

E **Estímulos con Valencias Emocionales Positivas y Negativas Interfieren el Aprendizaje de Secuencias en Humanos**

Cynthia Gabriela Ayala Tapia¹, Daniel Zarabozo² y Héctor Martínez Sánchez³

¹Maestría en Ciencia del Comportamiento, Orientación Neurociencia, Instituto de Neurociencias, Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México.

²Laboratorio de Psicofisiología de Procesos Perceptuales, Instituto de Neurociencias, Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México.

³Laboratorio de Procesos Básicos en Conducta Animal y Humana, Instituto de Neurociencias, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, México.

Agradecimientos: La primera autora desarrolló esta investigación gracias a una beca del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México y una beca de la Universidad de Guadalajara.

Correspondencia relacionada a este artículo deberá dirigirse a Héctor Martínez Sánchez Laboratorio de Procesos Básicos en Conducta Animal y Humana, Instituto de Neurociencias, Universidad de Guadalajara. Francisco de Quevedo #180, Arcos Vallarta. C.P. 44130, Guadalajara, Jalisco, México. Teléfono (+52) 33 38180740 ext. 33367. Correo electrónico: hector.martinez@academicos.udg.mx

Resumen

Introducción. La tarea de tiempo de reacción serial es un modelo experimental para estudiar la modificación del comportamiento ante la presencia de estímulos presentados secuencialmente. Un indicador del aprendizaje secuencial es la disminución gradual del tiempo de reacción a lo largo de los bloques secuenciales. Los estímulos utilizados en tareas diseñadas para identificar una secuencia han sido, por lo regular, figuras geométricas, simples y sin valencia emocional. *Objetivo.* Comparar el rendimiento en una tarea serial usando imágenes con y sin valencia emocional. Se esperaba que las ejecuciones ante las imágenes con valencia emocional mostraran un tiempo de reacción diferente de aquellas sin valencia emocional. *Método.* Cuatro grupos de estudiantes universitarios participaron en el estudio que fueron expuestos a una de cuatro condiciones: a) estímulos con valencias emocionales positivas; b) negativa; c) neutrales; y, d) símbolos (flechas). Las imágenes fueron tomadas del International Affective Picture System. Se registraron el tiempo de reacción y las respuestas correctas. *Resultados.* La disminución progresiva del tiempo de reacción se presentó en todas las condiciones. Sin embargo en el grupo en la condición de símbolos la disminución del tiempo de reacción y el número de respuestas correctas fueron mayores en comparación con los otros tres grupos, datos consistentes con la literatura. *Conclusión:* El contenido emocional de los estímulos interfirió con el aprendizaje de una secuencia, afectando negativamente la ejecución.

Palabras clave: aprendizaje secuencial, valencia emocional, tiempo de reacción, respuestas correctas, humanos

Stimuli with Positive and Negative Emotional Valences Interfere with Sequence Learning in Humans

Abstract

Introduction. The serial reaction time task is an experimental model to study behavior modification in the presence of sequentially presented stimuli. An indicator of sequential learning is the gradual decrease in reaction time over the sequential blocks. The stimuli used in tasks designed to identify a sequence have been geometric figures, simple and without emotional valence. *Objective.* To compare performance on a serial task using images with and without emotional valence. Performances under images with emotional valence were expected to show a different reaction time than those without emotional valence. *Method.* Four groups of university students participated in the study who were exposed to one of four conditions: a) stimuli with positive emotional valences; b) negative emotional valences; c) neutral; or d) symbols (arrows). The images were taken from the International Affective Picture System. Reaction time and correct responses were recorded. *Results.* the progressive decrease in reaction time occurred in all conditions. However, in the group in the symbol condition, the decrement in reaction time and the number of correct responses were more evident compared to the other three groups, data consistent with the literature. *Conclusion.* The emotional content of the stimuli interfered with the learning of a sequence, negatively affecting the performance.

Keywords: sequential learning, emotional valence, reaction time, correct responses, humans

Estímulos con Valencias Emocionales Positivas y Negativas Interfieren el Aprendizaje de Secuencias en Humanos

El aprendizaje es uno de los procesos que permiten a la mayoría de las especies interactuar exitosamente con los cambios en el ambiente que ocurren generalmente de manera ordenada y que frecuentemente implican secuencias de eventos. Aunque muchas especies poseen habilidades de aprendizaje se ha sugerido que los mecanismos subyacentes comparten principios comunes (Dickinson, 1980). Conway y Christiansen (2001) han reportado que humanos y primates no humanos pueden aprender correctamente a responder en tareas en las que los estímulos son presentados de manera seriada.

La habilidad para responder ante secuencias ordenadas de estímulos se ha denominado aprendizaje secuencial. Conway (2012) ha resaltado las implicaciones del estudio del aprendizaje secuencial para la comprensión de los mecanismos que subyacen al conocimiento del lenguaje humano. Sobre esa base, este autor ha señalado tres tipos distintos de aprendizaje secuencial: (a) uno fijo, que requiere aprender un patrón o una lista (e.g., aprendemos las vocales en una secuencia particular: "a,e,i,o,u"); (b) uno estadístico o probabilístico, en el que se inducen patrones subyacentes de distribución mediante múltiples ejemplos, como ocurre en la segmentación de las palabras (e.g., la separación en sílabas o en el descubrimiento de otras propiedades fonéticas); y, (c) el aprendizaje secuencial jerárquico en arreglos sintácticamente válidos en distintos lenguajes humanos (e.g., aunque existe reversibilidad, en la mayoría de las oraciones gramaticales en español sujeto, verbo y predicado suelen aparecer en ese orden: el perro muerde la pelota). De acuerdo con Conway (2012), el aprendizaje secuencial fijo es la forma más simple de los tres, y la mayoría de la investigación se ha centrado en un estrecho rango de habilidades humanas (e.g., adquisición del lenguaje hablado, aprendizaje de habilidades motrices o musicales), reconociendo la necesidad de explorar posibles conexiones con otras áreas de la cognición y la conducta. La Tarea de Tiempo de Reacción Serial ([SRTT], por sus siglas en inglés) ha sido ampliamente utilizada para investigar la forma en la que los seres humanos aprenden gradualmente a responder con exactitud ante estímulos arreglados de una manera particular.

