

EL COSTE POR CAMBIAR LA DISPOSICIÓN MENTAL

Emilio Gómez Milán¹, Antonio González, Elvira Salazar y Francisco Tornay

Universidad de Granada

Una cuestión importante acerca del procesamiento cognitivo de la información tiene que ver con la manera en que los diferentes procesos son organizados y conectados juntos para traducirse en un comportamiento coherente y hábil que permita la resolución de problemas. El estudio del control del procesamiento demanda la utilización de paradigmas experimentales que aislen el funcionamiento de los procesos individuales de la organización general del procesamiento, esto es, de la coordinación y secuenciación de los mismos (Milán y Tornay, 1999). El paradigma experimental del cambio de tarea permite lograr este objetivo. En el laboratorio, cuando los participantes alternan entre tareas de Tiempo de Reacción (TR) se produce un coste² de ejecución. El cual se traduce en un decremento en exactitud de la respuesta (incremento en el número de errores) y/o en un incremento en el Tiempo de Reacción (enlentecimiento en la respuesta). En la vida cotidiana, si usted hace dos tareas extendidas en el tiempo a la vez, con cambios de atención continuos, su rendimiento experimentará un coste. Por ejemplo, si ante la visita de un amigo a cenar a casa, decide jugar con él al ajedrez, mientras prepara una receta de cocina creativa para impresionarle, alternando cada paso de la receta con una jugada, posiblemente perderá la partida y quemará la comida. Alternar de modo continuo entre dos tareas es la peor manera de hacerlas, pero es un modo óptimo de estudiar los efectos secuenciales de la reconfiguración mental. El estudio del cambio de la disposición mental nos permite una medida precisa de las contribuciones relativas de las tendencias de respuesta automáticas y de los mecanismos de control del procesamiento. El coste por cambio de tarea podría ser considerado a priori una medida continua del error, pero podría reflejar tanto una operación de control como el fallo de la misma (Milán y Tornay, 1999). Además, podemos suponer que el coste es un efecto general, pues ocurre al alternar tanto entre tareas de laboratorio simples (Tornay y Milán, 2001) como en tareas de resolución de problemas dinámicos y complejos (por ejemplo, en tareas de aterrizaje en simuladores de vuelo y en micromundos -Quesada, Kintsch y Milán, 2001).

¹ Esta investigación ha sido financiada por el Ministerio de Ciencia y Tecnología. Dirección General de Investigación (BSO 2002-0216c). La correspondencia debe ser dirigida a: Emilio Gómez Milán. Departamento de Psicología Experimental. Campus Cartuja s/n. Código 18071. Universidad de Granada. Email: egomez@ugr.es

² El término inglés es cost. La traducción al español puede ser costo o coste. Se trata de una metáfora económica. El coste hace referencia al precio de venta y el costo al precio de fabricación.

Dos componentes en el coste por cambio de tarea

El estudio reciente de mayor impacto teórico y metodológico sobre el costo por cambio de tarea, ha sido el de Rogers y Monsell (1995). Desde este estudio, quedó claro que existen dos componentes en el coste por cambio de tarea: Un componente endógeno y un componente exógeno.

