

UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA SOBRE EL EFECTO DE REDUNDANCIA

A SYSTEMATIC REVIEW OF THE LITERATURE ON THE REDUNDANCY EFFECT

Jorge A. Pinto¹

Universidad Santo Tomás, Facultad de Ciencias Sociales,
Escuela de Psicología, Talca, Chile

Resumen

El efecto de redundancia consiste en un mayor aprendizaje para X en un procedimiento de bloqueo, A+ AX+, que a Y en un procedimiento de discriminación, BY+ CY-. Estos hallazgos son nuevos y teóricamente desafiantes para todas las teorías de condicionamiento de error común las cuales predicen lo contrario. Por ello, se revisó la evidencia empírica de este fenómeno y sus implicancias teóricas a través de la metodología PRISMA. Se evaluó la elegibilidad de 314 artículos y se incluyeron 12. El efecto de redundancia se ha investigado tanto en animales como humanos, a través de procedimientos de condicionamiento clásico y juicios causales. A nivel teórico, se han propuesto con relativo éxito, modificaciones a modelos tradicionales como el Rescorla-Wagner para que sean capaces de explicar este fenómeno. Se concluye que, pese a estos progresos, se requiere de mayor investigación para establecer con seguridad el mecanismo teórico que explica este fenómeno.

1. Jorge Andrés Pinto Pinto, Universidad Santo Tomás, Facultad de Ciencias Sociales, Escuela de Psicología, Talca, Chile. Dirección: Avenida Carlos Schorr 255.
Correo electrónico: jpinto11@santotomas.cl

Palabras clave: competencia de estímulos, bloqueo, discriminación, efecto de redundancia, Rescorla y Wagner.

Abstract

The redundancy effect consists of greater learning for X in a blocking procedure, A+ AX+, than for Y in a discrimination procedure, BY+ CY-. These findings are new and theoretically challenging for all common error-conditioning theories which predict the opposite. Therefore, the empirical evidence of this phenomenon and its theoretical implications were reviewed through the PRISMA methodology. Eligibility of 314 articles was assessed, and 12 were included. The redundancy effect has been investigated in both animals and humans, through classical conditioning procedures and causal judgment tasks. Theoretically, modifications to traditional models such as the Rescorla-Wagner have been proposed with relative success to explain this phenomenon. It is concluded that, despite these advances, further research is required to establish with certainty the theoretical mechanism that explains this phenomenon.

Keywords: cue competition, blocking, discrimination, redundancy effect, Rescorla and Wagner.

El condicionamiento clásico es un tipo de aprendizaje que consiste en la presentación de sucesivos emparejamientos de un estímulo condicionado conductualmente neutral (EC) y un estímulo incondicionado (EI) capaz de producir en el organismo una respuesta incondicionada (RI) (Pavlov, 1927). En este procedimiento, se dice que el EI actúa como un reforzador del aprendizaje que allí tiene lugar. Como resultado de este reforzamiento, el EC por sí solo comienza a provocar una respuesta condicionada (RC) topográficamente similar a la RI. Comúnmente, los estímulos condicionados son designados con las letras mayúsculas de A-Z. Los símbolos “+” y “-” denotan ensayos reforzados (EI está presente) y no reforzados (EI está ausente), respectivamente.

Los primeros modelos de condicionamiento clásico enfatizaron la idea de asociación automática y se basaron en un mecanismo computacional de reducción de error local el cual asume que tanto la contigüidad espacio-temporal EC-EI como el error local son en su conjunto necesarios para el aprendizaje (Bush & Mosteller, 1951). El error local es la diferencia entre la magnitud del EI que es recibido y la fuerza asociativa del EC en cuestión, sin importar el valor asociativo de otros ECs que puedan estar presentes en ese mismo ensayo. Sin embargo, un grupo de observaciones que fue particularmente desafiante para esta clase de modelos, son los denominados fenómenos de competencia de estímulos. El fenómeno prototípico es conocido como bloqueo (Kamin, 1969). Las demostraciones de bloqueo contemplan un experimento de tres fases. En la primera, un grupo experimental recibe varias presentaciones de un estímulo A (por ejemplo, un ruido) emparejado con un choque eléctrico (EI) hasta que el ruido es capaz de generar una RC de miedo similar a aquella del EI. El grupo control no recibe tales presentaciones de A. En la segunda fase, ambos grupos son expuestos al estímulo A el cual es presentado en conjunto con otro estímulo, X (por ejemplo, una luz) y ambos son seguidos por el EI. Finalmente, en una tercera fase de prueba se evalúa la RC emitida en presencia del estímulo X presentado por sí solo en el grupo experimental y grupo control. Si la contigüidad fuese una condición suficiente para que el aprendizaje ocurra, entonces no deberían observarse diferencias entre los grupos en la prueba, puesto que ambos recibieron un igual número de emparejamientos del estímulo condicionado X y el estímulo incondicionado. Sin embargo, los resultados de la prueba demuestran comúnmente una mayor respuesta al estímulo X en el grupo control que en el grupo experimental. Es decir, el estímulo A bloquea el aprendizaje del estímulo X. Observaciones similares se han obtenido con diseños intra-sujetos, donde se compara la respuesta condicionada a 2 estímulos, X y W, que fueron entrenados en compañía de un estímulo A con alto valor asociativo en el caso de X o en compañía de un estímulo neutral D en el caso de W (es decir, fase 1: A+, fase 2: AX+ y DW+ y prueba: X versus W).

