

El procedimiento de consecuencias diferenciales mejora el reconocimiento de rostros con independencia de su valencia emocional

Victoria Plaza^{*a}, Laura Esteban^b, Ángeles F. Estévez^b y Luis J. Fuentes^a

^a *Universidad de Murcia, Spain;* ^b *Universidad de Almería, Spain*

En los últimos años, diversos estudios han demostrado que el procedimiento de consecuencias diferenciales (PCD) es una herramienta que mejora tanto el aprendizaje discriminativo como la memoria a corto plazo en diferentes poblaciones. Con respecto a esta última, los estudios realizados hasta el momento se centran, principalmente, en tareas de reconocimiento de caras neutras que no presentan ningún tipo de expresión facial emocional. En el presente estudio, nuestro objetivo fue explorar en jóvenes universitarios si el PCD mejoraría la ejecución de una tarea de memoria a corto plazo de reconocimiento de caras que presentan diferentes expresiones faciales emocionales en el momento de su reconocimiento. Los participantes mostraron un mejor reconocimiento demorado de caras cuando se administraron consecuencias diferenciales tras sus respuestas correctas. Estos resultados añaden nueva información acerca del funcionamiento del procedimiento y refuerzan la idea de que el PCD puede ser una herramienta útil en contextos más aplicados.

El procedimiento de consecuencias diferenciales (PCD), utilizado por primera vez en investigaciones sobre aprendizaje discriminativo realizadas con animales (e.g., Trapold, 1970), consiste en la administración de refuerzos específicos para cada secuencia estímulo-respuesta a aprender en una tarea de discriminación. Cuando se aplica dicho procedimiento se consigue un aprendizaje más eficiente, es decir, se aprende más rápidamente

* Agradecimientos: La realización de este trabajo ha sido posible gracias a los proyectos PSI2009-09261, CSD2008-00048, y PSI2011-23340 del Ministerio de Economía y Competitividad y 08828/PHCS/08 de la Fundación Séneca. Correspondencia: Victoria Plaza. Departamento de Psicología Básica y Metodología. Facultad de Psicología. Universidad de Murcia. 30100 Murcia, Spain. Tel. +34 868 888481. Fax +34 868 888161. E-mail: vplaza@um.es

y con menos errores que cuando se utilizan consecuencias no diferenciales (Urcuioli, 2005). A este incremento en la exactitud y velocidad de adquisición en el aprendizaje es a lo que se denomina efecto de consecuencias diferenciales (ECD) (Peterson y Trapold, 1980).

Los beneficios del PCD sobre el aprendizaje discriminativo han sido extensamente demostrados con una amplia variedad de tareas, consecuencias y poblaciones diferentes (para una revisión ver Goeters, Blakely, y Poling, 1992). Además de comprobarse su eficacia en el aprendizaje discriminativo, tanto en animales como en humanos, diversos hallazgos provenientes, en su mayoría, de estudios realizados en laboratorios de experimentación animal sugieren también su utilidad para mejorar la memoria (e.g., Demarse y Urcuioli, 1994; Savage, Pitkin, y Careri, 1999). Distintas investigaciones han mostrado la efectividad del PCD en tareas de memoria como la de igualación demorada a la posición utilizando, por ejemplo, un modelo animal del Síndrome de Korsakoff (Savage y Langlais, 1995) o ratas con una edad avanzada (Savage et al., 1999). En todos los casos se observan efectos beneficiosos del PCD llegándose incluso a sugerir que la utilización de este procedimiento podría aliviar ciertos déficit de memoria en humanos. Sin embargo, hasta la fecha, según nuestro conocimiento, sólo cinco estudios publicados han explorado esta cuestión en adultos y personas mayores con y sin patología.

En uno de estos estudios, Plaza, Estévez, López-Crespo, y Fuentes (2011) investigaron los efectos del PCD en adultos sin déficit cognitivos. Para ello, utilizaron varias tareas de reconocimiento demorado de caras. En la primera de estas tareas se le presentaba a los participantes la fotografía de una cara en la pantalla de un ordenador seguida, tras una demora variable en cada ensayo en la que la pantalla permanecía en blanco, por 6 fotografías de caras. Los participantes en el estudio debían decidir si entre estas seis se encontraba o no la fotografía de la persona que se presentó en primer lugar. Tras las respuestas correctas aparecía la fotografía de uno de los premios que podían ganar al finalizar el experimento; si la respuesta era incorrecta, la pantalla permanecía en blanco hasta el comienzo del siguiente ensayo. Un grupo de participantes recibió consecuencias específicas tras sus respuestas correctas (condición diferencial), es decir, cada cara muestra estaba asociada a un único premio, mientras que el otro grupo recibió las mismas consecuencias pero administradas de manera aleatoria (condición no diferencial). Los resultados no mostraron diferencias significativas entre los grupos debido a que la ejecución por parte de ambos fue tan buena que se alcanzó un efecto techo (en torno al 95% de respuestas correctas). Teniendo en cuenta que en estudios previos tampoco se había observado el ECD al utilizar tareas fáciles de realizar (e.g., Estévez, Fuentes, Mari-Beffa,