Para una mejor comprensión de los datos, describimos una variante de las tareas utilizadas por Rogers y Monsell (1995), empleada por Tornay y Milán (2001). Los participantes debían alternar entre dos tareas. Se presentaba un número y una letra en el centro de la pantalla, por ejemplo “A7”. Una de las tareas consistía en indicar si la letra era una vocal o una consonante, presionando las teclas “b” y “n” del teclado. La otra tarea consistía en indicar si el número era par o impar, presionando las mismas teclas de respuesta. Los participantes conocían la tarea a realizar en el ensayo N por el punto de fijación, con anticipación respecto a la aparición del objetivo, el símbolo “@” les indicaba que debían responder al número, y el símbolo “*” que debían atender a la letra. Respecto a las variables independientes principales, con frecuencia se manipula la preparación para el cambio con la modificación del intervalo entre la respuesta del participante en el ensayo N y la aparición del objetivo en el ensayo N+1 (RSI en inglés). Pero la variable independiente principal es el tipo de ensayo (ensayos de cambio de tarea y de repetición de tarea). Los ensayos de repetición de tarea son numerados, como primera y segunda repetición. El patrón de resultados más frecuente consiste en la aparición de coste de Tiempo de Reacción (un mayor TR) en el ensayo de cambio, que desaparece en el ensayo de primera repetición de tarea. El TR suele ser idéntico entre los ensayos de primera y segunda repetición, aunque con tendencia no significativa a aumentar. Ver la figura 1. Desde Rogers y Monsell, los estudios sobre el coste por cambio de tarea muestran que cuando se manipula el tiempo de anticipación del cambio de tarea (mediante la manipulación del RSI), la magnitud del efecto se ve afectada. El coste disminuye cuando el tiempo de preparación anticipatoria o aviso previo para el cambio aumenta, pero nunca desaparece por completo (incluso para intervalos de anticipación mayores de cinco segundos). A la porción del coste que desaparece se le denomina coste endógeno, pues el participante es capaz de prepararse de manera parcial para el cambio de tarea y anticiparlo en parte. Sin embargo, al resto de coste, se le denomina coste residual o exógeno, pues exige una nueva interacción o experiencia con un estímulo-objetivo para que la reconfiguración mental sea completa y el coste desaparezca. A partir de estos resultados, Rogers y Monsell formularon su hipótesis del

estímulo como clave para completar la reconfiguración mental. Por ejemplo, cuando nieva la guardia civil coloca señales de aviso en autovías y carreteras, pero los conductores no se vuelven hasta que topan con la nieve.

La naturaleza del coste residual

El coste residual no se reduce con la práctica masiva (Torralbo, González y Milán, 2003; Torralbo, Milán y González, enviado). Vea la figura 1. Además, parece independiente de las manipulaciones atencionales, como mostraron Milán y Tornay (2001 a).

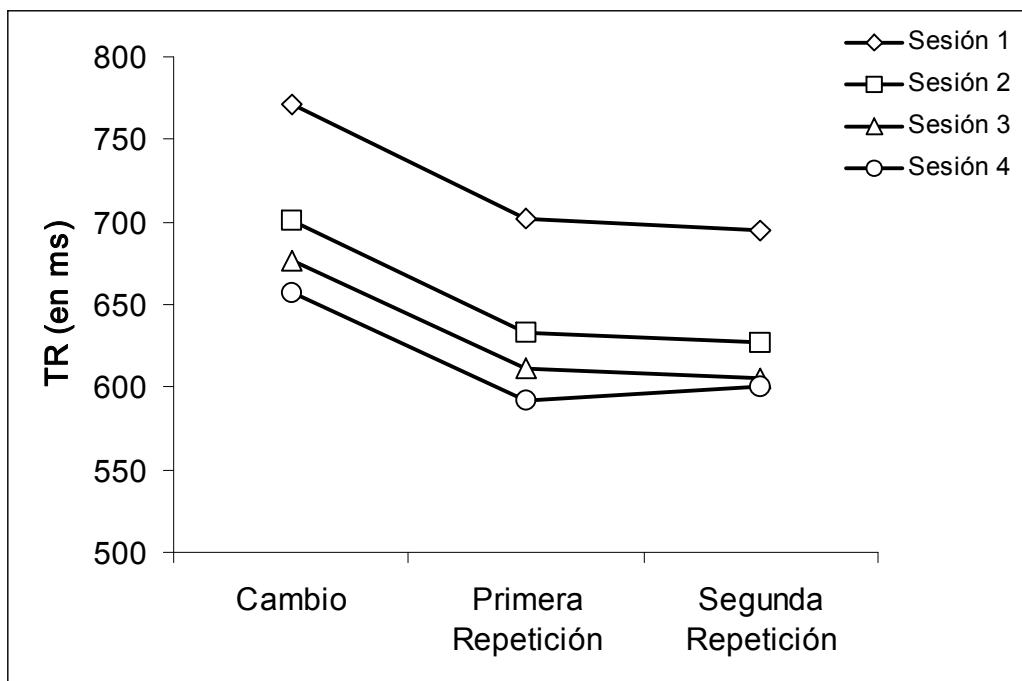


Figura 1. Efectos de la práctica sobre el coste residual. Medias del Tiempo de reacción en función del número de sesión.

