



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA



FACULTAD DE PSICOLOGÍA



Trabajo Fin de Grado en Psicología

Convocatoria Junio 2021

Las diferencias individuales en la capacidad de control atencional modulan la influencia de los sonidos ambientales en el rendimiento en una tarea de Memoria de Trabajo Visual.

Individual differences in attentional control's capacity modulate the influence of ambient sounds on performance in Visual Working Memory task.

Autora: María del Carmen Díaz Varela

Tutor: Juan José Ortells Rodríguez

Co-tutor: Fco. Javier González Espinar

Resumen

El presente estudio investiga si el rendimiento en una tarea de Memoria de Trabajo (MT) visual resulta afectado por la presentación simultánea de sonidos relacionados con ambientes naturales y urbanos. También se explora si una capacidad diferencial de control atencional de los participantes puede modular la influencia de los distintos sonidos ambientales (naturales y urbanos) en el rendimiento en una tarea de MT visual. Para ello, los participantes realizaban la tarea de Localización del Cambio Visual al mismo tiempo que escuchaban diferentes tipos de sonidos ambientales (Sin sonido, sonidos Naturales y sonidos Urbanos). Para evaluar la capacidad de control atencional (inhibitorio), los participantes previamente realizaron la tarea Antisacada. Los resultados mostraron que los participantes mostraban un mejor rendimiento en la tarea de MT visual mientras escuchaban sonidos naturales frente a sonidos urbanos, o ningún sonido (condición control). Sin embargo, cuando se tenían en cuenta la capacidad diferencial de control atencional de los participantes, se podía comprobar que sólo las personas con menor capacidad de control atencional inhibitorio eran las que se veían realmente beneficiadas en su rendimiento en la tarea de Localización del Cambio Visual cuando escuchaban sonidos de la naturaleza.

Palabras clave: Memoria de Trabajo Visual, Control Atencional Inhibitorio, Teoría de la Restauración Atencional, Tarea de Localización del Cambio Visual, Sonidos Naturales vs. Urbanos.

Abstract

The present research investigates whether participants' performance in a Visual Working Memory (VWM) task is affected by the simultaneous presence of different sounds related to either natural or urban environments. Our study also explores whether individual differences in attentional control capacity could modulate the influence of different ambient sounds (naturals and urbans) in a Visual Working Memory task. To this end, participants performed a VWM (Change Localization) task while they were listening different types of ambient sounds (natural sounds, urban sounds, no sound). Previously, the participants also performed the Antisaccade task, which would allow to assess their capacity for Inhibitory Attentional Control. The results showed that participants' performance in the Change Localization was improved by the simultaneous presentation of natural sounds, relative to either urban sounds or any sound at all (control condition). Nevertheless, when participants' attentional control capacity was considered, we found that only those participants with a lesser Inhibitory Attentional Control capacity reliable improved their performance in the VWM task when they were exposed to natural sounds.

Keywords: Visual Working Memory, Inhibitory Attentional Control, Attention Restoration Theory, Visual Change Localization Task, Nature vs. Urban sounds

Índice

Resumen	2
Introducción	5
Método	11
<i>Participantes</i>	11
<i>Materiales y aparatos</i>	12
<i>Diseño y Procedimiento</i>	13
Resultados	15
Discusión	17
Conclusión	19
Referencias	21

Introducción

A lo largo de los años, han sido muchas las investigaciones que han mostrado que la exposición o interacción del ser humano con la naturaleza tiene efectos beneficiosos en distintos ámbitos de la salud. Ese impacto positivo se puede apreciar tanto en la salud física, reduciendo la ansiedad o el estrés (Miller et al., 1992; Roe et al., 2013) o aumentando la capacidad de control sobre el dolor en pacientes hospitalarios (Diette et al., 2003; McMahan y Estes, 2015), como en aspectos psicológicos relacionados con el desempeño en diferentes tareas cognitivas, mejorando especialmente el rendimiento en tareas de memoria de trabajo, y aquellas que involucran procesos atencionales y de control ejecutivo (v.g., Berman, Jonides y Kaplan, 2008; Jenkin et al., 2017; Kelz, et al., 2013; Lin et al., 2014).

