Revista Latinoamericana de Psicología

https://revistalatinoamericanadepsicologia.konradlorenz.edu.co/

ORIGINAL

Evidencia del efecto de redundancia en el aprendizaje predictivo humano: una prueba del modelo de clave común mediante manipulación temporal

Diego Aguilar, Valentina Campos, Victoria Soto, Jorge A. Pinto*

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

Recibido el 10 de julio de 2025; ***aceptado*** el 16 de diciembre de 2025

Resumen | **Introducción/objetivo:** los modelos tradicionales de aprendizaje asociativo predicen que los estímulos redundantes adquieren menor valor asociativo que aquellos que brindan información única sobre la ocurrencia del estímulo incondicionado. Sin embargo, investigaciones recientes han demostrado el efecto de redundancia, según el cual un estímulo redundante en un procedimiento de bloqueo (A+ AX+) se valora más que otro redundante en una discriminación (BY+ CY–). Una propuesta teórica para explicar este hallazgo es la incorporación de una clave común en el modelo de Rescorla y Wagner, que podría representar la similitud entre los estímulos, incluyendo sus características temporales. Este estudio tiene como objetivo poner a prueba empíricamente esta hipótesis, mediante la manipulación de la congruencia temporal entre la duración de los estímulos y el intervalo entre ensayos. **Método:** se asignó a cuarenta y ocho participantes a uno de dos grupos: congruente (duración e intervalo iguales: 1-1 s o 10-10 s) e incongruente (duración e intervalo distintos: 1-10 s o 10-1 s). Todos completaron una tarea de aprendizaje predictivo basada en juicios sobre reacciones alérgicas alimentarias con un diseño que incluyó bloqueo (A+, AX+), discriminación (BY+, CY–) y ensombrecimiento (DW+). **Resultados:** se demostró el efecto de bloqueo (W > X) y redundancia (X > Y) en ambos grupos. **Conclusiones:** los hallazgos respaldan que el efecto de redundancia en humanos es robusto, pero no ofrecen apoyo empírico a la hipótesis de que la clave común se base en las características temporales de los estímulos.

Palabras clave: Efecto de redundancia, bloqueo, discriminación, clave común, duración del estímulo, intervalo entre ensayos, juicios predictivos, aprendizaje predictivo

© 2025 Fundación Universitaria Konrad Lorenz. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

Evidence for the redundancy effect in human predictive learning: a test of the common cue model through temporal manipulation

Abstract | **Introduction/Objectives:** Traditional models of associative learning predict that redundant stimuli acquire lower associative value than those that provide unique information about the occurrence of the unconditioned stimulus. However, recent studies have demonstrated the redundancy effect, whereby a redundant stimulus in a blocking procedure (A+ AX+) is rated more highly than another redundant stimulus trained in a discrimination procedure (BY+ CY–). One theoretical account for this finding proposes the inclusion of a common cue in the Rescorla and Wagner model, which may reflect stimulus similarity, including temporal features. The present study aimed to empirically test this hypothesis by manipulating the temporal congruence between stimulus duration and the intertrial interval. **Method:** Forty-eight

* Autor de correspondencia.
Correo electrónico: jpinto11@santotomas.cl

https://doi.org/10.14349/rlp.2025.v57.18
0120-0534/© 2025 Fundación Universitaria Konrad Lorenz. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

participants were randomly assigned to one of two groups: a congruent group (same duration and interval: 1–1 s or 10–10 s) or an incongruent group (different duration and interval: 1–10 s or 10–1 s). All participants completed a predictive learning task based on judgments of allergic food reactions. The experimental design included conditions of blocking (A+, AX+), discrimination (BY+, CY–), and overshadowing (DW+). **Results:** Both the blocking effect (W > X) and the redundancy effect (X > Y) were observed across groups. **Conclusions:** The findings support the robustness of the redundancy effect in human causal learning but provide no empirical evidence that the common cue is based on the temporal characteristics of the stimuli.

Keywords: Redundancy effect, blocking, discrimination, common cue, stimulus duration, intertrial interval, predictive judgments, predictive learning

© 2025 Fundación Universitaria Konrad Lorenz. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

En el condicionamiento clásico, los estímulos condicionados (EC) que proporcionan mayor información sobre el estímulo incondicionado (EI) tienden a ejercer un control conductual más fuerte que aquellos que son redundantes (Pearce et al., 2012; Tapia et al., 2022). En una demostración clásica de esto, Wagner et al. (1968) expusieron a un grupo de ratas a una discriminación en la que BY fue consistentemente reforzada por el EI, y CY no (BY+ CY–). En otra condición, un grupo se sometió a una pseudodiscriminación donde se reforzaron ambos compuestos en la mitad de los ensayos (EZ± FZ±). En el primer grupo, Y fue menos informativo que B o C, es decir, fue una clave redundante. Sin embargo, en el grupo de la pseudodiscriminación, Z fue tan informativa como E y F. Los resultados demostraron un mayor aprendizaje a Z que a Y, es decir, al estímulo con un mayor valor informacional relativo. Este hallazgo se denominó "validez relativa". En humanos, Wasserman (1990) obtuvo resultados similares en una tarea de reacciones alérgicas al consumo de ciertos alimentos (e.g., camarones y frutillas).

Otro fenómeno que demuestra el valor informacional de los estímulos es el bloqueo (Deery & Commins, 2025; Kelly & Ludvig, 2025; Mustaca & Pellegrini, 2023; Nazli et al., 2024; Seraganian, 2023). Una demostración clásica consiste en un experimento en ratas de tres fases (Kamin, 1969). En la primera, un grupo experimental recibe varias presentaciones de un estímulo A (ruido) emparejado con un choque eléctrico (EI). En la segunda, el grupo experimental y su respectivo grupo control son expuestos al estímulo A en conjunto con otro estímulo, X (luz) y ambos son seguidos por el EI. Por último, en una fase de prueba se evalúa la respuesta condicionada (RC) de miedo a través de la supresión de una conducta (presionar una barra para obtener comida) emitida en presencia de X presentado por sí solo en el grupo experimental y control. Los resultados de la prueba demuestran comúnmente una mayor RC de miedo a X en el grupo control que en el experimental; es decir, A bloquea el aprendizaje de X en este último, el cual no aporta nueva información sobre el EI (sin embargo, véanse Maes et al., 2016 y Nakajima et al., 2025).

