las diferencias entre los grupos, se utilizó la corrección de Bonferroni, la cual se considera bastante conservadora (Varela y Rial, 2008) y reduce de modo importante el error tipo I a expensas de aumentar la probabilidad de incurrir en un error tipo II. Tres razones para pensar que en tal comparación se incurrió en un error tipo II son las siguientes. Primero, en general el tamaño de los grupos era relativamente pequeño y el grupo CXT contó con una n aún más pequeña, lo cual redujo el poder de la prueba aumentando así la probabilidad de aceptar la hipótesis nula (no diferencias entre los grupos) cuando en realidad es falsa. Segundo, el número de comparaciones planificadas para la prueba post hoc fue alto ($C = 28$), lo que en la corrección de Bonferroni implica una reducción del nivel de α originalmente establecido ($\alpha_{PC} = \alpha / C = .05/28 = .002$) haciéndolo aún más estricto para cada contraste particular. Tercero, la inspección visual de los datos sugiere que los niveles de congelamiento condicionado promedio del grupo CXT son relativamente altos, y es posible que unos pocos datos extremos lo hayan hecho “estadísticamente similar” al grupo ILT en la prueba post hoc.

Por otra parte, se ha reportado en la literatura de congelamiento condicionado que, bajo ciertas circunstancias, la preexposición al contexto puede reducir el congelamiento condicionado a este (Kiernan & Westbrook, 1993). Aunque las condiciones en las que esto sucede son sustancialmente distintas a las del presente experimento se retomará la discusión sobre este punto más adelante.

Regresando a la comparación entre los diferentes grupos control, aun cabe otra interpretación respecto a los altos niveles de congelamiento en el grupo AOT y por qué no se observaron diferencias entre este grupo y el CXT. Al igual que en los grupos entrenados a la luz, en este caso también se esperaba encontrar un efecto de facilitación de la adquisición por la preexposición al contexto, sin embargo ello no ocurrió. Una posible razón de este inesperado resultado es que el estímulo auditivo al ser presentado por primera vez en un contexto totalmente novedoso, haya resultado ser aversivo en sí mismo produciendo una respuesta de congelamiento incondicionado. Asumiendo que el estímulo utilizado resultó aversivo, el congelamiento observado en la prueba sería parcialmente condicionado al choque y parcialmente incondicionado al tono.

Si bien las características del tono utilizado en el presente experimento fueron similares a las de los tonos utilizados por otros investigadores en experimentos de IL con preparaciones de congelamiento condicionado (e.g., Ayres et al., 1992; Escobar et al., 2002; Kaye et al., 1987; Rudy et al., 1976), en este caso la relación entre la intensidad del tono y el ruido de fondo dentro de la caja experimental fue descuidada. La práctica habitual en experimentos de este tipo es que el volumen del tono no supere el volumen del ruido de fondo por más de 12 dB (R. Miller, comunicación personal, 27 de Mayo, 2011), y en el presente experimento el volumen del tono superó el del ruido de fondo en 28 dB aproximadamente. Sin embargo, no conocemos estudios en los que se explore sistemáticamente esta variable en particular, o la posibilidad de que estímulos auditivos pudieran tener propiedades aversivas, lo cual se presenta como una nueva e interesante interrogante que pudiera tener gran valor heurístico.

En este sentido, bajo la asunción de que el tono resultó aversivo en sí mismo, la consistencia de los presentes resultados con aquellos de Kiernan y Westbrook (1993) cobra sentido. En una investigación orientada a examinar los efectos de la preexposición al contexto sobre la respuesta de congelamiento condicionado a este, los autores demostraron que la respuesta de congelamiento es proporcional al intervalo contexto-choque (tiempo transcurrido entre la entrada al contexto y el choque eléctrico), y que esta relación está modulada por la familiaridad del contexto. Preexposiciones cortas facilitan la adquisición de la respuesta de congelamiento condicionado al contexto, mientras que preexposiciones mas largas reducen el impacto del intervalo contexto-choque.