El coste residual permanece también invariable con la manipulación de las instrucciones. Para contrastar esta hipótesis, diseñamos situaciones donde se prioriza la exactitud frente a la velocidad y viceversa. En ambas situaciones el coste por cambiar de tarea fue idéntico a la condición control, donde se pedía a los participantes responder lo más rápido posible sin cometer errores (Torralbo, Milán y González, enviado; Torralbo, González y Milán, 2003).

El cambio de tarea en secuencias regulares y aleatorias

Los resultados anteriores se han obtenido siempre en secuencias de cambio de tarea predecibles. Esto es, el participante cambia de tarea cada N ensayos de manera regular. En concreto, cada tres ensayos (ensayo de cambio, de primera y de segunda repetición, en series del tipo Tarea1, Tarea1, Tarea1, Tarea2, Tarea2, Tarea2). Sin embargo,

Tornay y Milán (2001 b y c) comprobaron que si el cambio de tareas se hace al azar, el patrón de coste se modifica de manera significativa. Vea la figura 2. En el cambio al azar, con intervalos de anticipación cortos, el patrón de resultados es equivalente a la situación de cambio regular. Sin embargo, con intervalos de anticipación del cambio largos (mayores de un segundo), el coste desaparece por completo en el cambio al azar, donde no hay coste residual, mientras que en el cambio regular siempre se produce coste residual.

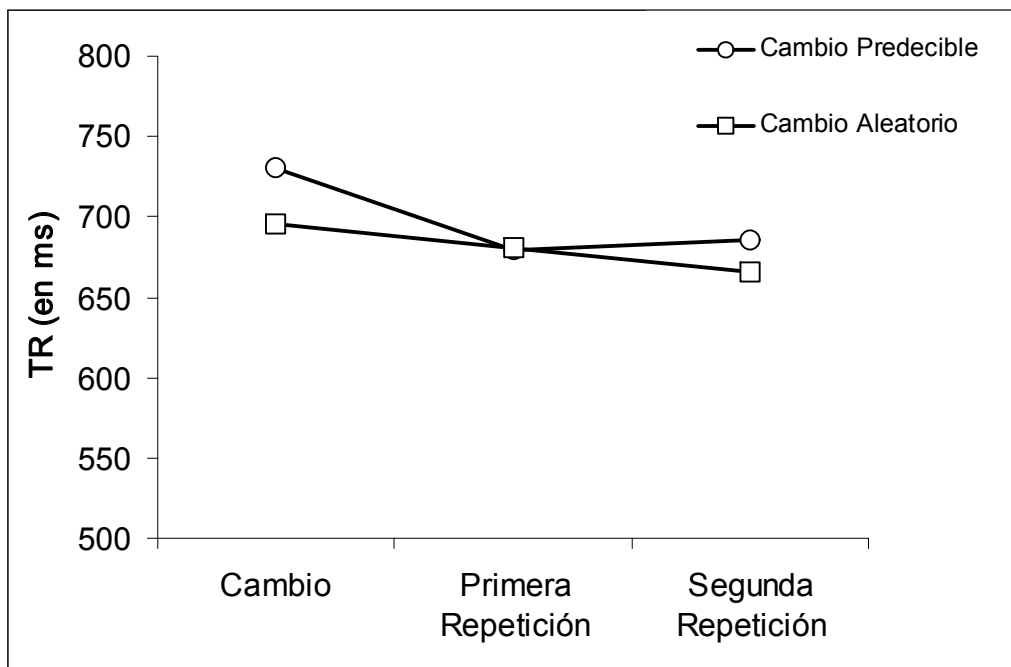


Figura 2. Medias del Tiempo de reacción para las condiciones de cambio predecible y cambio al azar con RSI largo.

Sin embargo, como ya hemos dicho, si el intervalo de anticipación es corto, el coste, medido como la diferencia de TR entre el ensayo de cambio y el ensayo de primera repetición, es equivalente en las situaciones regular y aleatoria. Pero el efecto de las repeticiones de tarea es diferente en ambos casos: En el cambio regular, el coste desaparece en el ensayo de primera repetición de tarea, esto es, de manera abrupta. En el cambio al azar, el coste desaparece de manera gradual a través de las repeticiones (Milán, Sanabria, Tornay y González, 2005). Vea la figura 3.