Este efecto y otros similares inspiraron el desarrollo de teorías de aprendizaje basadas en la reducción de error común, siendo el modelo de Rescorla y Wagner (1972; RW en adelante) uno de los más influyentes (Esber et al., 2025; Harris, 2025; Soto et al., 2023). En este modelo, el aprendizaje ocurre a través del ajuste progresivo de la fuerza asociativa de los estímulos según el error de predicción, es decir, la discrepancia entre el resultado esperado y el obtenido. Cuando varios estímulos predicen un mismo evento, compiten por reducir ese error, de modo que el incremento en la fuerza de uno reduce el aprendizaje del otro. Específicamente, el cambio en la fuerza asociativa (ΔV) entre EC y EI depende del error de predicción (λ - ΣV), donde λ es la máxima asociación posible, ΣV la suma de asociaciones previas, y α y β coeficientes de saliencia del EC y EI, respectivamente. β+ y β- especifican las diferentes tasas de aprendizaje y λ+ y λ- las diferentes asíntotas, es decir, para ensayos reforzados versus no reforzados, respectivamente. El aprendizaje cesa cuando ΣV alcanza λ.

No obstante, investigaciones recientes han documentado un patrón que desafía estas predicciones: el efecto de redundancia. En este fenómeno, se observa mayor aprendizaje de un estímulo redundante X en un diseño de bloqueo (A+ AX+) que de otro estímulo igualmente redundante Y entrenado mediante una discriminación (BY+ CY–; Pearce et al., 2012). Este hallazgo es nuevo y teóricamente desafiante para todas las teorías del aprendizaje de error común, tales como el modelo RW, ya que predicen que el valor asociativo final de Y debería ser mayor que X.

El efecto de redundancia se ha replicado en diversas especies y procedimientos (Jones & Pearce, 2015; Pearce et al., 2012; Uengoer et al., 2013), que han incluido comparaciones con otros fenómenos clásicos como el ensombrecimiento y la validez relativa (Alcalá et al., 2023, 2024; Herrera et al., 2022). Dado que las teorías de error común no predicen estos resultados, se han explorado hipótesis alternativas (Pinto, 2023), siendo una de las más exitosas la propuesta por Vogel y Wagner (2017). Esta supone que los estímulos pueden compartir un componente representacional común (K) que representa la similitud entre los estímulos.

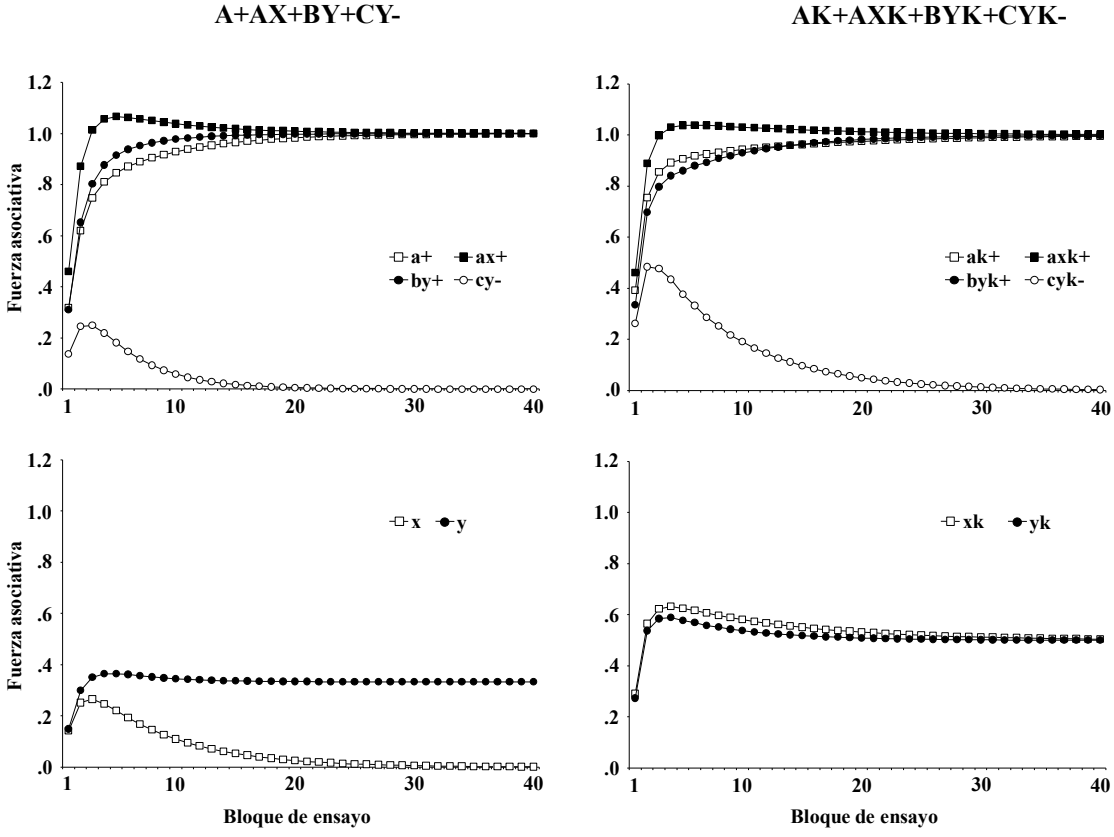
En el modelo RW, los estímulos compiten entre sí por predecir el EI, de modo que aquellos con mayor saliencia o historia predictiva ganan más fuerza asociativa. La versión de RW con clave común (Vogel & Wagner, 2017) extiende este principio suponiendo que los estímulos compuestos (e.g., AX) no solo poseen elementos únicos (A, X), sino también un componente representacional compartido (K) que participa en la competencia por el error de predicción. Así, el cambio en la fuerza asociativa de cada estímulo depende no solo de su propio error,

sino también del error compartido a través de K. Cuando la similitud entre estímulos es alta —por ejemplo, por una congruencia temporal o estructural—, la contribución de K aumenta, intensificando la competencia entre claves. Desde esta perspectiva, el efecto de redundancia emerge cuando los estímulos redundantes comparten un elemento común que reduce su ganancia asociativa, al distribuir el error predictivo entre representaciones parcialmente solapadas.

