

TIEMPO Y OLVIDO: UN MODELO DE LA RECUPERACIÓN ESPONTÁNEA EN HUMANOS

Javier Vila, Luis López Romero y Angélica Alvarado

La recuperación espontánea (*RE*) fue originalmente observada por Pavlov y se refiere a un fenómeno que ocurre posteriormente a la extinción cuando se presenta la reaparición de una respuesta extinguida después de un intervalo de retención (*IR*) y se observa tanto en el condicionamiento clásico como instrumental. La *RE* es un fenómeno robusto que es observado tanto en aprendizaje animal (Ellson, 1938; Stollhoff, Menzel, & Eisenhardt, 2005) como en aprendizaje humano (Postman, 1968; Vila, Romero, & Rosas, 2002).

Al presente las principales explicaciones de la *RE* se han centrado en algunos de los siguientes puntos de vista: debilitamiento de asociaciones inhibitorias y recuperación de las excitatorias con el paso del tiempo (Pavlov, 1927), ausencia de consolidación de la memoria de extinción que permite el resurgimiento de la respuesta (Spear, 1973) e interferencia entre memorias contradictorias que se disipa con un cambio de contexto (Bouton, 1993).

Quizá actualmente la teoría más aceptada de la *RE* sea la teoría de la interferencia propuesta por Bouton (1993) en la que la *RE* es vista como un efecto producido por el cambio de contexto temporal. De acuerdo con este punto de vista la extinción es considerada como una fase de interferencia retroactiva dependiente del contexto. Así un cambio en el contexto de extinción producirá la reaparición de la respuesta extinguida, produciéndose un efecto de renovación contextual (Bouton & King, 1983). Bouton supone que el paso del tiempo puede actuar como un cambio de contexto físico o interno, de esta manera en el caso de la *RE* después de que la adquisición y la extinción han ocurrido en el mismo contexto como consecuencia del paso del tiempo durante el *IR*, el contexto cambiará produciendo un efecto de renovación contextual.

De esta manera se puede suponer que en la *RE* a medida que el tiempo pasa el contexto donde se llevó a cabo la extinción va cambiando cada vez más favoreciendo la reactivación de la primera información adquirida

generándose así un cambio de “recencia a primacía” (Knoedler, Hellwig, & Neath, 1999) en el que el paso del tiempo producirá un mayor cambio en el contexto y por tanto una mayor recuperación. Con lo cual la magnitud de la *RE* estará en función de la longitud del *IR*.

Sin embargo, al presente esta predicción ha sido difícil de comprobar ya que en la mayoría de los estudios con humanos y animales la *RE* obtenida es parcial, por lo que el cambio recencia-primacía producido por el incremento del valor del *IR* ha sido difícil de observar (Stout, Amudson, & Miller, 2005; Thomas, Larsen, & Ayres, 2003; Vila et al., 2002). Lo dicho anteriormente ha llevado a algunos autores a proponer alternativamente que la información aprendida durante las fases de adquisición y extinción es integrada con el paso del tiempo y que la *RE* es la manifestación de la integración de lo aprendido en ambas fases (Alvarado, Jara, Vila, & Rosas, 2006; López-Romero, García-Barraza, & Vila, en prensa). Por lo que un cambio recencia-primacía no siempre ocurrirá como función del valor del *IR*.

Recientemente, una propuesta derivada de los estudios de forrajeo en animales ha considerado también que la *RE* es una integración de lo aprendido en fases previas de entrenamiento anteriores a un *IR* (Devenport, L. & Devenport, J., 1994; Devenport, 1998). Este punto de vista se conoce en la literatura como la regla del peso temporal (*RPT*), y propone que cuando se aprenden dos experiencias aquellas que son más recientes tendrán un mayor peso en una prueba inmediata, pero que esta valoración cambiará con el paso del tiempo, en una prueba posterior dando lugar a la *RE*. Así, según Devenport, lo que regula la transición en la elección entre dos alternativas de respuesta es el paso del tiempo, de esta manera la *RE* refleja la elección de una opción que en promedio fue la de mayor valor relativo durante el entrenamiento ya que los valores de ambas experiencias tienden a ser iguales con el paso del tiempo.