Los hallazgos de bloqueo y otros fenómenos similares motivaron la formulación de teorías del aprendizaje basadas en un mecanismo de reducción de error global. El primer modelo fue propuesto por Rescorla y Wagner (1972) el cual señala que la cantidad de cambio en la fuerza de la asociación entre un EC y EI en un ensayo dado es una función del error de predicción del EI por todos los ECs presentes en el ensayo ($\lambda - \Sigma V$). Cuando la suma total del aprendizaje de los ECs (ΣV) es igual a la asíntota de aprendizaje (λ) el error es cero y el aprendizaje se detiene. Los cambios en la fuerza asociativa de un EC, ΔV , están dados por la siguiente ecuación: $\Delta V = \alpha \beta (\lambda - \Sigma V)$. Donde λ es la asíntota del aprendizaje, ΣV es la suma de la fuerza asociativa de todos los estímulos presentes en un ensayo, y α y β son parámetros de aprendizaje relacionados con la intensidad del EC y el EI, respectivamente. La asociación sigue siendo automática en estas teorías, pero ahora dependería no solo de la contigüidad EC-EI, sino que también del valor informacional de los ECs. El bloqueo, según estas teorías, ocurriría porque el segundo estímulo es redundante, es decir, no aporta información nueva a la predictibilidad del EI.

Sin embargo, la aplicabilidad de las teorías de condicionamiento que calculan el aprendizaje a través de un error global ha sido recientemente cuestionada por Pearce y sus colaboradores quienes demostraron “el efecto de redundancia” el cual consiste en el hallazgo de un mayor aprendizaje de un estímulo redundante “X” entrenado en un procedimiento de bloqueo, A+ AX+, que a un estímulo redundante “Y” entrenado en un procedimiento de discriminación, BY+ CY- (Jones & Pearce, 2015; Pearce et al., 2012; Uengoer et al., 2013, 2020). Estos hallazgos son nuevos y teóricamente desafiantes para todas las teorías del condicionamiento de error global, tales como el modelo de Rescorla-Wagner, puesto que predicen lo contrario ($Y > X$). Desde entonces los investigadores se han enfocado en analizar empírica y teóricamente el efecto de redundancia con el propósito de determinar el o los mecanismos que explicarían este fenómeno. Por consiguiente, el presente trabajo pretende ofrecer una revisión sistemática sobre la evi-

dencia empírica del efecto de redundancia y sus implicancias teóricas a través de la metodología PRISMA (Moher et al., 2009).

Método

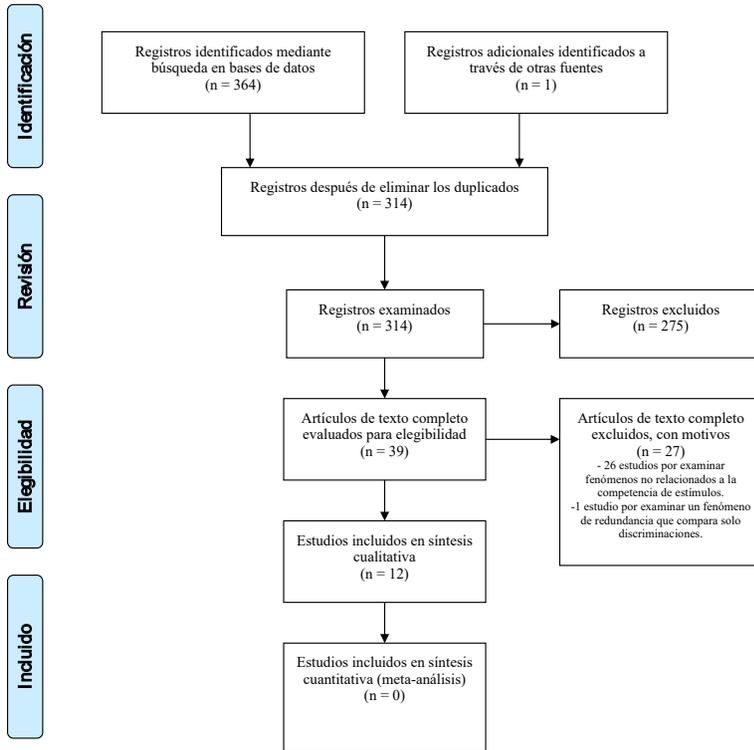
Estrategia de búsqueda

La búsqueda de la literatura fue consistente con la metodología PRISMA (Moher et al., 2009), incorporando el uso de las bases de datos electrónicas *Scopus* y *Web of Science*. Como palabras clave se emplearon los siguientes términos: *redundant cues*, *redundancy effect*. La búsqueda de las palabras clave fue acotada al resumen y al título de las publicaciones, sin restricción en el rango del tiempo usado para la búsqueda en las bases de datos. Los artículos recuperados fueron publicados entre los años 1969 y 2022. La búsqueda de la literatura se realizó en el mes de septiembre del año 2022. Todos los estudios fueron revisados y evaluados para determinar su elegibilidad. Se incluyeron artículos en inglés y se excluyeron estudios de caso, revisiones sistemáticas y meta-análisis, y estudios no relacionados al aprendizaje asociativo. El autor de esta revisión estuvo a cargo del proceso de recopilación y selección de datos. Los estudios incluidos fueron revisados por dos revisores independientes. La revisión sistemática no fue registrada.

Extracción de datos

Se identificaron un total de 314 estudios potencialmente relevantes. La Figura 1 muestra una descripción general del proceso de búsqueda y los resultados incluidos en cada estrategia. Finalmente, la búsqueda bibliográfica resultó en la inclusión de 12 estudios.

Figura 1. Diagrama de flujo que muestra el proceso de selección de la literatura según las directrices PRISMA (Moher et al., 2009).