Con el fin de presentar detalles adicionales, en la Figura 1 se presentan simulaciones computacionales sobre el entrenamiento A+ AX+ BY+ CY– con ambos modelos. Los gráficos de la izquierda presentan la adquisición de la fuerza asociativa en el curso del entrenamiento (gráfico superior) y para las claves X e Y en la prueba (gráfico inferior) con el modelo RW. Como se aprecia en el gráfico superior, el modelo predice que todos los estímulos inicialmente adquieren fuerza asociativa, pero con el curso del entrenamiento la fuerza asociativa de A, AX y BY se aproximan a una asíntota de 1 mientras que CY se aproxima a cero. El gráfico del panel inferior indica que durante este entrenamiento V_x y V_y tienen diferentes destinos: aunque ambos V_x y V_y inicialmente crecen, V_x eventualmente disminuye a cero mientras que V_y alcanza una asíntota excitatoria. Siguiendo a Vogel y Wagner (2017), se realizó exactamente la misma simulación descrita, pero esta vez el entrenamiento incluyó la presencia de una clave común, K, sobre cada tipo de ensayo. Como se aprecia en el gráfico superior-derecho, las funciones de aprendizaje indican que las discriminaciones se resuelven de una manera similar a las simulaciones sin la clave común. Sin embargo, el gráfico inferior-derecho indica que a diferencia del modelo RW, la prueba con los compuestos críticos revela una mayor fuerza asociativa acumulada a XK que a YK (más marcada en los primeros ensayos). Simulaciones adicionales del modelo con clave común mostraron que el efecto de redundancia depende críticamente de la saliencia del elemento compartido (αK). Cuando esta saliencia es baja, el modelo predice la ausencia del efecto de redundancia, aunque se mantienen los efectos clásicos de ensombrecimiento y validez relativa. En cambio, una saliencia alta genera la aparición simultánea del efecto de redundancia, el ensombrecimiento y la validez relativa.

Cabe distinguir entre la fuerza asociativa que el modelo RW describe teóricamente y la probabilidad de respuesta observada empíricamente (De Houwer et al., 2013). La primera refleja la magnitud del aprendizaje, es decir, el grado en que un estímulo ha adquirido valor predictivo respecto al EI; mientras que la segunda depende de procesos de decisión o recuperación que median la expresión conductual de esa asociación. En

Figura 1. Simulaciones de bloqueo y discriminación según el modelo RW estándar (izquierda) y con el supuesto de la clave común (derecha). El entrenamiento tiene un total de 40 ensayos de cada tipo. Los parámetros fueron λ = 1, α = .4 (todas las claves), β+ = .2, β- = .1



este trabajo se modelan las predicciones en términos de fuerza asociativa, asumiendo que esta se correlaciona, pero no se equipara, con la probabilidad de emitir una respuesta predictiva.

Aunque Vogel y Wagner (2017) no especificaron la naturaleza de la clave común, se podría hipotetizar que es un reflejo de la similitud perceptual de los estímulos en cuanto a su modalidad sensorial o a sus características temporales (Amundson & Miller, 2008; Haselgrove, 2010; Vogel et al., 2017). Esta investigación exploró esta última posibilidad. En concreto, si la clave común se relaciona con las características temporales de los estímulos, que han demostrado ser cruciales al observar los fenómenos de competencia de estímulos (e.g., Álvarez et al., 2025; Delgado, 2016; Sissons et al., 2009). Para ello, con base en la duración de los estímulos y del intervalo entre ensayos, se distribuyeron los participantes en dos condiciones: un grupo congruente que recibió la misma duración de los estímulos e intervalo entre ensayos (1-1 segundos o 10-10 segundos, respectivamente) y un grupo incongruente, el cual recibió una duración e intervalos distintos (1-10 segundos o 10-1 segundos, respectivamente). En este contexto, la congruencia entre la duración del EC y el intervalo entre ensayos se concibe como una forma indirecta de similitud temporal, en tanto ambos parámetros definen la estructura cronológica del episodio de aprendizaje. Por tanto, se esperaba observar el efecto de redundancia en la condición congruente y no en la incongruente.

En las simulaciones descritas anteriormente, la manipulación de la congruencia temporal se modeló de forma indirecta mediante variaciones en la saliencia del elemento común (αK), asumiendo que una mayor coincidencia temporal entre los estímulos incrementa el grado de solapamiento representacional. Operacionalmente, 'alta/baja' αK representa un mayor/menor solapamiento representacional, que se intentó modular de forma indirecta a través de la manipulación temporal en este estudio. Este enfoque computacional permite anticipar que las condiciones de alta congruencia temporal deberían amplificar la competencia asociativa, lo que generaría una reducción diferencial en la fuerza de las claves redundantes.