González, y Álvarez, 2001; Estévez, Vivas, Alonso, Marí-Beffa, Fuentes, y Overmier, 2007), se decidió incrementar la dificultad de la misma introduciendo una tarea distractora en el intervalo de demora que consistió en la presentación de un número de tres cifras a partir del cual los participantes debían contar hacia atrás, de tres en tres, hasta que aparecieran los estímulos comparación. El análisis de los datos mostró el ECD únicamente en los tiempos de reacción (TRs), mientras que el nivel de aciertos de ambos grupos, aunque había disminuido, continuó siendo muy elevado (alrededor del 90%), lo que indicaba que la tarea era todavía demasiado fácil de realizar para ellos. Se diseñaron entonces dos experimentos más, similares a los anteriores pero presentando seis caras como estímulo muestra y una sola cara como estímulo comparación (el participante debía decidir si la cara que estaba viendo se había presentado previamente). En este caso el porcentaje de aciertos disminuyó hasta aproximadamente un 65%, lo cual indicaba un aumento considerable del nivel de dificultad de la tarea. Además, esta vez sí se observó el ECD en exactitud de respuesta; en ambos experimentos los participantes que habían recibido consecuencias diferenciales tras sus respuestas correctas realizaron mejor la tarea que aquellos que recibieron las consecuencias de manera aleatoria. En su conjunto, estos resultados indican que el PCD puede ser una herramienta útil para mejorar el reconocimiento de caras, confirmando, también, que la dificultad de la tarea a realizar es un factor fundamental a tener en cuenta cuando se utiliza dicho procedimiento, tal y como señalaban estudios previos (v.g., Estévez et al., 2001; Estévez et al., 2007). De esta manera, cuando la tarea es muy sencilla los participantes pueden resolverla sin ninguna ayuda. Sin embargo, cuando el nivel de dificultad de la tarea es mayor, el PCD proporcionaría una fuente de información adicional para guiar el comportamiento; es decir, tal y como diversos autores señalan (v.g., Trapold, 1970; Trapold y Overmier, 1972), permitiría desarrollar expectativas únicas (o representaciones de las consecuencias específicas que siguen a cada respuesta correcta) que ayudarían, a su vez, a seleccionar dicha respuesta, lo que explicaría por qué este tipo de entrenamiento es tan efectivo .

Por otro lado, Martella, Plaza, Estévez, Castillo, y Fuentes (2012) llevaron a cabo un estudio con adultos privados de sueño, un estado que al reducir la vigilancia o los niveles de arousal afecta al funcionamiento de diferentes funciones cognitivas tales como el aprendizaje y la memoria. En el mismo, en el que se utilizó la tarea del último experimento del estudio que acabamos de describir (Plaza et al., 2011), observaron que los participantes privados de sueño mejoraban su ejecución en la demora corta cuando recibían consecuencias específicas tras sus respuestas correctas.

Los beneficios del PCD en la memoria también han sido observados en poblaciones que muestran déficit con respecto a la misma, como es el caso de pacientes con demencia inducida por alcohol (síndrome de Korsakov), personas mayores o pacientes con Enfermedad de Alzheimer (EA). Con respecto a la primera población, Hochhalter, Sweeney, Bakke, Holub, y Overmier (2000) exploraron los efectos del PCD en cuatro pacientes con demencia tipo Korsakoff. En dicho estudio, se utilizó una tarea de igualación demorada a la muestra que consistía en la presentación, en un cuaderno, de fotografías de caras como estímulos muestra y comparación. La tarea de los participantes consistía en señalar cuál de las dos fotografías que se presentaban como estímulos comparación se correspondía con la que habían visto anteriormente. Los resultados mostraron que dos de los cuatro pacientes realizaban mejor la tarea cuando se utilizaban demoras largas al administrar consecuencias diferenciales tras sus respuestas correctas.

Posteriormente, López-Crespo, Plaza, Fuentes, y Estévez (2009) estudiaron los efectos del PCD en personas mayores. En dicho estudio se empleó también una tarea de igualación demorada a la muestra, similar a la utilizada en el primer experimento del estudio de Plaza et al. (2011), que implicaba el reconocimiento demorado de caras. Los resultados mostraron el déficit típico en ejecución presentado por esta población cuando se incrementa el tiempo que transcurre desde la desaparición de la cara hasta su posterior reconocimiento. Sin embargo, este deterioro desapareció cuando se administraban consecuencias diferenciales, obteniendo el mismo porcentaje de respuestas correctas que el grupo de jóvenes que participó también en el estudio.

Recientemente, Plaza, López-Crespo, Antúnez, Fuentes, y Estévez (2012) llevan a cabo una investigación para explorar si la mejora observada en el reconocimiento demorado de caras al utilizar el PCD se extendería también a pacientes con EA, a quienes normalmente les resulta difícil realizar este tipo de tareas. Dicha dificultad se reflejó claramente en la condición de consecuencias no diferenciales; sin embargo, todos los pacientes que participaron en el estudio mostraron un mejor reconocimiento demorado de caras cuando cada una de ellas se asoció con una consecuencia específica.