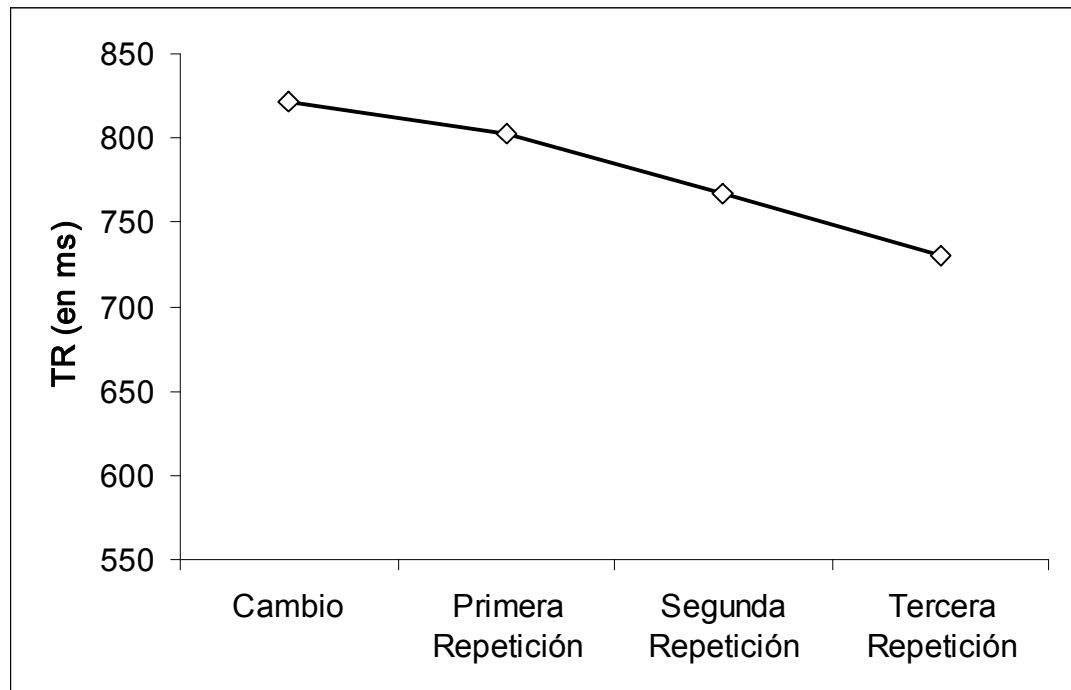


Figura 3. Medias del Tiempo de reacción (RT) al responder al estímulo objetivo con cambio de tarea en secuencia aleatoria y RSI corto.

Estos resultados, en su conjunto, nos llevan a pensar que en el cambio regular la reconfiguración de tarea se encuentra bajo el dominio de un mecanismo exógeno. Pero en el cambio al azar, la reconfiguración se podría llevar a cabo de manera endógena por un dispositivo atencional tipo ejecutivo central, si dispone de suficiente tiempo para actuar. En caso contrario, se llevaría a cabo por el decaimiento de la inercia mental (o interferencia proactiva) a través de los ensayos de repetición de tarea (Milán y otros, 2005).

La respuesta como clave de la reconfiguración mental

Para probar nuestra hipótesis sobre el cambio regular, es decir, que es la respuesta del ensayo de cambio la que permite el ajuste óptimo a la nueva situación, esto es, completar la reconfiguración mental, y no el estímulo como mantienen Rogers y Monsell, realizamos varias series experimentales (González, 2004; Milán, Tornay, Salazar y Hochel, enviado). En primer lugar utilizamos la metodología “go - no go” en secuencias de cambio de tarea regulares, de manera que se produce un cambio cada tres ensayos. En la mitad de los ensayos de cada tipo, el participante no debe responder, una señal de color verde o rojo, que aparece quinientos milisegundos después del objetivo le indica si debe responder (ensayo verde o go) o no responder (ensayo rojo o no go). Se analizan los ensayos N, en función de la naturaleza (rojo o verde) del ensayo N-1. Los