A la luz de estos hallazgos, asumiendo que el tono resultó aversivo y tuvo la capacidad de evocar una respuesta incondicionada de congelamiento, se puede proponer la hipótesis de que los grupos CXT y OET mostraron menores niveles de congelamiento por las mismas razones que los sujetos de Kiernan y Westbrook (1993) mostraron menos congelamiento tras la preexposición al contexto: los sujetos CXT y OET fueron preexpuestos al contexto en una primera fase, posteriormente el contexto fue apareado con un estímulo aversivo (tono cuya RI, hipotéticamente, es el congelamiento). Como resultado de este procedimiento el contexto pudo haber resultado condicionado al tono, de manera que en los siguientes ensayos los sujetos presentaran una respuesta de congelamiento condicionado al contexto. Por medio de esta analogía se pudieran explicar los altos niveles de congelamiento del grupo AOT durante la fase de prueba y los menores niveles de los grupos CXT y OET. En la fase de prueba, el congelamiento observado estaría compuesto

por la RI al tono, la RC al contexto por el choque y la RC al contexto por el tono, siendo esta última menor en CXT y OET que en AOT debido a la preexposición al contexto.

En resumen, respecto a la evaluación de los diferentes procedimientos de control de la IL, en términos de la caracterización del fenómeno ofrecida por Lubow (1989), en todos los casos se cumplieron los requisitos necesarios para su ocurrencia, para medir el efecto y las diferencias entre los grupos experimentales (IL) y los grupos control (AO, CX, OE) mostraron la dirección esperada aunque no en todos los casos las diferencias hayan resultado ser estadísticamente significativas. La comparación entre los grupos control entrenados a la luz sugiere que tanto los procedimientos de preexposición al contexto (CXL) como a otro estímulo (OEL) tienden a sobreestimar el tamaño de las diferencias respecto al grupo experimental (ILL). Tales comparaciones sugieren que ha ocurrido IL, lo cual es contrario a lo que indica la comparación del grupo experimental con el grupo control no ha recibido tratamiento de preexposición alguno (AOL). Sin embargo, esta última afirmación debe ser considerada cautelosamente, pues aún cabe la posibilidad de que el tratamiento ILL no haya sido del todo efectivo para producir un retardo de la adquisición lo suficientemente importante para ser detectado en la comparación con el grupo AOL.

Por último, las posibles conclusiones derivadas de la comparación entre los grupos control entrenados al tono son, al menos, cuestionables. Si el EC empleado efectivamente resultó aversivo en sí mismo, cualquier comparación con el grupo experimental estará contaminada por esta variable, pues los sujetos del grupo IL habrían recibido un tratamiento diferente al de preexposición al EC.

Hasta este punto se ha discutido sobre las implicaciones metodológicas del uso de tres procedimientos de control diferentes. La comparación entre los procedimientos de control de preexposición al contexto y de adquisición original fue originalmente presentada por Boughner et al. (2004). Los resultados del presente experimento replican parcialmente los reportados por estos autores, cuestionan el uso exclusivo del procedimiento de preexposición a otro estímulo como control en el estudio de la IL y respaldan la idea de que en algunos casos “la interpretación de los resultados depende de la condición de control elegida” (Boughner et al., 2004, p. 173).

Resta discutir el otro objetivo de la presente investigación, la evaluación de la predicción de que la preexposición a otro estímulo facilita la adquisición del EC. Como ya se mencionó, este tipo de tratamiento tiene una implicación metodológica importante para el estudio de la IL: exagera la diferencia con respecto a grupos preexpuestos al mismo estímulo entrenado (i.e., grupos experimentales de IL). Antes de entrar en las posibles implicaciones teóricas que esto pudiera tener, es necesario evaluar si efectivamente la facilitación de la adquisición observada en los grupos OE se trata de un fenómeno novedoso en el sentido propuesto por Burgos (2003).

A partir de las simulaciones llevadas a cabo por Burgos (2003) en las que se predice la facilitación de la adquisición por preexposición a otro estímulo, se puede intentar identificar ciertas características del fenómeno en cuestión. Utilizando la misma estructura de la caracterización de IL de Lubow (1989) la facilitación por preexposición a otro EC quedaría demostrada al cumplirse los siguientes requisitos: (1) las condiciones que lo producen: un grupo de sujetos (grupo experimental) debe ser preexpuesto a un estímulo

ortogonal pero sinápticamente competitivo al EC posteriormente entrenado, y otro grupo de sujetos (grupo control) no debe ser preexpuesto a estímulo alguno, (2) las condiciones para medir el efecto: todos los sujetos deben ser sometidos a emparejamientos EC – EI, (3) la dirección de las diferencias entre el grupo control y el experimental: el grupo experimental debe adquirir la RC más rápidamente que el grupo control.