Entre los numerosos estudios que avalan la mejora de la ejecución en tareas cognitivas, cabe destacar por ejemplo la investigación llevada a cabo por Berman et al. (2008), en la que demostraron que el rendimiento en la tarea de Amplitud de Dígitos Inversos se veía beneficiado al pasear, previamente, por un parque de Ann Arbor; esta mejora en la ejecución no se apreciaba, sin embargo, cuando paseaban por zonas de la ciudad como Huron Street. En esta misma investigación realizaron otro experimento en el que los participantes eran expuestos a fotografías de ambientes naturales o urbanos, encontrando el mismo efecto. De esto se concluye que no es necesario estar físicamente en el ambiente para que la mejora ocurra (Berman et al., 2008; ver también Berto, 2005; Sánchez, Ortells y Kiefer, 2017).

Para explicar por qué los entornos naturales pueden mejorar el rendimiento cognitivo, se han propuesto diferentes teorías, como la Teoría de la Reducción del Estrés (SRT, por sus siglas en inglés “Stress Reduction Theory”), o la Teoría de la Restauración Atencional (ART; de sus siglas en inglés “Attention Restoration Theory”). La SRT (Ulrich, 1983) postula que la reducción de las tensiones y el afecto positivo que se derivan de la interacción con un entorno físico natural, proporcionan funciones reparadoras que nos permiten “refugiarnos” de las presiones de la vida diaria y estresores ambientales como, por ejemplo, el ruido. Apoyando esta teoría, se encuentran distintos indicadores biológicos como la disminución de la presión sanguínea (Hartig et al., 2003), la reducción de la frecuencia cardíaca (Laumann, Gärling y Stormark, 2003), o el descenso de los niveles de cortisol (Bratman et al., 2015).

Otra explicación teórica influyente, no necesariamente incompatible con la SRT, es la ART (Kaplan, 1995; Kaplan y Berman, 2010), que defiende que la habilidad para mantener el foco atencional podría ser restaurada mediante la exposición a entornos naturales. Esta teoría se fundamenta en la distinción entre la atención dirigida (o voluntaria) y la atención involuntaria propuesta originalmente por William James (1892). La atención involuntaria es aquella que es capturada de forma automática por estímulos ambientales especialmente significativos y no demanda recursos de procesamiento; en contraposición, la atención dirigida se encuentra bajo control voluntario y requiere un continuo esfuerzo cognitivo (James, 1892; Kaplan, 1995). Según Kaplan (1995), la fatiga de la atención dirigida es comúnmente experimentada mientras ejecutamos tareas que demandan gran cantidad de recursos cognitivos, ya que sus recursos son limitados y su disponibilidad se va mermando. Además, la atención dirigida desempeña un papel significativo en la inhibición de posibles distracciones (James, 1892). Teniendo en cuenta todo esto y según la ART, la atención involuntaria permitiría, de forma parcial, la disponibilidad de la atención voluntaria y facilitaría su recuperación (Berman, Jonides y Kaplan, 2008), lo que optimizaría posteriores procesamientos de información que requieran el uso de atención selectiva.

De acuerdo con la ART, para que la exposición o interacción con un entorno ambiental puedan restaurar los limitados recursos de la atención dirigida, dicho entorno debe de poseer cuatro propiedades fundamentales: I) que provoque una fascinación suave, es decir, que no interfieran en los pensamientos de la persona; II) que sea compatible con nuestros propósitos en ese determinado momento; III) que facilite tener la sensación de salir de la rutina; y IV) que permita percibir la extensión y amplitud, para tener la capacidad de imaginarse dentro de dicho ambiente (Kaplan y Berman, 2010). Según esta teoría, estas cuatro características las presentan los ambientes naturales, ya que captan la atención de una forma distinta provocando una sensación de fascinación o alejamiento. Esto permite que los recursos de la atención dirigida se reestablezcan o “restauren” induciendo, probablemente, una mejora en la ejecución de tareas de atención y control cognitivo (Bratman et al., 2015)