resultados indican que no hay coste en los ensayos rojos, pero se produce el coste residual habitual en los ensayos verdes (Milán, González, Tornay y Pereda, 2005). Pero si la proporción de ensayos rojos se reduce al veinte por ciento, entonces aparece coste también en los ensayos rojos, pero desplazado entre los ensayos de primera y segunda repetición. Sólo la diferencia entre ensayos de cambio y de segunda repetición rojos es significativa. Vea la figura 4. Siguiendo la lógica de Schuch y Koch (2003), si la probabilidad de ensayos rojos y verdes es del 50% no habrá selección de respuesta hasta la aparición de la señal roja o verde, pero si aumentamos la probabilidad de los ensayos verdes hasta el 80% se producirá selección de respuesta en avance, incluso en los ensayos rojos. Estos autores consideran a la selección de respuesta el factor clave en la producción del coste. De modo que en nuestros estudios, si el factor clave fuese la selección de respuesta, el coste debería ocurrir en el ensayo de cambio rojo, lo que ocurre. Pero si el factor clave fuese la ejecución de respuesta, en concreto la retroalimentación negativa que ésta produce, el coste debería ocurrir también desplazado en el ensayo de primera repetición, pues en el ensayo previo de cambio de tarea no hubo ejecución de respuesta y por tanto no se pudo completar la reconfiguración (Milán, González, Tornay y Sanabria, en segunda revisión). Los resultados apoyan un papel de la ejecución de respuesta como factor relevante.

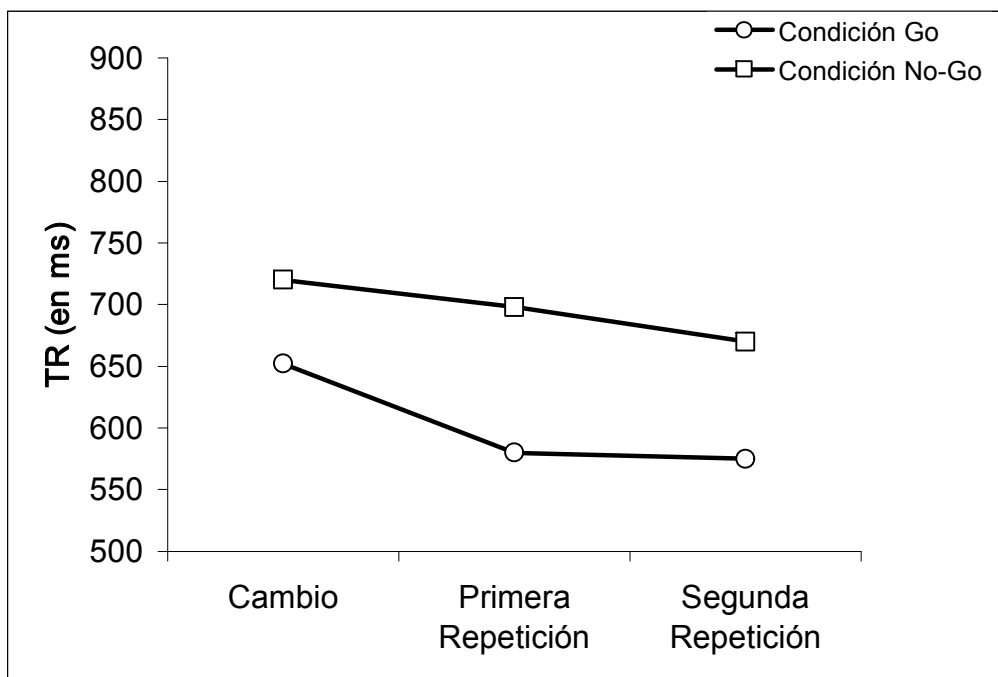


Figura 4. Medias del Tiempo de reacción para las condiciones Go y No-Go (80%-20%).

