



## Aprendizaje por exposición a los estímulos

Gumersinda Alonso, Sebastián Lombas, Gabriel Rodríguez y M<sup>a</sup> Carmen Sanjuán  
*Universidad del País Vasco*

La mayoría de las cuestiones básicas planteadas por los investigadores interesados en el aprendizaje y el condicionamiento durante este siglo han sido analizadas desde las teorías del reforzamiento. Ciertamente es que en el estudio de estos fenómenos se han empleado con bastante frecuencia procedimientos de reforzamiento, ¿pero es necesario el reforzamiento para que ocurra el aprendizaje? En pleno apogeo de las teorías de la conducta y del reforzamiento, un importante teórico, Tolman, respondió negativamente a esta cuestión, demostrando con el fenómeno de *aprendizaje latente* (Tolman y Honzik, 1930) que los organismos pueden aprender acerca del entorno que les rodea por simple exposición a la situación, en ausencia de reforzamiento.

Pero, ¿cómo y qué aprenden los organismos por simple exposición a la estimulación ambiental? El análisis más sencillo de esta cuestión estriba en estudiar los efectos que produce la simple exposición a un estímulo en ausencia de consecuencias. Estos efectos, bien conocidos (véase Hall, 1979, 1991), son básicamente dos y afectan a niveles distintos del estímulo: a su reactividad (ejecución) y a su habilidad para la elaboración posterior (aprendizaje). La mera exposición a un estímulo puede modificar la reactividad ante el mismo. La fuerza de la respuesta inicialmente evocada por un estímulo puede aumentar (*sensibilización*) o disminuir (*habitación*) a consecuencia de tal exposición. Además, este tipo de experiencia con el estímulo puede afectar igualmente a la facilidad con la que el organismo aprenderá posteriormente acerca de él. La preexposición no reforzada a un estímulo disminuye su asociabilidad, retrasando la adquisición de su condicionamiento posterior (*inhibición latente*) y aumenta su discriminabilidad facilitando la adquisición posterior de un aprendizaje de discriminación que implique a este estímulo (*aprendizaje perceptivo*).

A la vista de tales efectos, parece acertado pensar que pueda ocurrir algún tipo de aprendizaje durante la preexposición no reforzada a los estímulos. Dado que en esta situación no se establece una contingencia explícita entre el estímulo expuesto y otros eventos significativos, una explicación de estos efectos en términos asociativos en principio podría encontrarse con ciertas limitaciones. El trabajo que se presenta a continuación intenta recoger parte del esfuerzo que nuestro grupo de investigación ha dedicado durante los últimos años a valorar hasta qué punto explicaciones de tipo asociativo y no asociativo (véase Hall, 2001, para un análisis teórico) pueden dar cuenta de algunos de estos fenómenos.

### ¿Por qué la exposición a un estímulo reduce la respuesta?

La presentación de un estímulo nuevo, desconocido para el sujeto, evoca lo que Pavlov (1927) denominó reflejo de investigación o *reflejo de orientación* (RO). Un estímulo



lo nuevo presentado en un ambiente familiar resulta poderosamente atrayente, al destacarse y sobresalir del entorno. Los sujetos necesitan prestar atención y aprender sobre un estímulo que es desconocido porque sus implicaciones para el futuro son inciertas. La familiaridad, conocimiento y certeza acerca del estímulo y sus consecuencias, adquiridos a través de la simple experiencia de exposición, hace que la utilidad biológica del reflejo inicialmente evocado desaparezca (véase Hall, 1991, para un mayor análisis).

Un ejemplo simple e ilustrativo de esta forma elemental de aprendizaje lo encontramos al analizar las preferencias por los estímulos. Si a una rata se le da a elegir entre un sabor familiar y uno nuevo, prefiere el familiar. La rata muestra una reacción neofóbica incondicionada por el sabor nuevo que se habitúa con su presentación repetida.

### **¿Por qué la exposición a un estímulo afecta a su condicionamiento posterior?**

La mera exposición al estímulo y el conocimiento de éste derivado de ella puede tener otro tipo de efectos, observables posteriormente cuando ese estímulo se presenta reforzado. Normalmente la preexposición del estímulo perjudica su condicionamiento (efecto de *inhibición latente*). Es decir, el aprendizaje acerca de la ausencia de consecuencias del estímulo durante la preexposición puede llegar a dificultar el establecimiento posterior de dicho estímulo como señal de consecuencias significativas. Así por ejemplo, cuando comparamos la adquisición de la aversión condicionada a un sabor previamente expuesto con el de un sabor no preexpuesto, vemos que el aprendizaje de las consecuencias aversivas se ve retrasado (v.g., Rodríguez y Alonso, 2002a). Tradicionalmente se ha interpretado el efecto de inhibición latente como un descenso en la asociabilidad del estímulo a consecuencia de su preexposición (véase Hall, 1991; no obstante véase también, por ejemplo, De la Casa, 2002 y Rosas y Bouton, 1997, para una perspectiva diferente).

En principio, este efecto perjudicial de la exposición sobre el posterior condicionamiento podría resultar hasta cierto punto contraintuitivo. Parece razonable pensar que la adquisición de conocimiento sobre el estímulo durante la preexposición dé como resultado la formación de una representación precisa del mismo. La capacidad del estímulo condicionado (EC) para evocar la respuesta condicionada (RC) depende en parte de que el estímulo sea identificado como el que ha sido presentado previamente seguido del estímulo incondicionado (EI). Por tanto, se podría esperar que la activación de una representación interna más detallada del EC aumentase la probabilidad de observar una RC vigorosa por efecto de la preexposición. Curiosamente, ésta fue la hipótesis de la que partieron Lubow y Moore (1959) en el estudio en el que demostraron por primera vez el efecto de inhibición latente, estudio que fue planteado con la intención original de probar en un paradigma de condicionamiento clásico el fenómeno de aprendizaje latente.