Nissen y Bullemer (1987) fueron los primeros en reportar la ejecución de humanos en una tarea que presentaba un conjunto de estímulos ordenados en una secuencia particular. Se interesaban en los requerimientos atencionales del aprendizaje, en su relación con la memoria, y en disponer de medidas no introspectivas de la ejecución que pudieran ser sometidas a análisis cuantitativos (e.g., el tiempo de Reacción [TR] y las Respuestas Correctas [RC]). También supusieron que el aprendizaje secuencial era asociativo, que involucraba la adquisición de nuevas relaciones estímulo-respuesta o cadenas de respuestas y que la ejecución no implicaba la activación de memoria existente. Con esta base diseñaron la SRTT, que originalmente consistió en presentar a los participantes en un monitor de computadora, un asterisco de 0.35 cm de diámetro en una de cuatro ubicaciones (A, B, C, y D) separadas 2.9 cm una de otra en el eje horizontal. Los participantes se ubicaron a 58 cm del monitor y se les requirió oprimir una de cuatro teclas (3, 5, 7 o 9) con los dedos índice o medio de ambas manos, correspondiendo cada dedo a la ubicación del estímulo en la pantalla. La secuencia de estímulos D-B-C-A-C-B-D-C-B-A se repitió 10 veces para formar un bloque de 100 ensayos, con un intervalo respuesta-estímulo de 500 ms y la tarea completa incluyó ocho bloques de ensayos. Instruyeron a los participantes

para responder tan rápida y precisamente como les fuera posible y no se les informó de la secuencia en la presentación de los estímulos. Al final de la sesión a cada participante le preguntaron si había notado una secuencia en la presentación de los estímulos. Un grupo control fue expuesto a la misma tarea, pero los mismos estímulos fueron presentados en orden aleatorio, sin secuencia alguna. Nissen y Bullemer (1987) reportaron que el TR disminuyó progresivamente a lo largo de la tarea en los participantes del grupo experimental, mientras que en el grupo control no se observaron variaciones. El número de RC fue alto en ambos grupos (entre 91 y 98 en ambas condiciones, experimental y control). Los autores concluyeron que los participantes aprendieron la secuencia de estímulos aunque no notaran la presencia de la secuencia y confirmaron que la adquisición de nuevas asociaciones se relacionó con procesos de atención, más que de memoria.

Continuando con esta línea de investigación Deroost y Soetens (2006) buscaron confirmar que los participantes aprenden la secuencia usando un procedimiento que incluyó un bloque de estímulos en orden aleatorio ubicado entre bloques de estímulos con secuencia. El TR de los participantes disminuyó gradualmente, como se esperaba, durante los bloques secuenciales, y se incrementó notoriamente en el bloque aleatorio. Los autores interpretaron ese incremento como un indicador de que se había aprendido la secuencia y que el decremento progresivo del TR en los bloques aleatorios reflejaba el aprendizaje de la secuencia, excluyendo la posibilidad de que la sola práctica disminuyera el TR. Otras variaciones en la tarea han utilizado modalidades sensoriales distintas, como estímulos auditivos (Conway y Christiansen, 2009); cambios en la ubicación de los estímulos, presentando cuatro distintos estímulos en el centro del monitor (Berriel-Saez, 2015) en vez de presentarlos en ubicaciones distintas, y la inclusión de contingencias de recompensa o castigo, entre otras (Aceves et al., 2018). En la gran mayoría de estos estudios se ha observado un decremento progresivo del TR y un elevado número de respuestas correctas a lo largo de los bloques secuenciales. Estos resultados son consistentes en estudios que emplean la SRTT y parecen ser independientes de si los participantes reportan verbalmente haber notado la secuencia en la presentación de los estímulos (i.e., Aceves et al., 2018). El último punto se hace patente cuando se pregunta a los participantes si notaron algo en particular que les ayudara a responder con mayor exactitud. Los participantes se denominan aprendices explícitos si pueden reportar verbalmente lo que aprendieron, y los que no pueden hacerlo pero ejecutaron correctamente la tarea son designados como aprendices implícitos (Reber, 1989, 1993).

Nissen y Bullemer (1987) propusieron originalmente que la SRTT evaluaba procesos atencionales relacionados con otras habilidades cognitivas como memoria y aprendizaje, destacando que las características atencionales y perceptuales de los estímulos debían jugar un papel relevante en el aprendizaje de una determinada secuencia. Ha sido documentado que los estímulos visuales tienen preponderancia sobre estímulos de otras modalidades sensoriales como los auditivos o los cinestésicos (Posner y Nissen, 1976; Rosa et al., 2017). Un aspecto básico de los procesos atencionales es la distinción entre atención selectiva y alertamiento (Meneses-Ortega, 2001; Posner y Petersen, 1990). Desde una perspectiva evolutiva la visión es altamente selectiva cuando se activan procesos atencionales y esto permite al organismo responder de manera inmediata, por ejemplo ante situaciones peligrosas (Öhman, 1997; Yantis, 2005). Por otro lado, el alertamiento se refiere a un estado transitorio de sueño-vigilia en el organismo que determina su capacidad de responder a estímulos ambientales, mientras que la atención

selectiva se relaciona con procesos de discriminación y generalización de estímulos relevantes para el organismo

Algunas teorías han señalado que la información emocional afecta el control atencional (Khosravi et al., 2020). Por ejemplo, se han reportado estudios sobre parpadeo atencional, que se caracteriza por la habilidad de identificar un segundo estímulo cuya identificación es momentáneamente interferida cuando se presenta inmediatamente después de otro, han mostrado que la saliencia emocional del segundo estímulo mejora la ejecución de los participantes. Esto ha sido confirmado por el hecho de que los participantes identifican mejor palabras con contenido emocional negativo en las condiciones experimentales descritas (Anderson y Phelps, 2001).