Los datos obtenidos hasta la fecha son muy prometedores y animan a continuar investigando las situaciones en las que el PCD puede ser de utilidad en diferentes poblaciones con y sin déficit relacionados con la memoria operativa. Cabe destacar que todos los estudios que acabamos de revisar se centran, principalmente, en tareas de reconocimiento de caras

neutras que no presentan ningún tipo de expresión facial emocional. En nuestra vida cotidiana, por el contrario, cuando vemos una cara ésta suele ir ligada a una expresión emocional que varía en función de la emoción que la persona experimenta en cada momento, siendo el procesamiento de dicha emoción algo fundamental para el correcto establecimiento y desarrollo de relaciones sociales (Posamentier y Abdi, 2003). En el presente estudio pretendemos explorar si el PCD mejorará la ejecución de un grupo de jóvenes universitarios en una tarea de reconocimiento demorado de caras cuya expresión emocional cambia, pasando, concretamente, de un estado neutro (estímulo muestra) a uno de valencia positiva -alegría- o negativa -tristeza- (estímulo comparación). Sobre la base de los estudios revisados, esperamos encontrar una mejor ejecución en la tarea, incluso en las mayores demoras, cuando se asocie una consecuencia específica a cada cara a recordar con independencia de que esta muestre una emoción diferente en el momento del reconocimiento. De ser así, los resultados obtenidos serían relevantes en dos sentidos: (i) demostrarían la eficacia del PCD con respecto al reconocimiento demorado de estímulos (en concreto, caras) que varían en su valencia emocional en personas sin déficit cognitivo y (ii) señalarían su potencial utilidad en poblaciones que presentan problemas relacionados con este tipo de procesamiento (v.g., personas diagnosticadas con esquizofrenia).

EXPERIMENTO 1

MÉTODO

Participantes. En el experimento participaron treinta y cuatro estudiantes de la Universidad de Almería (M edad = 21.9, DT = 4.25). Por su participación en el estudio, recibieron créditos canjeables por determinados requerimientos académicos de las asignaturas del Departamento de Neurociencia y Ciencias de la Salud así como la posibilidad de ganar uno de los seis regalos que se sortearon al finalizar el experimento. Todos los participantes tenían visión normal o corregida.

Instrumentos. Los estímulos utilizados fueron fotografías de mujeres en blanco y negro tomadas desde una perspectiva frontal, que mostraban tres expresiones faciales emocionales: neutralidad, felicidad y tristeza. En total se utilizaron 6 identidades que aparecían 8 veces cada una por bloque de ensayos. Todas las fotografías formaban parte del POFA (Pictures of facial affect collection; Ekman y Friesen, 1976) y fueron presentadas sobre

un fondo oscuro en un monitor a color (tarjeta VGA) de un ordenador compatible con PC. El programa E-prime (Psychology Software Tools, 1999) controló la presentación de los estímulos que aparecían durante cada sesión, así como la recogida de medidas de velocidad de respuesta (TRs) y de precisión (aciertos y errores). Las fotografías tenían un tamaño de 5.5 × 6.5 cm y podían aparecer individualmente en el centro de la pantalla (estímulo muestra) o agrupadas formando un rectángulo imaginario centrado en la pantalla y equidistante de sus bordes (estímulos comparación). La posición de las fotografías fue asignada aleatoriamente. Los reforzadores secundarios fueron seis fotografías de paisajes debajo de las cuales aparecía la frase “¡Puedes ganar un (el nombre de uno de los reforzadores primarios)!”. Como reforzadores primarios se utilizaron un pendrive, una tarrina de CD’s, un porta-CD’s, una tarrina de DVD’s, un libro y un juego. Estos reforzadores fueron sorteados al finalizar el experimento.

Procedimiento. Los participantes realizaron el experimento individualmente en una cabina de experimentación. Las instrucciones fueron administradas por el experimentador de forma verbal, estando también escritas en la pantalla del ordenador al comienzo del experimento para asegurar un correcto entendimiento de las mismas.

El experimento tenía una duración total aproximada de 40 minutos y consistía en 96 ensayos agrupados en dos bloques de 48 ensayos. En cada ensayo aparecía un punto de fijación (un asterisco) durante 1000 ms. Después de un intervalo de 500 ms, se presentó una cara durante 1500 ms. Posteriormente, tras un intervalo de demora variable (5, 10, 25 ó 32 s; demoras utilizadas en el estudio de Plaza et al., 2011) seleccionado de manera aleatoria, se presentaron seis caras durante 10000 ms o hasta que se realizó una respuesta. Los participantes debían decidir si la cara que vieron previamente se encontraba o no entre esas seis caras. En el caso de que la respuesta fuera afirmativa (50% de los ensayos), debían pulsar la tecla “N” y, en el caso de que fuera negativa (50% de los ensayos), la letra “M”. Si la respuesta era correcta, aparecía en la pantalla del ordenador una fotografía de un paisaje y la frase “¡Puedes ganar (el nombre de uno de los reforzadores primarios)!” durante 2500 ms. Las respuestas incorrectas eran seguidas por una pantalla en blanco. Los participantes fueron asignados aleatoriamente a cada grupo. Los asignados a la condición diferencial recibieron refuerzos específicos tras sus respuestas correctas, de manera que cada estímulo muestra estuvo siempre asociado con una consecuencia particular y única, es decir, una de las seis posibles fotografías-frases (v.g.,

la fotografía de unas flores y la frase “¡Puedes ganar un libro!”). Las respuestas correctas de los participantes en la condición no diferencial fueron también reforzadas, pero de manera aleatoria.

Este diseño fue similar al utilizado en el primer experimento del estudio de Plaza et al. (2011) excepto que se emplearon diferentes estímulos. En lugar de mostrar siempre caras neutras, en el presente estudio cada cara objetivo mostraba una expresión emocional neutra cuando se presentaba como estímulo muestra pero dicha expresión era de alegría (en la mitad de los ensayos) o tristeza (en la otra mitad) cuando aparecía como estímulo comparación. En todos los ensayos la mitad de las seis caras comparación mostraban la expresión emocional de alegría y la mitad de tristeza (ver Figura 1). Los participantes debían decidir si la cara que vieron previamente se encontraba o no entre las caras que se le presentaban como comparación, independientemente de la expresión emocional que tuviera. Así, la identidad de la cara presentada fue más relevante para la ejecución de la tarea que la expresión emocional de la misma.