Método

Participantes

Un total de 48 personas adultas de la ciudad de Talca, región del Maule, Chile, con edades entre 18 y 30 años (M = 23.58; DE = 2.93) participaron en esta investigación (25 hombres y 23 mujeres). Se reclutó a los participantes a través de avisos publicitarios, redes sociales y redes institucionales. Estos se seleccionaron aleatoriamente y se evaluaron de manera individual, sin experiencia previa en alguna investigación similar. Los criterios de inclusión consideraron a personas de ambos sexos con edades entre los 18 y 30 años de cualquier nivel de educación. Se excluyó a toda aquella persona que reportó problemas de visión o audición y lesiones neurológicas. Los participantes se asignaron de forma aleatoria a dos grupos experimentales: congruente (n = 24) e incongruente (n = 24). El Comité de Ética de la Universidad Santo Tomás aprobó el contenido del consentimiento informado y el procedimiento del experimento (Informe/Carta Nos. 24-174).

Materiales

Se presentaron los estímulos y se recolectaron los datos en un computador programado con el software E-prime (versión 3; Psychology Software Tools, Inc., Pittsbugh, PA). En la Tabla 1 se presenta el diseño del experimento. Los estímulos designados como A-D y W-Y se representaron con imágenes de siete alimentos diferentes (manzana, pera, plátano, uvas, sandía, naranja y fresa) seguidos (+) o no (-) por una reacción alérgica de náusea.

Tabla 1. Diseño del experimento

Grupo	Entrenamiento	Prueba
Congruente	A+ AX+ BY+ CY– DW+	A B C W X Y
Incongruente		

Procedimiento

El propósito de la tarea consistió en que los participantes aprendieran a predecir si el consumo de un alimento o un par de ellos produce una reacción alérgica (náusea) en el paciente ficticio denominado "Sr. X". La tarea experimental se desarrolló en dos fases: entrenamiento y prueba. En el entrenamiento, los participantes recibieron 50 ensayos (10 ensayos por cada tipo de estímulo, A+, AX+, BY+, CY– y DW+). En esta fase se pidió a los participantes que imaginen que son médicos y que tienen que atender a un paciente ficticio "Sr. X", quien sufre de náuseas cuando come ciertos alimentos. Los participantes vieron una pantalla distinta para los exámenes (ensayos) de cada día. Tal como se aprecia en la Figura 2, en una pantalla se les mostró una foto con lo que el "Sr. X "comió ese día. A veces, se les mostraron fotos de un alimento y, en otras, de dos alimentos. Después de ver los alimentos consumidos cada día, en otra pantalla se les pidió a los participantes que predijeran si la comida había provocado náuseas al paciente. Para ello, apareció la frase: "¿Cree Ud. que el Sr. X tendrá náuseas?". Los participantes tenían que responder seleccionando con el ratón "Sí" si creían que el paciente tendría una reacción de náusea o "No" si creían que no sufriría una reacción de náusea. Esta pantalla que incluye únicamente la pregunta con las opciones de respuesta, permaneció sin cambios hasta que el participante seleccionó su respuesta. Después de hacer la predicción, en otra pantalla el computador informó a los participantes si realmente el Sr. X tuvo náusea o no. La retroalimentación consistió en presentar palabras CORRECTO o INCORRECTO sobre la oración "Náusea" para los ensayos reforzados (+) o "No reacción" para los ensayos no reforzados (-), junto con el porcentaje de respuestas correctas en la parte de abajo de la pantalla.

En este entrenamiento, la mitad de los participantes estuvo expuesta a los estímulos por un tiempo breve de 1 segundo, mientras que la otra mitad, a un tiempo largo de 10 segundos. La mitad de los participantes que recibió cada tipo de duración tuvo intervalos entre ensayos de 1 segundo, mientras que la otra mitad, inter-

Figura 2. Ejemplo de un ensayo de aprendizaje de la fase de entrenamiento



valos de 10 segundos. Así, se conformaron dos grupos de participantes: uno denominado "congruente", en el que los participantes recibieron estímulos e intervalos entre ensayos de la misma duración; es decir, estímulos de 1 segundo de duración e intervalos de 1 segundo (1-1 segundos) o estímulos de 10 segundos de duración e intervalos de 10 segundos (10-10 segundos; n = 24). Y el otro grupo denominado "incongruente", en el que los participantes recibieron estímulos e intervalos de distinta duración; es decir, estímulos de 1 segundo de duración e intervalos de 10 segundos (1-10 segundos) o estímulos de 10 segundos de duración e intervalos de 1 segundo (10-1 segundos; n = 24).

Posteriormente, en una fase de prueba, se solicitó a todos los participantes que estimen la probabilidad con la que algunos alimentos causan náuseas en el Señor X. En concreto, los participantes recibieron el siguiente mensaje: "Ahora nos gustaría que estimes cuál es la probabilidad con la que cada alimento causa NÁUSEA al Sr. X". Los participantes respondieron a la pregunta: "¿Qué tan probable es que este alimento cause NÁUSEA en el Sr. X?". Para ello seleccionaron un número de 0 (definitivamente no) a 10 (definitivamente sí) en una escala de 11 puntos. Los participantes puntuaron seis alimentos en esta fase y no hubo restricción en el tiempo de exposición de los estímulos.

La designación de los alimentos específicos para las condiciones A-D y W-Y estuvo parcialmente contrabalanceada entre los participantes. El orden de los ensayos de los distintos estímulos se determinó de forma independiente para cada participante mediante un generador de órdenes aleatorio.

Análisis estadísticos

Los efectos durante el entrenamiento se evaluaron mediante un ANOVA mixto de 2 (grupo: congruente, incongruente) X 5 (estímulos: A+, AX+, BY+, CY–, DW+), X 5 (bloques de dos ensayos), utilizando la proporción promedio de aciertos como variable dependiente. Los 50 ensayos del entrenamiento se agruparon en cinco bloques de dos ensayos por tipo de estímulo, con el objetivo de evaluar la evolución del aprendizaje a lo largo del tiempo y reducir la variabilidad intrasujeto entre ensayos consecutivos. En la prueba se aplicó un ANOVA mixto de 2 (grupo: congruente, incongruente) X 6 (estímulos: A, B, C, W, X, Y), complementando con comparaciones planificadas (t-tests) para los contrastes teóricamente más relevantes (bloqueo y redundancia), con el promedio de los juicios predictivos como variable dependiente. Dado el incumplimiento del supuesto de esfericidad, los niveles de probabilidad declarados se basaron en el ajuste de grados de libertad de *Greenhouse* y *Geisser*.