Aunque tanto la teoría SRT como la ART han sido objeto de diferentes tipos de críticas, como la dificultad para verificar empíricamente la validez de algunos de sus supuestos (Gatersleben y Andrews, 2013; Joye y Dewitte, 2018), lo cierto es que se han acumulado numerosas pruebas de que los entornos naturales (frente a otros entornos,

como los urbanos) mejoran el rendimiento en diferentes tareas de control ejecutivo que supuestamente demandan la implicación de la atención dirigida. Entre las tareas de control atencional más investigadas, cabe destacar aquellas que evalúan flexibilidad cognitiva (v.g., cambio de tarea), el control inhibitorio de información irrelevante (v.g., tarea Stroop), o tareas de Memoria de Trabajo (MT) que demandan la retención y procesamiento activo de la información relevante (v.g., relacionada con la meta u objetivos de la tarea).

Es importante observar que, si bien existen diversos estudios previos que confirman la capacidad de la naturaleza para mejorar el rendimiento en tareas de MT, la mayoría de ellos utilizan tareas de MT verbal (v.g., tarea de dígitos inversa; Lin et al. 2014; tarea de amplitud lectora; Evensen et al., 2016). Sin embargo, nada indica que los posibles beneficios de la naturaleza en la MT deban ser de naturaleza verbal. Existe actualmente un amplio consenso en considerar la MT como un sistema complejo integrado por un sistema atencional supervisor y diferentes subsistemas de memoria tanto de tipo verbal, como visuoespacial (Baddeley, 2000; Baddeley y Hitch, 1974). Cabe esperar, por tanto, que la influencia beneficiosa de la naturaleza en la MT fuera de tipo general, mejorando el rendimiento tanto en tareas de MT verbal, como en tareas visuoespaciales de MT.

Sin embargo, hasta el momento se han publicado únicamente dos estudios que hayan investigado la relación entre naturaleza y tareas visuoespaciales de MT, y los resultados obtenidos han sido contradictorios. En un estudio realizado por Bratman et al. (2015), diferentes grupos de participantes debían realizar la Tarea de Detección del Cambio antes y después de haber paseado por ambientes naturales o urbanos (dependiendo del grupo) de Stanford, California. Esta tarea ha sido frecuentemente utilizada para evaluar la capacidad de la MT visuoespacial (Luck y Vogel, 1997; Vogel y Machizawa, 2004; Vogel, McCollough, y Machizawa, 2005). En cada ensayo de esta tarea se presenta muy brevemente (< 200 ms) una matriz estimular en la que aparecen simultáneamente un conjunto variable de ítems (v.g., cuadrados coloreados) que los participantes deben memorizar. Tras un breve intervalo de retención (v.g., 900 ms) aparece una nueva matriz en la que presenta el mismo número de estímulos. En la mitad de los ensayos, uno de los estímulos ha cambiado de color, mientras que, en los ensayos restantes, todos mantienen los mismos colores que en la primera matriz. Los participantes deben detectar el posible cambio producido entre las dos matrices. Los resultados

muestran un buen rendimiento en la tarea cuando el número de estímulos a memorizar es igual o inferior a 4 ítems.

En la versión de la tarea de Detección del Cambio empleada por Bratman et al. (2015), se presentaban matrices formadas por 4 u 8 cuadrados de colores (ubicados aleatoriamente en la pantalla). Bratman et al. (2015) no encontraron diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento en esta tarea entre los grupos de participantes que habían interactuado con uno u otro tipo de ambiente (natural vs. urbano). Esto podría ser debido a que la condición en la que se presentan simultáneamente 8 estímulos fuese muy complicada. Estudios como el de Fukuda, Woodman y Vogel (2015) muestran que cuando el número de estímulos relevantes a memorizar es muy superior a 4 ítems, empeora significativamente el rendimiento en esta tarea de MT. También es preciso observar, que en el estudio de Bratman et al. (2015) únicamente se presentan los resultados de los análisis en la condición en la que aparecían 8 estímulos a la vez, sin hacer ninguna mención a los resultados observados en la condición en la que presentaban 4 estímulos.