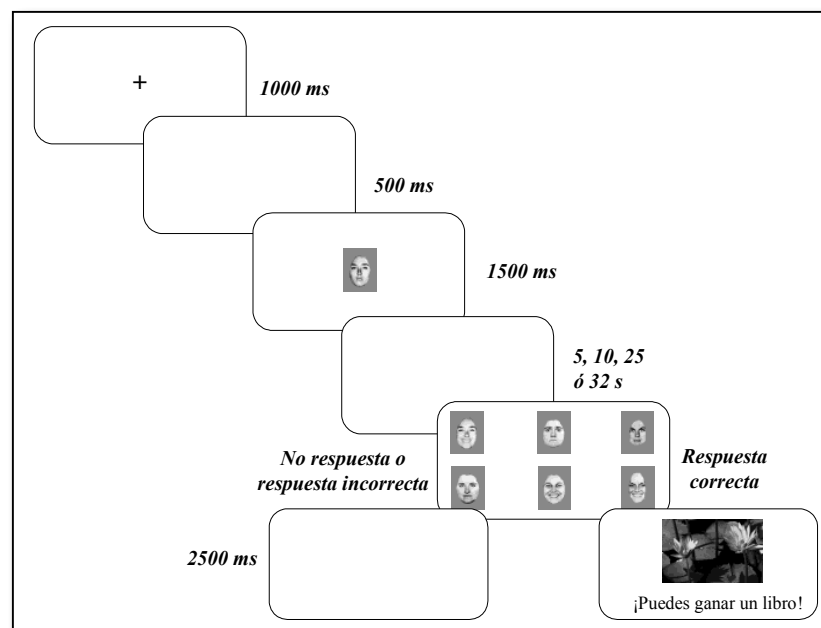


Figura 1. Secuencia de estímulos utilizada en el Experimento 1 (de izquierda a derecha).

RESULTADOS

El análisis de los aciertos se realizó mediante un Análisis de Varianza para un diseño factorial 4×2 , siendo la Demora (5, 10, 25 y 32 segundos) el factor intra-sujeto y las Consecuencias (diferencial o no diferencial) el factor entre-sujetos. La Tabla 1 muestra el porcentaje medio de las respuestas correctas en la tarea en función de las Consecuencias y de la Demora. No se encontraron efectos significativos ni de Consecuencias ni de Demora ($ps > .05$). La interacción Consecuencias x Demora tampoco fue significativa ($F < 1$). Estos resultados indican que la ejecución de los participantes fue similar en todas las condiciones.

Tabla 1. Media de porcentajes de respuestas correctas, desviaciones típicas (DT) y media de TRs (en milisegundos) obtenidas por los participantes en la tarea en función de la condición (Diferencial vs No Diferencial) en los Experimentos 1 y 2.

Grupo	5 s demora		10 s demora		25 s demora		32 s demora	
	M	DT	M	DT	M	DT	M	DT
<i>Experimento 1</i>								
Diferencial	75	2.75	74	2.33	78	2.59	74	2.91
No Diferencial	72	2.75	76	2.33	78	2.59	75	2.91
<i>Experimento 2</i>								
Diferencial	70	2.61	70	3.15	70	3.64	73	3.67
No Diferencial	61	2.79	61	3.37	64	3.89	66	3.93
<i>Experimento 1</i>								
Diferencial	2919	125.88	3130	117.45	3085	130.92	3183	141.37
No Diferencial	3492	125.88	3455	117.45	3598	130.92	3596	141.37
<i>Experimento 2</i>								
Diferencial	3814	229.25	3763	216.51	3680	212.96	4037	226.81
No Diferencial	3230	245.08	3409	231.46	3459	227.67	3419	242.47

Los TRs de las respuestas correctas fueron también analizados. Los resultados mostraron un efecto significativo de Demora [$F(3, 96) = 2.87, p < .05$] y de Consecuencias [$F(1, 32) = 7.69, p < .01$]. Los análisis post-hoc (Fisher's LSD) mostraron diferencias significativas entre las demoras de 25 s y 32 s (3342 ms y 3389 ms, respectivamente) y la de 5 s (3206 ms) ($ps < .05$). Asimismo, cabe destacar que los participantes que recibieron consecuencias diferenciales tras sus respuestas correctas fueron más rápidos que aquellos que recibieron las mismas consecuencias pero administradas de forma aleatoria (3079 ms y 3535 ms, respectivamente). La interacción Consecuencias \times Demora no fue significativa ($p > .05$).

Para explorar si el tipo de expresión emocional utilizada como estímulo comparación influía en el efecto que la administración de consecuencias diferenciales tras las respuestas correctas tenía en el reconocimiento demorado de caras, los aciertos y los TRs de aquellos ensayos donde el estímulo muestra fue presentado como estímulo comparación fueron analizados mediante un Análisis de Varianza para un diseño factorial 2×2 con Emoción (felicidad o tristeza) como factor intra-sujeto y Consecuencias (diferencial o no diferencial) como factor entre-sujetos. Los resultados fueron idénticos a los encontrados en el presente experimento cuando se analizaron los datos globalmente. Es decir, el ECD se observó únicamente en la velocidad de respuesta [$F(1, 32) = 4.47, p < .05$] (2929 ms y 3269 ms en la condición diferencial y en la condición no diferencial, respectivamente). No se encontraron otras diferencias significativas ($ps > .05$).