Aunque con menos frecuencia que el fenómeno de inhibición latente, el fenómeno de *facilitación latente* también se puede hallar cuando preexponemos un estímulo. Trabajando con crías de rata (alrededor de 15 días de edad) en nuestro laboratorio, se observó un efecto de inhibición latente después de la exposición a sabores simples o prima-



rios, y el efecto contrario sobre el condicionamiento cuando los estímulos preexpuestos fueron compuestos de sabor (Chotro y Alonso, 1999). De forma paralela, se encontró que el nivel de aversión condicionada a un compuesto de sabores en crías de rata varía en función de la longitud de la exposición al EC, bien durante el condicionamiento o bien durante la preexposición (Chotro y Alonso, 2001). La aversión condicionada fue mayor cuando la duración del EC durante el condicionamiento era de 60 minutos que cuando era de 15 minutos. Cuando el EC de 15 minutos se expuso previamente durante 45 minutos, igualando así el tiempo total de la exposición al EC durante el condicionamiento en la otra condición, los niveles de aversión se igualaron. Sin embargo, la aversión fue menor cuando la duración de la preexposición al EC en solitario o también a estímulos similares fue mayor de 45 minutos. Si tenemos en cuenta que las crías de rata exhiben una tendencia mayor a la generalización entre estímulos que las ratas adultas (véase Alonso y Chotro, 2003), estos resultados parecen indicar que las crías de rata tienen dificultades para adquirir un conocimiento detallado y preciso del estímulo, particularmente cuando éste es complejo. Por ello, una exposición extra al estímulo durante el episodio de condicionamiento o con anterioridad a éste podría permitirles adquirir un conocimiento mejor del estímulo. Este mejor conocimiento facilitaría la adquisición de la RC, al mejorar el reconocimiento del EC como tal durante la prueba. Sólo después de adquirir este conocimiento acerca de las características del estímulo (en nuestro caso cuando la duración de la preexposición fue mayor que 45 minutos), parece producirse un aprendizaje acerca de sus consecuencias y, por tanto, observarse un efecto de inhibición latente.

### **Efecto de la exposición sobre la discriminabilidad de los estímulos y mecanismos implicados**

Si la simple exposición a los estímulos posibilita la adquisición de conocimiento acerca de ellos, también debería facilitar su diferenciación de otros estímulos. Esta mejora en la exactitud de la representación del estímulo durante la exposición debería reflejarse en una reducción de la generalización entre éste y estímulos similares. Un resultado que apoya esta hipótesis es la menor generalización de la habituación que se observa cuanto más largo sea el entrenamiento. Probablemente, un entrenamiento extenso permita la codificación cada vez más exacta y completa de las características detalladas del estímulo entrenado. Se han obtenido resultados en este mismo sentido en experimentos realizados en nuestro laboratorio, en los que se ha valorado el efecto de la preexposición en solitario bien al estímulo de prueba, bien al EC, sobre la generalización de la aversión condicionada al sabor. En estos experimentos se ha observado una reducción en la generalización de la aversión condicionada en ambos casos en comparación con una condición control de no exposición, si bien ésta fue mayor después de preexponer el estímulo de prueba que después de preexponer el EC (Sanjuán, Alonso y Nelson, 2003a).

La teoría de la *diferenciación de estímulos* elaborada por Gibson (1969) denomina a los efectos de incremento en la discriminabilidad de los estímulos producidos por la



preexposición con el término *aprendizaje perceptivo*. Esta teoría asume que los estímulos contienen características, detalles o aspectos que no son al principio totalmente efectivos, es decir, no son inicialmente percibidos y por tanto capaces de evocar una respuesta. Durante la exposición tiene lugar una elaboración progresiva de cualidades, características y dimensiones de variación que resultan en un cambio en la percepción del estímulo. Tal cambio obedece a la habilidad del sujeto para extraer, de toda la información disponible acerca del estímulo, aquella información relevante que le pueda llevar a diferenciar dicho estímulo de otros estímulos similares. Con este proceso de extracción se produce un aumento en la diferenciación de la información acerca del estímulo, lo que conlleva un cambio atencional. Ciertas características del estímulo que en principio no eran efectivas pasarán a ser atendidas ahora, al resultar su información relevante para la diferenciación. Con su propuesta del proceso de *extracción*, Gibson rechaza ineludiblemente una interpretación asociativa del mecanismo responsable de la diferenciación de estímulos. En lugar de la noción de “añadir algo” que subyace al planteamiento asociativo, esta autora propone que el sujeto aprende a “extraer algo”. Este proceso de extracción de lo distintivo supone una selección de la información que se ve complementada por un proceso de *filtrado* de lo irrelevante. El mecanismo de diferenciación requiere también del sujeto que aprenda a rechazar o ignorar aquella información que varía al azar a lo largo de las presentaciones repetidas de los estímulos. Finalmente, la misma autora argumenta expresamente que la diferenciación se verá facilitada siempre y cuando las condiciones ambientales favorezcan el funcionamiento de un proceso de *comparación* entre los estímulos que son expuestos.

Frente a esta explicación de naturaleza no asociativa del aprendizaje perceptivo, la teoría propuesta por McLaren y Mackintosh (2000, planteada con anterioridad por McLaren, Kaye, y Mackintosh, 1989) ofrece una explicación basada fundamentalmente en la formación de asociaciones. Cualquier estímulo, por muy simple que sea, está formado por elementos. Algunos de estos elementos son únicos, propios del estímulo, y otros son comunes, compartidos con otros estímulos. La preexposición de un estímulo propicia la formación de *conexiones excitatorias* entre los elementos que lo componen. Estas conexiones promueven una mejor representación del estímulo a través de un proceso de “*unitización*” que contribuye a una mayor discriminabilidad del estímulo. Pero además dichas conexiones excitatorias pueden convertirse también en una fuente de generalización mediada entre los estímulos. No obstante, esta fuente de generalización mediada puede verse compensada por ciertas condiciones de exposición que propicien la formación de *conexiones inhibitorias* entre los elementos únicos de los estímulos expuestos. Tanto la formación de las conexiones inhibitorias como la mayor *inhibición latente* que sufren los elementos comunes de los estímulos (la base para la generalización directa), respecto a la que sufren los elementos únicos durante la exposición, contribuirían según esta teoría al incremento de la discriminación de los estímulos.