Resultados

Las demostraciones del efecto de redundancia consisten típicamente en un entrenamiento A+ AX+ BY+ CY-. Este entrenamiento contiene 2 tipos de estímulos redundantes. El aprendizaje de X debería ser bloqueado por A, mientras que la discriminación que implica Y debería asegurar que este estímulo no fuese predictivo de la aparición del EI. Pearce et al. (2012) fueron los primeros en observar que el entrenamiento de este tipo resulta en un mayor aprendizaje para el estímulo X que para el estímulo Y, contrario a las predicciones de las teorías de procesamiento automático. La Tabla 1 presenta las princi-

pales características metodológicas de los estudios empíricos que han examinado el efecto de redundancia ($n= 10$) (los dos estudios restantes incluidos en esta revisión son teóricos y por ello no se incluyen en la tabla, Spicer et al., 2021; Vogel & Wagner, 2017). Tal como se aprecia en la tabla, el efecto de la redundancia ha sido demostrado en ratas, palomas y humanos con procedimientos de condicionamiento apetitivo, automoldeamiento y aprendizaje causal (el procedimiento más utilizado), respectivamente (e.g., Jones & Pearce, 2015; Pearce et al., 2012; Uengoer et al., 2013; Uengoer et al., 2020).

Tabla 1. Principales características de los estudios empíricos sobre el efecto de redundancia.

Estudio	Muestra	Tarea	Estimulación	Evidencia de:			Mecanismo teórico explorado
				R	B	V	
Pearce et al. (2012)	Ratas y palomas	Cond. apetitivo y automoldeamiento	Auditiva, visual y gustativa*	✓			Asociaciones intracompuerto
Uengoer et al. (2013)	Humanos	Juicios causales	Visual	✓	✓	✓	Asociaciones intracompuerto
Jones & Pearce (2015)	Ratas	Cond. apetitivo	Auditiva, visual y gustativa**	✓	✓	✓	Asociaciones intracompuerto
Zaksaitė & Jones (2017)	Humanos	Juicios causales	Visual	✓			Asociaciones intracompuerto
Jones & Zaksaitė (2018)	Humanos	Juicios causales	Visual	✓			Atención
Jones et al. (2019)	Humanos	Juicios causales	Visual	✓	✓		Razonamiento proposicional
Uengoer et al. (2019)	Humanos	Juicios causales	Visual	✓			Atención
Uengoer et al. (2020)	Humanos	Juicios causales	Visual	✓	✓		Generalización (componente común)
Zaksaitė & Jones (2020)	Humanos	Juicios causales	Visual	✓			Carencia de inhibición condicionada
Pinto & Núñez (2020)	Humanos	Juicios causales	Visual	✓			Razonamiento proposicional

Nota. * EI: Comida. ** EI: Sacarosa. R= Redundancia. B= Bloqueo. V= Validez Relativa. ✓ = indica evidencia positiva del fenómeno explorado en el estudio.

Como se aprecia en la Tabla 1, en estos estudios no solo se ha examinado el efecto de redundancia, sino que además incluyen demostraciones de otros fenómenos de competencia de estímulos que han sido fundamentales para el desarrollo de las teorías de error común. Por ejemplo, Uengoer et al. (2013) entrenaron a los participantes para aprender qué alimentos provocan (+) o no (-) una reacción alérgica (dolor estomacal) en un paciente ficticio. El entrenamiento consistió

en siete diferentes tipos de ensayos que incluyó bloqueo (A+ AX+) y discriminación (BY+ CY-) para permitir las comparaciones entre los estímulos redundantes y un procedimiento de ensombrecimiento (DW+) y una pseudo-discriminación (EZ± FZ±) para evaluar si existe un menor aprendizaje a un estímulo bloqueado que ensombrecido (Wagner, 1969) y un menor aprendizaje para los estímulos que participan en una discriminación que en una pseudo-discriminación (Wagner et al., 1968). Los resultados del entrenamiento indicaron que los participantes gradualmente aprendieron a predecir la reacción alérgica en los ensayos reforzados (A+ AX+ BY+ y DW+), ausencia de reacción en los ensayos no-reforzados (CY-) y a predecir ambas consecuencias con aproximadamente igual frecuencia en los ensayos parcialmente reforzados (EZ± FZ±). Los resultados de la prueba mostraron tres efectos. En primer lugar, un efecto de redundancia consistente en un mayor valor predictivo al estímulo bloqueado, X, que, al estímulo común de la discriminación, Y. En segundo lugar, los puntajes al estímulo ensombrecido, W, fueron significativamente mayores al estímulo X, indicando un mayor bloqueo que ensombrecimiento. Finalmente, se demostró un efecto de validez relativa consistente en un menor valor predictivo al estímulo Y que al estímulo Z.

En otra de las demostraciones del efecto, Jones y Pearce (2015) compararon la fuerza asociativa de X en un grupo bloqueo A+AX+, un grupo continuo AX+ BX-, y un grupo parcial AX± BX±. Ellos esperaban que si el aprendizaje es mayor en el grupo parcial (pseudo-discriminación) que en el grupo continuo (discriminación), esto sería una demostración del efecto de validez relativa, lo cual podría indicar y de acuerdo con las teorías del procesamiento automático (e.g., Rescorla & Wagner, 1972), que la tasa de aprendizaje para los ensayos reforzados es mayor que para los ensayos no-reforzados. Además, si el aprendizaje de X es mayor en el grupo bloqueo que en el continuo (discriminación), esto podría ser otra demostración del efecto de redundancia. Sin embargo, tal como Jones y Pearce (2015) comentan, si ambos efectos fuesen vistos, estos hallazgos serían difíciles de conciliar con las teorías

de procesamiento automático. Los resultados del experimento demostraron ambos efectos.