En estudios que comparan la respuesta ante estímulos fóbicos y neutrales se ha reportado que los primeros incrementan la atención, resultando en ejecuciones más rápidas y más precisas (Alpers et al., 2009). También existe evidencia de que los participantes responden con mayor rapidez ante estímulos con valencias negativas o positivas en comparación con estímulos sin valencia emocional (Dreisbach y Fischer, 2012) y que la emoción inducida por estímulos con valencia emocional mejora el recuerdo de detalles visuales, particularmente si los estímulos tienen contenido emocional negativo (Kensinger et al., 2007). En ambientes controlados se ha documentado que los participantes prestan mayor atención y recuerdan mejor eventos con contenido emocional en comparación con eventos emotivamente neutrales (Christianson, 1992; Christianson y Loftus, 1987; Ferré, 2002). Esta característica emocional de los estímulos no ha sido explorada en el terreno del aprendizaje de secuencias, en particular empleando el modelo de la SRTT.

El presente estudio se propuso utilizar el modelo de la SRTT y evaluar si el empleo de imágenes con valencia emocional resultaría en tiempos de reacción y respuestas correctas similares a los reportados en la literatura. Ya que existe evidencia empírica que apoya el hecho de que estímulos con contenido emocional facilitan procesos atencionales y de memoria registramos el tiempo de reacción y las respuestas correctas en tres grupos que respondieron a imágenes con valencias emocionales positiva, negativa o neutral, y en un grupo control que respondió a flechas (estímulos simbólicos). Se esperaba que los participantes respondieran a los estímulos con valencia emocional con mayor exactitud (RC) y mayor rapidez (TR) que ante estímulos emocionalmente neutros o ante estímulos simbólicos. Específicamente, se esperaba que las respuestas a estímulos con valencias positiva o negativa resultarían en una mejor ejecución que los otros grupos, y que el grupo de valencia negativa presentaría los menores TR y la mayor cantidad de RC, como se ha reportado en la literatura (Beyeler et al., 2016; Bowen et al., 2018; Khosravi et al., 2020; Xie y Zhang, 2016).

Método

Participantes

Participaron 63 voluntarios del sexo masculino, todos estudiantes universitarios con edades entre 18 y 23 años, que fueron invitados a través de redes sociales o de profesores que les concedieron créditos escolares por su participación. La edad y la escolaridad de los participantes fueron similares a las reportadas por Nissen y Bullemer (1987). Los participantes fueron asignados aleatoriamente a uno de los cuatro grupos, tres experimentales y uno control

($n = 15$). A cada uno se le solicitó leer y firmar una carta de consentimiento informado antes del inicio del estudio. Un participante podía retirarse del experimento en cualquier momento del proceso, por lo que tres participantes fueron excluidos. El procedimiento detallado del estudio fue aprobado por el Comité de Ética del Instituto de Neurociencias de la Universidad de Guadalajara (# ET082018-269).

Materiales e Instrumentos

Las imágenes fueron tomadas del International Affective Picture System (IAPS) (Lang, 1995; Lang et al., 2008) en su versión estandarizada para población mexicana, sección de varones (Madera-Carrillo et al., 2015). Los puntajes estandarizados de valencia emocional de las imágenes empleadas para generar las secuencias fueron los siguientes: positivas 7.1 a 7.4, negativas 2.1 a 2.7 y neutras 4.5 a 5.6. Para todas las imágenes los puntajes estandarizados de activación fueron de 4.5 a 6.1 y los de dominancia fueron de 4.2 a 7.1 En un estudio piloto ($n = 17$) los participantes calificaron cada una de las imágenes usando la técnica de *Self-Assessment Manikin* ([SAM], Lang et al., 2008) y se verificó con una *t* de Student que los puntajes asignados a cada imagen en cada dimensión no fueran significativamente distintos de las normas. Se utilizaron cuatro imágenes para formar la secuencia en cada grupo experimental (ver Tabla 1).

Tabla 1

Estímulos con Valencia Emocional (Imágenes) y Sin Valencia Emocional (Flechas) Utilizados para cada Grupo Experimental

Valencia	Estímulo A	Estímulo B	Estímulo C	Estímulo D
Positiva (Grupo 1)	 <u>4090 Bikini</u>	 <u>4130 Erotic Females</u>	 <u>4694 Erotic Couple</u>	 <u>4697 Erotic Couple</u>
Negativa (Grupo 2)	 <u>9075 Starving Child</u>	 <u>9301 Toilet</u>	 <u>9410 Soldier</u>	 <u>3160 Eye Disease</u>
Neutral (Grupo 3)	 <u>7055 Lightbulb</u>	 <u>7021 Whistle</u>	 <u>7059 Kevring</u>	 <u>7053 Candlestick</u>
Flechas (Grupo 4)	 <u>Izquierda</u>	 <u>Arriba</u>	 <u>Abajo</u>	 <u>Derecha</u>

Cada imagen de 7.4 x 11.8 cm se presentó en el centro de un monitor sobre fondo negro. Los estímulos del grupo control fueron cuatro flechas de 3.5 x 4 cm apuntando a distintas direcciones (arriba, abajo, izquierda y derecha) presentadas en el centro del monitor sobre fondo negro (Aceves, 2013; Aceves et al., 2018; Barragán y Zarabozo, 2020; García, 2018). Los