Aunque se pueden establecer ciertos paralelismos entre los procesos que han sido propuestos por estas teorías (asociación frente a extracción, conexión inhibitoria frente a



comparación, inhibición latente frente a filtrado), su naturaleza es marcadamente distinta. Además, la teoría de Gibson resulta en cierta medida difícil de verificar dado el carácter general e impreciso de sus afirmaciones, mientras que la teoría de McLaren et al., más concreta y desarrollada, ha sido objeto de mayor experimentación, especialmente en los últimos años. A continuación se revisarán someramente algunos de los esfuerzos realizados en nuestro laboratorio en este sentido.

**Asociación-Extracción.** Es relativamente fácil probar la formación de una asociación excitatoria entre los elementos que componen un estímulo en el laboratorio utilizando técnicas de condicionamiento. Por ejemplo, se puede preexponer un compuesto AX, condicionar a continuación uno de los elementos, por ejemplo X, y probar con el otro elemento, A. Si durante la prueba se observa una RC ante A, se asume que ésta se debe a la evocación del EC, X, por parte de A, con el que se habría asociado durante la preexposición (no obstante, véase Hall, 1996, para una explicación en términos de condicionamiento de una representación del estímulo activada asociativamente). Sin embargo, parte de la RC observada ante A también podría deberse a la generalización entre X y A (basada en sus elementos comunes intrínsecos). Para verlo explícitamente, supongamos que se preexponen dos compuestos de estímulos, AX y BX, a continuación se condiciona uno de los compuestos, AX, y finalmente se prueba con el otro compuesto, BX. La RC ante el compuesto BX se deberá en parte a la generalización directa (nivel de fuerza asociativa adquirida por los elementos comunes de los compuestos, X) y en parte podría deberse también a la generalización mediada por una asociación (evocación del elemento condicionado A por la presencia de X durante la prueba).

Desde un punto de vista asociativo (McLaren y Mackintosh, 2000), estas dos fuentes de generalización entre AX y BX se verían reducidas a consecuencia de la preexposición por diferentes razones. La generalización directa quedaría reducida cuando exponemos AX y BX porque los elementos comunes, X, sufren el doble de inhibición latente que los elementos únicos, reduciendo así la capacidad de aquéllos para ganar fuerza asociativa durante el condicionamiento de AX. La generalización mediada quedaría anulada cuando la exposición permitiese la formación de conexiones inhibitorias entre los elementos únicos de los estímulos, A y B, dejando sin efecto la evocación del elemento único, A, del EC.

Que puedan formarse asociaciones excitatorias intracompuesto durante la preexposición y éstas medien en la generalización es un hecho que no ofrece muchas dudas. Pero, ¿median dichas asociaciones la generalización entre el EC y el estímulo de prueba cuando no hay exposición previa? Resultados obtenidos en nuestro laboratorio (Sanjuán, Alonso, Rodríguez, Lombas y Arias, 2000) indican que la mera exposición de AX durante los ensayos de condicionamiento no es suficiente para dar lugar a una generalización mediada. Para que se genere una fuente de generalización mediada, además se requiere que, antes del condicionamiento de AX, se haya expuesto el compuesto AX sin reforzar. Nosotros encontramos que la generalización a BX se redujo solamente si, tras



el condicionamiento de AX, se realizaba un tratamiento de extinción en el que se presentaba A en solitario, cuando había sido preexpuesto el compuesto AX. La preexposición de A y X por separado no resultó en una reducción en la generalización tras el tratamiento de extinción con A.

No obstante, el hecho de que la preexposición de un compuesto de estímulos sea una condición favorable para la formación de una asociación excitatoria intracompuesto no responde a la cuestión acerca de si el proceso por el cual la exposición incrementa la discriminabilidad de los estímulos es de naturaleza asociativa. La observación de procesos de naturaleza asociativa en los estudios de aprendizaje perceptivo cuando éste se valora con técnicas de condicionamiento no implica necesariamente que aquéllos sean la causa de tal fenómeno. Efectos de aprendizaje perceptivo han sido observados también en otros marcos de trabajo, donde difícilmente se pueden aplicar los supuestos asociativos. Por ejemplo, Gibson y Gibson (1955) demostraron que la actuación discriminativa puede mejorar sin entrenamiento explícito, aparentemente como resultado de la mera exposición, presentando repetidas veces a sujetos humanos una serie de garabatos muy similares entre sí. El problema a la hora de dilucidar si es la extracción, como propone Gibson, o por el contrario es la asociación el mecanismo básico que subyace a los efectos que la exposición tiene sobre la discriminabilidad de los estímulos reside en la dificultad de probar aquel proceso.

Aceptando que durante la exposición pueden formarse asociaciones excitatorias entre los elementos de los estímulos que medien en su generalización, revisaremos ahora la evidencia empírica acerca de si el efecto de dichas asociaciones puede verse anulado por la formación de conexiones inhibitorias entre los elementos únicos de los estímulos.

**Conexión inhibitoria-Comparación.** La evidencia sobre el papel crucial que pueda jugar la formación de conexiones inhibitorias desde el punto de vista asociativo, o el proceso de comparación desde el punto de vista no asociativo, en el efecto de aprendizaje perceptivo no es abundante, contundente, ni excluyente en la mayoría de los casos.

