

SINESTESIA TEMPORO-ESPACIAL Y ORIENTACIÓN DE LA ATENCIÓN

Alicia Callejas⁽¹⁾ y Juan Lupiáñez⁽²⁾

⁽¹⁾ *Department of Neurology,
Washington University in Saint Louis,
Missouri*

⁽²⁾ *Departamento de Psicología
Experimental y Fisiología del
Comportamiento
Universidad de Granada*

INTRODUCCIÓN

El fenómeno de la sinestesia se caracteriza por la presencia de una experiencia subjetiva evocada por una estimulación que normalmente no produciría dicha experiencia. Aunque el tipo de sinestesia más común (Day, 2005) y también más ampliamente estudiado es aquel que implica la percepción de colores específicos para letras o números (sinestesia grafema-color; ver Hubbard y Ramachandran, 2005 para una revisión), recientemente se han empezado a estudiar otros tipos de sinestesia, entre los que puede citar la sinestesia música-color (Ward, Huckstep y Tsakanikos, 2006; Ward, Tsakanikos y Bray, 2006), mú-

sico-gustativa (Beeli, Esslen y Jancke, 2005), lexico-gustativa (Ward y Simner, 2003; Ward, Simner y Auyeung, 2005) o temporo-espacial (Smilek, Callejas, Dixon y Merikle, 2007). Este último tipo de sinestesia es el que nos interesa en la presente investigación.

Aunque hay muy poca literatura al respecto de la sinestesia espacio-temporal (Smilek y cols., 2007), este tipo de sinestesia parece ser bastante frecuente (Day, 2005). Implica la experimentación subjetiva de una posición espacial determinada para cada unidad temporal. Los meses del año, días de la semana, horas del día, periodos de la historia o los años de una vida se perciben en un lugar espacial concreto.

CARACTERÍSTICAS DE LA SINESTESIA

En general, las experiencias sinestésicas se caracterizan por ser consistentes en el tiempo y automáticas. Las personas que las disfrutan informan siempre de las mismas asociaciones e informan experimentarlas sin ejercer un control voluntario sobre ellas.

En los casos de sinestesia espacio-temporal descritos en la literatura, los participantes indican una posición espacial exacta para cada mes del año en relación a su propia situación o independiente de ésta. *Enero* puede estar siempre delante de uno a la altura de la cintura de forma que si la persona se gira 90°, *enero* sigue estando delante de ella, o puede

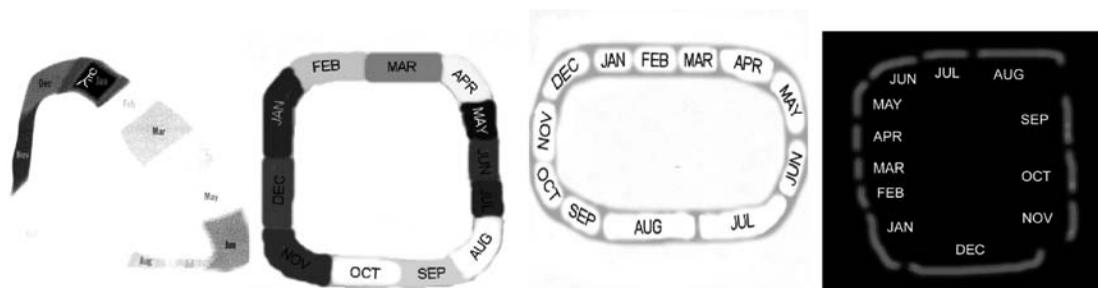


Figura 1. Ejemplos de cuatro disposiciones espaciales de los meses del año (tomado de Smilek y cols. 2007)

permanecer constante independientemente del lugar al que esté mirando la persona.

El espacio ocupado por cada mes suele ser distinto y algunos meses son más “grandes” que otros. En la Figura 1 se pueden observar cuatro ejemplos de sinestesia temporo-espacial. En los dos primeros ejemplos, las personas sinestésicas ven también un color determinado para cada mes del año y estos aparecen en forma de flotador, alrededor de su cintura. En los dos últimos casos, los meses se experimentan en ausencia de color y se disponen en el espacio de manera perpendicular a la persona, como si estuvieran en un plano vertical.