Recientemente, Uengoer et al. (2020) ofrecieron la primera demostración del efecto de redundancia en un diseño que incluye bloqueo (A+ AX+) con fases separadas, es decir, con ensayos de A+ presentados en una primera fase y ensayos de AX+ en una segunda fase y no entremezclados como se ha estudiado habitualmente el fenómeno tanto en diseños intra-sujeto como inter-sujeto.

Considerando que las teorías de error común no son capaces de explicar el efecto de redundancia, se han realizado una serie de esfuerzos por intentar descubrir el mecanismo subyacente a este fenómeno, los cuales se pueden agrupar grosso modo en 5 categorías (Ver Tabla 1). Estas se presentan como interrogantes y se describen a continuación.

¿El efecto de redundancia es el resultado de asociaciones intracompuesto?

Rescorla y Durlach (1981) proponen que durante el condicionamiento Pavloviano con un compuesto de ECs, las asociaciones podrían desarrollarse entre los elementos del compuesto. Como consecuencia, cuando un elemento es presentado por sí solo, podría activar la representación de su compañero y sucesivamente la representación del EI con el cual había sido emparejado y en última instancia, influenciar la fuerza de la RC. De acuerdo con esta propuesta (Pearce et al., 2012), en los ensayos de prueba con el estímulo X, los participantes podrían recordar el estímulo A y dado que fue consistentemente emparejado con el EI, podría permitir a los participantes considerar al estímulo X como un predictor razonablemente fuerte del EI. Por el contrario, en los ensayos de prueba con el estímulo Y, los participantes podrían recordar los estímulos B y C, y ya que una de estas ha sido consistentemente asociada con la ausencia del EI, los participantes podrían considerarla también como pobremente asociada con el EI. Esta descripción refiere a un fenómeno de reevaluación retrospectiva de la fuerza asociativa de los estímulos y es consistente con la teoría del comparador (Denniston et al., 2001) la cual enfatiza el proceso de ejecución durante el

cual se recuperan las asociaciones y se comparan entre sí. El efecto de redundancia sería el resultado de una comparación desfavorable de la fuerza asociativa del estímulo Y con relación al estímulo X, ya que es seguida por el EI en un 50% de los ensayos. Sin embargo, los intentos realizados para examinar esta posibilidad los cuales consisten en reevaluar retrospectivamente la fuerza asociativa de X e Y, por ejemplo, a través de la presentación de A- e Y+ posterior al entrenamiento de A+ AX+ BY+ CY-, han sido negativos, es decir, no se logró revertir la fuerza asociativa de ambos estímulos tal como se esperaba (Jones & Pearce, 2015, Experimento 1; Pearce et al., 2012, Experimento 2 y 3; Uengoer et al., 2013, Experimento 2; Zaksaitė & Jones, 2017).

¿El efecto de redundancia es el reflejo de las diferencias en la cantidad de atención focalizada entre los estímulos redundantes?

Otra posibilidad es asumir que el efecto de redundancia es el resultado de los cambios en la cantidad de atención focalizada en los estímulos redundantes como resultado de la experiencia, los cuales deberían influir en el aprendizaje subsecuente. Dicho de otro modo, es posible que el estímulo que sufre de bloqueo capta una mayor atención que el estímulo que se somete a un procedimiento de discriminación (Uengoer et al., 2013). Con el fin de examinar esta posibilidad, Jones y Zaksaitė (2018) monitorearon la mirada de los participantes durante el entrenamiento A+ AX+ BY+ CY- a través del *eye-tracking*. El tiempo que las personas dedican a mirar un estímulo ha sido utilizado extensivamente como una medida atencional en tareas de aprendizaje (e.g., Beesley & Le Pelley, 2011). Los resultados demostraron que no existen diferencias en el tiempo que las personas dedican a mirar los estímulos X e Y. Este experimento fracasa en proveer cualquier evidencia respecto a que la cantidad de atención puesta a los estímulos X e Y es distinta.

En otro intento, Uengoer et al. (2019) en cada uno de sus 3 experimentos presentaron en una primera fase, dos estímulos en un procedimiento de bloqueo, B y E, y dos estímulos en una discriminación, X e Y. En una segunda fase, los participantes recibieron dos discriminaciones, ya sea BX+ EX- y BY+ EY- o BX+ BY- y EX+ EY-. Ellos esperaban que,

si el estímulo que sufre de bloqueo captura más atención, el primer par de discriminaciones debería ser resuelta más fácilmente que el segundo par. Contrario a esto, los resultados de la serie de experimentos demostraron que ambas discriminaciones fueron adquiridas en forma similar.

¿La dificultad en observar bloqueo en humanos podría considerarse como una prueba indirecta que el efecto de redundancia es el resultado de un razonamiento proposicional?