*La formación de conexiones inhibitorias entre estímulos neutros.* Previamente a la elaboración inicial de la teoría de McLaren et al. (1989), Thompson (1972) ya había planteado la posibilidad de que, al igual que ocurre entre un EC y un EI, una relación positiva establecida entre estímulos neutros diera lugar a la formación de una asociación excitatoria entre ellos, mientras que una relación negativa diera lugar a una asociación inhibitoria. Alonso, Aguado y García-Hoz (1989) encontraron resultados que apoyaban esta idea. Utilizando un paradigma de supresión condicionada y estimulación auditiva y visual, la preexposición de dos estímulos neutros que mantenían una relación positiva, seguida del condicionamiento de uno de los estímulos, facilitó el condicionamiento del otro. Mientras que cuando los estímulos neutros fueron preexpuestos relacionados negativamente (mediante un procedimiento similar al de la inhibición condicionada pavloviana pero en el que los estímulos involucrados eran neutros) el condicionamiento de



uno de los estímulos dificultó el condicionamiento posterior del otro estímulo. Utilizando un paradigma de aversión condicionada al sabor, Espinet y Alonso (1994) hallaron también una RC mayor ante un sabor no condicionado cuando había sido preexpuesto relacionado positivamente con el sabor condicionado. Sin embargo, no se detectó una RC menor ante ese mismo sabor cuando la relación con el sabor condicionado había sido negativa durante la preexposición, en comparación con una condición en la que los dos sabores se habían preexpuesto de forma descorrelacionada.

Una línea de investigación que ofrece evidencia sobre la posibilidad de la formación de conexiones inhibitorias entre estímulos neutros durante la exposición nos la proporciona el trabajo realizado por Espinet, Iraola, Bennett y Mackintosh (1995). Estos autores demostraron que la exposición alterna a dos compuestos de sabores (AX y BX), seguida del condicionamiento de uno de los sabores distintivos (A), convierte al otro sabor distintivo (B) en un inhibidor condicionado, ya que superó tanto la prueba de retraso como la de sumación. Estas dos pruebas son consideradas esenciales para poder concluir que un estímulo ha adquirido propiedades inhibitorias a través del condicionamiento. Espinet et al. interpretaron sus resultados basándose en el modelo de McClelland y Rumelhard (1985), el cual postula que la activación interna de un estímulo puede tomar valores comprendidos entre +1 y -1. Según estos autores, la concurrencia de dos representaciones internas en estado positivo generaría el establecimiento de asociaciones excitatorias, mientras que la concurrencia de una representación estimular en estado positivo y otra en estado negativo produciría la formación de asociaciones inhibitorias. De acuerdo con Espinet et al., durante la preexposición de los compuestos AX y BX se formarían conexiones inhibitorias entre A y B. Estas conexiones inhibitorias producirían que, durante el condicionamiento de A, este estímulo activase la representación del estímulo B en un estado negativo. Encontrándose B en un estado negativo y el EI en un estado positivo, B se asociaría inhibitoriamente con el EI, adquiriendo de este modo propiedades de inhibidor condicionado.

Sin embargo, los esfuerzos realizados en nuestro laboratorio por reproducir este efecto no han tenido éxito. Lombas y Alonso (2003) intentaron replicar estos resultados y no encontraron indicio alguno, ni en la prueba de retraso ni en la de sumación, de que B hubiera adquirido propiedades inhibitorias, reproduciendo fielmente las condiciones experimentales empleadas por los autores originales. Otros autores sí han conseguido replicar los resultados de Espinet et al. tanto con sujetos humanos (Artigas, Chamizo y Peris, 2001; Graham, 1999) como en animales (Artigas, Chamizo y Peris, 2001; Leonard y Hall, 1999). Sin embargo, no siempre los resultados han sido positivos en la prueba de sumación, sugiriendo que el efecto de retraso encontrado podría ser debido a una pérdida de asociabilidad (Leonard, 1998).

En resumen, entendemos que ni la posibilidad de que puedan llegar a formarse conexiones inhibitorias entre estímulos neutros cuando se exponen dos compuestos de forma alterna (no obstante, véase Bennett, Scahill, Griffiths y Mackintosh, 1999), ni la posibilidad de condicionamiento inhibitorio de una representación evocada asociativa-



mente (véase Hall, 1996), tiene suficiente evidencia empírica en la que apoyarse. Quizá, de los supuestos en los que se basa la explicación propuesta por Espinet et al. de sus resultados, lo que se aleja en mayor medida del modelo asociativo estándar es la posibilidad de que un estímulo pueda ser representado en estado negativo.

*El papel de la comparación de estímulos.* Frente al mecanismo de las conexiones inhibitorias entre los elementos únicos, planteado por la teoría asociativa (McLaren y Mackintosh, 2000), la teoría no asociativa (Gibson, 1969) propone un proceso de comparación entre estímulos. Si tal y como propone la teoría de la diferenciación de estímulos, el proceso de comparación jugase un papel importante facilitando la detección de las características distintivas de los estímulos, el efecto de aprendizaje perceptivo debería hacerse más evidente en aquellas condiciones de exposición que proporcionen una mejor oportunidad para la comparación entre los estímulos. En tal caso, se esperaría que los sujetos que recibiesen presentaciones de los estímulos de forma alterna durante la preexposición mostrasen mayor reducción en la generalización que sujetos que recibiesen la presentación de estímulos en bloques separados, puesto que la preexposición alterna ofrecería una mejor oportunidad para la comparación que la preexposición en bloques. Esta predicción ha sido confirmada tanto con procedimientos de aversión condicionada al sabor en ratas adultas (Bennett y Mackintosh, 1999; Symonds y Hall, 1995) como con tareas de discriminación en pollitos (Honey y Bateson, 1996; Honey, Bateson y Horn, 1994). Sin embargo, los resultados hallados en nuestro laboratorio vienen a señalar que la exposición en bloques puede ser tan efectiva reduciendo la generalización como lo es la exposición alterna, empleando la aversión condicionada al sabor en ratas adultas (Sanjuán et al., 2002a) y en crías de rata (Chotro y Alonso, 2001).