DISCUSIÓN

El Experimento 1 fue diseñado para explorar si el PCD podría mejorar el reconocimiento de caras cuando éstas expresan diferentes emociones en el momento de su reconocimiento. Los resultados mostraron un reconocimiento más rápido de la persona con independencia de su expresión emocional cuando cada cara se asoció con una consecuencia específica (condición diferencial). Cabe señalar que las modificaciones realizadas en la tarea utilizada en el Experimento 1a de Plaza et al. (2011; el procedimiento fue idéntico al actual excepto por el tipo de estímulos muestra y comparación presentados), tuvieron como consecuencia un aumento del nivel de dificultad de la misma que se hace evidente al comparar las medias de aciertos y TRs de ambas tareas (93% vs 75% de aciertos y 2373 s vs 3307 s en TRs obtenidos en el Experimento 1a de Plaza et al., 2011, y en el Experimento 1 del presente estudio, respectivamente). De hecho, el nivel de dificultad de esta tarea se ajusta más a la del

Experimento 1b del estudio de Plaza et al. (2011) donde, al igual que en el presente experimento, no se observó el efecto al analizar los aciertos pero sí al analizar los TRs. Es decir, los participantes que recibieron consecuencias diferenciales tras sus respuestas correctas fueron más rápidos que aquellos que recibieron consecuencias de forma aleatoria incluso en las demoras mayores (25 y 32 segundos).

Estos resultados están en consonancia con otros estudios previos que han demostrado una modulación del ECD en función de la dificultad de la tarea (v.g., Estévez et al., 2001; Estévez et al., 2007; Plaza et al., 2011). Concretamente, se ha observado que cuando la tarea tiene un nivel de dificultad relativamente bajo, el efecto se encuentra únicamente en los TRs (Estévez et al., 2007; Plaza et al., 2011). Así, es posible que la tarea utilizada en este experimento fuese demasiado fácil de realizar para los participantes. Para comprobar esta hipótesis, en el siguiente experimento nos propusimos explorar el PCD con una versión más difícil de la tarea utilizada en el Experimento 1.

EXPERIMENTO 2

En el experimento que presentamos a continuación, la dificultad de la tarea fue incrementada mediante una tarea distractora que se introdujo en el intervalo de demora y que consistió en la presentación de un número de tres cifras a partir del cual los participantes debían contar hacia atrás, de tres en tres, hasta que aparecieran los estímulos comparación. Al aumentar la dificultad de la tarea esperamos que los participantes muestren el ECD cuando los aciertos sean analizados (exactitud de respuesta).

MÉTODO

Participantes. En el experimento participaron treinta estudiantes de la Universidad de Almería (M edad = 21.5, DT = 6.47). Al igual que en el experimento anterior, por su participación en el estudio recibieron créditos canjeables por determinados requerimientos académicos de las asignaturas del Departamento de Neurociencia y Ciencias de la Salud así como la posibilidad de ganar uno de los seis regalos que se sortearon al finalizar el experimento. Todos los participantes tenían visión normal o corregida.

Instrumentos. Los estímulos y materiales fueron los mismos que los utilizados en el Experimento 1.

Procedimiento. Utilizamos una tarea de reconocimiento demorado de caras similar a la del Experimento 1 excepto que tras la presentación de la cara muestra aparecía un número de tres cifras en la pantalla (v.g., 229). Los participantes debían contar hacia atrás de tres en tres a partir de ese número hasta la presentación de los estímulos comparación (ver Figura 2).

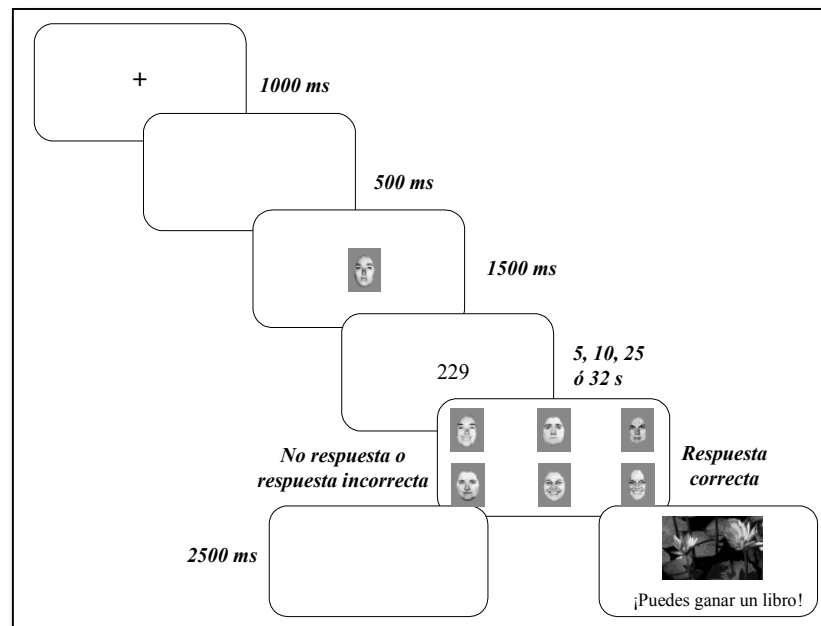


Figura 2. Secuencia de estímulos utilizada en el Experimento 2 (de izquierda a derecha).