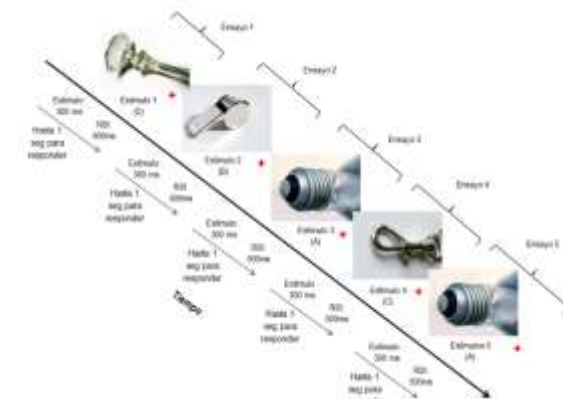
estímulos y las respuestas de la SRTT fueron presentados y registradas en una computadora de escritorio HP-Pavillion 27-a001 All-In-One, con un teclado inalámbrico y una pantalla de 27"; la programación se realizó usando Psychopy (Peirce, 2007).

Procedimiento

Los participantes se situaron a 60 cm de un monitor de computadora con fondo negro y fueron instruidos para oprimir una de las teclas "C", "V", "N" o "M" del teclado utilizando los dedos medio e índice de ambas manos; cada tecla correspondió a uno de los cuatro estímulos, denominados A, B, C y D (Figura 1, izquierda). Una cruz roja en el centro de la pantalla fue usada como punto de fijación. Los participantes fueron instruidos para responder lo más rápida y exactamente posible. Cada estímulo se presentó en la pantalla durante un máximo de 300 ms o hasta que se emitiera una respuesta. El punto de fijación permaneció en la misma ubicación entre las presentaciones de estímulos. Los participantes dispusieron de hasta un segundo para responder y el siguiente ensayo iniciaba automáticamente si no se producía una respuesta durante ese tiempo. A todas las respuestas les siguió un intervalo respuesta-estímulo (RSI) de 500 ms antes del inicio del siguiente ensayo (Figura 1, derecha). No hubo retroalimentación sobre aciertos o errores. La SRTT constó de 10 bloques con 120 ensayos en cada uno.

Figura 1

Tarea Experimental



Nota. En la imagen de la izquierda se muestran las instrucciones y la manera de seleccionar los estímulos. En la imagen de la derecha se presenta el diseño de la tarea. Cada estímulo (A, B, C y D) pudo durar hasta 300 ms y fue seguido por un intervalo respuesta-estímulo (RSI) de 500 ms; después de la respuesta del participante apareció el punto de fijación (cruz roja). Los participantes tuvieron hasta 1 seg para responder. Se presentaron 10 bloques con 120 estímulos cada uno. En los bloques 1 (práctica) y 9 los estímulos se presentaron en orden aleatorio. En los bloques secuenciales (2 a 8 y 10) se presentaron 10 repeticiones de la secuencia D-B-A-C-A-D-C-B-D-A-C-B.

Después de que los participantes leyeron las instrucciones y se resolvieron las dudas sobre el procedimiento la sesión comenzó con un bloque de práctica de la tarea (con los estímulos aleatorizados) con el objetivo de familiarizar a los participantes con la clase de estímulos y respuestas que constituirían la tarea. Los bloques 2 a 8 y 10 fueron secuenciales, formados por 10 repeticiones de la secuencia D-B-A-C-A-D-C-B-D-A-C-B (Berriel, 2015), y el bloque 9 también fue aleatorizado (las mismas imágenes sin un orden secuencial). Los participantes tuvieron un breve descanso entre bloques.

Resultados

Los tiempos de reacción (TR) y el número de respuestas correctas (RC) se sometieron a un ANOVA mixto 4 (tipo de estímulo) x 8 (bloques) excluyendo los bloques 1 (práctica) y 9 (aleatorio). La Prueba de Levene se utilizó para verificar que las varianzas del TR fueran similares entre los bloques y no se encontraron diferencias significativas. Cuando el supuesto de esfericidad no se cumplió (Prueba de Mauchly para los bloques secuenciales) se aplicó la corrección de Greenhouse-Geisser, reportando los grados de libertad no corregidos para facilitar la lectura (Field, 2017). Adicionalmente se realizaron contrastes planeados (Diferencia -Helmert inverso-) para comparar la condición control (Flechas) con el promedio de las tres condiciones emocionales, la condición Neutral con el promedio de las condiciones Positiva y Negativa, y la comparación entre las condiciones Positiva y Negativa. Para los bloques secuenciales se realizaron Contrastes Simples comparando cada bloque con el último bloque secuencial. El efecto de transferencia o Índice de Aprendizaje Secuencial se evaluó comparando el TR del bloque aleatorio con el promedio de los dos bloques secuenciales adyacentes (8 y 10). Este valor se sometió a un ANOVA mixto de 4 (tipo de estímulo) x 2 (bloque secuencial o aleatorio).