En cualquier caso, la demostración de una diferencia en el grado de generalización entre la exposición alterna y en bloques no permite dilucidar entre las dos teorías, puesto que esta diferencia también se puede explicar por la formación de conexiones inhibitorias entre los elementos únicos de los estímulos. En este sentido, la ausencia de diferencias entre esas dos condiciones de exposición encontrada en nuestro laboratorio (Chotro y Alonso, 2001; Sanjuán et al., 2003a) es un resultado que ni apoya al proceso de comparación ni a la formación de conexiones inhibitorias. Una estrategia mejor para dilucidar entre estas dos teorías que además permitiría aclarar el papel que juega el proceso de comparación en el efecto de aprendizaje perceptivo, sería evaluar el efecto que producen aquellas formas de exposición que ofrecen condiciones favorables al proceso de comparación con otras que fuesen desfavorables y que, al mismo tiempo, impidieran o igualaran la posibilidad de establecimiento de conexiones inhibitorias. Los siguientes trabajos que describimos se basaron en esta idea.

En un primer estudio (Alonso y Hall, 1999), se valoró el efecto de la exposición a dos estímulos de forma concurrente frente al efecto de la exposición en bloques separados. Cabría pensar que la exposición concurrente proporcionase una de las mejores condiciones para la comparación de los estímulos y al mismo tiempo poca o ninguna para el



establecimiento de conexiones inhibitorias. Por otra parte, la exposición en bloques no ofrecería condiciones favorables a ninguno de esos dos procesos. Así, en este trabajo las ratas recibieron preexposición a dos sabores presentados simultáneamente en botellas separadas, luego se condicionó aversivamente uno de los sabores y finalmente se valoró la generalización de esa aversión al otro sabor. En este estudio, la preexposición simultánea intensificó la generalización en comparación con la preexposición en bloques. Este resultado es justamente el contrario al que cabría esperar si la comparación entre estímulos hubiese sido efectiva favoreciendo la captación de lo distintivo entre ellos. No obstante, la intensificación de la generalización pudo ser una consecuencia de la formación de una asociación entre los dos sabores durante la preexposición simultánea, no de tipo inhibitorio sino excitatorio, que podría haber contrarrestado los efectos benéficos de la comparación. Sin embargo, los esfuerzos por demostrar esta idea no fueron productivos en este estudio puesto que se mantuvo la generalización intensificada cuando a la fase de preexposición le siguió una fase de entrenamiento (en la que se presentó cada sabor por separado) diseñada para extinguir la supuesta asociación excitatoria.

En un segundo estudio (Lombas, Alonso, Rodríguez y Sanjuán, 2001) se valoró el efecto que producía la variación del intervalo temporal entre las presentaciones de los estímulos durante la preexposición alterna. La presentación alterna debería dar lugar al establecimiento de conexiones inhibitorias tanto con intervalos cortos como con intervalos largos. Sin embargo, el intervalo corto ofrecería una mejor oportunidad para la comparación que el largo. Si la comparación jugase un papel importante en el efecto de aprendizaje perceptivo, se esperaría que éste fuera mayor cuando los estímulos fuesen preexpuestos separados por un intervalo corto que cuando el intervalo fuese largo. Empleando un diseño intrasujeto en el que se preexponían tres compuestos de sabores de forma alterna, se encontró que la aversión condicionada a uno de los compuestos se generalizó en menor medida al compuesto con el que mantenía un intervalo temporal corto durante la preexposición que a aquél con el que mantenía un intervalo largo. Estos resultados parecen apoyar el papel de la comparación entre estímulos en el aprendizaje perceptivo. Dado que los sabores se preexpusieron de forma alterna, ambos estímulos de prueba pudieron formar conexiones inhibitorias con el EC, por lo que el grado de generalización distinto ante ellos difícilmente podría explicarse en términos de las conexiones inhibitorias.

**Inhibición latente-Filtrado de lo irrelevante.** En apartados anteriores del presente capítulo se ha aludido a trabajos realizados en nuestro laboratorio en los que se ha observado una reducción similar en la generalización de la aversión condicionada después de la preexposición a dos estímulos en bloques separados y después de una preexposición de manera alterna (por ejemplo, Sanjuán et al., 2003a). Esta ausencia de diferencias entre ambos tipos de preexposición parecería indicar que el mecanismo de inhibición latente diferencial propuesto por la teoría de McLaren et al., es el único mecanismo involucrado en estos resultados. En este sentido, estos resultados no serían así congruentes con los



datos acerca de la insuficiencia de este mecanismo a la hora de explicar por sí solo el efecto de la exposición alterna a dos estímulos aportados entre otros por Mackintosh, Kaye y Bennett (1991). No obstante, dado que en nuestro estudio no se observaron diferencias entre la preexposición a los dos estímulos en bloques o de forma alterna con respecto a una condición de preexposición a sólo los elementos en común entre los estímulos, una explicación de nuestros resultados en términos sólo de inhibición latente diferencial no queda exenta de ciertas reservas. Asumiendo que los elementos comunes entre los estímulos condicionado y de prueba sufrieron igual inhibición latente durante estas tres formas de exposición (para un análisis en términos de cambio en la efectividad de los elementos de los compuestos diferente tras la exposición alterna y en bloques, véase Mondragón y Hall, 2002), se podría esperar un peor condicionamiento de dichos elementos comunes en la condición de exposición sólo a lo común, que en las condiciones de exposición a ambos estímulos. En aquella condición la desventaja del elemento común a la hora de competir con el elemento único por adquirir fuerza asociativa debería ser mayor, al resultar el elemento único un estímulo novedoso durante el condicionamiento. De ser así, debería haberse observado una mayor reducción en la generalización después de exponer sólo lo común que después de exponer los dos estímulos, pero esto no fue lo que ocurrió (véase Sanjuán et al., 2003a).

También encontramos una reducción en la generalización después de una preexposición en bloques de los estímulos condicionado y de prueba cuando comparamos el efecto de esta condición de exposición con el de una exposición concurrente a ambos estímulos (Alonso y Hall, 1999). En principio, este resultado también podría explicarse en términos de la mayor inhibición latente sufrida por los elementos comunes de los estímulos. Sin embargo, dicha explicación no podría dar cuenta de la mayor reducción en la generalización observada en la condición bloques respecto a la condición concurrente.