De acuerdo con la *RPT* si la prueba después de un entrenamiento adquisición-extinción es realizada inmediatamente se observa un efecto de recencia de la última fase aprendida, es decir de la extinción. Pero si la prueba se realiza después de un *IR* ambas fases se integran con el paso del tiempo y ocurre la *RE*. Una predicción derivada de esta idea supone que la *RE* con *IR* mayores a cero mostrará indiferencia entre las dos experiencias cuando las dos experiencias tengan el mismo valor subjetivo y distancia relativa. Esta idea ha sido comprobada recientemente en la *RE* con humanos

empleando preparaciones de aprendizaje causal (Alvarado et al., 2006) y de discriminación condicional en condicionamiento instrumental (López-Romero et al., en prensa). En estos estudios la *RE* no es una función de la longitud del *IR*, sino que al disiparse la recencia de la primera experiencia con el paso del tiempo y aumentar el valor del *IR* se observó una *RE* que muestra indiferencia por ambas experiencias en pruebas realizadas con varios valores del *IR*. No observándose un cambio recencia-primacía tal y como lo predice la teoría de la interferencia de Bouton (1993).

Así, la *RPT* puede predecir un cambio recencia-primacía en la que la *RE* es una función del valor del *IR* cuando la primera experiencia tiene un valor subjetivo mayor que la segunda. Así después del *IR* si bien ambas experiencias son iguales en su distancia relativa, la primera experiencia tendrá un mayor peso al ser considerada en el momento de prueba debido a su mayor valor subjetivo. Este supuesto parece haber sido comprobado recientemente en un estudio con humanos empleando una tarea de aprendizaje causal (Stout et al., 2005). Sin embargo, estos autores emplearon un solo valor de *IR* de 48 horas posterior a la extinción y por tanto no observaron una *RE* completa.

Por ello en el presente trabajo se pretende comprobar con participantes humanos y empleando una tarea de aprendizaje instrumental, el supuesto del cambio recencia-primacía con varios valores del *IR*, cuando el valor subjetivo de la primera experiencia es subjetivamente mayor al de la segunda experiencia en un entrenamiento adquisición- extinción. De acuerdo con los supuestos de la *RPT* propuesta por Devenport (1998) la *RE* será mayor al aumentar el valor del *IR* cuando la primera experiencia aprendida sea de un valor subjetivo mayor al de la segunda experiencia produciendo un cambio recencia-primacía en el que la recuperación de lo aprendido sea una función del valor del *IR*. De esta manera inicialmente en valores cortos del *IR* la memoria de la segunda experiencia será más reciente y por tanto tendrá un mayor peso, produciendo poca *RE*. Sin embargo, al aumentar de valor del *IR* la recencia se desvanecerá y la distancia temporal relativa será similar para ambas experiencias, por lo que la memoria de la primera fase de adquisición será la experiencia con un mayor valor subjetivo que tendrá entonces mayor peso, y por tanto se producirá una mayor *RE*.

Para estudiar esta predicción se diseñó un experimento en el que los participantes aprendían una tarea en la que en la pantalla de un monitor

de computadora se simulaba una mesa de juego de cartas donde se localizaban dos máquinas dispensadoras de cartas (Máquina Azul: *A*; Máquina Amarilla: *B*) y dos zonas donde se formaba el mazo de cartas del participante. En la parte inferior de cada máquina aparecía una etiqueta que decía "Pedir carta" que al ser seleccionada y presionar el botón izquierdo del ratón otorgaba una carta. El objetivo del participante fue pedir cartas hasta que obtuviera una carta ganadora que le daba puntos de acuerdo al diseño experimental. En una fase inicial sólo uno de los dispensadores proporcionaba puntos, en una segunda fase las condiciones eran invertidas, y en una prueba final después de un *IR* los participantes elegían entre los dos dispensadores *A* y *B* que se presentaban de manera simultánea.

Tabla 1. *Diseño experimental donde los nombres de los grupos corresponden a la magnitud de la consecuencia y al valor del intervalo entrenamiento-prueba, donde A: Dispensador Azul; B: Dispensador Amarillo, (+): Reforzamiento; (-): Extinción*

Grupo	Fase 1	Fase 2	Intervalo	Prueba
A > B 0h	(6) A +++		0 hs.	
A > B 24h	(6) B -	(6) A -	24 hs.	A? B?
A = B 0h	(6) A +	(6) B +	0 hs.	
A = B 24h	(6) B -		24 hs.	