En otro estudio realizado por Schutte, Torquati y Beattie (2015), sí se encontró que la interacción con un entorno natural mejoraba significativamente el rendimiento en una tarea de MT visuoespacial. Sin embargo, en esta investigación encontramos una serie de diferencias con estudios como el realizado por Bratman et al. (2015). Por ejemplo, la edad de los participantes no supera en este caso los 8 años. Estos tenían también que realizar previamente una serie de puzles rompecabezas, con objeto de inducir cierto estado de “fatiga atencional”. Y la tarea de MT visuoespacial utilizada por Schutte et al. (2015) incluía además la presentación de una serie de distractores que deben ser inhibidos para la correcta ejecución de la tarea de MT.

Teniendo en cuenta estos resultados contradictorios y la escasez de estudios con tareas de MT visuoespacial, consideramos importante determinar si la exposición a diferentes tipos de entornos ambientales (naturales vs. urbanos) puede afectar al rendimiento de una tarea de MT visuoespacial, de forma similar a como se ha observado en tareas de MT de naturaleza verbal. En este contexto desarrollamos el presente TFG.

OBJETIVOS DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN

En cualquier caso, es importante observar que la mayoría de los estudios realizados hasta el momento en relación a esta problemática, emplean preferentemente la modalidad visual. Han sido muy limitadas las investigaciones realizadas en otras modalidades sensoriales, como la auditiva. Sin embargo, algunos estudios recientes han proporcionado pruebas sobre los beneficios que aportan los sonidos naturales (frente a los urbanos) en el rendimiento de la atención dirigida.

Cabe destacar en este contexto el estudio reciente realizado por Van Hedger et al. (2018), en el que exploraron los beneficios cognitivos que conlleva exponer previamente a los participantes a sonidos provenientes de ambientes naturales para realizar dos tareas de MT verbal (tarea de dígitos inversa y tarea dual N-back). Los resultados replicaron los obtenidos por otros estudios previos con tareas de MT verbal, ya que se consiguieron mejoras en el rendimiento de tareas cognitivamente exigentes incluso con breves experiencias sonoras (20 segundos). Este tipo de estudios indican que la exposición a entornos naturales de manera auditiva también puede ser beneficiosa y merece la pena ahondar más en esta posibilidad.

Teniendo en cuenta los resultados con estímulos sonoros obtenidos por Van Hedger et al. (2018), y el hecho de que sólo un estudio previo ha mostrado efectos beneficiosos de la naturaleza en la MT visual, el primer objetivo del presente TFG es explorar si el rendimiento en una tarea de MT visuoespacial puede resultar afectado por la exposición a diferentes clases de sonidos ambientales (naturales vs. urbanos).

La tarea de MTV utilizada consistió en una versión modificada de la tarea de Detección del Cambio denominada Tarea de Localización del Cambio Visual (Fernández et al., 2021; Ortells et al., 2018). En cada ensayo de esta tarea se presenta brevemente una matriz de 4 estímulos (círculos) de distintos colores, los cuales desaparecen durante casi un segundo y, finalmente, aparece una segunda matriz igual que la primera, pero con uno de los círculos de diferente color. La misión del participante es identificar el círculo que cambió de color. Esta tarea requiere muchos menos ensayos que la tarea de Detección del Cambio, no requiere conocimientos previos para su realización, ni demanda dividir la atención en diferentes actividades simultáneas, como lo requieren otras tareas de MT, como las de amplitud compleja (Aospan; Unsworth et al., 2005). A pesar de su aparente

simplicidad, el rendimiento en la Tarea de Localización del Cambio ha mostrado correlaciones significativas con el rendimiento en tareas y habilidades cognitivas más complejas, así como con tareas de control atencional (v.g. Noguera et al., 2019; Castillo-Escamilla et al., 2020). Asimismo, se ha mostrado como un importante predictor de la capacidad para llevar a cabo estrategias de control atencional (v.g. Fernández et al., 2021; Noguera et al., 2019; Ortells et al., 2018).