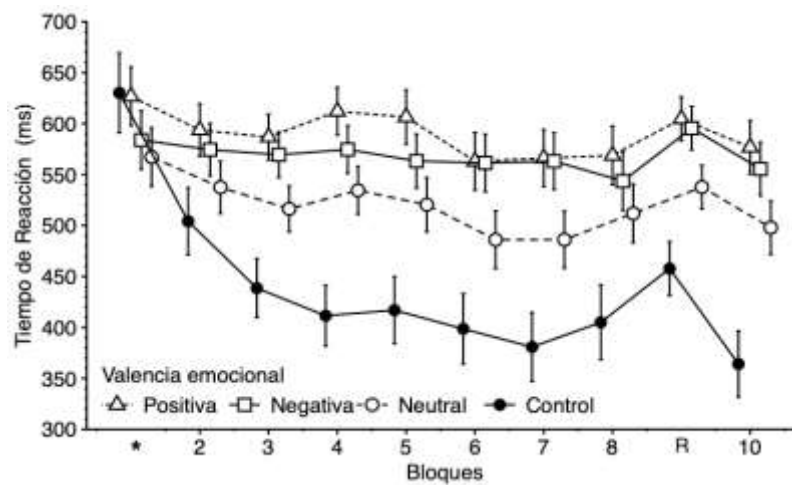
Tiempo de Reacción

El TR de los participantes durante la SRTT con estímulos emocionales (positivos, negativos, neutrales) y el grupo control (flechas) se muestra en la Figura 2. La ejecución típica en una SRTT se caracteriza por una disminución progresiva del TR en los bloques secuenciales 2 a 8 y 10 y un incremento del TR en el bloque 9 comparado con los dos bloques aleatorio adyacentes 8 y 10. Esta tendencia se observa con claridad en los participantes del grupo control (flechas). Los efectos principales de las condiciones experimentales [$F(3,56) = 6.55, p < .01, \eta^2 = .26$] y de los bloques secuenciales [$F(7,392) = 6.09, p < .01, \eta^2 = .10$] fueron significativos, así como el contraste entre el grupo control y las tres valencias emocionales ($\psi = -91.99, p < .01$) y el contraste entre la valencia neutral y las valencias positiva y negativa ($\psi = -62.35, p < .05$). La comparación entre las valencias positiva y negativa no resultó significativa ($\psi = -21.01, p < .5$).

El ANOVA del efecto de transferencia del TR reveló diferencias significativas entre condiciones [$F(3,56) = 6.23, p < .01, \eta^2 = .25$] y entre tipos de bloque (aleatorio vs secuencial) [$F(1,56) = 56.97, p < .01, \eta^2 = .50$]. El contraste entre la condición control y las tres condiciones experimentales resultó significativo ($\psi = -94.15, p < .01$); también fue significativo el contraste entre la condición neutral y el promedio de las condiciones positiva y negativa ($\psi = -59.36, p < .05$). Por otra parte el contraste entre las condiciones positiva y negativa no resultó significativo ($\psi = -16.16, p < .7$).

Figura 2

Tiempos de Reacción Durante la SRTT con Estímulos Emocionales y Grupo Control



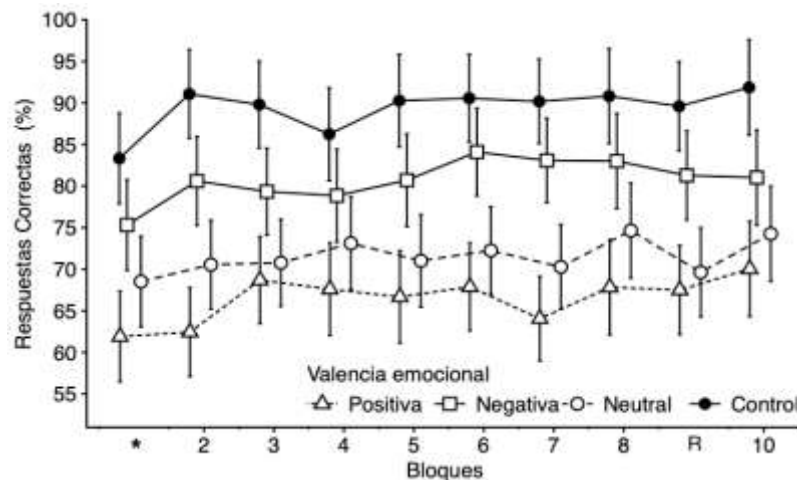
Nota. Promedios de medianas \pm ESM del TR (ms) en los 10 bloques para los grupos experimentales y el grupo control ($n=15$); * = bloque de práctica: R= bloque aleatorio.

Respuestas Correctas

La Figura 3 muestra los promedios de porcentajes de respuestas correctas en los cuatro grupos. Hubo diferencias significativas entre las condiciones [$F(3,56) = 4.0, p < .05, \eta^2 = .18$] pero no entre los bloques secuenciales [$F(7,392) = 1.5, p < .1, \eta^2 = .03$]. El contraste del grupo control y las condiciones emocionales fue significativo ($\psi = 16.64, p < .01$). No hubo diferencias significativas entre la condición neutral y las condiciones positiva y negativa ($\psi = -2.01, p < .8$) ni entre las condiciones positiva y negativa ($\psi = 14.43, p < .1$).

Figura 3

Porcentajes de Respuestas Correctas en los Cuatro Grupos



Nota. Promedio de porcentajes \pm ESM de RC en los 10 bloques para los grupos experimentales y el grupo control ($n=15$); * = bloque de práctica: R= bloque aleatorio.

Discusión

Los propósitos de la investigación fueron determinar la influencia del uso de estímulos evocadores de emociones sobre la ejecución en una SRTT y si esta influencia podía atribuirse principalmente al efecto de valencias emocionales positivas o negativas en comparación con valencias emocionales neutras o estímulos desprovistos de valencia emocional. Los participantes fueron expuestos a una de cuatro condiciones, variando la valencia emocional de los estímulos. La hipótesis principal fue que los grupos en condiciones positiva y negativa mostrarían mayor número de RC y menores TR comparados con la valencia neutral y la condición simbólica (flechas). Ya que los grupos en condiciones positiva y negativa presentaron menores porcentajes de RC y mayores TR que los grupos en condición neutral y control los datos no apoyan nuestra suposición. Estos datos pueden ser evaluados en el contexto de los resultados de tareas SRTT típicas, que usaron estímulos perceptualmente simples (e.g., asteriscos), en comparación con el uso de fotografías evocadoras de emociones.

