



## ASPECTOS ADAPTATIVOS COLATERALES DEL CONDICIONAMIENTO HUMANO: LA DISMINUCIÓN DE LA RESPUESTA INCONDICIONADA

JAIME REDONDO

Departamento de Psicología Social y Básica. Universidad de Santiago de Compostela

### Resumen

En el estudio del condicionamiento clásico en sujetos humanos se ha observado, con relativa frecuencia, una reducción en la amplitud de la respuesta incondicionada (RI) como consecuencia del emparejamiento repetido del estímulo condicionado (EC) y el estímulo incondicionado (EI). Este fenómeno, que tiene lugar al margen del efecto preasociativo de habituación, se denomina *disminución de la RI*. Esta línea de investigación recobra el análisis de la RI, al tiempo que destaca el valor adaptativo de la respuesta condicionada (RC). Así, se propone que el condicionamiento clásico facilitaría el equilibrio homeostático del organismo, disminuyendo el impacto de los EIs aversivos mediante un mecanismo de anticipación o «feedforward». El objetivo de este artículo es ofrecer una revisión de las distintas interpretaciones elaboradas para explicar la disminución de la RI, agrupándolas, de acuerdo con el mecanismo explicativo que proponen, en tres categorías: hipótesis fisiológicas, cognitivas y asociativas.

**Palabras claves:** Condicionamiento clásico, actividad electrodérmica, disminución de la RI.

### Abstract

In the study of human classical conditioning, reduced response to the unconditioned stimulus (US) with repeated presentations of a conditioned stimulus (CS) and an US has been observed with relative frequency. This phenomenon, that takes place independently of the nonassociative effects of habituation, was known as *unconditioned response (UR) diminution*. This line of research brings back the analysis of the UR, as well as emphasizes the adaptative role of the conditioned response (CR). Thus, it is proposed that classical conditioning would mitigate the impact of aversive USs by means of a feedforward mechanism. The purpose of the present paper is to outline a review of the explanations elaborated to explain the UR diminution effect, being classified in accordance to the nature of the explanatory mechanism proposed, namely, physiological, cognitive and associative hypothesis.

**Key words:** Classical conditioning, Electrodermal activity, UR diminution.

## INTRODUCCIÓN

Son numerosas las investigaciones sobre condicionamiento clásico en las que se ha observado una disminución en la amplitud de la respuesta incondicionada (RI) a medida que se efectuaban los ensayos de asociación entre el estímulo condicionado (EC) y el estímulo incondicionado (EI) (p. ej. Lykken, 1959; Baxter, 1966; Kimmel, 1966, 1967).

Este fenómeno, denominado disminución de la RI, tiene lugar al margen de la habituación de esta respuesta. Es decir, si se controla el efecto de habituación de la RI, mediante un diseño apropiado, continuará observándose una disminución en su amplitud a lo largo de los ensayos de condicionamiento. Las investigaciones que serán objeto de esta revisión utilizaron EIs aversivos,

fundamentalmente explosiones de ruido blanco y estimulaciones eléctricas, al igual que la mayor parte de los estudios sobre condicionamiento clásico humano. Por tanto, no discutiremos aquí la modulación de la RI debida a la utilización de EIs apetitivos, un campo de investigación mucho menos estudiado debido a la dificultades que conlleva la utilización de ese tipo de estímulos.

La determinación de los mecanismos responsables del fenómeno de disminución de la RI posee una gran relevancia teórica en tres aspectos fundamentales:

a) Hasta aproximadamente los años setenta, el condicionamiento clásico era visto como un fenómeno de sustitución de estímulos, siendo así considerado como un aprendizaje Estímulo-Respuesta (E-R). Sin embargo, a partir de la publicación del conocido trabajo de Rescorla (1967), comienza a imponerse una explicación cognitiva del condicionamiento clásico. Desde esta perspectiva se postula el aprendizaje de una relación de contingencia entre el EC y EI, por lo que el condicionamiento clásico se interpreta como una forma de aprendizaje Estímulo-Estímulo (E-E). Ambos tipos de aprendizaje desempeñan un papel fundamental en la explicación del fenómeno que nos ocupa. Como veremos, desde la perspectiva E-E, la percepción de la relación de contingencia EC-EI podría acelerar la disminución de la RI. Sin embargo, si se controla la influencia de los procesos cognitivos mediante un diseño adecuado (véase Huertas, 1991), continúa observándose el fenómeno. En este caso, estaría implicado un proceso de carácter no cognitivo, relacionado con el de aprendizaje de la respuesta condicionada (RC), que sugiere la base asociativa de la disminución de la RI. En consecuencia, la interpretación de este fenómeno debería abordarse desde una perspectiva integradora que contemple la influencia de los procesos de aprendizaje E-E y E-R, un deseo ya manifestado por diversos investigadores del condicionamiento clásico humano (véase, p. ej., Furedy, 1992; Furedy y Riley, 1987).

b) Tradicionalmente, la investigación sobre el condicionamiento clásico se ha centrado casi exclusivamente en el análisis de la RC. En cambio, el estudio del fenómeno que nos ocupa, además de considerar la importancia de la RC, recupera el análisis de la RI como un elemento de considerable importancia en el condicionamiento.

c) Un tercer aspecto que muestra la relevancia teórica y potencialmente práctica de esta línea de investigación, es la idea subyacente a la función adaptativa del condicionamiento clásico humano. De modo más o menos implícito se sugiere el valor adaptativo del condicionamiento, en cuanto que una de sus funciones consistiría en ayudar a mantener el equilibrio homeostático, disminuyendo el impacto del EI sobre el organismo mediante un mecanismo de anticipación o de "feedforward" (Toates, 1979). Así, por ejemplo, cuando se presentan ECs asociados con drogas que actúan como EIs, en ocasiones la RC muestra propiedades opuestas a la RI. Siegel (1975, 1976, 1977), desarrolló un modelo de RCs compensatorias con el fin de interpretar este hecho. Mediante este modelo, Siegel intenta explicar la disminución de la RI observada ante una gran variedad de EIs farmacológicos (morfina, etanol, pentobarbital, etc.). Sin embargo, aunque el modelo de Siegel ha generado una fructífera línea de investigación, no ha ofrecido una explicación totalmente satisfactoria de la disminución de la RI, ya que no todas las RCs son opuestas a los efectos manifiestos de los EIs (Domjan y Burkhard, 1990)