RESULTADOS

Al igual que en el Experimento 1, el análisis de los aciertos se realizó mediante un Análisis de Varianza para un diseño factorial 4×2 , siendo la Demora (5, 10, 25 y 32 segundos) el factor intra-sujeto y las Consecuencias (diferencial o no diferencial) el factor entre-sujetos. La Tabla 1 muestra la media de los TRs así como el porcentaje medio de respuestas correctas en la tarea en función de las Consecuencias y la Demora. Los análisis revelaron un efecto significativo de Consecuencias cuando los aciertos fueron analizados [$F(1, 28) = 4.23, p < .05$]. Es decir, los participantes del grupo al que se le administró consecuencias diferenciales tras sus respuestas correctas, mostraron una mejor ejecución que aquellos que recibieron las consecuencias aleatoriamente (71% y 63% de aciertos, respectivamente).

Los TRs de las respuestas correctas fueron también analizados no encontrándose efectos simples ni interacciones significativas ($ps > .05$).

Los datos de los ensayos donde el estímulo muestra fue presentado como estímulo comparación fueron también analizados mediante un Análisis de Varianza para un diseño factorial 2×2 con Emoción (felicidad o tristeza) como factor intra-sujeto y Consecuencias (diferencial o no diferencial) como factor entre-sujetos. Los resultados mostraron, nuevamente, un efecto significativo de Consecuencias cuando se analizaron los porcentajes de respuestas correctas [$F(1, 28) = 4.64, p < .05$] reflejando un claro ECD (79% y 63% de exactitud en la condición diferencial y en la no diferencial, respectivamente). No se encontraron otros efectos o interacciones significativas ($ps > .05$).

DISCUSIÓN

Tal y como esperábamos, la introducción de la tarea distractora de contar hacía atrás durante el periodo de demora, produjo un aumento en la dificultad de la tarea utilizada en el Experimento 1 que se evidenció en un descenso significativo tanto en exactitud como en velocidad de respuesta (ver Tabla 1). Además, al incrementar el nivel de dificultad de la tarea, el ECD fue evidente cuando los aciertos fueron analizados; es decir, hubo un mejor reconocimiento de caras cuando los participantes recibieron consecuencias diferenciales tras sus respuestas correctas. En este caso, aunque la tarea fue similar a la empleada en el Experimento 1b de Plaza et al. (2011; se utilizó también la tarea distractora de contar hacía atrás) el hecho de presentar caras que varían en su valencia emocional en el momento de su reconocimiento, tuvo como consecuencia un aumento del nivel de dificultad de la misma que se hace evidente al comparar las medias de aciertos y TRs de ambas tareas (89% vs 66% de aciertos y 2781 ms vs 3601 ms en TRs obtenidos en el Experimento 1b de Plaza et al., 2011 y en el Experimento 2 del presente estudio, respectivamente). De hecho, el nivel de dificultad de esta tarea se ajusta más a la del Experimento 2a del estudio de Plaza et al. (2011) en el que también se observó una mejor ejecución en la condición de consecuencias diferenciales.

CONCLUSIONES

El objetivo general de este estudio fue explorar, en un grupo de jóvenes universitarios, si el PCD puede influir en el reconocimiento demorado de caras que presentan diferentes expresiones emocionales en el momento de su reconocimiento. Para ello utilizamos una tarea que

consideramos más ecológica que la empleada en estudios previos ya que se asemeja a lo que ocurre en nuestra vida cotidiana donde las emociones juegan un papel fundamental y donde las personas varían con frecuencia su estado emocional y, por tanto, su expresión facial. Los resultados de los dos experimentos demuestran, por primera vez, que aunque las expresiones faciales de las caras cambien con respecto a cuando se presentaron previamente (estímulos muestra), el PCD mejora el reconocimiento de las mismas (menores TRs en el Experimento 1 y mayor número de aciertos en el Experimento 2).

Por otra parte, cabe señalar que la dificultad de la tarea aparece nuevamente como un modulador, de tal forma que cuando ésta es relativamente fácil encontramos el efecto exclusivamente al analizar los TRs (Experimento 1) y sólo cuando se utiliza una tarea más difícil el efecto es observado en la exactitud de respuesta (Experimento 2). Creemos que en el segundo experimento el PCD no influye también en la velocidad de respuesta debido al tipo de procedimiento utilizado. Tal y como indican Plaza et al. (2011), en los estudios realizados hasta el momento se suele enfatizar la exactitud en la respuesta. De igual forma, en el presente estudio se informó a los participantes que a mayor número de aciertos, mayor posibilidad de ganar uno de los premios que se sortearían al finalizar el experimento. Aunque también se les informó, a continuación, que debían responder lo más rápido posible, en estas condiciones consideramos que los participantes adoptan una estrategia que maximiza la probabilidad de emitir una respuesta correcta. Con una tarea que les permite conseguir con relativa facilidad un nivel óptimo de aciertos, aunque es suficientemente difícil para que la velocidad de respuesta se vea afectada (Experimento 1), el objetivo puede centrarse en ser más rápido. Cuando los requerimientos de la tarea cambian (su nivel de dificultad aumenta; Experimento 2) y el nivel de aciertos disminuye, la meta sería maximizar el número de respuestas correctas (sin tener en cuenta la velocidad de respuesta). Creemos que la utilización de consecuencias diferenciales pondría en marcha mecanismos que proporcionarían información extra al participante que le permitiría alcanzar la meta propuesta (mayor rapidez vs. mayor exactitud). Estudios posteriores podrían poner a prueba esta hipótesis variando no sólo el nivel de dificultad de la tarea utilizada sino también el tipo de instrucciones presentadas a los participantes.