La Tabla 1 muestra el diseño experimental empleado, en el que cuatro grupos de participantes recibieron un entrenamiento similar en el que aprendían en una primera fase que un dispensador de cartas *A* proporcionaba 20 puntos y un dispensador *B*, ninguno. En una segunda fase, el dispensador *A* no proporcionaba puntos y el dispensador *B* daba sólo 5 puntos. Posteriormente, cada grupo recibía una prueba final de elección entre los dispensadores *A* y *B* después de 0, 0.5, 1 y 24 horas.

Método

Participantes

Colaboraron voluntariamente 48 estudiantes universitarios de la FESI-Iztacala, de la Universidad Nacional Autónoma de México, quienes fueron asignados aleatoriamente a cuatro grupos experimentales.

Aparatos y situación experimental

El experimento se llevó a cabo de manera individual en un cubículo de 2 x 2 m. Se empleó una computadora personal para presentar la tarea y se utilizó el programa informático Super Lab Pro para Windows v 4.0.2 (Cedrus Co.) para realizar los experimentos, presentar los estímulos y registrar las respuestas de los participantes.

Tarea experimental

La tarea experimental consistió en la elección de uno de dos estímulos que cambiaban en su valor temporal entre entrenamiento y prueba. Se presentó en la pantalla de un monitor de computadora una situación ficticia de un juego de cartas, donde se ganaban puntos bajo un programa de intervalo variable de 5 segundos respondiendo en una de dos máquinas dispensadoras de cartas (*A*: Dispensador Azul; *B*: Dispensador Amarillo) que se presentaban sucesivamente. En cada fase sólo uno de los dispensadores permitía ganar puntos mientras que el otro dispensador se encontraba en extinción. Al finalizar el entrenamiento se presentó una fase de prueba donde los participantes tuvieron que elegir entre las dos máquinas dispensadoras que se presentaron simultáneamente durante cuatro bloques de 15 segundos en posiciones aleatorias.

Procedimiento

Los participantes se asignaron aleatoriamente a cada uno de los grupos experimentales ($n=12$). Se les pidió que se sentaran frente al monitor de la computadora y que leyeran las instrucciones, la sesión experimental para cada grupo dio inicio de acuerdo al diseño correspondiente. En las fases de entrenamiento se presentaron 12 ensayos respuesta-consecuencia. Para todos los grupos el experimento constó de dos fases de entrenamiento y una fase de prueba (ver Tabla 1). El grupo *A>B* 0h recibió la fase 1, fase 2, y prueba con las opciones *A* y *B* en la misma sesión. Los grupos *A>B*

.5h, $A>B$ 1h y $A>B$ 24h recibieron las fases 1 y 2 en la misma sesión y la prueba de elección se realizó después de un *IR* (media hora, 1 hora y 24 horas después, respectivamente). La magnitud de reforzamiento para *A* y *B* se programó de manera que durante la fase 1 para *A* se otorgaban 20 puntos en cada ensayo y para *B* cero puntos, mientras que en la fase 2 para *A* se otorgaban cero puntos mientras que para *B* se recibían 4 puntos por ensayo.

Variables dependientes

Las variables a medir y analizar fueron la diferencia promedio en la elección $A - B$, que se calculó en base al promedio de las diferencias en la elección a las opciones de respuesta y la tasa local de respuestas que fue calculada dividiendo el tiempo de permanencia en una opción (tA ó tB) entre el tiempo total para ambas opciones ($tA + tB$).