El fenómeno de disminución de la RI comenzó a investigarse alrededor de 1960 utilizando, en un primer momento, el condicionamiento de parpadeo en ratas y en humanos y, posteriormente, la actividad electrodérmica en sujetos humanos. Sigue una etapa, entre 1965 y 1975, en la que proliferan las investigaciones sobre la disminución de la RI, dando lugar a diversas interpretaciones del fenómeno, desde hipótesis asociativas a explicaciones que tenían en cuenta la interferencia RC-RI o que implicaban al reflejo de orientación (RO). Desde entonces y hasta la actualidad pocos son los estudios dedicados a investigar el fenómeno. Este hecho no deja de ser curioso, ya que la mayor parte de las investigaciones del período 1965-1975, más que ofrecer respuestas claras al problema de la disminución de la RI, plantearon nuevas cuestiones, muchas de ellas todavía sin resolver. En todo caso, hay que resaltar que la investigación sobre la disminución de la RI está recobrando un renovado interés, como sugieren las diferentes interpretaciones teóricas que

se ofrecen para su explicación. Estas interpretaciones, en términos generales, se pueden agrupar en tres categorías:

- fisiológicas: hipótesis de la interferencia
- cognitivas: hipótesis de la precepción o de expectación del EI e hipótesis del restablecimiento del RO.
- asociativas: hipótesis de base asociativa o de disminución automática de la RI.

En su exposición, por motivos didácticos, se seguirá en ocasiones un orden cronológico. Sin embargo, el criterio principal que hemos adoptado para agrupar las diferentes hipótesis considera el mecanismo que proponen para la explicación de la disminución de la RI (fisiológico, cognitivo o asociativo). Aunque este fenómeno fue observado en múltiples sistemas de respuesta, como la actividad cardiovascular (Lykken, Macindoe y Tellegen, 1972, exp. 1), los potenciales evocados (Lykken y cols., 1972, exp. 2), o el parpadeo (Kimble y Ost, 1961), la mayor parte de las investigaciones que sirvieron de base para la formulación de las citadas hipótesis utilizaron la SCR como variable dependiente.

## LA HIPÓTESIS DE LA INTERFERENCIA

Esta hipótesis establece que la disminución de la RI se debe a la interferencia de esta respuesta con la RC. Por tanto, dicha disminución será un resultado periférico, de escaso interés psicológico, consecuencia de la fatiga de las glándulas sudoríparas que sería directamente proporcional a la proximidad entre la RC y la RI.

Ya en los primeros años de investigación del fenómeno de la disminución de la RI, algunos autores se percataron del problema metodológico que suponía la interferencia RC-RI. Por ejemplo, Kimble y Dufort (1956), refiriéndose a los resultados de su experimento, indican: "...casi todas las RCs se mezclaron con las RIs, enmascarando la amplitud de la RI, haciéndola un poco ambigua en aquellos ensayos en los que ocurrieron RCs. Debido a esta ambigüedad, se realizaron mediciones de la amplitud de la RI sólo en aquellos ensayos en los que no se observaba la RC" (Kimble y Ost, 1961, p. 152). Sin embargo, estos autores continuaron observando una reducción significativa en la amplitud de la RI en aquellos ensayos en los que la RC, que físicamente podría haber interferido con la RI, no estaba presente.

Años más tarde, Peeke y Grings (1968) diseñaron un experimento para intentar controlar el efecto de la interferencia sobre la disminución de la RI. Para ello, presentaron ensayos EC/EI a un grupo de sujetos, utilizando un intervalo interestimular (IIE) constante de 5.5 segundos (segs.). Un segundo grupo recibió también ensayos EC/EI pero con IIEs que variaban desde 0.6 a 11.0 segs., incluyendo ensayos con un IIE de 5.5 segs., por lo que la predictibilidad del EI era menor que en el primer grupo de sujetos. Compararon la RI de ambos grupos, en aquellos ensayos en los que el IIE era idéntico (5.5 segs.). Los resultados mostraron que la RI en el primer grupo, en el que el IIE se mantuvo constante, era significativamente menor que en el segundo grupo, a pesar de que la interferencia RC-RI fue similar en ambos casos, ya que el IIE utilizado era también el mismo. Este resultado llevó a los autores a sostener que otros factores, como la predictibilidad del EI, podrían ser más importantes que la interferencia en la explicación de la disminución de la RI. Más recientemente, Baltissen y Weimann (1989) utilizando un control del efecto de interferencia similar al de Peeke y Grings, llegaron a las mismas conclusiones.

A pesar de estos resultados iniciales, contrarios a una explicación del fenómeno de disminución de la RI en términos de una interferencia RC-RI, esta hipótesis recobraría popularidad a raíz de la investigación llevada a cabo por Grings y Schell (1969a). Estos autores, basándose en los resultados de su experimento, llegaron a la conclusión de que la amplitud de la RI era directamente proporcional a la duración del IIE e inversamente proporcional a la intensidad del EC. Mantenían así que la disminución de la RI se debía únicamente a la interferencia de esta respuesta con la RC: cuanto mayor fuese la proximidad entre ambas, mayor sería la interferencia y, por tanto, la

disminución de la RI observada. Además, cuanto mayor fuese la intensidad del EC y, por tanto, la amplitud de la RC, mayor sería también el agotamiento fisiológico de las glándulas sudoríparas en el subsiguiente intervalo de emisión de la RI, registrándose así una SCR de menor amplitud.

Sin embargo, la mayor parte de la investigación posterior no hizo más que confirmar los resultados de los primeros experimentos, contrarios a una explicación del fenómeno en términos de una interferencia RC-RI. Así, como veremos, algunos trabajos mostraron la existencia de disminución de la RI utilizando procedimientos de huella, en los que el IIE era lo suficientemente largo como para que la RC recuperase su valor inicial, previo a la presentación del EC. En dichas investigaciones, por tanto, la RC no podía interferir con la RI, puesto que cuando se presentaba el EI, la RC ya había recuperado el valor de línea base (Merckelbach y van den Hout, 1991). Por otro lado, una de las consecuencias que se deriva de la hipótesis de la interferencia de respuesta es la predicción de una relación inversa entre las amplitudes de la RC y la RI. Sin embargo, son numerosas las investigaciones que, lejos de encontrar dicha relación, obtienen además una correlación positiva entre ambas respuestas (Baltissen y Boucsein, 1986; Lykken, Macindoe y Tellegen, 1972; Marcos y Redondo, 1999a y b; Redondo y Marcos, 2000).