Con alguna excepción, investigaciones previas en el área del aprendizaje secuencial no han reportado el papel de estímulos cargados emocionalmente en una SRTT (ver Önal-Hartmann et al., 2012). La inconsistencia de los resultados del presente estudio con la literatura favorece la interpretación de que la valencia emocional de los estímulos puede ejercer una influencia que interfiere con la ejecución en el aprendizaje de una secuencia. Esta posible interferencia de los contenidos emocionales sobre la ejecución de los participantes daría cuenta del mínimo decremento del TR en comparación con el grupo de valencia neutral y en mayor medida con el del grupo control. Este dato resultó contrario a lo esperado ante las condiciones emocionales (i.e., positiva y negativa). El análisis de las RC ha tenido un papel secundario en el campo de aprendizaje secuencial (Berriell Saez, 2015; Deroost y Soetens, 2006; Nissen y Bullemer, 1987). La valencia emocional que resultó con mayor porcentaje de respuestas correctas fue la valencia negativa, sin embargo los menores porcentajes de RC también contradicen lo que se esperaba es decir, una mejor ejecución en las condiciones emocionales que en la condición neutral. La valencia emocional con mayor porcentaje de respuestas correctas fue la valencia negativa. En este sentido la hipótesis de un mayor porcentaje de RC en la condición negativa se vio sustentada. Sin embargo este resultado todavía se contradice con la cantidad de RC en la condición neutral, particularmente cuando se considera que la ejecución en esta última condición es la más parecida a la del grupo control. También resulta contradictorio que en la condición positiva las RC fueran las menores, aunque podría esto hacer sentido si se considera que en esta condición se encontraron los mayores RT. Estos datos apoyan nuestra propuesta sobre la posible interferencia que imágenes con carga emocional pueden ejercer en la ejecución, particularmente en el grupo con valencia positiva.

Posner y Nissen (1976) han desarrollado modelos para rastrear el flujo de información mientras atendemos estímulos visuales, auditivos y cinestésicos, y han denominado a las mediciones usadas en estos modelos “cronometría mental”, siendo un ejemplo el TR. En nuestro experimento los TR fueron mayores cuando se usaron imágenes, lo que podría indicar que ese contenido es perceptualmente más complejo y demandante que figuras más simples (e.g., flechas). El incremento de los TR es más evidente cuando el contenido de las imágenes posee un componente afectivo. Así, además de interferir con el aprendizaje de la secuencia las imágenes tendrían un efecto distractor. Esto es acorde con la postulación de que los recursos

atencionales necesarios para resolver una tarea que incluye estímulos con carga afectiva dependerá de factores adicionales. Entre esos factores se reportan la dificultad de la tarea, las características individuales de los participantes y las características de los estímulos, ya que todos o algunas combinaciones de esos factores pueden interferir conductualmente con el objetivo principal de la tarea (Carretié, 2014; Lavie y Dalton, 2014).

Paradigmas que han empleado estímulos con carga afectiva han reportado distintos TR, y esos datos sugieren la prioridad con la que esta clase de estímulos, particularmente aquellos con contenido emocional negativo, son atendidos en comparación con estímulos emocionalmente neutrales (Kensinger et al., 2007; Larson et al., 2013). En la SRTT el objetivo es detectar y aprender una secuencia arbitraria. En el presente estudio tiempos de reacción elevados posiblemente indican no sólo un efecto de las emociones sobre el aprendizaje secuencial, sino también que las imágenes con carga emotiva contienen más elementos perceptuales y, por lo tanto, podríamos asumir que requieren mayores recursos atencionales en comparación con estímulos más simples (e.g., las flechas). Esta interpretación puede verse apoyada también por los menores porcentajes de respuestas correctas en los grupos con valencia emocional.

Christianson (1992), en un manuscrito de revisión, señala dos importantes aspectos de utilidad al analizar nuestros datos: (a) un suceso que genera un alertamiento emocional en una persona parece asociarse con recuerdos relativamente exactos de detalles centrales, pero al mismo tiempo con inexactitudes sobre detalles periféricos, y (b) existen experimentos en los que los participantes recordaron mejor estímulos afectivamente negativos en comparación con estímulos neutrales. Si la percepción de estímulos con carga emocional requiere mayores recursos atencionales y dificulta la percepción de detalles periféricos quizás la secuencia, en nuestro caso, se convirtió en un detalle periférico. Por esta razón la disminución progresiva del TR no fue clara, a pesar del hecho de que los participantes siguieron las instrucciones. Algunos de ellos inclusive reportaron haber detectado una secuencia cuando fueron interrogados al final de la tarea. Así, esta podría ser la explicación de los mayores TR en las condiciones de valencia emocional y de que en la condición de valencia negativa se haya registrado el mayor porcentaje de RC entre los tres grupos experimentales.

Tanto en los grupos experimentales como en el grupo control los promedios de TR durante el bloque de práctica fueron muy similares, sin embargo en los bloques posteriores las diferencias en TR fueron notorias, particularmente en el grupo control. Nissen y Bullemer (1987) compararon las ejecuciones ante estímulos ordenados secuencial o aleatoriamente (Experimento 1) y sugirieron que el decremento del TR en los bloques secuenciales era un indicador del aprendizaje de la secuencia, dado que en ausencia de ésta los TR fueron prácticamente iguales a lo largo de todos los bloques. Por otra parte, Deroost y Soetens (2006), buscando corroborar si la secuencia era responsable de los menores TR, insertaron un bloque aleatorio entre los bloques secuenciales e interpretaron el incremento en el TR como un indicador de que los participantes habían aprendido la secuencia. Los resultados replicaron estos datos, el TR también se incrementó en el bloque aleatorio ubicado entre bloques secuenciales. Sin embargo, las diferencias sólo fueron significativas entre el grupo control y las tres condiciones experimentales y entre la condición neutral y las condiciones emocionales. Por estas razones no resulta claro si los participantes aprendieron la secuencia cuando los estímulos tenían contenido emocional. En la condición de valencia negativa el decremento del TR fue prácticamente

inexistente a lo largo de los bloques secuenciales, pero de los tres grupos experimentales éste fue el que obtuvo la mayor cantidad de RC.