Además, para la prueba se realizaron análisis bayesianos: un ANOVA mixto bayesiano y pruebas t bayesianas para las comparaciones planificadas. Estos análisis se implementaron con una *priori Cauchy* de amplitud .707, con el fin de evaluar la fuerza del apoyo a la hipótesis nula. Los factores de Bayes resultantes (BF_{01}) indi-

can el nivel de evidencia relativa a favor de las hipótesis nula y alternativa. Los valores superiores a 3 respaldan la hipótesis nula, mientras que valores inferiores a .33 respaldan la hipótesis alternativa (Jeffreys, 1961).

Resultados

La Figura 3 presenta la proporción promedio de aciertos según los grupos durante el entrenamiento. Como se esperaba, los participantes en ambos grupos exhiben un patrón de adquisición similar en la fase de entrenamiento; es decir, un aumento progresivo en la proporción de aciertos en el curso de los ensayos, independiente del estímulo. Esto se confirmó mediante un ANOVA mixto, el cual arrojó únicamente un efecto principal de estímulos, $F(3.062, 140.845) = 12.733$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .217$, bloques, $F(2.922, 134.399) = 75.915$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .623$ e interacción estímulos × bloques, $F(7.620, 350.516) = 2.629$, $p = .009$, $\eta_p^2 = .054$. No hubo efecto de interacción grupo × estímulos, $F(3.062, 140.845) = .509$, $p = .680$, $\eta_p^2 = .011$, grupo × bloques, $F(2.922, 134.399) = .600$, $p = .612$, $\eta_p^2 = .013$, grupo × bloques × estímulos, $F(7.620, 350.516) = .765$, $p = .628$, $\eta_p^2 = .016$, ni efecto principal de grupo, $F(1, 46) = .982$, $p = .327$, $\eta_p^2 = .021$. Estos datos confirman que los participantes aprendieron la tarea. El porcentaje de aciertos total en el último bloque del entrenamiento fue de 97 % para cada grupo.

Los resultados de mayor interés se presentan en la Figura 4, la cual muestra el promedio de juicios predictivos según los estímulos de cada grupo en la prueba. Independiente del grupo, se aprecia en general que los participantes asignaron un mayor juicio predictivo al estímulo A, seguido de B y W, siendo el estímulo C el que posee un menor puntaje. Además, se observa un menor juicio predictivo al estímulo X en comparación con W y un mayor juicio predictivo asignado a X que a Y. El ANOVA confirmó estas observaciones, y mostró un efecto principal de estímulos, $F(3.441, 158.303) = 71.212$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .608$, y ausencia de efectos de interacción estímulos × grupo, $F(3.441, 158.303) = .318$, $p = .838$, $\eta_p^2 = .007$, y de efecto principal de grupo, $F(1, 46) = .009$, $p = .926$, $\eta_p^2 < .001$. Un análisis de sensibilidad *post hoc* indicó que el diseño tenía potencia suficiente (1-β = .80) para detectar efectos pequeños a medianos ($f = .15$; $\eta_p^2 \approx .02$), lo que sugiere que los resultados nulos observados son consistentes con la ausencia de efecto más que con una falta de potencia. Específicamente, la predicción promedio al estímulo A fue mayor que la del resto de los estímulos (*ps* < .003); B fue mayor que C, X e Y (*ps* < .012); y C menor que los demás (*ps* < .001). Más importante aún, se confirmó un efecto de bloqueo, reflejado en una mayor predicción al estímulo control W que al estímulo bloqueado X ($p = .008$), y un efecto de redundancia, evidenciado por una mayor predicción asignada a X que a Y ($p < .001$).

Para evaluar la evidencia a favor de la hipótesis nula, se realizó un ANOVA bayesiano mixto (comparación de modelos respecto del modelo nulo). El modelo que incluía únicamente el factor estímulos obtuvo un *BF01* = 1.09×10^{-45}, lo que indica evidencia abrumadora a favor del efecto de estímulos frente al modelo nulo. En cambio, el modelo con el factor grupo presentó un *BF01* = 6.22, lo que constituye evidencia moderada a favor de la hipótesis nula (ausencia de efecto de grupo). De manera similar, el modelo que incluía la interacción estímulos × grupo no mejoró el ajuste (*BF01* = 1.93×10^{-43}), evidenciando soporte a favor del modelo sin interacción. Estos resultados proporcionan evidencia fuerte de un efecto principal de estímulos y evidencia moderada a favor de la ausencia de efecto de grupo e interacción, apoyando la interpretación de que la manipulación temporal no modula el patrón del efecto de redundancia.

Por otra parte, las comparaciones planificadas confirmaron los efectos de bloqueo, $t(23) = 2.129$, $p = .044$, Cohen's $d = .435$, *BF01* = .698, IC del 95 % [.011, .849], y de redundancia, $t(23) = 3.041$, $p = .006$, Cohen's $d = .621$, *BF01* = .130, IC del 95 % [.177, 1.053] en el grupo congruente; y un efecto de redundancia en el grupo incongruente, $t(23) = 4.079$, $p < .001$, Cohen's $d = .833$, *BF01* = .014, IC del 95 % [.360, 1.292]. Si bien, este análisis no evidenció bloqueo en el grupo incongruente, $t(23) = 1.807$, $p = .084$, Cohen's $d = .369$, *BF01* = 1.148, IC del 95 % [-.049, .779], la prueba *t* bayesiana indicó que la evidencia a favor de este resultado nulo fue insuficiente.