Por tanto, aunque en un principio esta hipótesis resultó atractiva, ya que proponía un mecanismo sencillo para la explicación de la disminución de la RI, la evidencia experimental seguía mostrando una disminución de esa respuesta, aun cuando se controlaba el posible efecto de interferencia. En consecuencia, fue necesario acudir a otro tipo de interpretaciones alternativas para explicar este fenómeno.

## **HIPÓTESIS COGNITIVAS**

Se agruparán bajo este epígrafe aquellas hipótesis cuyo supuesto principal consiste en asumir que la disminución de la RI tiene lugar como consecuencia de la percepción de la situación experimental por parte del sujeto, lo que le permitiría prepararse para recibir el EI aversivo y mitigar así su impacto (Peeke y Grings, 1968; Kimmel, 1966). Esta preparación sólo sería posible si el sujeto dispone de alguna señal que le advierta de la presentación del EI, como por ejemplo un EC. Además, para que tenga lugar la disminución de la RI, es necesario que el sujeto perciba la relación de contingencia EC-EI, bien a lo largo de los ensayos de condicionamiento, o desde el inicio de la sesión mediante instrucciones que le informen sobre las contingencias estímulares.

### **Hipótesis de la precepción o de expectación del EI**

En un informe pionero en el estudio de la disminución de la RI, Lykken (1959) observó que la amplitud de la SCR incondicionada elicitada por un EI (descarga eléctrica) que se repetía cada 30 segs., disminuía significativamente cuando presentaba un tono de 5 segs. de duración precediendo a dicho EI. Este autor, realizó una interpretación "cognitivo-perceptiva" de este resultado (Kimmel, 1966): presumiblemente, los sujetos estimaban mejor el instante en el que se administraría el EI cuando éste era precedido por una señal de 5 segs. de duración que cuando se utilizaba la propia descarga como señal de la siguiente, ya que en este último caso el tiempo transcurrido era mayor (30 segs.).

De acuerdo con Lykken (1959), el fenómeno de disminución de la RI se debe a un proceso de inhibición fásica y selectiva, iniciado por la señal de aviso y centrado en el momento en el que se espera la estimulación aversiva. Utilizó el término precepción para referirse a este mecanismo hipotético que permitiría la "preparación" o "sintonización" del sistema aferente para recibir el EI. El mecanismo de precepción podría tanto atenuar el impacto de los estímulos aversivos esperados, como amplificar la intensidad de un estímulo señalado si su detección resultase beneficiosa para el individuo. Por tanto, los estímulos aversivos darían lugar a una precepción negativa (es decir, a su atenuación), mientras que los estímulos apetitivos o atractivos conducirían

a una precepción positiva (es decir, a su amplificación). La precepción sólo podría ser mantenida durante un breve período de tiempo, por lo que su efectividad para modular la percepción del EI dependería de la capacidad del sujeto para anticipar la naturaleza exacta de ese estímulo (Lykken, Macindoe y Tellegen, 1972). De esta forma, Lykken y sus colaboradores sugieren que no todos los sujetos se beneficiarían del mecanismo de precepción y de la consecuente reducción del impacto del EI.

De acuerdo con Lykken y Tellegen (1974), la hipótesis de la precepción parte de dos supuestos que permiten su contrastación experimental:

Un primer supuesto, al que podríamos denominar de "evaluación subjetiva del EI", afirma que la precepción debería alterar la forma en que el sujeto experimenta el EI, haciéndolo parecer menos intenso o aversivo. Por tanto, los sujetos evaluarían los EIs aversivos predecibles como menos intensos que los impredecibles.

El segundo supuesto, hace referencia a la "evaluación objetiva del EI" y supone que si el EI aversivo es predecible, entonces los indicadores autonómicos de arousal emocional deberían mostrar un efecto similar al que se obtendría disminuyendo la intensidad del EI. Por ejemplo, la amplitud de la SCR incondicionada sería menor en una condición "EI previsible" que en otra condición "EI imprevisible".

Con anterioridad, Lykken y cols. (1972) habían intentado poner a prueba la validez de estos supuestos, variando la predictibilidad temporal y espacial del EI mediante un diseño en el que señalaban o no el EI y variaban su lugar de administración, respectivamente. Los resultados indicaron una disminución significativa de la SCR elicitada por el EI en las condiciones de predictibilidad (temporal y de lugar) en comparación con las condiciones de no predictibilidad, confirmando así el supuesto referido a los indicadores autonómicos. Sin embargo, el supuesto de evaluación subjetiva del EI no pudo ponerse a prueba debido a un fallo en el diseño experimental.

En general, aunque la mayoría de las investigaciones sobre el fenómeno de disminución de la RI apoyaron el supuesto de evaluación objetiva del EI, en casi ninguna pudo confirmarse el supuesto de evaluación subjetiva (p. ej. Furedy y Doob, 1971a, 1971b; Furedy, Katic, Klajner y Poulos, 1973; Klemp y Rodin, 1976; Lykken y cols., 1972; véase Furedy, 1975 para una revisión). Las investigaciones más recientes (Baltissen y Boucsein, 1986, Baltissen y Weimann, 1989), confirman también la inconsistencia entre los indicadores subjetivos y objetivos de la intensidad del EI.

Las estrategias experimentales diseñadas para evaluar la intensidad subjetiva del EI fueron numerosas y dispares, por lo que expondremos sólo dos ejemplos ilustrativos. Así, Lykken y cols. (1972) pidieron a los sujetos experimentales que asignaran, verbalmente, un valor a la intensidad del EI durante los ensayos de condicionamiento, utilizando una escala en la que un "0", indicaría que el EI era tan poco intenso que no lo percibían y un "20" que era insoportablemente fuerte. Aunque los sujetos experimentales lo desconocían, la intensidad del EI se mantenía constante, con un valor igual al que cada sujeto había evaluado previamente como el límite soportable. Por su parte, Schell y Grings (1971) utilizaron un índice no verbal para la evaluación subjetiva de la intensidad del EI. Pidieron a los sujetos que ajustaran la intensidad de un tono, escuchado en un oído, hasta igualarla con la intensidad del EI (una explosión de ruido blanco, administrada en el otro oído).