Uno de los factores más importantes para observar bloqueo, son las variaciones en los supuestos que los participantes tienen sobre la magnitud de las consecuencias (Lovibond et al., 2003). Específicamente, en un procedimiento de bloqueo A+ AX+, el valor de X es incierto y no necesariamente bloqueo si las personas asumen que las consecuencias son una variable discreta o binaria. En cambio, si asumen que las consecuencias son una variable continua y que la magnitud es aditiva, es decir, que el efecto de dos estímulos es mayor que el efecto de cada uno por sí solo; entonces es razonable concluir que X no causa la consecuencia debido a que el efecto de AX no es mayor que el efecto de A por sí solo. Por lo tanto, de acuerdo con esta perspectiva, cuando se asume aditividad de las consecuencias, es predicho un mayor efecto de bloqueo, lo cual es consistente con la evidencia empírica en preparaciones autonómicas y en juicios causales en humanos (Lovibond et al., 2003; Mitchell, et al., 2006). En este sentido, De Houwer et al. (2002) sugieren que los fracasos en observar bloqueo, también se debe a que las consecuencias ocurren siempre en un máximo nivel y por lo tanto nada podría inferirse sobre la relevancia causal del estímulo “bloqueado”. Por ejemplo, estos autores demostraron que los participantes entrenados con una consecuencia submaxima (50% del valor máximo) producen un mayor efecto de bloqueo que los participantes entrenados con consecuencias al nivel máximo (100%). De acuerdo con De Houwer et al. (2002), el remover el techo de la magnitud de las consecuencias permite a los participantes hacer juicios más seguros basados en los supuestos sobre la aditividad de las consecuencias. Basados en esta estrategia, Pinto y Núñez (2020) examinaron el efecto de la manipulación

de la maximalidad de las consecuencias en el efecto de la redundancia en una tarea de juicios causales. Para esto, clasificaron a los participantes en dos grupos: un grupo experimental que recibió instrucciones de submaximalidad de las consecuencias y un segundo grupo control que no recibió dichas instrucciones. Ambos grupos, recibieron un diseño básico de redundancia con la inclusión de un control de ensombrecimiento (DW) para examinar la presencia de bloqueo, $A + AX + BY + CY - DW +$. Pese a que estos autores no hallaron diferencias significativas en la magnitud del efecto del bloqueo y de la redundancia según grupo, el análisis Bayesiano de la prueba t les sugirió que la evidencia a favor de la hipótesis nula fue insuficiente en ambos casos.

En general, las dificultades en observar bloqueo en el aprendizaje causal y en el condicionamiento ha sido considerado como una prueba indirecta que los fenómenos de competencia en humanos no son el resultado de procesos automáticos, sino que exclusivamente de razonamiento proposicional (Cheng, 1997; Krushke, 2006). De acuerdo con esta visión, los hallazgos de la comparación de dos fenómenos de competencia o redundancia, bloqueo y discriminación, podrían ser explicados exclusivamente por un razonamiento proposicional. Específicamente, si una persona aprende que 2 estímulos, A y X juntos causan una consecuencia y luego aprende que A por sí solo también la causa, la conclusión lógica con respecto a X es incierta y no necesariamente que no causa la consecuencia (i.e., bloqueo). Por el contrario, si una persona aprende que 2 estímulos, B e Y juntos causan una consecuencia y luego aprende que C e Y no lo causan, se podría concluir que, Y es redundante para resolver la discriminación ya que B y C causan la consecuencia o no, respectivamente. Como resultado, las personas podrían concluir que X tiene un mayor valor causal que Y .

Consistente con este razonamiento, Jones et al. (2019) proponen que, si el valor causal de X es incierto o ambiguo, entonces los participantes tendrían que adivinar su valor en base a cualquier evidencia disponible. En un escenario de aprendizaje causal, una forma de resolver esto es que los participantes basen sus juicios según el valor causal de los otros estímulos presentes, es decir, según la tasa de reforzamiento.

Por tanto, en ausencia de cualquier información adicional, si la mayoría de los estímulos producen una consecuencia, es lógico pensar que X también la producirá. Esto es precisamente lo que demostraron Jones y sus colaboradores en una tarea de juicios causales donde los participantes tenían que aprender qué alimentos causan una reacción alérgica. Específicamente, en un primer experimento demostraron bloqueo en un grupo donde el 25% de los alimentos presentados producen alergia en comparación a un grupo con un 75%. En un segundo experimento, demostraron un mayor efecto de redundancia en un grupo donde los participantes calificaron a X con una mayor probabilidad de causar una reacción cuando la tasa de reforzamiento fue alta (75%) que cuando fue más baja o incierta (25%). Como una forma de medir directamente el grado de certidumbre sobre el estímulo bloqueado X, en un tercer experimento consultaron a sus participantes el grado de confianza que tenían sobre la precisión de sus juicios y demostraron una menor certidumbre sobre el valor causal de un estímulo que pertenece a un compuesto de dos estímulos, donde ambos predicen una consecuencia, que a un compuesto donde solo uno de los estímulos predice una reacción alérgica. Además, los participantes mostraron una menor confianza al estímulo bloqueado X que al estímulo Y de la discriminación simple.

De acuerdo con Spicer et al. (2021), una manera de representar la incertidumbre en un modelo como el Rescorla-Wagner, es asignar una fuerza asociativa intermedia al inicio del aprendizaje para reflejar de mejor manera la información insuficiente que tienen los participantes para determinar si un estímulo causa o no una consecuencia. Con esta modificación, el modelo es capaz de predecir el efecto de redundancia y el efecto de la tasa de reforzamiento propuesta por Jones et al. (2019).

¿La carencia de inhibición condicionada está relacionada con el efecto de redundancia?