A la luz de esta caracterización, que el grupo experimental adquiriese la RC más rápidamente que un grupo de sujetos sin tratamiento de preexposición alguno (i.e. grupo AO) sería condición necesaria más no suficiente para afirmar que se ha observado facilitación de la adquisición por preexposición a otro estímulo. Tal resultado aún deja abierta la posibilidad de que las diferencias entre los grupos se deban a la experiencia con el contexto. Por ello, quizás un criterio más apropiado, sería que el grupo experimental mostrase una adquisición más rápida que un grupo control preexpuesto al contexto (i.e., grupo CX).

Con base en estos criterios, los resultados de la presente investigación dejan abierta la posibilidad de que la preexposición a otro estímulo facilite la adquisición de un EC objetivo. En los grupos condicionados a la luz, se cumplieron las condiciones para producir y medir el efecto y aunque las diferencias entre los grupos control y experimental no resultaron ser estadísticamente significativas, mostraron la dirección esperada (OEL > CXL).

Existen al menos tres maneras de dar cuenta de estos resultados. La primera, que la prueba estadística no haya sido sensible a las diferencias entre los grupos por razones

similares a las ya expuestas respecto a la corrección de Bonferroni. De ser así, sería cuestionable el uso de este procedimiento como único control en la evaluación de la IL. Adicionalmente, este hallazgo tendría importantes implicaciones en la comprensión de los mecanismos básicos del aprendizaje, e invitaría a muchos modelos teóricos a reformular algunos de sus principios. Actualmente, el único modelo teórico que ha considerado y explicado formalmente este fenómeno es el propuesto por Donahoe et al. (1993).

Una segunda explicación de los mayores niveles de congelamiento condicionado del grupo OEL en comparación al grupo CXL pudiera derivarse de las investigaciones de Shors, Weiss y Thompson (1992). Estos autores encontraron que la experiencia previa con situaciones estresantes incontrolables facilita el condicionamiento clásico de respuestas motoras como el reflejo de la membrana nictitante. En el presente experimento, si el tono efectivamente resultó aversivo para los sujetos, se puede decir que aquellos preexposados al tono estuvieron sometidos a una situación estresante incontrolable, lo cual facilitó el posterior condicionamiento de la luz, pero por un mecanismo totalmente diferente al planteado por Burgos (2003). Esta posibilidad también representa un hallazgo importante dado que se conoce muy poco respecto a las consecuencias “positivas” de las experiencias de aprendizaje aversivas, y este estudio pudiera ser una evidencia de facilitación del aprendizaje por condicionamiento clásico aversivo, con múltiples aplicaciones prácticas y amplio valor heurístico.

Una tercera explicación posible es que la predicción del modelo de redes neurales no sea correcta. Sin embargo, aún cuando la predicción de la facilitación por preexposición a otro estímulo no fuera correcta, el modelo de redes neurales empleado por Burgos en sus

simulaciones no sufriría ningún atentado grave. Incluso la misma simulación de la que se deriva la predicción original puede ser reinterpretada.

En primer lugar, debe recordarse que los modelos son una herramienta de simplificación de la realidad, y como tales no tienen por qué considerar todos los elementos de las situaciones reales. La arquitectura de las redes neurales de Burgos (2003) no representaba explícitamente el contexto, por lo que, en términos estrictos, la facilitación de la adquisición por preexposición a otro estímulo fue simulada en comparación a la adquisición de otros tres grupos: (1) sin preexposición alguna, el cual no fue considerado en la presente investigación (por la evidente dificultad de llevar a cabo una investigación en organismos vivos sin contexto), (2) preexpuesto al mismo estímulo entrenado, equivalente al grupo IL y, (3) preexpuesto a otro estímulo semejante, el cual tampoco se consideró en este estudio.

Sin embargo, en el presente experimento, el grupo más parecido al grupo SIT de Burgos (2003) sería el AO, y en este sentido dicho modelo de redes neurales es capaz de simular correctamente la diferencia observada en el presente experimento entre los grupos AOL y OEL. Asimismo, los resultados de este experimento también son consistentes con la simulación de Burgos (2003) en tanto que los grupos OE mostraron mayor congelamiento condicionado que los grupos IL.