Por otra parte, Furedy y Klajner (1974) advirtieron que el efecto de interferencia podría actuar como un factor de confusión cuando se utiliza la amplitud de la RI como un índice de la aversividad relativa de los EIs señalados o no señalados. Para dar solución a este problema y evitar así el fenómeno de la interferencia, Furedy y colaboradores (Furedy, 1972; Furedy y Ginsberg, 1973; Furedy y Klajner, 1972) idearon un nuevo procedimiento experimental. Presentaban un estímulo (señal secundaria) que indicaba si el EI que le seguiría sería o no señalado mediante un EC (señal primaria). Estos autores utilizaban la respuesta del sujeto a la señal secundaria como un índice autonómico de la aversividad del EI, en lugar de emplear para tal fin la propia RI. Los experimentos que llevaron a cabo con este nuevo índice no mostraron diferencias significativas entre la aversividad

de los EIs señalados y los no señalados, contrariamente a las predicciones derivadas de la hipótesis de la precepción.

Sin embargo, Lykken y Tellegen (1974) cuestionaron la validez del índice utilizado por Furedy y colaboradores, argumentando que la respuesta elicitada por estímulos que señalan el carácter de los estímulos subsiguientes no puede tomarse como un índice de aversividad anticipada. Exponen esta idea mediante un ejemplo muy gráfico: un estímulo que precede a una situación en la que el sujeto debe llevar a cabo una tarea (p. ej., la señal de "¡Preparado!", escuchada por un velocista antes de empezar a correr los 100 metros lisos), puede producir una respuesta mayor que la elicitada por un estímulo que preceda a un intervalo de estimulación aversiva (p. ej., la misma señal de "¡Preparado!", para el mismo velocista, pero precediendo ahora a una descarga eléctrica), incluso aunque la tarea sea considerada más interesante y menos aversiva que la descarga eléctrica. Esto sucedería, según los autores, debido a que una situación es activa (es decir, requiere movilización para la acción), mientras que la otra es pasiva. Lykken y colaboradores (1972) consideran que la precepción es un proceso activo que requiere cierto esfuerzo, ya que de otra manera no estaría tan críticamente focalizado en el momento en el que se espera el EI aversivo. Por tanto, concluyen que las críticas que puedan realizarse a la hipótesis de la precepción, utilizando el índice ideado por Furedy y sus colaboradores, deberían tomarse con precaución.

### **La hipótesis del restablecimiento del reflejo de orientación y la reformulación de la hipótesis de la precepción**

La hipótesis del restablecimiento del RO (Grings, 1969; Furedy y Klajner, 1974) está basada en el modelo de Sokolov (1960), desarrollado originalmente para explicar el fenómeno de la habituación del RO, es decir, la reducción gradual de la amplitud del RO elicitado por un estímulo no señalado repetido de forma no periódica. Supone que los estímulos son comparados con una expectativa o "modelo neuronal", basado en la experiencia previa y que el RO es proporcional a la discrepancia entre dicha expectativa y el estímulo actual. Así, cuanto menor sea la discrepancia entre el estímulo y el modelo, mayor será la inhibición generada y menor la amplitud del RO. Por tanto, de acuerdo con esta hipótesis, un EI impredecible elicitaría una RI de mayor amplitud que otro impredecible simplemente debido a que es más novedoso o inesperado.

Partiendo de los supuestos de esta hipótesis y teniendo en cuenta las citadas críticas de Furedy y Klajner (1974), Lykken y Tellegen (1974) decidieron reformular su hipótesis original de la precepción, intentando además explicar la disminución de la RI debida a la habituación del RO. De acuerdo con estos autores, la habituación, tal y como la concibe Sokolov en su modelo, es un proceso que tiene lugar en el primer sistema de señales, que actúa automáticamente para cualquier estímulo, aunque éste no advierta de la presentación de un segundo estímulo. Este proceso se desarrollaría al margen de la conciencia o la atención y, en consecuencia, no implicaría un esfuerzo apreciable por parte del sujeto. Sin embargo, la precepción requiere que el EI aversivo sea predecible y, en términos de la teoría de Sokolov, esta predictibilidad daría lugar a una inhibición previa a la presentación de dicho estímulo. Por tanto, la función de la precepción sería "cortocircuitar" el proceso de habituación que se desarrolla de forma más lenta, atenuando el RO en los primeros ensayos de condicionamiento. El mecanismo de precepción requeriría cierto esfuerzo, ya que implica al segundo sistema de señales en el que participa la atención y la conciencia. Por tanto, transcurrido el tiempo suficiente, sería sustituido por el proceso más económico de la habituación.

Hoy en día, la mayor parte de las teorías sobre el condicionamiento clásico autónomico en humanos asumen que la conciencia de la contingencia es una condición necesaria para que tenga lugar el condicionamiento (véase, p. ej., Davey, 1997). La hipótesis de la precepción, supone que la conciencia de la relación de contingencia EC-EI es necesaria también para poner en marcha el mecanismo inhibitorio responsable de la disminución de la RI. Sin embargo, la complejidad en

la explicación de dicho mecanismo, así como la falta de evidencia empírica que sustente el supuesto de evaluación subjetiva del EI, dieron lugar a una explicación más simple del fenómeno de disminución de la RI, que se revisará en el siguiente apartado.

### **HIPÓTESIS DE BASE ASOCIATIVA O DE DISMINUCIÓN AUTOMÁTICA DE LA RI**

Desde esta interpretación (Baxter, 1966; Grings y Schell, 1971; Kimmel, 1967; Kimble y Ost, 1961; Kimmel y Pennypacker, 1962), se asume que la disminución de la RI depende de los mismos parámetros que se sabe afectan a la adquisición de la RC (IIE, número de ensayos de condicionamiento, procedimiento utilizado, etc.). Por tanto, esta hipótesis considera que la RI es un concomitante regular del proceso de condicionamiento.