Figura 3. Proporción promedio de aciertos durante el entrenamiento según los estímulos para el grupo congruente (izquierda) y el incongruente (derecha). Las barras representan el error estándar de la media

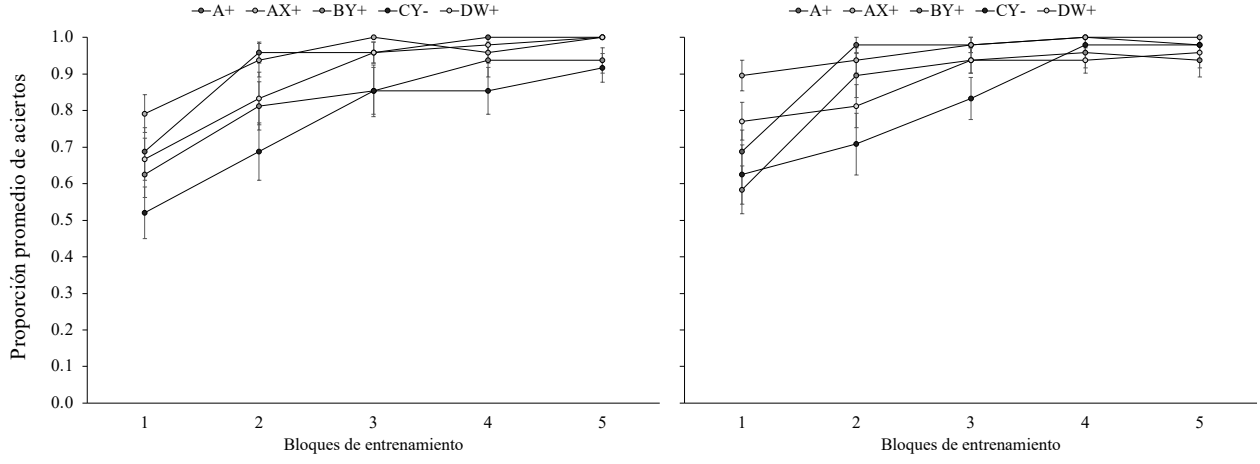
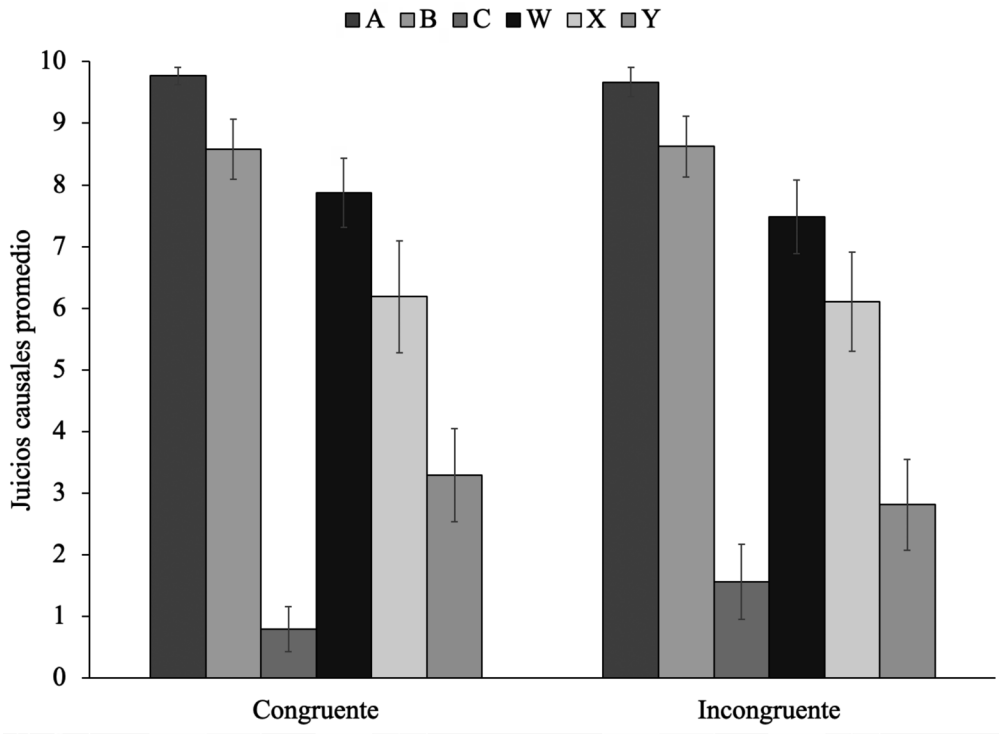


Figura 4. Promedio de juicios predictivos según los grupos en la fase de prueba. Las barras representan el error estándar de la media



Discusión

Los resultados de esta investigación sugieren que el efecto de redundancia no está modulado por la duración de los estímulos ni por el intervalo entre ensayos. El efecto fue robusto, independientemente de la congruencia temporal entre estas dos variables, lo que contradice las predicciones del modelo RW con clave común (Vogel & Wagner, 2017).

Desde un marco más general, distintas formulaciones —como las de Pearce (1987) y Ghirlanda (2015, 2018)— coinciden en que la similitud entre estímulos modula el reparto del error predictivo. En esta línea, trabajos recientes (Aguirre, 2024, 2025) proponen que los modelos asociativos pueden describirse mediante una misma regla de aprendizaje en la que la saliencia del componente compartido determina la magnitud de la competencia. Aplicado a los presentes datos, las diferencias entre grupos podrían reflejar variaciones en dicha saliencia: condiciones congruentes inducirían un solapamiento mayor —un componente común más fuerte— que las incongruentes. La manipulación de la congruencia temporal empleada aquí puede entenderse como una variación indirecta de la similitud representacional, que ofrece un punto de partida claro para extender empíricamente este trabajo. En conjunto, los resultados indican que las variaciones temporales no modifican sustancialmente la competencia asociativa entre estímulos redundantes, lo que plantea desafíos para las versiones del modelo de error compartido y sugiere que futuras investigaciones deberán contrastar estas predicciones mediante manipulaciones más directas del elemento común.