Zaksaitis y Jones (2020) exploraron si la magnitud del efecto de redundancia está relacionada con el grado en que el estímulo C es establecido como inhibitorio en el diseño básico de redundancia, $A+ AX+$

BY+ CY-. De acuerdo con estos autores, la predicción de una mayor fuerza asociativa a Y que a X según el modelo de Rescorla-Wagner, se basa en que C obtiene algo de fuerza asociativa inhibitoria que protege a Y de la extinción. Sin embargo, en las tareas previas con las cuales se ha observado el efecto de redundancia, existen dudas respecto a si los participantes aprenden que C es inhibitorio, dado que en estas tareas las consecuencias varían unidireccionalmente (presencia o ausencia de la consecuencia). Consistente con ello, en el primer experimento observaron un efecto de redundancia, pero no evidencia de inhibición para C en una tarea sobre la reacción alérgica al consumo de ciertos alimentos en un paciente ficticio. En sus siguientes experimentos utilizaron una tarea alternativa (efecto del consumo de una medicina en los niveles hormonales de un paciente ficticio) en la cual los niveles de las consecuencias podían disminuir (efecto inhibitorio), aumentar (efecto excitatorio) o mostrar una ausencia de cambios (efecto neutro). Después de sucesivos intentos, en un cuarto experimento lograron establecer que el estatus causal de C como neutral o inhibitorio podía afectar la magnitud del efecto de redundancia. Específicamente, la inhibición de C aumenta el puntaje asignado a Y lo cual reduce la magnitud del efecto de redundancia. Por el contrario, el estatus causal de C como un estímulo neutro fue relacionado a un menor puntaje asignado a Y acompañado de un mayor efecto de redundancia.

¿El efecto de redundancia es el resultado de un componente común que comparten los estímulos experimentales?

Recientemente, Vogel y Wagner (2017) utilizaron el modelo de Rescorla-Wagner (1972) como un ejemplo prototípico para demostrar que el efecto de redundancia puede ser explicado por este tipo de teorías, si se asume que este fenómeno es el resultado de una influencia asociativa adicional de algunos aspectos de los estímulos que son compartidos por todos los ECs (Haselgrove, 2010; Vogel et al., 2017; Vogel & Wagner, 2017). Además de los estímulos experimentales hay un estímulo común adicional, “K”, que se activa simultáneamente con cualquier EC, el cual representa la similaridad entre los ECs.

Si esta comunalidad se tiene en cuenta, suponiendo que además de los estímulos experimentales, hay un componente común, K, que se activa simultáneamente con cualquier EC, entonces el procedimiento $A+ AX+ BY + CY-$, sería mejor representado como un procedimiento $AK+ AXK+ BYK+ CYK-$, y los estímulos de prueba de interés como XK y YK. A través de este hipotético componente común, en cierto sentido, los procedimientos de bloqueo y discriminación en los que X e Y están inmersos respectivamente se vuelven más similares. Es decir, cuando X e Y son reforzados, ambos compiten por el refuerzo con estímulos que también son reforzados: X con el compuesto reforzado AK e Y con el estímulo reforzado K. Por lo tanto, el estímulo Y no sólo se reduce cuando no se refuerza en los ensayos CYK, sino que también se bloquea (por K) cuando se refuerza en los ensayos BYK. Con la incorporación de un componente común al modelo de Rescorla-Wagner, Vogel y Wagner (2017) no solo simulan exitosamente el efecto de bloqueo y de redundancia, sino que además otros fenómenos como el ensombrecimiento y la validez relativa.

Desde una perspectiva asociativa, el hipotético componente común se basa en un mecanismo de los estímulos que, 1) a un nivel superficial, parece ser un simple caso de generalización consistente en la similaridad perceptual de los estímulos, y 2) a un nivel más profundo, la generalización podría significar que los animales tienen alguna representación de los estímulos que pueden usar en la formación de una asociación. A este respecto, los defensores del mecanismo parecen inclinarse a la primera posibilidad. Por ejemplo, Haselgrove (2010) predice los resultados de 3 estudios de Beckers et al. (2006) sobre la maximalidad y aditividad en el bloqueo en ratas utilizando el modelo de Rescorla-Wagner y propone como mecanismo teórico que los estímulos tienen un elemento representacional común que se caracteriza por la similitud en la modalidad sensorial de los estímulos condicionados (en ese caso, de tipo auditivo). En otra de las aplicaciones del mecanismo, Vogel et al. (2017) realizaron un análisis teórico sobre la transferencia del *occasion setting* con el modelo SOP con elementos de reemplazo (SOP-REM). Este fenómeno ocurre cuando un estímulo

condicionado controla la respuesta de un segundo estímulo, sin producir o inhibir una respuesta por sí mismo. Generalmente, se reporta a través de discriminaciones de rasgo positivo en serie o en secuencia (A->X+, X-), en el cual un estímulo objetivo (X+) es reforzado seguido de un rasgo discriminativo (A), pero no cuando se presenta por sí solo (X-), o una discriminación de rasgo negativo (B->X-, X+) en el cual el estímulo objetivo no reforzado (X-) es seguido por el rasgo (B), pero es reforzado cuando se presenta solo (X+). Específicamente, la transferencia se observa cuando una característica entrenada con un estímulo objetivo puede producir un control de la respuesta a un segundo estímulo objetivo entrenado con otra característica (por ejemplo, entre dos discriminaciones de rasgo-positivo o entre dos discriminaciones de rasgo negativo). En su análisis, estos autores propusieron dos clases de elementos comunes, una consistente en el entrenamiento de los rasgos con el mismo intervalo temporal (intervalo característica-estímulo objetivo entre las discriminaciones) y otra consistente en la representación de los estímulos objetivos entrenados con el mismo reforzador.

Discusión

Pearce et al. (2012) demostraron “el efecto de redundancia” el cual consiste en el hallazgo de un mayor aprendizaje para X en un procedimiento de bloqueo, A+ AX+, que a Y en un procedimiento de discriminación, BY+ CY-. Contrario a estos hallazgos, el modelo de Rescorla-Wagner y cualquier otra teoría que utilice un mecanismo de error común predicen una mayor respuesta a Y que a X. En esta revisión se describieron los hallazgos del efecto de redundancia y los principales mecanismos teóricos que hipotéticamente explicarían este fenómeno. Los resultados muestran que el diseño básico del efecto de redundancia A+ AX+ BY+ CY- se ha estudiado en animales y humanos con ensayos entremezclados o con fases separadas tanto a nivel intra-sujeto como inter-sujeto y en tareas de condicionamiento clásico y de juicios causales.