Más favorables a una correspondencia entre el efecto de aprendizaje perceptivo y el efecto de inhibición latente fueron los resultados que encontramos trabajando con crías de rata (Chotro y Alonso, 1999, 2001). La exposición a sabores produjo un efecto sobre la generalización en función de la tasa de adquisición de la RC. Cuando se emplearon sabores simples, la exposición retrasó el condicionamiento y redujo la generalización. El mismo resultado se encontró empleando sabores compuestos y aumentando el número de exposiciones, mientras que con una exposición corta el condicionamiento fue facilitado y la generalización intensificada. Sin embargo, cuando uno de los estímulos fue el alcohol, la correspondencia entre la tasa de condicionamiento y el nivel de generalización no siempre se encontró (Chotro y Alonso, 2003). Siendo el alcohol uno de los estímulos, la preexposición alterna a los dos estímulos retrasó el condicionamiento y redujo la generalización, pero la preexposición al EC solo, si bien retrasó el condicionamiento, no redujo la generalización; por el contrario, la preexposición al estímulo de prueba no retrasó el condicionamiento, pero sí redujo la generalización.

La inhibición latente podría ser además un mecanismo implicado en otros resultados relacionados con el fenómeno del aprendizaje perceptivo. La facilidad o dificultad que



entraña una tarea de discriminación depende del grado de similitud entre los estímulos a discriminar, es decir, de la saliencia o intensidad relativa de los elementos únicos de esos estímulos respecto a la de sus elementos comunes. Podemos asumir que cuanto más similares sean los estímulos, sus elementos comunes resultarán más salientes para el sujeto y por tanto su discriminación resultará más difícil. Existen datos que apoyan la hipótesis de que la preexposición a los estímulos tiene un efecto facilitador sobre su posterior discriminación cuando éstos son similares, pero por el contrario puede tener un efecto perjudicial cuando éstos son diferentes (v.g., Sanjuán, Alonso y Nelson, 2003c). El efecto de inhibición latente diferencial propuesto por McLaren et al., en principio no podría dar cuenta por sí solo de estos resultados. Tanto en una discriminación fácil como en una difícil, los elementos comunes de los estímulos son expuestos el doble de veces que los elementos únicos y por tanto se podría esperar un resultado similar en ambas situaciones en función de ese mecanismo. Sin embargo, un efecto de inhibición latente diferencial en función de la saliencia o intensidad distinta de las características únicas y comunes de los estímulos en vez, o además, de en función del número de preexposiciones, sí podría explicar estos resultados.

En este sentido, existen resultados que parecen indicar que el efecto de inhibición latente es directamente proporcional a la intensidad del estímulo preexpuesto. Experimentos realizados en nuestro laboratorio han investigado esta hipótesis empleando el paradigma de la aversión condicionada al sabor con ratas. En uno de estos experimentos (Rodríguez y Alonso, 2002b; pero véase también 2002a), se combinaron factorialmente dos concentraciones diferentes de una solución salada durante las fases de preexposición y condicionamiento y se incluyeron también dos condiciones control sin preexposición, una para cada nivel de concentración del sabor durante el condicionamiento. Los resultados obtenidos mostraron que los sujetos preexpuestos a la solución más concentrada mostraron mayor inhibición latente que los sujetos preexpuestos a la solución menos concentrada con independencia de qué concentración se condicionó.

Por tanto, asumiendo que en una discriminación difícil las características comunes de los estímulos resultan más salientes para el sujeto que sus características únicas, la preexposición no reforzada de dichos estímulos daría lugar a una mayor pérdida de asociabilidad por parte de las características comunes que de las únicas, atendiendo a este efecto de la intensidad sobre el efecto de inhibición latente. De ser así, se debería observar un mayor condicionamiento de las características únicas, y por tanto un menor grado de generalización en un grupo preexpuesto en comparación con una condición control de no preexposición. Por contra, en el caso de una discriminación fácil, cuando las características únicas de los estímulos resultan más salientes que sus características comunes, las características únicas sufrirían durante la preexposición una mayor pérdida de asociabilidad que las comunes. En consecuencia, se debería observar un mayor condicionamiento de las características comunes que de las únicas y por tanto un mayor grado de generalización en el grupo preexpuesto en comparación con un grupo control de no preexposición.



**Otros mecanismos de adquisición de conocimientos durante la exposición.** A pesar de todo, ya se ha apuntado con anterioridad que algunos resultados hallados en nuestro laboratorio no pueden explicarse únicamente en términos de inhibición latente. Por ejemplo, Sanjuán, Alonso y Nelson (2003b) encontraron que la exposición sólo al estímulo de prueba produce una menor generalización de la aversión condicionada al sabor que la exposición en solitario de los elementos comunes entre aquél y el EC, y además también menor que la exposición a los elementos del estímulo de prueba por separado o al elemento en común presentado en compuesto con otro estímulo. En estos casos no se dio una correspondencia entre los niveles de generalización y los niveles de la RC observada ante la presentación de los elementos comunes durante la prueba. Por tanto, los efectos que encontramos cuando exponemos el estímulo de prueba no pueden explicarse en términos de inhibición latente, pero tampoco en términos de conexiones inhibitorias ni en términos de comparación. Estos resultados parecen resaltar la importancia de la experiencia y conocimiento del propio estímulo de prueba en el aprendizaje perceptivo. Un planteamiento no asociativo como el de Sokolov (1963) que explica cómo el aumento en el conocimiento del estímulo puede dar lugar a la habituación, podría servir igualmente para explicar cómo ese conocimiento que se adquiere con la mera exposición produce el aumento en la discriminabilidad, esto es, el efecto de aprendizaje perceptivo en estas situaciones.