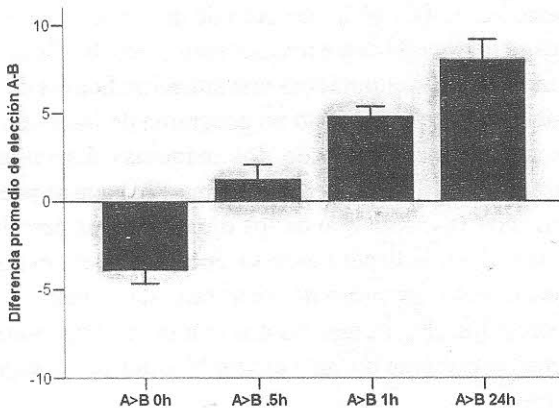


Figura 1. La figura muestra el promedio de las diferencias en la elección, en donde una puntuación positiva indica preferencia por la opción *A*, una puntuación negativa indica preferencia por la opción *B* y una puntuación cercana a 0 indica indiferencia en la elección.

Resultados

En general, los resultados mostraron que la *RE* obtenida es una función del valor del *IR*. La Figura 1 muestra el promedio de las diferencias en la elección de las opciones *A* y *B*. Como se puede observar, existe preferencia por la opción *B* en el grupo $A>B$ 0h con un valor de la diferencia promedio de -5. Existe indiferencia en la elección del grupo $A>B$.5h con un valor

en la diferencia promedio de 2. Y preferencia por *A* en los grupos *A>B* 1h y *A>B* 24h con un valor de la diferencia promedio de 5 y un valor de la diferencia promedio cercano a 10. Las diferencias *A - B* entre grupos fueron analizadas mediante un ANOVA unidireccional en el que se observó una diferencia significativa entre grupos ($F_{(3,44)} = 33.77, p < .00$). Para comprobar estas diferencias, se realizó un análisis posterior utilizando la prueba LSD, el cual puso en evidencia que los grupos *A>B* 0h, *A>B* .5h, *A>B* 1h y *A>B* 24h difieren entre sí ($p < .05$).

En la Figura 2 se muestra la tasa local de respuesta por grupo que representa el tiempo que los participantes permanecían en cada dispensador durante la prueba. La tasa local fue calculada dividiendo el tiempo de permanencia en una opción (*tA* ó *tB*) entre el tiempo total para ambas opciones (*tA + tB*). Un ANOVA 4 (Intervalo) x 2 (Permanencia) mostró efectos principales para permanencia ($F_{(1,88)} = 39.171, p < .00$), y para la interacción ($F_{(3,88)} = 22.595, p < .00$), y ningún otro efecto fue significativo (F 's $> .05$). Para analizar los efectos de interacción se realizaron comparaciones de la Tasa Local de Respuesta entre *A* y *B* para cada grupo, en las que se encontraron diferencias en el grupo *A>B* 0h ($t_{(88)} = -3.469, p < .001$), que sugiere que los participantes permanecían más tiempo en *B*, mientras que en los grupos restantes (*A>B* .5h, *A>B* 1h y *A>B* 24h) permanecían más tiempo en *A* ($t_{(88)} = 3.019, p < .003$; $t_{(88)} = -5.246, p < .00$ y $t_{(88)} = 7.661, p < .00$, respectivamente). Estos resultados sugieren que al aumentar el *IR* el tiempo de permanencia en *B* disminuía, mientras que la permanencia en *A* aumentaba.

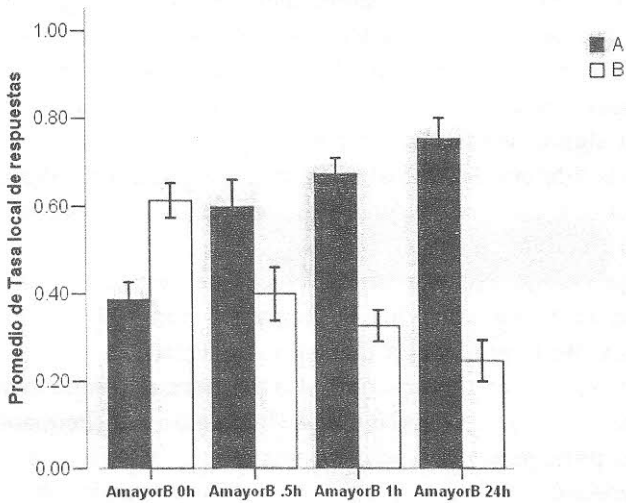


Figura 2. La figura muestra la tasa local promedio para cada grupo calculada como el tiempo de permanencia en cada opción entre el tiempo total de prueba. Las letras representan cada una de las opciones de respuesta A: Máquina Azul y B: Máquina Amarilla.