ANTECEDENTES DEL ESTUDIO EMPÍRICO DE LA SINESTESIA TEMPORO-ESPACIAL

En el único estudio empírico llevado a cabo hasta el momento, Smilek y cols. (2007) intentaron estudiar las posibles influencias de la sinestesia temporo-espacial en la orientación atencional. Utilizaron los meses del año como señal central no predictiva en una tarea de detección espacial de un estímulo que podía aparecer a la derecha o a la izquierda del punto de fijación.

Para cada participante, los autores utilizaron como señales el subconjunto de meses del año que se experimentaba inequívocamente a la derecha o izquierda del campo visual. Entre la presentación de la señal no predictiva y la del objetivo se emplearon un intervalo (SOA) corto y otro largo (150ms vs. 600ms) para comprobar si el efecto atencional (en caso de encontrarlo) ocurría de manera automática o requería el uso de estrategias.

Aunque tras la presentación de cada mes había una probabilidad igual de que el objetivo apareciera a derecha o izquierda del punto de fijación, los autores encontraron que los participantes sinestésicos eran más rápidos al detectar el estímulo objetivo si aparecía en el

lugar esperado en relación con la señal central no predictiva (ej. aparecía a la derecha tras la presentación central del nombre de un mes que era experimentado por esa persona a la derecha). También encontraron que esta facilitación se podía observar tanto en los ensayos con un SOA largo como en aquellos con un SOA corto.

La presencia de un efecto de validez de la clave no predictiva llevó a los autores a deducir que el procesamiento del mes presentado en el punto de fijación pero irrelevante para la tarea, producía un movimiento atencional en la dirección de la localización espacial de dicho mes. Por lo tanto, la sinestesia espaciotemporal inducía movimientos atencionales en los participantes y éstos parecían ser reflexivos ya que se producían con la utilización de señales no predictivas y en casos en los que la corta duración del SOA hacía improbable el uso de estrategias.

OBJETIVO

El objetivo de esta investigación es estudiar más a fondo la relación entre la sinestesia temporo-espacial y la atención y dilucidar si existe una conexión directa entre ambas. Las personas con sinestesia temporo-espacial aseguran no hacer un esfuerzo especial por activar la localización espacial asociada con cada mes del año y afirman que la experimentan de forma automática. Aunque Smilek y cols. (2007) demostraron un efecto de señalización con un SOA corto (150ms), las señales no informativas permanecían en la pantalla hasta que el participante detectaba el estímulo objetivo y con ello se potenciaba su procesamiento y su posible influencia en la ejecución de la tarea aunque el intervalo entre su presentación y la del objetivo fuera corto.

En este estudio se pretende controlar el tiempo de presentación de la señal e inten-

tar replicar estos resultados previos con una tarea de discriminación, así como estudiar si las características de la orientación atencional evocada por la sinestesia se asemejaban a las de señales centrales o periféricas.

Las señales centrales son de carácter simbólico y requieren un procesamiento más profundo y una interpretación ya que no son presentadas en el lugar de presentación del objetivo. Las señales periféricas, al contrario, se presentan en el lugar al que se quiere convocar la atención y no requieren interpretación alguna pues es su abrupta aparición lo que atrae la atención de forma automática.

Si bien la sinestesia temporo-espacial parece ser automática, no está claro si la orientación atencional se asemeja a la encontrada con señales centrales que requieren una interpretación, o es tan automática y potente que activa el lugar espacial exacto asociado al estímulo que produce la orientación (mes particular) de un modo similar al que acontece con la presentación de un estímulo periférico.

TEST DE CONSISTENCIA

La participante CS, anteriormente estudiada por Smilek y cols. (2007) realizó la tarea experimental. Para CS los meses se disponen en orden consecutivo en forma de cuadrado curvo en el que enero se encuentra en el extremo inferior izquierdo, mayo-junio en

el extremo superior izquierdo, agosto en el extremo superior derecho y noviembre en el extremo inferior derecho (ver cuarto ejemplo en Figura 1).

La consistencia entre las descripciones de las experiencias sinestésicas recogidas en distintos momentos temporales es la prueba más utilizada como índice del carácter genuino de las experiencias descritas. En la Figura 2 se presentan los resultados de un test de consistencia administrado a CS y a un grupo de participantes no sinestésicos. Cada mes del año se presentó un total de 6 veces a cada participante en orden aleatorio. Los meses aparecían escritos en la pantalla a la vez que una grabación los reproducía. Se pidió a CS que fingiera que la pantalla del ordenador era el plano en que se situaban sus meses y que, para cada mes presentado, indicara el lugar exacto en que lo percibía. La pantalla permaneció vacía durante todo el procedimiento (a excepción de un punto de fijación en el centro). A los participantes control se les pidió que fingieran ser sinestésicos e intentaran indicar siempre el mismo lugar para cada mes del año.