En el presente estudio, el efecto de redundancia se mantuvo a pesar de las variaciones en la congruencia temporal, lo que coincide con una serie de resultados previos que desafían las predicciones más estrictas del modelo con clave común. Por ejemplo, Jones et al. (2019) manipularon la probabilidad de que los estímulos predijeran consecuencias y contrario al modelo, observaron que el efecto de redundancia se producía tanto con tasas altas (75 %) como bajas (25 %). De forma similar, Uengoer et al. (2020) reportaron la persistencia del efecto aun cuando las fases de entrenamiento se presentaban por separado. Tampoco parece sostenerse una explicación basada en la ambigüedad estructural de los estímulos (Jones et al., 2019; Spicer et al., 2021; Uengoer et al., 2020). Aunque, en nuestro diseño, Y y C ocupan un rol similar en la fase de discriminación (BY+/CY–), por lo que Y podría ser descartado como predictor fiable, ya que se asocia a consecuencias inconsistentes (Pinto & Núñez, 2020); los participantes en esta investigación le asignaron una mayor predicción a Y que a C.

Estas observaciones se alinean parcialmente con teorías que proponen una competencia independiente del error para cada estímulo (Pearce et al., 2012), pero también revelan limitaciones en enfoques puramente asociativos o atencionales. Por ejemplo, la teoría del comparador (Denniston et al., 2001) sugiere que X podría evocar el recuerdo de A (fuertemente asociado al EI), aumentando su valor predictivo, mientras que Y evocaría representaciones de B y C, disminuyendo su valor predictivo. Sin embargo, los estudios que evaluaron esta teoría mediante la reevaluación retrospectiva no lograron revertir el efecto de redundancia (e.g., Zaksaite & Jones, 2017). De forma similar, las hipótesis

atencionales como la de Mackintosh (1975), que sugieren una mayor atención y fuerza asociativa a X que a Y, tampoco se ven respaldadas por estudios que emplearon el seguimiento ocular (Jones & Zaksaite, 2018), ni por diseños discriminativos más sensibles (Uengoer et al., 2019). Por último, explicaciones inhibitorias (Zaksaite & Jones, 2020) proponen que C podría adquirir valor negativo (CY–) y proteger a Y de la extinción. No obstante, estos estudios no incluyeron una condición de control para el bloqueo, por lo que no es posible descartar que los efectos observados se deban más a la ausencia de bloqueo que al efecto de redundancia en sí.

La similitud temporal puede manipularse de formas más amplias que la simple congruencia entre la duración del EC y el intervalo entre ensayos. Por ejemplo, Molet et al. (2010) mostraron que las ratas pueden integrar relaciones temporales aprendidas de manera independiente cuando comparten un elemento común, y que el contexto —físico o temporal— permite resolver la ambigüedad entre intervalos contradictorios. De este modo, la información temporal puede entenderse como una forma de similitud funcional entre estímulos, capaz de modular su grado de competencia dentro de un marco de aprendizaje por error.

Aunque este estudio confirma la robustez del efecto de redundancia frente a las variaciones temporales, tiene algunas limitaciones para esclarecer su mecanismo subyacente. El diseño no fue concebido para contrastar directamente explicaciones alternativas —como modelos atencionales, inferenciales o de recuperación de memoria— y el uso de una tarea dicotómica con juicios explícitos pudo haber limitado la sensibilidad para detectar gradientes más sutiles. Además, es posible que los parámetros temporales influyan de manera más evidente en tareas implícitas o bajo condiciones de mayor carga cognitiva. Investigaciones futuras podrían abordar estas limitaciones mediante la introducción de manipulaciones más directas de la similitud o la saliencia del elemento común.

En conclusión, el efecto de redundancia se manifiesta de manera robusta en tareas de aprendizaje predictivo humano. Los resultados del presente estudio sugieren que la modulación temporal del entrenamiento no altera sustancialmente este fenómeno, lo que refuerza su estabilidad empírica.

Agradecimientos

Este estudio recibió apoyo económico de la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID) de Chile, a través del proyecto Fondecyt No. 11240087 de Jorge A. Pinto.

Referencias

Aguirre, N. (2024). On the mathematical formalization of the Inhibited Elements Model. *Journal of Mathematical Psychology*, *123*, 1-16. https://doi.org/10.1016/j.jmp.2024.102887

Aguirre, N. (2025). A mathematical formalization of the replaced elements model. *Behavior Research Methods*, *57*(318), 1-26. https://doi.org/10.3758/s13428-025-02858-1

Alcalá, J. A., Kirkden, R. D., Bray, J., Prados, J., & Urcelay, G. (2023). Temporal contiguity determines overshadowing and potentiation of human Action-Outcome performance. *Psychonomic Bulletin & Review*, *30*, 350-361. https://doi.org/10.3758/s13423-022-02155-4

Alcalá, J. A., Ogallar, P. M., Prados, J., & Urcelay, G. P. (2024). Further evidence for the role of temporal contiguity as a determinant of overshadowing. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *77*(7), 1375-1389. https://doi.org/10.1177/17470218231197170

Álvarez, L., Luna, C., Luengo, D., & Pinto, J. A. (2025). El efecto de la duración de los estímulos en el bloqueo proactivo y retroactivo de los juicios causales en humanos. *Revista Latinoamericana de Psicología*, *57*, 14-21. https://doi.org/10.14349/rlp.2025.v57.2

Amundson, J. C., & Miller, R. R. (2008). CS-US temporal relations in blocking. *Learning & Behavior*, *36*(2), 92-103. https://doi.org/10.3758/LB.36.2.92

De Houwer, J., Barnes-Holmes, D., & Moors, A. (2013). What is learning? On the nature and merits of a functional definition of learning. *Psychonomic Bulletin & Review*, *20*(4), 631-642. https://doi.org/10.3758/s13423-013-0386-3

Deery, R., & Commins, S. (2025). Equidistant landmarks fail to produce the blocking effect in spatial learning using a virtual water maze task with healthy adults: A role for cognitive mapping? *Brain Sciences*, *15*(4), 414. https://doi.org/10.3390/brainsci15040414

Delgado, D. (2016). Blocking in humans: Logical reasoning versus contingency learning. *The Psychological Record*, *66*(1), 31-40. https://doi.org/10.1007/s40732-015-0148-x

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). Erlbaum.