A continuación diseñamos la situación especular, esto es, se responde en ausencia del objetivo. En estos nuevos experimentos, el participante debía presionar una tecla para pasar de un ensayo a otro, esto es, durante el intervalo entre ensayos (ITI en inglés). Manipulamos la naturaleza de la tecla para continuar con el experimento. En un primer experimento fue la barra espaciadora. En el segundo fue una de las dos teclas del conjunto de respuesta común para ambas tareas entre las que se alternaba. En el experimento uno obtuvimos un coste residual de desaparición abrupta, esto es, el patrón habitual. En el experimentos dos, el coste residual desapareció. Vea la figura 5. Parece que interpolar una tarea de elección hace desaparecer el coste, produciéndose una reconfiguración mental implícita. Se podría sugerir que activamos el botón “reset” del cerebro.

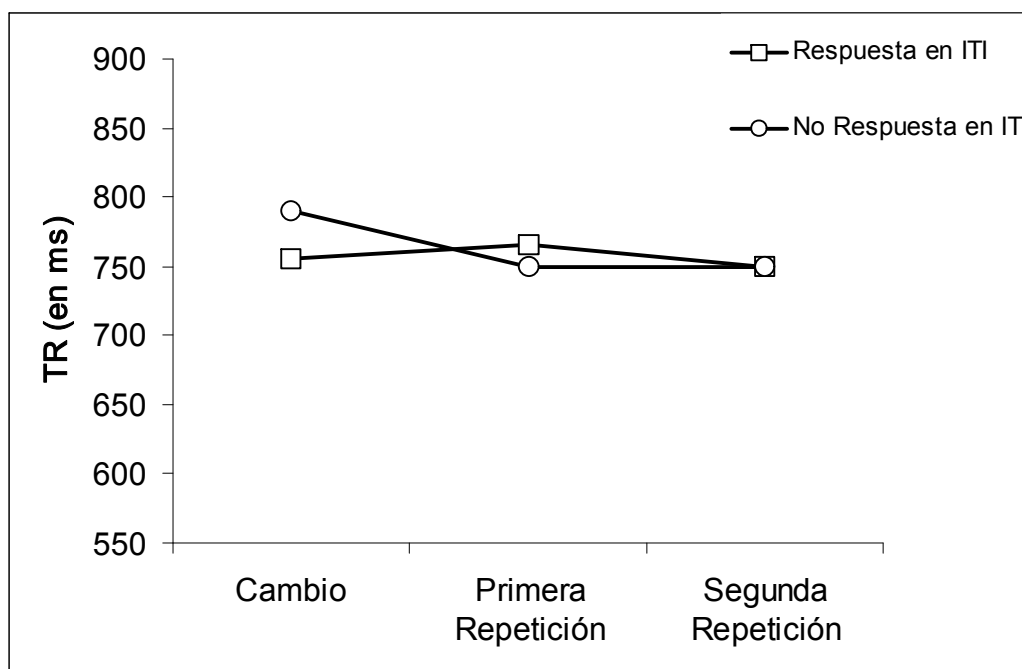


Figura 5. Medias del Tiempo de reacción del experimento 2, para las condiciones con Respuesta en ITI y No Respuesta en ITI o condición de línea base (teclas a presionar “B” o “N”).

La activación del ejecutivo central en el cambio al azar

En el cambio al azar (Solano, 2003; Solano, Tornay y Milán, en revisión), comprobamos la hipótesis que afirma que un dispositivo atencional tipo ejecutivo central está a la base de la reconfiguración mental completa con intervalos de preparación largos, donde no se produce coste (Tornay y Milán, 2001). Según la teoría atencional de Michael Posner existe una conexión inhibitoria entre la red de alerta y la

red anterior asociada a la función ejecutiva. La red de alerta puede activarse con un estímulo auditivo (un pitido) productor de sobresalto. Si presentamos el sonido de sobresalto en la situación de cambio al azar con intervalo de anticipación largo, este debe inhibir al ejecutivo central, que no podrá de este modo eliminar la interferencia proactiva, y, en consecuencia, el coste residual debería reaparecer. Así ocurre (Solano, 2003). Vea la figura 6.