En resumen, estos resultados hacen evidente la relatividad de los criterios que caracterizan el fenómeno de IL tal como fue definido por Lubow (1989). Si bien la IL es usualmente considerada como un fenómeno muy robusto por haberse observado en una

amplia variedad de especies animales y preparaciones experimentales, la magnitud del efecto de preexposición al EC depende, en muchos casos, del grupo control seleccionado. Sin embargo, en la literatura parece no habersele atribuido la importancia que este detalle amerita. Por último, el fenómeno de facilitación por preexposición a otro estímulo predicho por el mismo modelo de redes neurales aún espera comprobación empírica. El presente experimento ofrece evidencias lo suficientemente razonables como para seguir considerando plausible la existencia del fenómeno.

Referencias

- Albert, M., & Ayres, J. (1989). With number of preexposures constant latent inhibition increases with preexposure CS duration or total CS exposure. *Learning and Motivation, 20*, 278-294.
- Ayres, J., Bombace, J. C., Shurtleff, D., & Vigorito, M. (1985). Conditioned suppression tests of the context-blocking hypothesis: Testing in the absence of the preconditioned context. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes, 11*(1), 1-14. doi: 10.1037/0097-7403.11.1.1
- Ayres, J., Philbin, D., Cassidy, S., Bellino, L., & Redlinger, E. (1992). Some parameters of latent inhibition. *Learning and Motivation, 23*, 269-287.
- Balaz, M. A., Capra, S., Kaspro, W. J., & Miller, R. R. (1982). Latent inhibition of the conditioning context: Further evidence of contextual potentiation of retrieval in the absence of appreciable context-US associations. *Animal Learning & Behavior, 10*(2), 242-248.
- Balsam, P. (1985). The functions of context in learning and performance. En: P. Balsam & A. Tomie (Eds.), *Context and Learning*. (pp.1-22) Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
- Boughner, R. L., & Papini, M. R. (2005). Appetitive latent inhibition in rats: Preexposure performance does not predict conditioned performance. *Behavioural Processes, 72*, 42-51. doi: 10.1016/j.beproc.2005.11.015

- Boughner, R.L., Thomas, B. L., & Papini, M., R. (2004). Effects of nonreinforced preexposure to the context on autoshaping in rats: Methodological implications for demonstrations of latent inhibition. *International Journal of Comparative Psychology, 17*, 196-184. Recuperado de <http://www.bw.edu/academics/psy/faculty/>
- Burgos, J. E. (2003). Theoretical note: Simulating latent inhibition with selection neural networks. *Behavioural Processes, 62*, 183-192. doi: 10.1016/S0376-6957(03)000251
- Channell, S., & Hall, G. (1983). Contextual effects in latent inhibition with an appetitive conditioning procedure. *Animal Learning & Behavior, 11*, 67-74.
- Donahoe, J. W., Burgos, J. E. Palmer, D.C. (1993). A selectionist approach to reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 60*(1), 17-40. doi: 10.1901/jeab.1993.60-17
- Durlach, P. J. (1984). The effect of intertrial conditioned stimuli in autoshaping. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 36*(B), 353-369.
- Escobar, M., Arcediano, F., & Miller, R. R. (2002). Latent inhibition and contextual associations. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes, 28*(2), 123-136. doi: 10.1037/0097-7403.28.2.123
- Fanselow, M. S. (1980). Conditional and unconditional components of post-shock freezing. *Pavlovian Journal of Biological Sciences, 15*, 177-182.

- Hall, G., & Channell, S. (1985). Differential effects of contextual change on latent inhibition and on the habituation of an orienting response. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, *11*, 470-481.
- Hall, G., & Honey, R. C. (1989). Contextual effects in conditioning, latent inhibition, and habituation: associative and retrieval functions of contextual cues. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, *15*, 232-241.
- Holmes, N. & Harris, J. (2009). The loss of latent inhibition across compound conditioning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, *35*, (3), 328-339.
- Holmes, N. M., & Harris, J. A. (2009). The loss of latent inhibition across compound conditioning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, *35*(3), 328-339. doi: 10.1037/a0014537
- Honey, R. C., & Hall, G. (1988). Overshadowing and blocking procedures in latent inhibition. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *40*(B), 163-186.
- Honey, R. C., & Hall, G. (1989). Enhanced discriminability and reduced associability following flavor preexposure. *Learning and Motivation*, *20*(3), 262-277.
- Kaye, H., Preston, G. C., Szabo, L., Druiff, H., & Mackintosh, N. J. (1987). Context specificity of conditioning and latent inhibition: Evidence for a dissociation of latent inhibition and associative interference. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *39*(B), 127-145.