Esber, G., Schoenbaum, G., & Iordanova, M. D. (2025). The Rescorla-Wagner model: It is not what you think it is. *Neurobiology of Learning and Memory*, *217*, 108021. https://doi.org/10.1016/j.nlm.2025.108021

Ghirlanda, S. (2015). On elemental and configural models of associative learning. *Journal of Mathematical Psychology*, *64-65*, 8-16. https://doi.org/10.1016/j.jmp.2014.11.003

Ghirlanda, S. (2018). Studying associative learning without solving learning equations. *Journal of Mathematical Psychology*, *85*, 55-61. https://doi.org/10.1016/j.jmp.2018.07.003

Harris, J. A. (2025). Modelling the acquisition of Pavlovian conditioning. *Neurobiology of Learning and Memory*, *219*, 1-12. https://doi.org/10.1016/j.nlm.2025.108059

Haselgrove, M. (2010). Reasoning rats or associative animals? A common element analysis of the effects of additive and subadditive pretraining on blocking. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, *36*(2), 296-306. https://doi.org/10.1037/a0016603

Herrera, E., Alcalá, J. A., Tazumi, T., Buckley, M. G., Prados, J., & Urcelay, G. P. (2022). Temporal and spatial contiguity are necessary for competition between events. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *48*(3), 321-347. https://doi.org/10.1037/xlm0001108

Jeffreys, H. (1961). *The theory of probability*. Oxford University Press.

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., & Zaksaite, 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

Jones, P. M., Zaksaite, 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

Kamin, L. (1969). Predictability, surprise, attention and conditioning. In B. Campbell & R. Church (Eds.), *Punishment and aversive behavior* (pp. 279-296). Appleton-Century-Crofts.

Kelly, T., & Ludvig, E. A. (2025). Blocking of associative learning by explicit descriptions. *Cognition*, *256*, 1-13. https://doi.org/10.1016/j.cognition.2024.106015

Mackintosh, N. J. (1975). A theory of attention: Variations in the associability of stimuli with reinforcement. *Psychological Review*, *82*(4), 276-298. https://doi.org/10.1037/h0076778

Maes, E., Boddez, Y., Alfei, J. M., Krypotos, A.-M., D'Hooge, R., De Houwer, J., & Beckers, T. (2016). The elusive nature of the blocking effect: 15 failures to replicate. *Journal of Experimental Psychology: General*, *145*(9), e49-e71. https://doi.org/10.1037/xge0000200

Molet, M., Urcelay, G. P., Miguez, G., & Miller, R. R. (2010). Using context to resolve temporal ambiguity. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, *36*(1), 126-136. https://doi.org/10.1037/a0016055

Mustaca, A. E., & Pellegrini, S. (2023). Bloqueo contextual en ratas. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, *49*(1), 31-47. https://doi.org/10.5514/rmac.v49.i1.86191

Nakajima, S., Hasegawa, I., Nakao, M., Tanaka, A., Abe, M., & Li, M. (2025). The elusive nature of forward blocking effect on running-based taste aversion learning in laboratory rats. *Behavioural Processes*, *227*, 1-14. https://doi.org/10.1016/j.beproc.2025.105187

Nazli, İ., Ferrari, A., Huber-Huber, C., & De Lange, F. P. (2024). Forward and backward blocking in statistical learning. *Plos One*, *19*(8), e0306797. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0306797

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*(2), 167-179. https://doi.org/10.1037/a0027662

Pearce, J. M. (1987). A model for stimulus generalization in Pavlovian conditioning. *Psychological Review*, *94*(1), 61-73. https://doi.org/10.1037/0033-295X.94.1.61

Pinto, J. A. (2023). Una revisión sistemática de la literatura sobre el efecto de redundancia. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, *49*(1), 150-171. https://doi.org/10.5514/rmac.v49.i1.86206

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., & 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.

Seraganian, P. (2023). Strawman argument characterises critique of Kamin blocking effect. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *76*(5), 961-967. https://doi.org/10.1177/17470218221104715

Sissons, H. T., Urcelay, G. P., & Miller, R. R. (2009). Overshadowing and CS duration: Counteraction and a reexamination of the role of within-compound associations in cue competition. *Learning & Behavior*, *37*, 254-268. https://doi.org/10.3758/LB.37.3.254

Soto, F. A., Vogel, E. H., Uribe-Bahamonde, Y. E., & Pérez, O. D. (2023). Why is the Rescorla-Wagner model so influential? *Neurobiology of Learning and Memory*, *204*, 2-11. https://doi.org/10.1016/j.nlm.2023.107794

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

Tapia, L. H., Becerra, S., & Pinto, J. A. (2022). Caracterización de los tipos de respuesta de parpadeo en un procedimiento de condicionamiento discriminativo en humanos. *Revista Argentina de Ciencias del Comportamiento*, *14*(3), 93-103. https://doi.org/10.32348/1852.4206.v14.n3.32109

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/10.1080/17470218.2017.1345957

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*(4), 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. https://doi.org/10.1037/xan0000123

Wagner, A. R., Logan, F. A., & Haberlandt, K. (1968). Stimulus selection in animal discrimination learning. *Journal of Experimental Psychology,* *76*(2), 171-180. https://doi.org/10.1037/h0025414

Wasserman, E. A. (1990). Attribution of causality to common and distinctive elements of compound stimuli. *Psychological Science*, *1*(5), 298-302. https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.1990.tb00221.x

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.

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