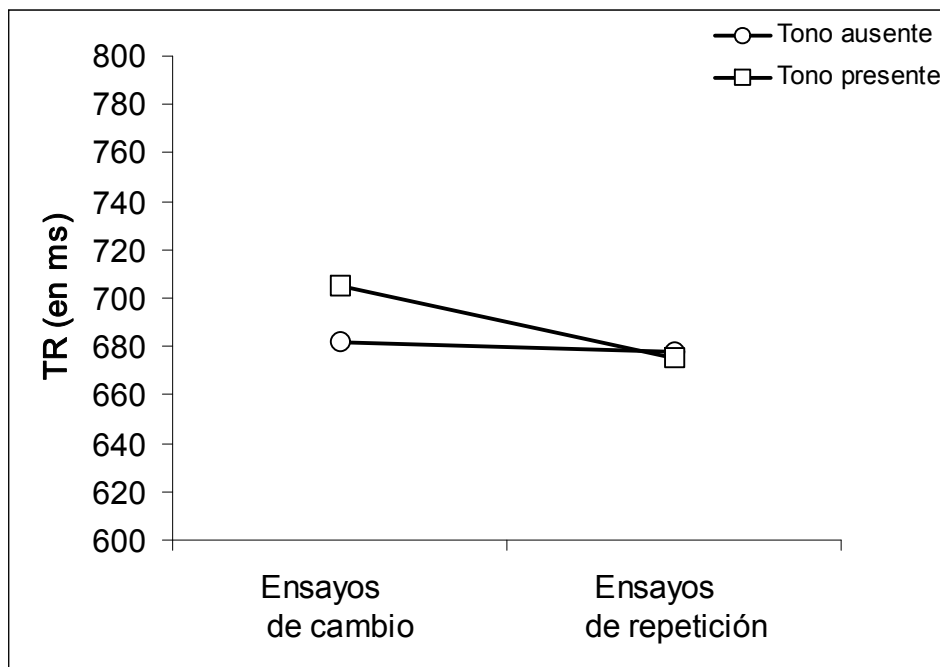
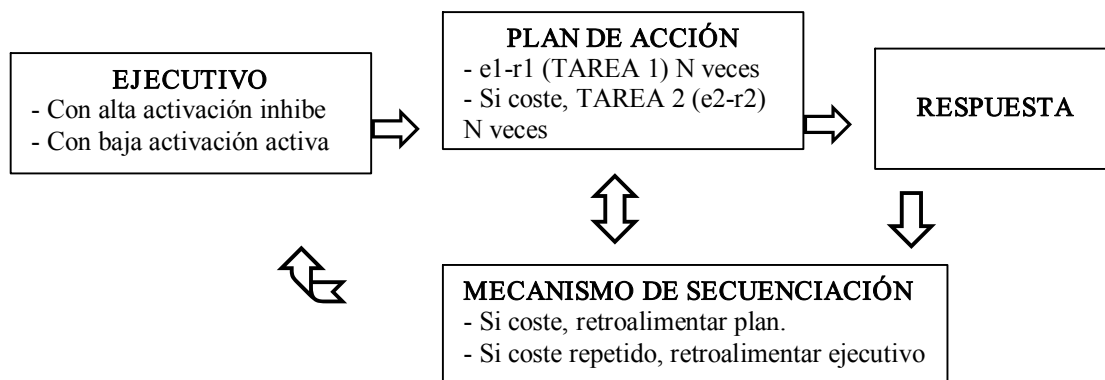


Figura 6. Medias del Tiempo de reacción (RT) en las condiciones de Tono ausente y Tono presente.

Un modelo sobre la reconfiguración mental

Podemos comparar la reconfiguración mental con un contraste de hipótesis, en el que se encuentran implicados dos mecanismos para el control del procesamiento: 1) El ejecutivo central, que se activa en situaciones de incertidumbre o por repetición de errores. 2) Un mecanismo exógeno de retroalimentación negativa de respuesta, que toma el control del procesamiento y actúa como un secuenciador del plan de acción en situaciones con predictibilidad. El modelo puede explicar nuestros resultados y es una reformulación del de Gray (1982) tomado de Jeannerod (1997). En el cambio regular, la activación del ejecutivo es baja, el plan de acción está operativo y el control del procesamiento está supervisado por el mecanismo de secuenciación. Si en el ensayo de cambio de tarea, donde la activación del ejecutivo es insuficiente para completar la reconfiguración, el mecanismo de secuencia detecta un error de respuesta en la tarea en

curso, consulta el plan y completa el cambio por retroalimentación negativa o reducción del error. Si los errores son repetidos, el mecanismo de secuenciación es incapaz de supervisar el procesamiento, de manera que activa el ejecutivo para dar cuenta de la incertidumbre. La activación del ejecutivo inhibe el plan en curso por control intrusivo, lo que tiene el efecto colateral de eliminar el coste (que es el precio de la predictibilidad), siempre que el ejecutivo disponga de tiempo suficiente para controlar el procesamiento (más de 600 milisegundos).