En un experimento pionero, Kimble y Dufort (1956) investigaron el efecto de las presentaciones intercaladas del EI en el condicionamiento del parpadeo. Sometieron a los sujetos a tres series de 20 ensayos: en la primera, se presentaban emparejamientos EC-EI, en la segunda el EI solo y en la tercera, nuevamente, emparejamientos EC-EI. Observaron, casualmente, que la amplitud de la RI, que había disminuido gradualmente durante la primera serie, se había incrementado repentinamente en el primer ensayo de la segunda serie, manteniendo una amplitud elevada durante esta fase. En el ensayo 41 (primero de la tercera serie), la RI volvió a disminuir su amplitud hasta valores próximos a los obtenidos al final de la primera serie. Los autores interpretaron este resultado suponiendo que había tenido lugar una inhibición condicionada de la RI.

Desde entonces, numerosas investigaciones mostraron el efecto deteriorante del condicionamiento sobre la amplitud de la RI, sugiriendo que la disminución de esta respuesta depende de la integridad de la asociación EC-EI (p. ej. Canli, Detmer y Donegan, 1992; Donegan y Wagner, 1987, Experimento 2; Marcos y Redondo, 1999a, 1999b; Redondo y Marcos, 2000). Así, Kimmel y Pennypacker (1962) encontraron una correlación positiva entre el número de ensayos de condicionamiento y el grado de disminución de la amplitud de la RI. Otras investigaciones mostraron que la magnitud de disminución de la RI en el condicionamiento del parpadeo (Kimble y Ost, 1961), de la SCR (Grings y Schell, 1971), o de la tasa cardíaca (Redondo y Marcos, 2003), depende del IIE utilizado. Por otro lado, los ensayos de extinción en los que se presenta el EC solo, conducen también a la extinción de la propia disminución de la RI (Morrow, 1966). Finalmente, el hecho de que la disminución de la RI no se observe cuando se presenta una secuencia desemparejada de ECs y EIs (Baxter, 1966; Morrow, 1966), apoya la existencia de una base asociativa en la explicación de este fenómeno.

Uno de los primeros parámetros estudiados en la investigación de la disminución de la RI fue el IIE. Ya en 1961, Kimble y Ost, utilizando el condicionamiento de parpadeo en sujetos humanos, variaron sistemáticamente el IIE, obteniendo la máxima disminución de la RI cuando este intervalo era óptimo. De hecho, la curva que relacionaba el IIE y el grado de disminución de la RI era prácticamente idéntica a la típica curva que muestra el grado de condicionamiento alcanzado en función del IIE. Kimmel y Pennypacker (citado en Kimmel y Pennypacker, 1962), obtuvieron resultados similares en un experimento no publicado con sujetos humanos, pero utilizando en esta ocasión la actividad electrodérmica. Lykken (1962), en una investigación con ratas, concluyó también que cuanto más óptimo era el IIE, mayor era la disminución de la RI. Este mismo autor, en otra investigación no publicada (citada en Lykken y cols., 1972), realizada en la misma época que la anterior, encontró resultados similares con sujetos humanos.

Animados por los resultados de Kimble y Ost (1961), Kimmel y Pennypacker (1962) se propusieron continuar su línea de investigación, pero utilizando la actividad electrodérmica y otro parámetro de condicionamiento: el número de ensayos de adquisición. Comprobaron que la disminución de la RI era directamente proporcional al número de ensayos EC-EI utilizados y sugirieron que este resultado podía ser explicado mediante un proceso adaptativo de inhibición condicionada que reduciría la respuesta emocional innecesaria al EI.

Uno de los criterios básicos para evaluar la base asociativa de un efecto, es la demostración de que puede ser revertido mediante extinción, es decir, utilizando una serie de ensayos en los que se presenta el EC solo. De esta forma, podemos suponer que si la disminución de la RI depende de la asociación EC-EI, entonces dicha disminución podría ser atenuada extinguiendo la RC. Este supuesto fue puesto a prueba por Morrow (1966), quien, sin embargo, no encontró diferencias significativas en el grado de atenuación de la disminución de la RI asociado al diferente número de ensayos de extinción que utilizó (3, 6 ó 12). Este resultado, le llevó a especular que la extinción de este tipo de inhibición podría ser más rápida que la extinción habitual de la RC.

Desde otra perspectiva, Baxter (1966), propuso que la disminución de la RI podría ser originada mediante un proceso de condicionamiento inhibitorio desarrollado bajo control del EC. Concretamente, el EC se convertiría en una señal de miedo, debido a su asociación con el EI aversivo. Ya que el EI se presenta a pesar de la elicitación de la RC de miedo, esta respuesta emocional sería ineficaz y el sujeto aprendería a inhibirla. Tal inhibición tendría lugar durante el proceso de condicionamiento y se reflejaría, en un primer momento, en la disminución de la RC. La disminución de la RI se observaría en la fase final del condicionamiento, donde la inhibición de la RC sería mayor.

A partir de esta idea general, Baxter (1966) desarrolló la hipótesis de que la fuerza de este proceso inhibitorio dependería de la presencia del EC a lo largo del intervalo EC-EI. Por tanto, la inhibición y la consiguiente disminución de la RI sería mayor cuando se utiliza un procedimiento de condicionamiento demorado (en el que el EC está presente durante todo el intervalo EC-EI) que cuando se emplea un procedimiento de huella (en el que el EC finaliza antes de que comience el EI). Para poner a prueba esta hipótesis, Baxter (1966), llevó a cabo una serie de ensayos EC-EI en dos grupos experimentales (procedimiento de huella vs. procedimiento de demora), en los que la duración del EC era de 1 y 5 segs. respectivamente y el IIE de 5 segs en ambos casos. En la fase de prueba, todos los sujetos recibían cuatro ensayos en los que se presentaba el EI solo, con el fin de evaluar la amplitud de la RI. Los resultados mostraron una mayor disminución de la RI en el grupo en el que se había empleado un procedimiento de condicionamiento demorado, confirmando así su hipótesis.