- Killcross, S., & Balleine, B. (1996). Role of primary motivation in stimulus preexposure effects. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 22(1), 32-42.
- Lovibond, P. F., Preston, G. C., & Mackintosh, N. J. (1984). Context specificity of conditioning, extinction and latent inhibition. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 10(3), 360-375.
- Lubow, R. E. (1989) *Latent Inhibition and Conditioned Attention Theory*. Canada: Cambridge University Press.
- Lubow, R. E., & Moore, A. U. (1959). Latent inhibition: The effect of nonreinforced pre-exposure to the conditional stimulus. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 52, 415-419.
- Lubow, R. E., Weiner, I., & Schnur, P. (1981). Conditioned Attention Theory. En: G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 13, pp. 1–55). San Diego, CA: Academic Press.
- Lubow, R.E., Rifkin, B., & Alek, M. (1976). The context effect: The relationship between stimulus preexposure and environmental preexposure determines subsequent learning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 2(1), 38-47.
- Mackintosh, N. J. (1973). Stimulus selection: Learning to ignore stimuli that predict no change in reinforcement. En: R. A. Hinde & L. S. Hinde (Eds.), *Constraints of Learning* (pp. 75–96). London: Academic Press.

- Mackintosh, N. J. (1975). A theory of attention: Variations in the associability of stimuli with reinforcement. *Psychological Review*, 82(4), 276-298.
- Mackintosh, N. J. (1983) Control de estímulos. Factores de atención. En: W. Honig y J. Staddon (Eds.), *Manual de Conducta Operante* (pp. 643-685). Mexico: Trillas.
- Mercier, P., & Baker., A. G. (1985). Latent inhibition, habituation, and sensory preconditioning: a test of priming in short-term memory. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 11, 485-501.
- Quintero, E., Diaz, E., Vargas, J. P., Schmajuk, N., López, J. C., & De la Casa, L.G. (2011). Effects of context novelty vs. familiarity on latent inhibition with a conditioned taste aversion procedure. *Behavioural Processes*, 86, 242-249. doi: 10.1016/j.beproc.2010.12.011
- Reiss, S., & Wagner, A. R. (1972). CS habituation produces a “latent inhibition effect” but no active “conditioned inhibition”. *Learning and Motivation*, 3, 237-245.
- Rescorla, R. (1980). *Pavlovian Second-Order Conditioning*. Hillsdale, LEA.
- Rescorla, R. A. (1971). Summation and retardation tests of latent inhibition. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 75, 77-81.
- Rosas, J. M., and Bouton, M. R. (1997). Additivity of the effects of retention interval and context change on latent inhibition: Towards resolution of the context forgetting paradox. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavioral Processes*, 23(3), 283–294. doi: 10.1037/0097-7403.23.3.283

- Rudy, J. W., Krauter, E. E., & Gaffuri, A. (1976). Attenuation of the latent inhibition effect by prior exposure to another stimulus. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 2(3), 235-247. doi: 10.1037/0097-7403.2.3.235
- Schmajuk, N. A., Lam, Y. W., & Gray, J. A. (1996). Latent Inhibition: A neural network approach. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 22(3), 321-349.
- Schnur, P., & Lubow, R. E. (1976). Latent inhibition: The effects of ITI and CS intensity during preexposure. *Learning and Motivation*, 7(4), 540-550.
- Shors, T. J., Weis., C., & Thompson, R. F. (1992). Stressinduced facilitation of classical conditioning. *Science*, 257, 537-539.
- Siegel, S. (1969). Generalization of latent inhibition. *Journal of Comparative Physiological Psychology*, 69(1), 157-159.
- Sigmundi, R. A. & Bolles, R. C. (1983). CS modality, context conditioning, and conditioned freezing. *Animal Learning and Behavior*, 11(2), 205-212.
- Varela, J. y Rial, A. (2008). *Estadística Práctica para la Investigación en Ciencias de la Salud*. La Coruña: Netbiblio, S. L. Recuperado de <http://books.google.com/books>
- Westbrook, R. F., Jones, M. L., Bailey, G. K., & Harris, J.A. (2000). Contextual control over conditioned responding in a latent inhibition paradigm. *Journal of*

Experimental Psychology: Animal Behavior Processes, 26(2), 157-173. doi:

10.1037/0097-7403.26.2.157

Yap, C. S., & Richardson, R. (2005). Latent inhibition in the developing rat: An examination of context-specific effects. *Wiley InterScience*. Advance online publication. doi: 10.1002/dev.20074