Por otro lado, se han explorado una serie de propuestas teóricas cuyas predicciones han sido examinadas a través de distintos experi-

mentos. Estas pueden agruparse en torno a 5 categorías, las cuales se han enfocado fundamentalmente en si el efecto de redundancia es el resultado de asociaciones intra-compuesto, un fenómeno atencional, una consecuencia de un razonamiento proposicional o de la carencia de inhibición condicionada o producto de la generalización entre los estímulos experimentales (componente común). En general, las propuestas más exitosas a la hora de explicar el fenómeno son las que se basan en la incertidumbre del valor causal del estímulo bloqueado (Jones et al., 2019; Spicer et al., 2021) con un diseño estándar propio de las tareas de juicios causales que no promueven la inhibición condicionada (Zaksaitė & Jones, 2020) y como una consecuencia de la presencia de un componente común entre los estímulos experimentales (Vogel & Wagner, 2017). De forma interesante, estas propuestas concuerdan en que un modelo de procesamiento automático de error común, que originalmente no es capaz de explicar el efecto de redundancia, adquiere dicha capacidad si se le asigna un valor intermedio en la fuerza asociativa de los estímulos al comienzo del aprendizaje (Spicer et al., 2021) o un componente común a los estímulos experimentales (Vogel & Wagner, 2017).

Sin embargo, mientras que la propuesta teórica de Spicer et al. (2021) es consistente con cierta evidencia (e.g., Jones et al., 2019), es discordante con otra (e.g., Uengoer et al., 2020). Por ejemplo, en uno de sus experimentos, Uengoer et al. (2020), presentaron por sí solo el estímulo D- en una primera fase, mientras que, en una segunda fase se presentó D en compañía de un estímulo novedoso Z emparejados con una consecuencia, DZ+. Podría pensarse que, ante la presentación del estímulo D en los ensayos de prueba, los participantes no estén seguros de su importancia y como consecuencia de ello, le asignen una puntuación cercana a 5 (en una escala de 0-10 puntos); sin embargo, esto no ocurrió así. Más bien, la valoración del estímulo D fue baja y significativamente inferior a la de X. Además, si los estímulos C e Y son igualmente redundantes para resolver la discriminación, los participantes deberían asignarles en una prueba el mismo valor causal. Sin

embargo, Uengoer et al. (2020) muestran que los participantes le asignan un puntaje causal mayor a Y que C.

Por otra parte, la validez empírica de la propuesta de Vogel y Wagner (2017) también ha sido recientemente cuestionada. De acuerdo con Jones et al. (2019), una de las predicciones del modelo de Rescorla-Wagner con el componente común, es la demostración del efecto de redundancia en una condición que incluye un 75% de estímulos que predicen una consecuencia y el efecto inverso, es decir, una menor respuesta a X que a Y, en otra condición que incluye un 25% de estímulos que predicen una consecuencia. Jones et al. (2019) evaluaron esta predicción y contrario al modelo, demostraron que el efecto de redundancia ocurre en ambas condiciones. Además, Uengoer et al. (2020) observaron el efecto de redundancia en un diseño que incluye bloqueo (A+ AX+) con fases separadas, lo cual es contrario a las predicciones del modelo de Rescorla-Wagner con el componente común, según el cual, bajo estas condiciones, debería existir una mayor respuesta a Y que a X.

A pesar de la contribución del presente estudio en el examen empírico y teórico del efecto de redundancia, debe considerarse que tiene las siguientes limitaciones metodológicas: a) la búsqueda se realizó únicamente en dos bases de datos; b) Solo se incluyó dos palabras clave en la búsqueda (*redundant cues*, *redundancy effect*) y no una combinación de estas palabras u de otras asociadas a estas; c) no se evaluó la calidad de los artículos incluidos en la revisión.

En conclusión, pese a los progresos la evidencia revisada hasta la fecha aún es insuficiente para establecer con seguridad el mecanismo que subyace al efecto de redundancia.

Referencias

- Beckers, T., Miller, R. R., De Houwer, J., & Urushihara, K. (2006). Reasoning rats: forward blocking in Pavlovian animal conditioning is sensitive to constraints of causal inference. *Journal of Experimental Psychology: General*, 135(1), 92-102. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.135.1.92>

- Beesley, T., & Le Pelley, M. E. (2011). The influence of blocking on overt attention and associability in human learning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 37(1), 114-120. <https://doi.org/10.1037/a0019526>
- Bush, R. R., & Mosteller, F. (1951). A mathematical model for simple learning. *Psychological Review*, 58(5), 313-323. <https://doi.org/10.1037/h0054388>
- De Houwer, J. D., Beckers, T., & Glautier, S. (2002). Outcome and cue properties modulate blocking. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Section A*, 55(3), 965-985. <https://doi.org/10.1080/02724980143000578>
- Cheng, P. W. (1997). From covariation to causation: A causal power theory. *Psychological review*, 104(2), 367-405. <http://dx.doi.org/10.1037/0033-295X.104.2.367>
- Denniston, J. C., Savastano, H. I., & Miller, R. R. (2001). The extended comparator hypothesis: Learning by contiguity, responding by relative strength. In R. R. Mowrer & S. B. Klein (Eds.), *Handbook of contemporary learning theories* (pp. 65-117).
- Haselgrove, M. (2010). Reasoning rats or associative animals? A common element analysis of the effects of additive and subadditive pre-training on blocking. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 36, 296-306. <http://dx.doi.org/10.1037/a0016603>
- Jones, P. M., & Pearce, J. M. (2015). The fate of redundant cues: Further analysis of the redundancy effect. *Learning & Behavior*, 43(1), 72-82. <https://doi.org/10.3758/s13420-014-0162-x>
- Jones, P. M., Zaksaitė, T., & Mitchell, C. J. (2019). Uncertainty and blocking in human causal learning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Learning and Cognition*, 45(1), 111-124. <https://doi.org/10.1037/xan0000185>
- Jones, P. M., & Zaksaitė, T. (2018). The redundancy effect in human causal learning: No evidence for changes in selective attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 71(8), 1748-1760. <https://doi.org/10.1080/17470218.2017.1350868>