Cabe preguntarse cómo un procedimiento tan sencillo como la administración de consecuencias específicas tras las respuestas correctas influye en el reconocimiento de caras. El modelo explicativo sobre el ECD que actualmente cuenta con más apoyo sostiene que existen dos sistemas de memoria distintos que se activan de forma diferencial en función de cómo

se administran las consecuencias (Savage et al., 1999). Así, en la condición de consecuencias no diferenciales la única posibilidad que el participante tiene de resolver acertadamente la tarea consiste en recordar, explícitamente, el estímulo de muestra que se presentó en primer lugar. En este caso, por tanto, su ejecución se basaría en un sistema de memoria retrospectivo. En cambio, cuando se aplican consecuencias diferenciales, el participante cuenta, además, con la información implícita que proviene de la asociación entre el estímulo de muestra y la consecuencia específica asociada a él. Al presentar el estímulo de muestra se activaría la representación de la consecuencia que se puede conseguir al emitir la respuesta correcta; es decir, se activaría un sistema de memoria prospectivo.

Distintas investigaciones confirman este modelo al demostrar que sistemas neuroquímicos y neuroanatómicos bien diferenciados sostienen la ejecución de animales bajo consecuencias diferenciales y no diferenciales. Así, cuando se administran las consecuencias de modo no diferencial, se activan preferentemente vías colinérgicas (afectando a la memoria retrospectiva), mientras que al administrar consecuencias de forma diferencial, se activan vías glutaminérgicas (afectando a la memoria prospectiva) (e.g., Overmier, Savage, y Sweeney, 1999; Ramirez, Buzzetti, y Savage, 2005; Savage, 2001; Savage y Parsons, 1997). Igualmente, el modelo es apoyado por el estudio realizado con humanos por Mok, Thomas, Lungu, y Overmier (2009) utilizando resonancia magnética funcional (fMRI). En dicho estudio, un grupo de adultos sanos tenían que realizar una tarea de discriminación perceptiva. Los resultados mostraron, al igual que en estudios previos con animales (e.g., Savage, Buzzetti, y Ramirez, 2004), una mayor activación hipocampal cuando se administraron consecuencias no diferenciales, sugiriendo que el hipocampo juega un rol importante en el procesamiento retrospectivo (o memoria retrospectiva). Por el contrario, bajo consecuencias diferenciales, encontraron una mayor activación en el giro angular del córtex parietal posterior, sugiriendo que esta región media en el procesamiento prospectivo de la información.

Aunque los resultados de nuestro estudio pueden ser explicados por el modelo propuesto por Savage et al. (1999), es necesario realizar nuevas investigaciones que exploren en mayor profundidad los mecanismos implicados en la ejecución observada en tareas de memoria bajo condiciones diferenciales. Por otra parte, debemos señalar como una limitación del presente estudio el hecho de utilizar como estímulos muestra caras con expresiones neutras. Al no variar las expresiones emocionales de dichos estímulos, desconocemos si el PCD puede mejorar no sólo el reconocimiento de la identidad sino también el reconocimiento de expresiones faciales emocionales. Para responder esta cuestión se hace

necesario el desarrollo de estudios en los que se disocien ambos procesos; es decir, el reconocimiento de la identidad vs. el reconocimiento de emociones. Con respecto a este último, investigaciones previas sugieren que, debido a procesos adaptativos, las emociones negativas presentan características especialmente relevantes y son procesadas de forma prioritaria y automática, ocurriendo incluso sin atención (Inuggi et al., remitido). De acuerdo con estos datos, es posible que exista una modulación del ECD en función de que las emociones sean positivas o negativas. Actualmente, estas cuestiones son objeto de estudio en nuestro laboratorio. Los resultados de estos estudios serán especialmente relevantes ya que, en el caso de comprobar que el PCD afecta también a la discriminación y/o al recuerdo de emociones, dicho procedimiento podría ser aplicado en aquellas poblaciones con déficit relacionados (v.g., personas con alexitimia, pacientes con autismo, o pacientes diagnosticados de esquizofrenia).

Por último, señalar que los presentes resultados, junto con aquellos obtenidos por Hochhalter et al. (2000) con pacientes amnésicos, por López-Crespo et al. (2009) con personas mayores, por Plaza et al. (2011) con adultos sin patología, por Martella et al. (2012) con adultos privados de sueño y por Plaza et al. (2012) con pacientes con EA, sugieren la potencial utilidad del PCD como técnica terapéutica para facilitar la ejecución en tareas de memoria a corto plazo en humanos, especialmente en poblaciones que presentan déficit relacionados con la misma.

ABSTRACT

The differential outcomes procedure improves face recognition irrespective of their emotional valence. In the last years, several studies have demonstrated that the differential outcomes procedure (DOP) facilitates both discriminative learning and short-term memory in different populations. It is worth to note that in most published studies exploring the usefulness of the DOP to improve memory, it has been used recognition memory tasks with neutral faces without emotional expressions. Our primary purpose in the present study was to test whether this procedure might increase performance of a facial recognition memory task when emotional facial expressions were used as comparison stimuli. Participants showed a significantly better delayed face recognition when differential outcomes were arranged. This novel finding adds information about how the DOP works and strongly suggests that this procedure can be a useful technique in applied contexts.