Se tomó como medida de consistencia la distancia en píxeles entre las distintas respuestas para cada mes. Aunque algunos participantes control informaron que habían intentado utilizar la distribución de horas del reloj como referente para situar los 12 meses, en la Figura 2 se hace evidente que la dispersión de respuestas es mucho mayor que en el caso de CS.

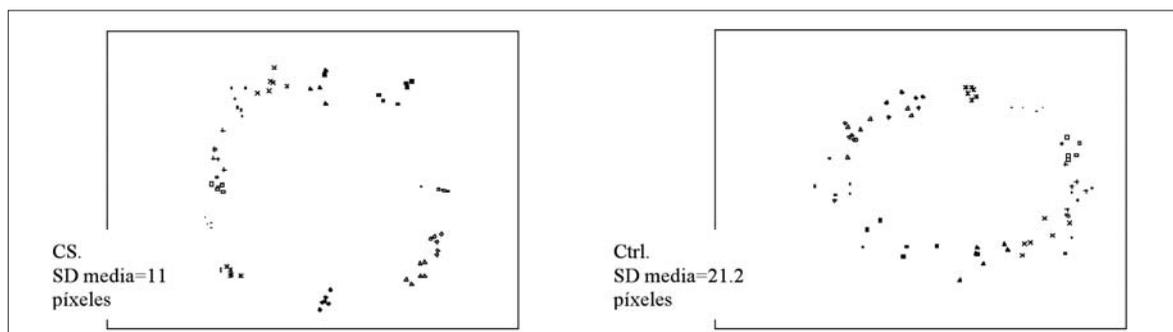


Figura 2. Resultados del test de consistencia para CS (izq.) y el participante control con mejor resultado (dch.)

EXPERIMENTO 1

Para estudiar la influencia de la sinestesia espacio-temporal en la orientación de la atención y su naturaleza se utilizó un paradigma de stroop espacial (véase Lu y Proctor, 1995 para una revisión). En una tarea de Stroop espacial los participantes tienen que discriminar una dimensión espacial del objetivo (ej. la palabra „izquierda“ o „derecha“) al tiempo que ignoran la localización espacial de la misma. El efecto de congruencia se deriva de la inconsistencia entre las dos dimensiones espaciales del estímulo, la relevante (el significado espacial de la palabra) y la irrelevante (la localización espacial de la palabra). Típicamente se encuentra que los participantes son más rápidos y acertados cuando responden a estímulos congruentes (ej. la palabra „derecha“ que aparece a la derecha de la pantalla) que cuando responden a estímulos incongruentes (ej. la palabra „derecha“ presentada a la izquierda de la pantalla).

Una versión muy utilizada de esta tarea es la que implica la presentación de flechas como estímulos objetivo (Lupiáñez y Funes, 2005; Funes, Lupiáñez y Milliken, 2007). Típicamente se encuentra que los participantes son más lentos en indicar la dirección de la flecha cuando ésta es inconsistente con su localización (ej. una flecha apuntando a la derecha pero presentada en el lado izquierdo de la pantalla) que cuando la dirección de la flecha es consistente o congruente con su localización espacial (ej. una flecha apuntando a la derecha y presentada en el lado derecho de la pantalla).

En el marco de esta tarea se ha estudiado el efecto que señales centrales y periféricas, informativas y no informativas tienen en la ejecución (Funes y cols., 2007). En estos estudios previos se ha observado que las señales centrales predictivas aumentan el efecto stroop en los ensayos válidos (aquellos en los que la flecha objetivo aparece en el lugar al que

apunta la señal central. Por su parte, las señales periféricas, tanto predictivas (75%) como no predictivas (50%), aumentan el efecto stroop en los ensayos inválidos (aquellos en que el estímulo objetivo aparece en el lugar contrario al indicado por la señal periférica). Estos resultados son interpretados en la dirección de la existencia de dos mecanismos de orientación atencional diferentes (endógeno y exógeno) con efectos distintos en el procesamiento y resolución de la incongruencia entre la localización de la flecha y su dirección.