Limitaciones y Conclusión

Dada la naturaleza de los resultados, parece importante señalar al menos dos limitaciones del presente estudio: la primera estaría relacionada con la exploración de si el empleo de estímulos cargados emocionalmente genera una mayor complejidad para los participantes es decir, diferenciar un estímulo simple (v.gr., flechas) de otros más complejos (v.gr., imágenes con contenido emocional) que requieren además procesar la respuesta emotiva generada por el estímulo. Otra restricción que podríamos señalar es la participación de sólo varones, por lo que sería interesante replicar este estudio con mujeres, para buscar una mayor generalización.

En la vida cotidiana respondemos apropiadamente a estímulos que surgen de forma inesperada. La relevancia del suceso (aversivo o placentero) atrae nuestra atención y nos prepara para la acción. De esta manera nos adaptamos a las circunstancias y se garantiza nuestra supervivencia. Como demostraron Posner y Nissen (1976) cuando un estímulo alerta al organismo las señales visuales toman prioridad sobre otras, generando un sesgo atencional hacia esa modalidad sensorial. Esto explicaría los elevados tiempos de reacción en las condiciones con valencia emocional y la dificultad de identificar la secuencia, como resultó en el presente estudio. El papel de los componentes emocionales en los estímulos relacionados con el aprendizaje secuencial, como hemos mostrado, podría contribuir a la comprensión de este tipo de aprendizaje en otros campos, como los ámbitos educativo, de desarrollo cognitivo y de aprendizaje del lenguaje (Conway, 2012; Ponari et al., 2018, 2020).

Referencias

- Aceves, N. (2013). *Potenciales relacionados con eventos como indicadores de Aprendizaje Secuencial* [Tesis de maestría no publicada]. Universidad de Guadalajara].
- Aceves, N., Zarabozo, D., Martínez, H., García, S. M., y Parra., I. (2018). Retroalimentación, recompensa y castigo: Efectos sobre el aprendizaje secuencial. *Conductual*, 6(1), 37-52. <https://doi.org/10.59792/YSHE6807>
- Alpers, G. W., Gerdes, A. B. M., Lagarie, B., Tabbert, K., Vaitl, D., y Stark, R. (2009). Attention and amygdala activity: An fMRI study with spider pictures in spider phobia. *Journal of Neural Transmission*, 116, 747-757. <https://doi.org/10.1007/s00702-008-0106-8>
- Anderson, A. K., y Phelps, E. A. (2001). Lesions of the human amygdala impair enhanced perception of emotionally salient events. *Nature*, 411(6835), 305-309. <https://doi.org/10.1038/35077083>
- Barragán, L., y Zarabozo, D. (2020). Influencia de la asociación estímulo-respuesta sobre el aprendizaje secuencial y la actividad electrofisiológica. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 20(2), 49-66.
- Berriel Saez, P. (2015). *Influencia del modo de presentación de los estímulos y la longitud de la secuencia en el aprendizaje de patrones* [Tesis de maestría no publicada]. Universidad de Guadalajara.
- Beyeler, A., Namburi, P., Glover, G. F., Simonnet, C., Calhoun, G. G., Conyers, G. F., Luck, R., Wildes, C. P., y Tye, K. M. (2016). Divergent routing of positive and negative information from the amygdala during memory retrieval. *Neuron*, 90(2), 348-361. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2016.03.004>
- Bowen, H. J., Kark, S. M., y Kensinger, E. A. (2018). NEVER forget: Negative emotional valence enhances recapitulation. *Psychonomic Bulletin & Review*, 25(3), 870-891. <https://doi.org/10.3758/s13423-017-1313-9>
- Carretié, L. (2014). Exogenous (automatic) attention to emotional stimuli: A review. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 14(4), 1228-1258. <https://doi.org/10.3758/s13415-014-0270-2>
- Christianson, S. (1992). Emotional stress and eyewitness memory: A critical review. *Psychological Bulletin*, 112(2), 284-309. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.112.2.284>
- Christianson, S., y Loftus, E. (1987). Memory for traumatic events. *Applied Cognitive Psychology*, 1, 225-239. <https://doi.org/10.1002/acp.2350010402>
- Conway, C. M. (2012). Sequential learning. En R.M. Seel (Ed.), *Encyclopedia of the sciences of learning* (pp. 3047-3050). Springer Publications.
- Conway, C. M., y Christiansen, M. H. (2001). Sequential learning in non-human primates. *Trends in Cognitive Sciences*, 5(12), 539-546. [https://doi.org/10.1016/s1364-6613\(00\)01800-3](https://doi.org/10.1016/s1364-6613(00)01800-3)
- Conway, C. M., y Christiansen, M. H. (2009). Seeing and hearing in space and time: Effects of modality and presentation rate on implicit statistical learning. *European Journal of Cognitive Psychology*, 21(4), 561-580. <https://doi.org/10.1080/09541440802097951>
- Deroost, N., y Soetens, E. (2006). The role of response selection in sequence learning. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59(3), 449-456. <https://doi.org/10.1080/s17470210500462684>
- Dickinson, A. (1980). *Contemporary animal learning theory*. Cambridge University Press.