Aunque la interpretación de Baxter (1966) pueda resultar atractiva, fue criticada tanto en su planteamiento teórico como en su base experimental. Así, Grings y Schell (1969b) encontraron importantes errores en la explicación que Baxter propuso para dar cuenta de sus resultados, por lo que decidieron replicar su diseño experimental. Los resultados que encontraron fueron bien distintos, ya que la amplitud de la RI era estadísticamente similar en los grupos de condicionamiento demorado y de huella. Posteriormente, Grings y Schell (1971) confirmarían estos resultados. Por otra parte, Kimmel (1966) propuso que si la hipótesis de Baxter fuese cierta, la ventaja perceptiva favorecería a una condición experimental en la que se utilizase un procedimiento de huella y no uno de demora como Baxter proponía. Así, sería más fácil para los sujetos realizar una estimación de los 4 segs. que transcurren desde la desaparición del EC hasta la presentación del EI (en el procedimiento de huella) que de los 5 segs. que transcurren desde la aparición del EC hasta la presentación del EI (en el procedimiento de demora). Pero Kimmel fue más allá de estas críticas y propuso una original hipótesis para explicar el fenómeno de la disminución de la RI.

### **La inhibición de demora como explicación de la disminución de la RI**

El fenómeno de inhibición de demora (Pavlov, 1927), observado en situaciones experimentales que utilizan IIEs amplios (p. ej., 8 segs.), consiste en la inhibición de la RC hasta los instantes previos a la presentación del EI. Kimmel (1965, 1966), supuso que la inhibición de demora podría ser la base de una explicación adaptativa del fenómeno de disminución de la RI:

"Debido a que el argumento básico implica, de alguna forma, un 'matrimonio' entre los conceptos de condicionamiento clásico e instrumental, no es sorprendente que estén presentes en la ceremonia 'algo nuevo' y 'algo viejo'. Lo 'viejo' es el concepto de inhibición de demora de Pavlov



(1927). Lo 'nuevo' hace referencia al efecto de tal inhibición sobre la magnitud de la RI". (Kimmel, 1966, pág. 232).

Concretamente, este autor propone que el condicionamiento clásico es un proceso de interacción dinámica entre el organismo y su entorno. La disminución de la RI eliciteda ante EIs aversivos sería también producto de dicha interacción. Kimmel supone que la RC demorada adquiere el valor de una respuesta instrumental. De este modo, el reforzamiento de la RC vendría dado por su interacción adaptativa con el EI, como sucede, por ejemplo, cuando la RC de salivación facilita la masticación. Sin embargo, en otro tipo de preparaciones experimentales, como el condicionamiento electrodérmico, el valor adaptativo de la inhibición de demora de la RC parece estar menos claro, pero es precisamente lo que Kimmel propone. Así, si el EI utilizado es aversivo, la inhibición de la RC durante el IIE daría lugar a un período de "tranquilidad" reforzante para el organismo y, en consecuencia, conduciría a una disminución tanto de la aversividad del EI como de la amplitud de la RI. De esta forma, sólo podrá observarse la disminución de la RI cuando, tras cierto número de ensayos de condicionamiento, se desarrolle la inhibición de demora.

Kimmel (1965), muestra varios registros correspondientes a ensayos de condicionamiento electrodérmico en los que se aprecia el desplazamiento progresivo de la RC, a medida que se desarrolla la inhibición de demora, hasta su solapamiento final con la RI. Este solapamiento RC-RI fue observado, más recientemente, por Marcos y Redondo (1999b). Estos autores mostraron que el mecanismo de solapamiento podría explicar la disminución de la SCR incondicionada encontrada en su experimento. Sin embargo, Redondo y Marcos (2003), empleando un diseño similar, pero utilizando la tasa cardiaca como variable dependiente, concluyeron que el efecto de solapamiento no podía explicar la disminución de la RI observada. Por tanto, aunque es necesaria más investigación para poder afirmarlo, parece que el mecanismo de solapamiento, consecuencia de la inhibición de demora, podría depender del sistema de respuesta utilizado.

### **El modelo de Wagner**

Integrando los postulados de las explicaciones cognitivas y asociativas, el modelo propuesto por Wagner y sus colaboradores (p. ej. Donegan y Wagner, 1987; Wagner, 1976, 1978), pretende dar cuenta de modo más preciso del fenómeno de disminución de la RI. Aunque este modelo ha sufrido varias reformulaciones, el núcleo central permanece invariable y consiste en asumir que cuando la representación de un estímulo es pre-representada (primed) en la memoria a corto plazo (MCP), la presentación posterior de dicho estímulo producirá un nivel inferior de activación representacional, en comparación con la presentación del estímulo sin pre-representación previa (Donegan y Wagner, 1987, p. 343). En un procedimiento de condicionamiento clásico, el EI sería pre-representado en la MCP mediante la presentación del EC, con el que guarda una conexión asociativa. Por tanto, un EI señalado por un EC será procesado en la MCP de forma menos eficaz que un EI no señalado y, por tanto, elicitará una RI de menor amplitud.

En la actualidad, este modelo, desarrollado en diversos sistemas de respuesta, tiene una especial relevancia tanto en la explicación de la disminución de la RI en el condicionamiento animal y humano (p. ej. Baker y Tiffany, 1985; Björkstrand, 1990; Marcos, 1997, 1998; Marcos y Redondo, 1999a, 1999b; Merkelbach y van den Hout, 1991; Zinbarg, 1993), como de la "naturaleza" de la RC (p. ej. Fanselow y Baackes, 1982; Grau, 1987; Paletta y Wagner, 1986).

## **CONCLUSIONES**

Las hipótesis planteadas en este trabajo ofrecen una visión adaptativa del condicionamiento clásico que permite al organismo enfrentarse con éxito a la estimulación ambiental aversiva. Creemos, con Rescorla (1988) que, en la actualidad, el condicionamiento clásico es un campo intelectualmente desafiante en el que constantemente se llevan a cabo progresos sustanciales.

No se entiende ya como un procedimiento pasivo y mecánico, en el que se somete al sujeto experimental a una serie de eventos sobre los que poco o nada puede hacer. Por el contrario, la nueva concepción del condicionamiento clásico afirma que nos encontramos ante un proceso activo y dinámico de interacción entre el organismo y su entorno. Estamos, por tanto, ante una visión funcionalista y no mecanicista, que responde en buena medida a las críticas formuladas por los etólogos acerca del escaso valor ecológico de las situaciones experimentales tradicionales.