En este primer experimento se adaptó esta tarea para el estudio de la sinestesia para poder comparar los resultados obtenidos con aquellos previamente recogidos en paradigmas similares en personas no sinestésicas (Funes y cols., 2007) y así poder estudiar si los efectos atencionales encontrados se asemejan a los producidos por señales endógenas centrales o señales periféricas.

MÉTODO

La modificación introducida para poder estudiar la sinestesia fue la utilización de los meses del año como señales centrales no predictivas de la posterior localización del objetivo. La tarea consistía en indicar la dirección de una flecha objetivo presentada derecha o izquierda del punto de fijación (ver Figura 3).

Aunque sólo algunos meses tienen una clara localización izquierda o derecha para CS (enero-mayo y septiembre-noviembre respectivamente), todos los meses del año se utilizaron como señal espacial no predictiva.

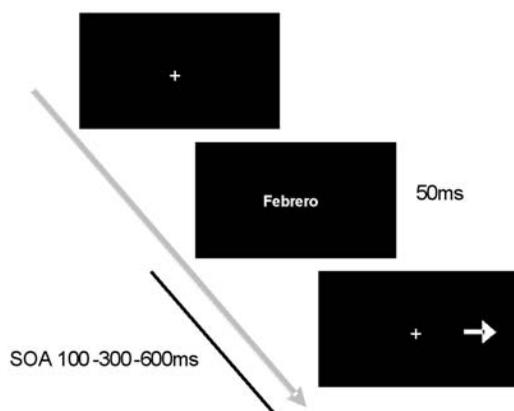
Se emplearon tres intervalos entre señal y objetivo para estudiar el curso temporal del posible efecto de orientación que, junto con la señal (50ms), conformaron tres niveles de SOA (100, 300 y 600ms).

Por lo tanto, en cada ensayo se presentó un punto de fijación (500ms) seguido por la señal visual (uno de los doce meses del año presentado durante 50ms). Tras un interva-

lo variable aparecía el estímulo objetivo que consistía en una flecha apuntando a derecha o izquierda y que podía aparecer a la derecha o izquierda del punto de fijación. CS debía informar de la dirección en que apuntaba la flecha ignorando su posición, así como la señal previamente presentada.

CS participó en cuatro sesiones experimentales de cuatro bloques cada una y con un total de 144 ensayos por bloque.

Figura 3. Procedimiento del Experimento 1



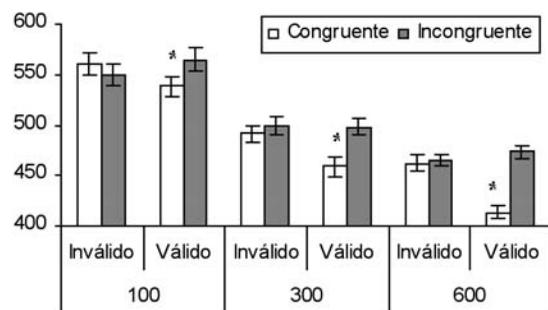
RESULTADOS

Tras eliminar los ensayos erróneos y aquellos con tiempos de reacción extremos, se analizaron los datos obtenidos utilizando la variable bloque como factor error. Aunque los meses no eran predictivos del lugar de aparición del objetivo, se codificaron los meses de enero a mayo como válidos si iban seguidos de un estímulo a la izquierda y los meses de agosto a noviembre como válidos si iban seguidos de un estímulo a la derecha. Junio, julio y diciembre se codificaron como neutrales y no se incluyeron en el análisis. Los resultados más importantes se pueden observar en la Figura 4.

Como era predecible, se encontró un efecto de congruencia ($F_{(1,16)}=22.86$, $p=.00020$) en el sentido esperado. Los ensayos en los que el lugar de la flecha y la dirección de la misma eran congruentes dieron lugar a tiempos

de reacción (TR) más rápidos. También se encontró un efecto principal de validez ($F_{(1,16)}=17.41$, $p=.00072$) de manera que la respuesta en los ensayos válidos era más rápida que la respuesta en los ensayos inválidos (menor TR cuando la flecha aparecía en el lugar indicado por el mes usado como señal). Por tanto, incluso la presentación breve de los meses del año de forma no contingente con el estímulo objetivo, produjo una orientación atencional que facilitó la respuesta en los ensayos válidos en comparación con los inválidos. No se encontró una interacción de esta variable con el SOA ($F_{(2,32)}=2.30$, $p=.117$) pero sí del SOA con la Congruencia ($F_{(2,32)}=3.51$, $p=.041$).