- Dreisbach, G., y Fischer, R. (2012). Conflicts as aversive signals. *Brain and Cognition*, 78(2), 94-98. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2011.12.003>
- Ferré, P. (2002). Recuerdo de imágenes emocionales y niveles de procesamiento. *Psicothema*, 14(3), 591-596.
- Field, A. (2017). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*. (5a. ed). SAGE Publications Ltd.
- García, S. (2018). *La influencia de la información sensorial sobre la ejecución de una tarea de aprendizaje secuencial*. [Tesis de maestría no publicada]. Universidad de Guadalajara.
- Kensinger, E. A., Garoff-Eaton, R. J., y Schacter, D. L. (2007). How negative emotion enhances the visual specificity of a memory. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 19(11), 1872-1887. <https://doi.org/10.1162/jocn.2007.19.11.1872>
- Khosravi, P., Parker, A. J., Shuback, A. T., y Adleman, N. E. (2020). Attention control ability, mood state, and emotional regulation ability partially affect executive control of attention on task-irrelevant emotional stimuli. *Acta Psychologica*, 210, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2020.103169>
- Lang, P. J. (1995). The emotion probe: Studies of motivation and attention. *American Psychologist*, 50(5), 372-385. <https://doi.org/10.1037//0003-066x.50.5.372>
- Lang, P. J., Bradley, M. M., y Cuthbert, B. N. (2008). International Affective Picture System (IAPS): Affective ratings of pictures and instruction manual. *Technical Report A-8*. University of Florida, Gainesville, FL.
- Larson, M. J., Gray, A. C., Clayson, P. E., Jones, R., y Kirwan, C. B. (2013). What are the influences of orthogonally-manipulated valence and arousal on performance monitoring processes? The effects of affective state. *International Journal of Psychophysiology*, 87(3), 327-339. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2013.01.005>
- Lavie, N., y Dalton P. (2014). Load theory of attention and cognitive control. En A. Nobre, y S. Kastner, S. (Eds.), *The oxford handbook of attention* (pp.725-752). Oxford University Press.
- Madera-Carrillo, H., Zarabozo, D., Ruiz-Díaz, M., y Berriel-Saez, P. (2015). *El Sistema Internacional de Imágenes Afectivas (IAPS) en población mexicana. Autoevaluación con maniqués y etiquetas*. [Reporte técnico]. Guadalajara, Jalisco, México: Universidad de Guadalajara. [http://ineuro.cucba.udg.mx/iaps/Manual%20\(con%20ISBN%20-electronico\)%20\(2015.01.26\).pdf](http://ineuro.cucba.udg.mx/iaps/Manual%20(con%20ISBN%20-electronico)%20(2015.01.26).pdf)
- Meneses-Ortega, S. (2001). Neurofisiología de la atención: Potenciales relacionados con eventos. En V. M. Alcaraz, y E. Gumá Díaz (Eds.), *Texto de neurociencias cognitivas* (pp. 81-109). El Manual Moderno.
- Nissen M. J., y Bullemer P. (1987). Attentional requirements of learning: Evidence from performance measures. *Cognitive Psychology*, 19(1),1-32. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(87\)90002-8](https://doi.org/10.1016/0010-0285(87)90002-8)
- Öhman, A. (1997). As fast as the blink of an eye: Evolutionary preparedness for preattentive processing of threat. En P. J. Lang, R. F. Simons, y M. T. Balaban (Eds.), *Attention and orienting: Sensory and motivational processes* (pp. 165-184). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

- Önal-Hartmann, C., Fiorio, M., Gentner, R., Zeller, D., Pauli, P., y Classen, J. (2012). After-training emotional interference may modulate sequence awareness in a serial reaction time task. *Experimental Brain Research*, 219(1), 75-84. <https://doi.org/10.1007/s00221-012-3068-x>
- Peirce, J. W. (2007). PsychoPy-Psychophysics software in Python. *Journal of Neuroscience Methods*, 162(1-2), 8-13. <https://doi.org/10.1016%2Fj.jneumeth.2006.11.017>
- Ponari, M., Norbury, C. F., & Vigliocco, G. (2018). Acquisition of abstract concepts is influenced by emotional valence. *Developmental Science*, 21(2), 1–12. <https://doi.org/10.1111/desc.12549>
- Ponari, M., Norbury, C. F., y Vigliocco, G. (2020). The role of emotional valence in learning novel abstract concepts. *Developmental Psychology*, 56(10), 1855-1865. <https://doi.org/10.1037/dev0001091>
- Posner, M. I., y Nissen, M. J. (1976). Visual dominance: An information-processing account of its origins and significance. *Psychological Review*, 83(2), 157-171. <https://doi.org/10.1016%2Fj.jneumeth.2006.11.017>
- Posner, M., y Petersen, S. (1990). The attention system of the human brain. *Annual Review of Neuroscience*, 13, 25-42. <https://doi.org/10.1146/annurev.ne.13.030190.000325>
- Reber, A. S. (1989). Implicit learning and tacit knowledge. *Journal of Experimental Psychology*, 118(3), 219-235. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.118.3.219>
- Reber, A. S. (1993). *Implicit learning and tacit knowledge: An essay on the cognitive unconscious*. Oxford Psychology Series.
- Rosa, P. J., Oliveira, J., Alghazzawi, D., Fardoun, H., y Gamito, P. (2017). Affective and physiological correlates of the perception of unimodal and bimodal emotional stimuli. *Psicothema*, 29(3), 364-369. <https://doi.org/10.7334/psicothema2016.272>
- Xie, W., y Zhang, W. (2016). Negative emotion boosts quality of visual working memory representation. *Emotion*, 16(5), 760–774. <https://doi.org/10.1037/emo0000159>
- Yantis S. (2005). How visual salience wins the battle for awareness. *Natural Neuroscience*, 8, 975–977. <https://doi.org/10.1038/nn0805-975>