La investigación del fenómeno de disminución de la RI, en la actualidad, presenta numerosos aspectos de interés, tales como la generalización de los resultados derivados de la investigación con la SCR a otros sistemas de respuesta, la posibilidad de obtener disminución de la RI utilizando una tarea de tiempo de reacción como EI, o el efecto que sobre este fenómeno tienen los estímulos potencialmente fóbicos, cuyo procesamiento atencional ha sido evitado mediante el oportuno enmascaramiento. Así, lejos de constituir una línea de investigación ya cerrada, el fenómeno de disminución de la RI ofrece aún múltiples e interesantes cuestiones todavía pendientes de explicación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baltissen, R. y Boucsein, W. (1986). Effects of a warning signal on reactions to aversive white noise stimulation: Does warning "short-circuit" habituation? *Psychophysiology*, 23, 224-231.
- Baltissen, R. y Weimann, Ch. (1989). Orienting reaction reinstatement or preception? Effects of predictability on reactions to pink noise stimulation of different intensities. *Psychophysiology*, 26, 12.
- Baxter, R. (1966). Diminution and recovery of the UCR in delayed and trace classical GSR conditioning. *Journal of Experimental Psychology*, 71, 447-451.
- Björkstrand, P. A. (1990). Effects of conditioned stimulus pre-exposure on human electrodermal conditioning to fear-relevant and fear-irrelevant stimuli. *Biological Psychology*, 30, 35-50.
- Cappell, H., Roach, C. y Poulos, C. X. (1981). Pavlovian control of cross-tolerance between pentobarbital and ethanol. *Psychopharmacology*, 74, 54-57.
- Davey, G. (1987). *Cognitive processes and pavlovian conditioning in humans*. Londres: J. Wiley and Sons.
- Domjan, M. y Burkhard, B. (1990). Principios de aprendizaje y de conducta. Madrid: Debate
- Donegan, N. H. (1981). Priming-produced facilitation or diminution of responding to a pavlovian unconditioned stimulus. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 7, 295-312.
- Donegan, N. H. y Wagner, A. R. (1987). Conditioned diminution and facilitation of the UR. A sometimes opponent-process interpretation. En I. Gormezano; W. F. Prokasy y R. F. Thompson (Eds.): *Classical conditioning III*. Hillsdale, New Jersey: Erlbaum.
- Dufort, R. H. y Kimble, G. A. (1958). Ready signals and the effect of interpolated UCS presentations in eyelid conditioning. *Journal of Experimental Psychology*, 56, 1-7.
- Fanselow, M. E. y Baakes, M. P. (1982). Conditioned fear-induced opiate analgesia on the formalin test: evidence for two aversive motivational systems. *Learning and Motivation*, 13, 200-221.
- Flaten, M. A. y Hugdahl, K. (1990). Effects of habituation and classical conditioning on reflex modification. *International Journal of Psychophysiology*, 2, 129-137.
- Furedy, J. J. (1972). Electrodermal recovery time as a supra-sensitive autonomic index of anticipated intensity of threatened shock. *Psychophysiology*, 9, 281-282.
- Furedy, J. J. (1975). An integrative progress report on informational control in humans: some laboratory findings and methodological claims. *Australian Journal of Psychology*, 27, 61-83.
- Furedy, J. J. (1992). Reflections on human pavlovian decelerative heart-rate conditioning with negative tilt as US: alternative approaches. *Integrative Physiological and behavioral science*, 4, 347-355.

- Furedy, J. J. y Doob, A. N. (1971a). Autonomic responses and verbal reports in further tests of the preparatory-adaptative-response interpretation of reinforcement. *Journal of Experimental Psychology*, 89, 258-264.
- Furedy, J. J. y Doob, A. N. (1971b). Classical aversive conditioning of human digital volume-pulse change and tests of the preparatory-adaptative-response interpretation of reinforcement. *Journal of Experimental Psychology*, 89, 403-407.
- Furedy, J. J. y Ginsberg, S. (1973). Effects of varying signaling and intensity of shock on an unconfounded and novel electrodermal autonomic index in a variable and long-interval classical trace conditioning paradigm. *Psychophysiology*, 4, 328-334.
- Furedy, J. J. y Klajner, F. (1972). Unconfounded autonomic indexes of the aversiveness of signaled and unsignaled shocks. *Journal of Experimental Psychology*, 93, 313-318.
- Furedy, J. J. y Klajner, F. (1974). On evaluating autonomic and verbal indices of negative preception. *Psychophysiology*, 11, 121-124.
- Furedy, J. J. y Riley, D. M. (1987). Human pavlovian autonomic conditioning and the cognitive paradigm. En G. Davey (Ed.): *Cognitive processes and pavlovian conditioning in humans*. Londres: J. Wiley and Sons.
- Furedy, J. J., Katic, M., Klajner, F. y Poulos, C. (1973). Attentional factors and aversiveness ratings in tests of the preparatory-adaptative-response interpretation. *Canadian Journal of Psychology*, 27, 400-413.
- Grau, J. W. (1987). The central representation of an aversive event maintains opioid and nonopioid forms of analgesia. *Behavioral Neuroscience*, 101, 272-288.
- Grings, W. W. (1960). Preparatory set variables related to classical conditioning of autonomic responses. *Psychological Review*, 67, 243-252.
- Grings, W. W. (1969). Anticipatory and preparatory electrodermal behavior in paired stimulation situations. *Psychophysiology*, 5, 597-611.
- Grings, W. W. y Dawson, M. E. (1973). Complex variables in conditioning. En W. Prokasy y D. C. Raskin (Eds.): *Electrodermal activity in psychological research*. New York: Academic Press.
- Grings, W. W. y Schell, A. M. (1969a). Magnitude of electrodermal response to a standard stimulus as a function of intensity and proximity of a prior stimulus. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 67, 77-82.
- Grings, W. W. y Schell, A. M. (1969b). UCR diminution in trace and delay conditioning. *Journal of Experimental Psychology*, 79, 246-248.
- Grings, W. W. y Schell, A. M. (1971). Effects of trace versus delay conditioning, interstimulus interval variability and instructions on UCR diminution. *Journal of Experimental Psychology*, 90, 136-140.
- Huertas, E. (1991). Cognitive techniques in human classical conditioning. *Journal of Psychophysiology*, 5, 5-10.
- Katz, J. R. (1984). Unconfounded electrodermal measures in assessing the aversiveness of predictable and unpredictable shocks. *Psychophysiology*, 21, 452-458.
- Kimble, G. A. y Dufort, R. H. (1956). The associative factor in eyelid conditioning. *Journal of Experimental Psychology*, 52, 386-391.
- Kimble, G. A. y Ost, J. W. P. (1961). A conditioned inhibitory process in eyelid conditioning. *Journal of Experimental Psychology*, 61, 150-156.
- Kimmel, E. (1967). Judgements of UCS intensity and diminution of the UCR in classical GSR conditioning. *Journal of Experimental Psychology*, 73, 532-543.
- Kimmel, H. D. (1960). The relationship between direction and amount of stimulus change and amount of perceptual disparity response. *Journal of Experimental Psychology*, 59, 68-72.
- Kimmel, H. D. (1965). Instrumental inhibitory factors in classical conditioning. En W. F. Prokasy (Ed.): *Classical conditioning: A symposium*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Kimmel, H. D. (1966). Inhibition of the unconditioned response in classical conditioning. *Psychological Review*, 73, 232-240.