Esta teoría afirma que hay neuronas detectoras de características y que la presentación repetida de un estímulo permite elaborar información acerca de él, permitiendo la formación de un modelo mental o neural de estímulo. Cuando se presenta el estímulo, se pone en marcha un *proceso de comparación* que busca igualar el *input* sensorial con el modelo neural. Si el proceso de comparación no resulta en la igualación de ambos, la respuesta (la RO) se desencadena, continuándose el proceso de formación. Pero si el comparador detecta una igualdad, la RO se inhibe. El proceso de formación de un modelo neuronal exacto se podría tomar como un caso de aprendizaje perceptivo: el proceso de diferenciación se podría equiparar con la formación de una representación totalmente elaborada de un estímulo. Una vez adquirido un buen conocimiento del estímulo, la comparación permitiría detectar lo diferente cuando se presentasen estímulos similares a aquél, permitiendo una actuación discriminativa ante el mismo. Acorde con esta hipótesis, es el resultado que encontramos en el estudio anterior que indica que es necesaria cierta cantidad de experiencia con el estímulo de prueba durante la preexposición para que aparezca el efecto de reducción en la generalización de la aversión condicionada al sabor (Sanjuán et al., 2003b).

## Conclusiones

En resumen, hemos visto que la simple experiencia repetida con el estímulo cambia sus propiedades: disminuye su eficacia como estímulo evocador de una respuesta, disminuye su asociabilidad y aumenta su discriminabilidad. Más que intentar aportar algún tipo de conclusión sobre cuáles son los mecanismos o procesos que producen dichos



cambios, quizá pueda ser útil intentar valorar la viabilidad de una visión integradora de los mismos a partir de las distintas propuestas teóricas surgidas para explicar cada uno de estos efectos. Una explicación global de los efectos de la exposición probablemente requiera la integración de estos dos puntos de vista, asociativos y no asociativos, hasta ahora reñidos entre sí.

Sokolov, a través de un proceso de comparación entre el input interno y externo, nos habla de la elaboración de un modelo o representación interna del estímulo que puede explicar el descenso en la respuesta que se produce por exposición sin necesidad de recurrir a la intervención de procesos asociativos. Si además se asume que la discrepancia entre el input externo e interno determina la *asociabilidad* del estímulo a través de un modulador, como hace la teoría de McLaren y Mackintosh, podría explicar la dificultad en el condicionamiento de un estímulo cuando ha sido preexpuesto. Cuando Sokolov habla de comparación se refiere a un proceso básico en el procesamiento de la información, como herramienta imprescindible para que éste tenga lugar. En este sentido, este proceso no puede equipararse al propuesto por Gibson. Éste sería un proceso de comparación de orden superior que podría ocurrir a un segundo nivel y que permitiría detectar las características que diferencian dos estímulos y extraer la información relevante que dé como resultado una mejora en la actuación discriminativa. Frente a un proceso básico de comparación, McLaren y Mackintosh proponen mecanismos asociativos de naturaleza igualmente básica como herramienta del tratamiento de la información. Pero la diferencia fundamental entre estas teorías ¿reside en los mecanismos tal y como a lo largo de este capítulo se plantea, o está en el contenido del aprendizaje? Puestos a comparar entre los procesos propuestos por éstas podemos establecer paralelismos de mayor alcance de los hasta ahora señalados. Como por ejemplo entre las funciones del proceso de comparación de Sokolov y el modulador de la teoría de McLaren y Mackintosh. Quizá fuese más acertado considerar que la diferencia fundamental entre estas propuestas teóricas no reside en los mecanismos, sino en los contenidos del aprendizaje que se produce por exposición.

#### Nota

El trabajo presente recoge parte de la investigación realizada por nuestro grupo de investigación, gracias, entre otros, a proyectos financiados por los siguientes organismos: Ministerio de Ciencia y Tecnología (PB98-0230), Gobierno Vasco (PB97-0230), Gobierno Vasco (PI95/102) y Universidad del País Vasco (UPV227.231-EA111/95). La correspondencia concerniente a este capítulo puede ser dirigida a Gumersinda Alonso, Facultad de Psicología, Universidad del País Vasco, Avda. de Tolosa 70, 20018, San Sebastián. E-mail: pbpalmag@ss.ehu.es.

#### Referencias

Alonso, G., Aguado, L. y García-Hoz, V. (1989). Precondicionamiento sensorial: Implicaciones para una teoría de la inhibición condicionada. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 42, 293-298.