De acuerdo con estos resultados, a medida que el valor del *IR* aumenta a valores mayores a 0 h, la preferencia por *A* aumenta gradualmente, ya que fue la experiencia con mayor valor relativo durante la primera fase (*A+++*), mientras que la preferencia por *B* disminuye desde una preferencia inicial a las 0 h. Estos datos demuestran un efecto de cambio recencia-primacia gradual dependiente del valor del *IR*.

Discusión

Después de un entrenamiento en una tarea instrumental con dos fases con consecuencias contradictorias donde los participantes aprendieron a responder a dos opciones de respuesta (*A* y *B*) que se diferenciaban en su valor subjetivo (magnitud de reforzamiento *A+++ / A-* y *B- / B+*) y en su valor de recencia entre el último ensayo de entrenamiento y una prueba de elección (0 vs .5, 1 y 24 h), se observan diferentes efectos: a) cuando se realiza una prueba inmediata se observa preferencia por *B*, que es la opción reforzada más recientemente, aunque de menor magnitud en la consecuencia, b) cuando la prueba se realiza .5, 1 y 24 h después del

entrenamiento se observa una preferencia gradual hacia *A*, que es la opción aprendida inicialmente pero de mayor magnitud.

Esta preferencia es proporcional al incremento del valor del intervalo entrenamiento-prueba y ocurre cuando del valor relativo de la primera experiencia (*A+++*) es mayor. Este efecto recencia-primacía se desarrolla gradualmente al aumentar el valor del *IR* y no de manera abrupta como lo proponen Stout et al. (2005). Sin embargo, cuando el valor de ambas experiencias es similar, esta preferencia por la experiencia inicial no se desarrolla al incrementar el valor del intervalo, sino que tiende a la indiferencia entre ambas experiencias (López-Romero et al., en prensa).

Estos resultados son coherentes con las predicciones de la *RPT* y apoyan la idea de que la *RPT* puede predecir adecuadamente en qué grado se recupera la respuesta que ha sido extinguida, en base a los parámetros de valor del *IR* y del valor relativo de cada experiencia. De esta forma, cuando la consecuencia de la primera experiencia tiene un valor relativo mayor, se presenta el efecto del cambio recencia-primacía conforme aumenta el valor del intervalo de entrenamiento-prueba y por tanto la *RE* será mayor. Esta idea es sustentada adicionalmente con los resultados encontrados por Alvarado et al. (2006), en donde las consecuencias tuvieron un valor subjetivo similar, por lo que se observó una curva de recuperación plana, dando lugar a un efecto de recencia-indiferencia.

Estos datos implican que después de un *IR* existe una integración de información de ambas fases de entrenamiento que toma en cuenta el valor subjetivo y la distancia relativa de todas las experiencias de aprendizaje. La *RPT* al tomar en cuenta estas variables se convierte en una herramienta que permite predecir adecuadamente la ocurrencia y desarrollo de la *RE* tanto en animales como en humanos. De este manera, mediante el estudio de los parámetros de valor subjetivo y de recencia es posible conciliar datos aparentemente contradictorios como los son el cambio recencia-primacía observado por Stout et al. (2005) en aprendizaje causal. Con el cambio recencia-indiferencia observado por Alvarado et al. (2006) empleando una preparación similar.

Por otro lado, una diferencia entre la aproximación de la *RPT* y la explicación de la *RE* sustentada por Bouton (1993), estaría dada en que para la *RPT* el tiempo no es considerado como un contexto sino que éste es considerado como una variable adicional que facilita la recuperación de información de manera similar a como lo hace un cambio de contexto físico,

de ahí que ambas variables puedan interactuar y potenciar la recuperación de información (Vila et al., 2002). Sin embargo en la *RPT* el efecto del paso del tiempo sobre la memoria no corresponde a un ajuste lineal sino logarítmico, ya que el efecto inicial de la recencia de una memoria se desvanece con el paso del tiempo para posteriormente igualarse con las memorias de experiencias pasadas. Esta idea hace que esta consideración teórica sea compatible con algunos puntos de vista actuales sobre tiempo y aprendizaje (Gallistel & Gibbon, 2002).