- Kimble, H. D. y Penick, H. S. (1962). Conditioned diminution of the unconditioned response as a function of the number of reinforcements. *Journal of Experimental Psychology*, 64, 20-23.
- Klemp, G. y Rodin, J. (1976). Effects of uncertainty, delay, and focus of attention on reactions to an aversive situation. *Journal of Experimental Psychology*, 12, 416-421.
- Kohn, A. y Kalat, J. W. (1992). Preparing for an important event: demonstrating the modern view of classical conditioning. *Teaching of Psychology*, 19, 100-102.
- Lykken, D. T. (1959). Preliminary observations concerning the "preception" phenomenon. *Psychophysiological Measurements Newsletter*, 5, 2-7.
- Lykken, D. T. (1962). Preception in the rat: Autonomic response to shock as a function of length of warning interval. *Science*, 137, 665-666.
- Lykken, D. T. y Tellegen, A. (1974). On the validity of the preception hypothesis. *Psychophysiology*, 11, 125-132.
- Lykken, D. T., Macindoe, I. y Tellegen, A. (1972). Preception: Autonomic response to shock as a function of predictability in time and locus. *Psychophysiology*, 9, 318-333.
- Mansfield, J. G. y Cunningham, C. (1980). Conditioned tolerance to the hypothermic effect of ethanol. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 94, 962-969.
- Marcos, J. L. (1997). *Técnicas de condicionamiento humano*. Madrid: Universitas.
- Marcos, J. L. y Redondo, J. (1999a). Effects of conditioned stimulus presentation on diminution of the unconditioned response in aversive classical conditioning. *Biological Psychology*, 50, 89-102.
- Marcos, J. L. y Redondo, J. (1999b). Effects of CS-US interval modification on diminution of the unconditioned response in electrodermal classical conditioning. *Biological Psychology*, 50, 191-201.
- Marcos, J. L. y Redondo, J. (2001). Relation between conditioned stimulus-elicited responses and unconditioned response diminution in long-interval human heart-rate classical conditioning. *The Spanish Journal of Psychology*, 1, 11-18.
- Merckelbach, H. y Van den Hout, M. A. (1991). Fear relevance and diminution of unconditioned skin conductance responses. *Zeitschrift für Psychologie*, 3, 267-277.
- Morrow, M. C. (1966). Recovery of conditioned UCR diminution following extinction. *Journal of Experimental Psychology*, 71, 884-888.
- Paletta, M. S. y Wagner, A. R. (1986). Development of context-specific tolerance to morphine: support for a dual-process interpretation. *Behavioral Neuroscience*, 100, 611-623.
- Pavlov, I. P. (1927). *Conditioned reflexes*. Londres: Oxford University Press.
- Peeke, S. C. y Grings, W. W. (1968). Magnitude of UCR as a function of variability in the CS-US relationship. *Journal of Experimental Psychology*, 77, 64-69.
- Redondo, J. y Marcos, J. L. (2000). Efecto de la interferencia de respuesta sobre la disminución de la respuesta electrodérmica incondicionada. *Psicothema*, 12, 125-129.
- Redondo, J. y Marcos, J. L. (2003). Effects of CS-US interval on unconditioned response diminution in human heart-rate classical conditioning. *Journal of Psychophysiology* (en prensa).
- Rescorla, R. A. (1967). Pavlovian conditioning and its proper control procedures. *Psychological Review*, 74, 71-80.
- Schell, A. M. y Grings, W. W. (1971). Judgments of UCS intensity and diminution of the unconditioned GSR. *Psychophysiology*, 8, 427-432.
- Schull, J. (1979). A conditioned opponent theory of Pavlovian conditioning and habituation. En G. H. Bower (Ed.): *The psychology of learning and motivation* (Vol. 13). New York: Academic Press.
- Siegel, S. (1975). Evidence from rats that morphine tolerance is a learned response. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 89, 498-506.
- Siegel, S. (1976). Morphine analgesic tolerance: Its situation specificity supports a Pavlovian conditioning model. *Science*, 193, 323-325.
- Siegel, S. (1977). Morphine tolerance acquisition as an associative process. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 3, 1-13.

- Sokolov, E. N. (1960). Neuronal models in the orienting reflex. En M. A. Brazier (Ed.): *The central nervous system and behavior*. New York: Macy Foundation.
- Toates, F. M. (1979). Homeostasis and drinking. *Behavioral and Brain Sciences*, 2, 95-139.
- Wagner, A. R. (1976). Priming in STM: An information-processing mechanism for self-generated or retrieval-generated depression in performance. En T. J. Tighe y R. N. Leaton (Eds.): *Habituation: Perspectives from child development, animal behavior and neurophysiology*. Hillsdale, N. J: Lawrence Erlbaum Associates.
- Wagner, A. R. (1978). Expectancies and the priming of STM. En H. S. Hulse; H. Fowler y W. K. Honing (Eds.): *Cognitive processes in animal behavior*. Hillsdale, New Jersey: Erlbaum.