- Alonso, G. y Chotro, G. (2003). Desarrollo ontogenético y aprendizaje. En R. Pellón y A. Huidobro (Eds.) *Inteligencia y Aprendizaje*. Madrid: Ariel, *en prensa*.
- Alonso, G. y Hall, G. (1999). Stimulus comparison and stimulus association processes in the perceptual learning effect. *Behavioural Processes*, 48, 11-23.
- Artigas, A.A., Chamizo, V.D. y Peris, J.M. (2001). Inhibitory associations between neutral stimuli: a comparative approach. *Animal Learning and Behavior*, 29, 46-65.
- Bennett, T.L. y Mackintosh, N.J. (1999). Comparison and contrast as a mechanism of perceptual learning? *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 52B, 253-272.
- Bennett, T.L., Scahill, V.L., Griffiths, D.P. y Mackintosh, N.J. (1999). The role of inhibitory associations in perceptual learning. *Animal Learning and Behavior*, 27, 333-345.
- Chotro, G. y Alonso, G. (1999). Effects of stimulus preexposure on the generalization of conditioned taste aversions in infant rats. *Developmental Psychobiology*, 35, 448-462.
- Chotro, G. y Alonso, G. (2001). Some parameters of stimulus preexposure that affect conditioning and generalization of taste aversion in infant rats. *International Journal of Comparative Psychology*, 14, 43-63.
- Chotro, G. y Alonso, G. (2003). Stimulus preexposure reduces generalization of conditioned taste aversions between alcohol and non-alcohol flavours, in infant rats. *Behavioral Neuroscience*, *in press*.
- De la Casa, L.G. (2002). La inhibición latente como un procedimiento de análisis del proceso atencional ante estímulo irrelevantes. *Revista de Psicología General y Aplicada*, *en prensa*.
- Espinet, A. y Alonso, G. (1994). Efectos de la preexposición a estímulos sápidos relacionados negativamente. *Psicológica*, 15, 393-402.
- Espinet, A., Iraola, J.A., Bennett, C.H. y Mackintosh, N.J. (1995). Inhibitory association between neutral stimuli in flavor aversion conditioning. *Animal Learning and Behavior*, 23, 361-368.
- Gibson, E. J. (1969). *Principles of Perceptual Learning and Development*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Gibson, J. J. y Gibson, E.J. (1955). Perceptual learning—differentiation or enrichment? *Psychological Review*, 62, 32-41.
- Gibson, E. J. y Walk, R. D. (1956). The effect of prolonged exposure to visually presented patterns on learning to discriminate them. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 49, 239-242.
- Graham, S. (1999). Retrospective revaluation and inhibitory associations: Does perceptual learning modulate our perceptio of the contingencies event? *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 52B, 159-185.
- Hall, G. (1979). Exposure learning in young and adult laboratory rats. *Animal Behaviour*, 27, 586-591.
- Hall, G. (1991). *Perceptual and associative learning*. Oxford: Clarendon Press.
- Hall, G. (1996). Learning about associatively activated stimulus representations: Implications for acquired equivalence and perceptual learning. *Animal Learning and Behavior*, 24, 233-255.
- Hall, G. (2000). Perceptual learning: Association and differentiation. En R.R. Mowrer y S.B. Klein (Eds.). *Handbook of Contemporary Learning Theory*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Honey, R.C. y Bateson, P. (1996). Stimulus comparison and perceptual learning: Further evidence and evaluation from an imprinting procedure. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49B, 259-269.
- Honey, R.C., Bateson, P. y Horn, G. (1994). The role of stimulus comparison in perceptual learning.: An investigation with domestic chick. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 47B, 83-103.
- Leonard, S. (1998). *Mediated learning in the rat: Implications for perceptual learning*. Unpublished Thesis Dissertation. University of York.
- Leonard, S. y Hall, G. (1999). Representation-mediated inhibitory learning in the conditioned-suppression procedure. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 52B, 145-158.



- Lombas, S. y Alonso, G. (2003). Asociaciones inhibitorias entre estímulos neutros en el efecto Espinet, *manuscrito remitido para su publicación*.
- Lombas, S., Alonso, G., Rodríguez, G. y Sanjuán, M. C. (2001). Efecto del intervalo temporal entre estímulos similares en el aprendizaje perceptivo y en la inhibición latente. *XIII Congreso de la Sociedad Española de Psicología Comparada. Reunión Internacional*. San Sebastián.
- Lubow, R.E. y Moore, A.U. (1959). Latent inhibition: the effect of nonreinforced pre-exposure to the conditional stimulus. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 52, 451-419.
- Mackintosh, N.J., Kaye, H. y Bennett, C.H. (1991). Perceptual learning in flavour aversion learning. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 43B, 297-322.
- McClelland, J.L. y Ruymelhart, D.E. (1985). Distributed memory and the representation of general and specific memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 114, 158-188.
- McLaren, I.P.L., Kaye, H. y Mackintosh, N.J. (1989). An associative theory of the representation of stimuli: Applications to perceptual learning and latent inhibition. En R.G.M. Morris (Eds.), *Parallel distributed processing: Implications for psychology and neurobiology* (pp. 102-130). Oxford: Clarendon Press.
- McLaren, I.P.L. y Mackintosh, N.J. (2000). An elemental model of associative learning: I. Latent inhibition and perceptual learning. *Animal Learning and Behavior*, 28, 211-246.
- Mondragón, E. y Hall, G. (2002). Analysis of the perceptual learning effect in flavour aversion learning: Evidence for stimulus differentiation. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 55B, 153-169.
- Pavlov, I.P. (1927). *Conditioned reflexes*. New York: Dover.
- Rodríguez, G. y Alonso, G. (2002a). Efecto de la intensidad del estímulo en la inhibición latente: un caso de decremento en la generalización. *Psicológica*, 23, 401-413.
- Rodríguez, G. y Alonso, G. (2002b). Latent inhibition as a function of the CS intensity on taste aversion learning. *Behavioural Processes*, 60, 61-67.
- Rosas, J.M y Bouton, M.E. (1997). Additivity of the effects of retention interval and context change on latent inhibition: Toward resolution of the context forgetting paradocs. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 23, 283-294.
- Sanjuán, C., Alonso, G. y Nelson, J.B. (2003a). Latent inhibition in perceptual learning, *Manuscrito remitido para su publicación*.
- Sanjuán, C., Alonso, G. y Nelson, J.B. (2003b). Perceptual learning after test stimulus exposure: a matter of latent inhibition? *En preparación*.
- Sanjuán, C., Alonso, G. y Nelson, J.B. (2003c). Perceptual learning in a flavor intradimensional discrimination, *en preparación*.
- Sanjuán, C., Alonso, G., Rodríguez, G., Lombas, S y Arias, C. (2000). Fuentes de generalización en la aversión condicionada al sabor. *XII Congreso de la Sociedad Española de Psicología Comparada. I Reunión Internacional*, Granada.
- Sokolov, E.N. (1963). *Perception and the conditioned reflex*. Oxford: Pergamon Press.
- Symonds, M. y Hall, G. (1995). Perceptual learning in flavor aversion conditioning: Roles of stimulus comparison and latent inhibition of common elements. *Learning and Motivation*, 26, 203-219.
- Thompson, R.F. (1972) . Sensory preconditioning. En R.F. Thompson y J.S. Voss (Eds.). *Topics in learning and performance*. (pp. 105-130). New York: Academic Press.
- Tolman, E.C. y Honzik, H.C. (1930). Introduction and removal of reward, and maze performance of rats. *University of California Publications in Psychology*, 4, 257-275.