Bibliografía

- González, A. (2004). *La retroalimentación negativa como mecanismo a la base del cambio de la preparación mental al alternar entre dos tareas de manera regular*. Tesis Doctoral. Departamento de Psicología Experimental. Universidad de Granada.
- González, A., Milán, E.G., Pereda, A. y Hochel, M. (accepted). The Response-cued completion hipótesis and the nature of residual cost in regular shift. *Acta Psychologica*.
- Jeannerod, M., (1997). *The Cognitive Neuroscience of action*. Cambridge: Blackwell Publishers.
- Milán, E. G., González, A., Tornay, F., y Sanabria, D. (submitted). The nature of residual cost in regular switch: response factors. *Acta psychologica*.
- Milán, E. G., González, A., Pereda, A., y Tornay, F. (2005). The nature of residual cost in task switching. *Cognitiva*.
- Milán, E. G., Sanabria, D, Tornay, F., y González, A. (2005). Exploring task-set reconfiguration with random sequences. *Acta Psychologica*.
- Milán, E.G. y Tornay, F. (1999). Cambio dinámico de la preparación mental para realizar una tarea cognitiva: pruebas a favor de una operación de control del procesamiento. *Cognitiva*, 11 (2), 199-214.

- Milán, E.G. y Tornay, F. (2001 a). Factores atencionales en el coste por cambio de tarea. *Cognitiva*, 13 (1), 61-73.
- Milán, E.G. y Tornay, F. (2001 b). *Predictibilidad e impredecibilidad del cambio de la preparación de tareas*. En Mendez, Ponte, Jiménez y Sampedro (Eds.): La atención, un enfoque pluridisciplinar. Vol. 2, 551-562. Valencia Promolibro.
- Milán, E.G. y Tornay, F. (2001 c). Diferente participación de los mecanismos de control en el cambio de tareas regular frente al cambio al azar. *Psicothema*, 13(1), 11-117
- Milán, E.G., Tornay, F., Salazar, E y Hochel, M (submitted). Response Factors in task set switch. *Quarterly Journal of Experimental Psychology(A)*.
- Quesada, J., Kintsch, W, y Milán, E.G. (2001). Theory of Complex Problem Solving Using the Vector Space Model (part I and II): Latent Semantic Analysis Applied to Empirical Results from Adaptation Experiments. *Cognitive research with microworlds*.
- Roger, R. D., y Monsell, S. (1995). Cost of a predictable switch between simple cognitive tasks. *Journal of Experimental Psychology: General*, 124, 207-231.
- Solano, C. (2003). *Efecto del "arousal" aumentado sobre el cambio de tarea regular y aleatorio. Evidencia de la implicación de la red atencional anterior*. Tesis doctoral. Departamento de Psicología Experimental, Universidad de Granada.
- Solano, C., Tornay F., y Milán, E.G. (submitted). Effect of increasing arousal on predictable and random task switching: Evidence for the implications of the anterior attentional network. *Canadian Journal of Experimental psychology*.
- Schuch, S., y Koch, I. (2003). The role of response selection for inhibition of task sets in task shifting. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 29, 92-105.
- Tornay, F. J. y Milán, E. G. (2001). A more complete task-set reconfiguration in random than in predictable task switch. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology A*, 54, 785-803.
- Torralbo, A., González, A. y Milán, E.G (2003). *Efecto de la práctica y de las instrucciones en el coste por cambio de la disposición mental*. RECA-4. Valencia.
- Torralbo, A., Milán, E.G. y González, A. (submitted). Instruction and practice effects in the residual cost of shift of mental set. *Acta Psychologica*.