- Kamin, L. J. (1969). Predictability, surprise, attention, and conditioning. In B. A. Cambell & R. M. Church (Eds.), *Punishment and aversive behavior* (pp. 279-296). Appleton-Century-Crofts.
- Kruschke, J. K. (2006). Locally Bayesian learning with applications to retrospective reevaluation and highlighting. *Psychological Review*, 113(4), 677-699. <http://dx.doi.org/10.1037/0033-295X.113.4.677>
- Lovibond, P. F., Been, S. L., Mitchell, C. J., Bouton, M. E., & Frohardt, R. (2003). Forward and backward blocking of causal judgment is enhanced by additivity of effect magnitude. *Memory and Cognition* 31, 133-142. <https://doi.org/10.3758/BF03196088>
- Mitchell, C. J., Lovibond, P. F., Minard, E., & Lavis, Y. (2006). Forward blocking in human learning sometimes reflects the failure to encode a cue–outcome relationship. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59(05), 830-844. <http://dx.doi.org/10.1080/17470210500242847>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & Prisma Group. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Medicine*, 6(7),1-6. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- Pavlov, I. P. (1927). *Conditioned reflexes*. Oxford: Oxford University Press.
- Pearce, J. M., Dopson, J. C., Haselgrove, M., & Esber, G. R. (2012). The fate of redundant cues during blocking and a simple discrimination. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 38, 167-179. <https://dx.doi.org/10.1037/a0027662>
- Pinto, J. A. P., & Núñez, D. E. (2020). The redundancy effect on human predictive learning: evidence against a propositional interpretation. *Revista Argentina de Ciencias del Comportamiento*, 12(3), 105-115. <https://doi.org/10.32348/1852.4206.v12.n3.25293>
- Rescorla, R. A., & Durlach, P. (1981). Within-event learning in Pavlovian conditioning. In N. E. Spear & R. R. Miller (Eds.), *Information processing in animals: Memory mechanisms* (pp. 81-111). Lawrence Erlbaum.

- Rescorla, R. A., & Wagner, A. R. (1972). A theory of Pavlovian conditioning: Variations in the effectiveness of reinforcement and non-reinforcement. In A. H. Black & W. F. Prokasy (Eds.), *Classical Conditioning II: Current Theory and Research* (pp. 64-99). Appleton-Century-Crofts.
- Spicer, S. G., Wills, A. J., Jones, P. M., Mitchell, C. J., & Dome, L. (2021). Representing uncertainty in the Rescorla-Wagner model: Blocking, the redundancy effect, and outcome base rate. *Open Journal of Experimental Psychology and Neuroscience*, 1, 14-21. <https://doi.org/10.46221/ojepn.2021.6623>
- Uengoer, M., Dwyer, D. M., Koenig, S., & Pearce, J. M. (2019). A test for a difference in the associability of blocked and uninformative cues in human predictive learning. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 72(2), 222-237. <https://doi.org/10.1080/017470218.2017.1345957>
- Uengoer, M., Lachnit, H., & Pearce, J. M. (2020). The role of common elements in the redundancy effect. *Journal of Experimental Psychology: Animal Learning and Cognition*, 46(3), 286-296. <https://doi.org/10.1037/xan0000236>
- Uengoer, M., Lotz, A., & Pearce, J. M. (2013). The fate of redundant cues in human predictive learning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 39, 323-333. <https://doi.org/10.1037/a0034073>
- Vogel, E. H., Ponce, F. P., & Wagner, A. R. (2017). A theoretical analysis of transfer of occasion setting: SOP with replaced elements. *Behavioural Processes*, 137, 19-32. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2016.06.013>
- Vogel, E. H., & Wagner, A. R. (2017). A theoretical note in interpretation of the "redundancy effect" in associative learning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Learning and Cognition*, 43(1), 119-125. <http://dx.doi.org/10.1037/xan0000123>
- Wagner, A. R., Logan, F. A., Haberlandt, K., & Price, T. (1968). Stimulus selection in animal discrimination learning. *Journal of*

- Experimental Psychology*, 76, 171-180. <http://dx.doi.org/10.1037/h0025414>
- Wagner, A. R. (1969). Incidental stimuli and discrimination learning. In G. Gilbert & N. S. Sutherland (Eds.), *Animal discrimination learning* (pp. 83-111). Press.
- Zaksaite, T., & Jones, P. M. (2017). The Redundancy Effect in Human Causal Learning: Evidence Against a Comparator Theory Explanation. *Poster: papers, Proceedings of the 39th Annual Meeting of The Cognitive Science Society*, London, UK.
- Zaksaite, T., & Jones, P. M. (2020). The redundancy effect is related to a lack of conditioned inhibition: Evidence from a task in which excitation and inhibition are symmetrical. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 73(2), 260-278. <https://doi.org/10.1177/1747021819878430>