Figura 4. Experimento 1. Interacción SOA x Validez x Congruencia. Barras de error: error estándar de la media



A parte del efecto Stroop encontrado, el resultado más importante observado fue que dicho efecto aumenta enpara los ensayos válidos (interacción Congruencia x Validez: $F_{(1,16)}=26.68$, $p=.00009$); una modulación propia de la orientación atencional endógena, de acuerdo a resultados previos observados en nuestro laboratorio (Funes y cols., 2007). Esta modulación se observó en todos los intervalos de SOA (interacción de segundo orden no significativa: $F<1$).

Estos resultados apuntan a que la modulación atencional encontrada, se asemeja a la producida por señales centrales predictivas; es decir, a señales endógenas. Por lo tanto, la orientación atencional, conllevaría el procesa-

miento e interpretación de la señal central y la activación endógena de un código espacial hacia el que dirigir la atención. No obstante, el efecto de validez encontrado previamente por Smilek y cols. (2007) en SOAs cortos y replicado aquí apunta en la dirección de una orientación muy rápida, característica de la orientación exógena.

Para profundizar en el estudio de la hipótesis de que la orientación atencional inducida por la sinestesia temporo-espacial es de tipo endógeno, llevamos a cabo un segundo experimento en el que estudiamos otro efecto típico de la atención exógena que la disocia de la endógena: la inhibición de retorno (IOR: Lupiáñez, Milán, Tornay, Madrid y Tudela, 1997). Si la orientación atencional producida por la percepción de los meses del año es de origen endógeno, su efecto no debería verse afectado por la duración del intervalo entre la presentación del mes y la aparición del estímulo objetivo.

EXPERIMENTO 2

MÉTODO

En este experimento realizamos una adaptación del experimento anterior para adecuarlo a las características típicas de los estudios de IOR. Esto conllevó la introducción de dos modificaciones: en primer lugar utilizamos un SOA de 300ms y otro de 1000ms. Adicionalmente, en la mitad de los ensayos introdujimos una señal de retorno al punto de fijación que en este caso fue la aparición de uno de los tres meses considerados como neutrales por estar localizados en el eje medio del espacio (junio, julio y diciembre). En la Figura 5 se puede observar el procedimiento con los cambios incluidos.

Todos los demás aspectos de la tarea se mantuvieron iguales a los del Experimento 1. De nuevo, CS participó en este experimento.

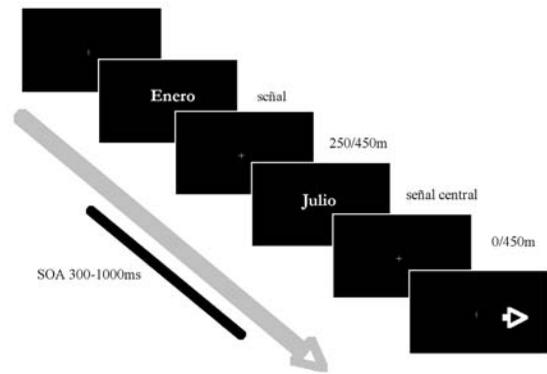


Figura 5. Procedimiento del Experimento 2

RESULTADOS

De nuevo encontramos un efecto de Validez ($F_{(1,21)}=10.62$, $p=.003$), un efecto de Congruencia ($F_{(1,21)}=29.66$, $p=.00002$) y una interacción entre ambas ($F_{(1,21)}=21.42$, $p=.00015$) en la misma dirección que la descrita anteriormente. La interacción de interés en este caso (SOA x Validez) no resultó significativa ($F<1$) y el patrón de resultados obtenido fue el mismo que en el experimento anterior. Por último, la interacción de segundo orden no resultó significativa de manera que la interacción de Validez x Congruencia se encontró tanto en el SOA corto (réplica del estudio anterior) como en el SOA largo.