Los presentes resultados cuestionan además las explicaciones tradicionales del efecto recencia-primacia (Miller, 2006; Pineño & Miller, 2005) en las que se considera que la *RE* ocurrirá en una situación de interferencia entre claves o consecuencias en las que el paso del tiempo en algún momento llevara de manera abrupta a un cambio recencia-primacia. Debido a que las asociaciones aprendidas inicialmente son más fuertes.

Sin embargo, se hace necesario el estudio de un mayor número de predicciones de la *RPT* como lo son el estudio de la distancia temporal relativa de cada experiencia manipulando el intervalo adquisición-extinción (Rescorla, 2004), lo que nos permitirá contar con una herramienta con un mayor poder predictivo en el entendimiento de la *RE*.

■ Referencias

- Alvarado, A., Jara, E., Vila, J., & Rosas, J. M. (2006). Time and order effects on causal learning. *Learning and Motivation*, 37, 324-345.
- Bouton, M. E. (1993). Context, time and memory retrieval in the interference paradigms of Pavlovian learning. *Psychological Bulletin*, 114, 80-99.
- Bouton, M. E., & King, D. A. (1983). Context control of the extinction of conditioned fear: Test for the associative value of the context. *Journal of Experimental Psychology. Animal Behavior Processes*, 9, 248-265.
- Devenport, L. D. (1998). Spontaneous recovery without interference: Why remembering is adaptive? *Animal Learning and Behavior*, 26, 172-181.
- Devenport, L. D., & Devenport, J. A. (1994). Time-dependent averaging of foraging information in least chipmunks and golden-mantled ground squirrels. *Animal Behavior*, 47, 787-802.
- Ellson, D. G. (1938). Quantitative studies of the interaction of simple habits. I. Recovery from specific and generalized effects of extinction.

- Journal of Experimental Psychology, 23(4), 339-358.
- Gallistel, C. R., & Gibbon, J. (2002). *The symbolic foundations of conditioned behavior*. New Jersey: Erlbaum.
- Knoedler, A. J., Hellwig, K. A., & Neath, I. (1999). The shift from recency to primacy with increasing delay. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 25, 474-487.
- López-Romero, L. J., García-Barraza, R., & Vila, J. (en prensa). Spontaneous recovery does not appear as a recency-to-primacy shift as a function of the retention interval value in human instrumental learning.
- Miller, R. R. (2006). Challenges facing contemporary associative approaches to acquired behavior. *Comparative Cognition and Behavior*, 1, 77-93.
- Pavlov, I. (1927). *Conditioned Reflexes*. UK: Oxford University Press.
- Pineño, O., & Miller, R. R. (2005). Primacy and recency effects in extinction and latent inhibition: A selective review with implications for models of learning. *Behavioral Processes*, 69, 223-235.
- Postman, L. (1968). Hermann Ebbinghaus. *American Psychologist*, 23, 149-157.
- Rescorla, R. A. (2004). Spontaneous recovery varies inversely with the training-extinction interval. *Learning & Behavior*, 32, 401-408.
- Spear, N. E. (1973). Retrieval of memory in animals. *Psychological Review*, 80, 163-194.
- Stollhoff, N., Menzel, R., & Eisenhardt, D. (2005). Spontaneous recovery from extinction depends on the reconsolidation of the acquisition memory in an appetitive learning paradigm in the honeybee (*Apis mellifera*). *The Journal of Neuroscience*, 25(18), 4485-4492.
- Stout, S., Amudson, J. C., & Miller, R. R. (2005). Trial order and retention interval in human predictive judgments. *Memory and Cognition*, 33(8), 1368-1376.
- Thomas, B. L., Larsen, N., & Ayres, J. J. B. (2003). Role of context similarity in ABA, ABC and AAB renewal paradigms: Implications for theories of renewal and for treating human phobias. *Learning and Motivation*, 34, 410-436.
- Vila, N. J., Romero, M., & Rosas, J. M. (2002). Retroactive interference after discrimination reversal decreases following temporal and physical context changes in human subjects. *Behavioral Processes*, 59, 47-54.