REFERENCIAS

- Demarse, T.B. y Urcuioli, P.J. (1994). Enhancement of matching acquisition by differential comparison-outcome associations. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavioral Processes*, 19, 317-326.
- Ekman, P. y Friesen, W.V. (1976). *Pictures of facial affect*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologist Press.
- Estévez, A.F., Fuentes, L.J., Mari-Beffa, P., González, C., y Alvarez, D. (2001). The differential outcomes effect as useful tool to improve conditional discrimination learning in children. *Learning and Motivation*, 1(32), 48-64.
- Estévez, A.F., Vivas, A.B., Alonso, D., Mari-Beffa, P., Fuentes, L.J., y Overmier, J.B. (2007). Enhancing Challenged Students' Recognition of Mathematical Relations through Differential Outcomes Training. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 60(4), 571-580.
- Goeters, S., Blakely, F., y Poling, A. (1992). The differential outcomes effect. *The Psychological Record*, 42, 389-411.
- Hochhalter, A.K., Sweeney, W.A., Bakke, B.L., Holub, R.J., y Overmier, J.B. (2000). Improving face recognition in Alcohol Dementia. *Clinical Gerontologist*, 22(2), 3-18.
- Inuggi, A., Sassi, F., Castillo, A., Campoy, G., Leocani, L., García-Santos, J.M., y Fuentes, L.J. (remitido). Preserved processing of unattended angry facial expressions in the superior temporal cortex and temporo-parietal junction.
- López-Crespo, G., Plaza, V., Fuentes, L.J., y Estévez, A.F. (2009). Improvement of age-related memory deficits by differential outcomes. *International Psychogeriatrics*, 2(3), 503-510.
- Martella, D., Plaza, V., Estévez, A.F., Castillo, A., y Fuentes, L.J. (2012). Minimizing sleep deprivation effects in healthy adults by differential outcomes. *Acta Psychologica*, 139, 391-396.
- Mok, L.W., Thomas, K.M., Lungu, O.V., y Overmier, J.B. (2009). Neural correlates of cue-unique outcome expectations under differential outcomes training: An fMRI study. *Brain Research*, 1265, 111-127.
- Overmier, J.B., Savage, L.M. y Sweeney, W.A. (1999). Behavioral and pharmacological analyses of memory: new behavioural options for remediation. En M. Haug y R.E. Whalen (Eds.), *Animal models of human emotion and cognition* (pp. 231-245). Washington, DC: American Psychological Association.
- Peterson, G.B. y Trapold, M.A. (1980). Effects of altering outcome expectancies on pigeons' delayed conditional discrimination performance. *Learning and Motivation*, 11, 267-288.
- Plaza, V., Estévez, A.F., López-Crespo, G., y Fuentes, L.J. (2011). Enhancing recognition memory in adults through differential outcomes. *Acta Psychologica*, 136, 129-136.
- Plaza, V., López-Crespo, G., Antúnez, C., Fuentes, L.J., y Estévez, A.F. (2012). Differential outcomes: improving delayed face recognition in Alzheimer's disease. *Neuropsychology*, 26(4), 483-489.
- Posamentier, M.T. y Abdi, H. (2003). Processing faces and facial expressions. *Neuropsychology Review*, 13, 113-142.
- Psychology Software Tools (1999). *E-prime (computer software)*. Pittsburgh, PA: Author.
- Ramirez, D.R., Buzzetti, R.A., y Savage, L.M. (2005). The role of the GABA_A agonist muscimol on memory performance: Reward contingencies determine the nature of the deficit. *Neurobiology of Learning and Memory*, 84, 184-191.

- Savage, L.M. (2001). In search of the neurobiological underpinnings of the differential outcomes effect. *Integrative Physiological and Behavioral Science*, 36, 182-195.
- Savage, L.M., Buzzetti, R.A., y Ramirez, L.R. (2004). The effects of hippocampal lesions on learning, memory, and reward expectancies. *Neurobiology of Learning and Memory*, 82, 109-119.
- Savage, L.M. y Langlais, P.J. (1995). Differential outcomes attenuate memory impairments on matching-to-position following pyridoxamine-induced thiamine deficiency in rats. *Psychobiology*, 23, 153-160.
- Savage, L.M. y Parsons, J.P. (1997). The effects of delay-interval, inter-trial interval, amnesic drugs, and differential outcomes on matching to position in rats. *Psychobiology*, 25, 303-312.
- Savage, L.M., Pitkin, S.R., y Careri, J.M. (1999). Memory enhancement in aged rats: The differential outcomes effect. *Developmental Psychobiology*, 35(4), 318-327.
- Trapold, M.A. (1970). Are expectancies based upon different positive reinforcing events discriminably different? *Learning and Motivation*, 1, 129-140.
- Trapold, M.A. y Overmier, J.B. (1972). The second learning process in instrumental learning. En A. H. Black y W. F. Prokasy (Eds.), *Classical conditioning II: Current theory and research* (pp. 427-452). New York: Appleton-Century-Crofts.
- Urcuioli, P.J. (2005). Behavioral and associative effects of differential outcomes in discrimination learning. *Learning and Behavior*, 33(1), 1-21.

(Manuscrito recibido: 22 Marzo 2012; aceptado: 20 Julio 2012)