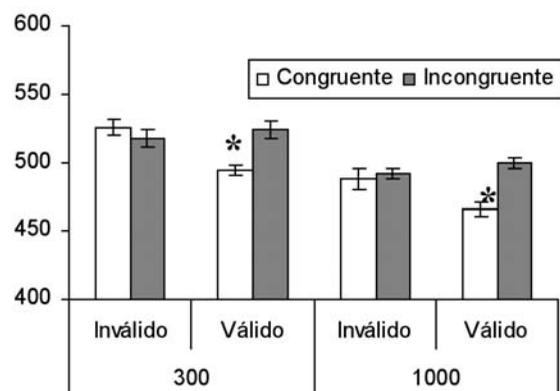


Figura 6. Experimento 2. Interacción SOA x Validez x Congruencia. Barras de error: error estándar de la media

La ausencia de una influencia del SOA sobre la validez de la señal indica que la orientación atencional producida por las señales temporales es de tipo endógeno. No obstante, es posible que el SOA utilizado no fuera lo suficientemente largo como para producir IOR en una tarea compleja de discriminación como la utilizada.

CONCLUSIONES

La sinestesia temporo-espacial se caracteriza por la activación automática de una localización espacial al procesar información relacionada con una unidad temporal (ej. mes del año).

Mediante un método de test-retest se encontró una gran estabilidad en la asignación de localizaciones espaciales a los distintos meses del año en CS que no fue igualada por los participantes control ni siquiera cuando éstos utilizaron estrategias (ej. localizar los meses del año en las localizaciones espaciales de las señales horarias del reloj).

La sinestesia temporo-espacial es capaz de dirigir la atención hacia la localización espacial en la que se experimenta el estímulo evocador y esta orientación atencional se caracteriza por ser involuntaria (no es necesario que la señal sea predictiva) y automática (ocurre incluso en SOAs cortos).

No obstante, los efectos atencionales en el procesamiento del estímulo objetivo se asemejan a los encontrados con señales endógenas que necesitan ser interpretadas.

Es probable pues que la orientación atencional encontrada en la sinestesia temporo-espacial se parezca a la que actúa en personas no sinestésicas cuando se enfrentan a estímulos sobre aprendidos o con significado especial que, aunque de forma endógena, orientan la atención de una forma automática y potente (ej. la mirada de otra persona).

REFERENCIAS

- Beeli, G., Esslen, M., & Jancke, L. (2005). Synaesthesia: when coloured sounds taste sweet. *Nature*, 434(7029), 38.
- Day, S.A. (2005). Some demographic and socio-cultural aspects of synesthesia. En Robertson LC y Savig N (Eds), *Synesthesia: Perspectives from Cognitive Neuroscience*. New York: Oxford University Press, pp. 11-33.
- Funes, M.J., Lupiáñez, J. & Milliken, B. (2007). Separate mechanisms recruited by exogenous and endogenous spatial cues: Evidence from a Spatial Stroop paradigm. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 33(2), pp.348-362.
- Hubbard, E. y Ramachandran, V. (2005). Neurocognitive Mechanisms of Synesthesia. *Neuron*, 48(3), 509-520.
- Lu, C.-H., & Proctor, R.W. (1995). The influence of irrelevant location information on performance: a review of the Simon effect and spatial stroop effects. *Psychonomic Bulletin and Review*, 2, 174-207.
- Lupiáñez, J. & Funes, M.J. (2005). Peripheral spatial cues modulate spatial congruency effects: analyzing the "locus" of the cueing modulation. *European Journal of Cognitive Psychology*, 17(5), 727-752.
- Lupiáñez, J., Milán, E.G., Tornay, F.J., Madrid, E. & Tudela, P. (1997). Does IOR occur in discrimination tasks? Yes, it does, but later. *Perception and Psychophysics*, 59(8), 1241-1254.
- Smilek, D., Callejas, A., Dixon, M.J. & Merikle, P.M. (2007). Ovals of time: time-space relationships in synaesthesia. *Consciousness and Cognition*, 16, 507-519.
- Ward, J., & Simner, J. (2003). Lexical-gustatory synaesthesia: linguistic and conceptual factors. *Cognition*, 89(3), 237-261.

- Ward, J., Huckstep, B. & Tsakanikos, E. (2006). Sound-color synaesthesia: to what extent does it use cross-modal mechanisms common to us all? *Cortex* 42(2), 264-280
- Ward, J., Simner, J., & Auyeung, V. (2005). A comparison of lexical-gustatory and grapheme-colour synaesthesia. *Cognitive Neuropsychology*, 22(1), 28-41.
- Ward, J., Tsakanikos, E., & Bray, A. (2006). Synaesthesia for reading and playing musical notes. *Neurocase*, 12(1), 27-34.