Además del tipo de tarea MT empleada (verbal vs. visuoespacial), otra diferencia importante entre el presente TFG y el experimento de Van Hedger et al. (2018), es que, en nuestro estudio, los diferentes tipos de sonidos ambientales (naturales vs. urbanos) se presentan mientras los participantes realizan la tarea de MT, en vez de realizar la tarea cognitiva antes y/o después de la exposición a los estímulos ambientales, como ha sido lo habitual en la literatura.

En consecuencia, los participantes de nuestro experimento realizarán la misma tarea de Localización del Cambio visual bajo 3 condiciones de estimulación diferentes (cuyo orden de presentación se contrabalancea a través de los participantes): (a) Una condición “sin sonido” (control) en la que realizan la tarea de MT visual sin oír ningún tipo de sonido; y dos condiciones adicionales en las que realizan la tarea de MT mientras oyen al mismo tiempo, o bien (b) sonidos relacionados con la naturaleza, o (c) sonidos urbanos. Los sonidos urbanos fueron extraídos de un banco de sonidos gratis y sin derechos de autor donde se puede apreciar tráfico de coches continuo, bullicio, obras, etc. El sonido utilizado para la condición de naturaleza se trata de olas continuas y suaves, grabadas en la Playa del Corral (Carboneras, Almería).

Tomando como referencia los resultados del estudio de Van Hedger et al. (2018), se espera encontrar que el rendimiento de los participantes en la tarea de MT visuoespacial se vea influenciado por la exposición a sonidos naturales vs. urbanos, aun presentándose al mismo tiempo que se ejecuta la tarea.

Por otra parte, otra posible razón de la ausencia de efectos beneficiosos de los ambientes naturales en tareas de MT, como los obtenidos por Bratman et al. (2015), es la existencia de diferencias individuales en las capacidades de control ejecutivo de los participantes, un factor que apenas se ha tenido en cuenta en las investigaciones sobre restauración atencional. De hecho, en las últimas décadas se han acumulado numerosas

pruebas que demuestran que una mayor o menor capacidad de MT o de control ejecutivo puede alterar notablemente el rendimiento en diferentes tareas de atención selectiva, que implican tanto mecanismos atencionales inhibitorios (v.g., Ahmed & de Fockert, 2012; Megías et al., 2020; Ortells et al., 2016), como facilitatorios (v.g., Fernández et al., 2012; Noguera et al., 2019; Ortells et al., 2018).

Teniendo en cuenta estos resultados, y con el fin de explorar esta posible modulación de diferencias inter-individuales en capacidades de control ejecutivo, todos los participantes de nuestro estudio realizaron, en una sesión previa, una versión de la tarea Antisacada (Hutchison, 2007; Kane Blackley, Conway y Engle, 2001, Ortells et al., 2016) que evalúa la capacidad de control atencional inhibitorio. En esta versión de la tarea, empleada en nuestro estudio, el participante debe identificar una letra entre dos alternativas muy similares (O vs. Q), la cual se presenta enmascarada y durante un breve tiempo de exposición (100 ms), y aparece siempre en el campo visual opuesto al de una clave visual previa que induce un movimiento ocular hacia dicha localización espacial (la opuesta en la que aparece la letra).

En resumen, el presente TFG tiene los siguientes objetivos específicos:

1. Explorar si el rendimiento en una tarea de MT visual como la tarea de Localización del Cambio, puede verse influido por diferentes tipos de estimulación sonora (natural vs. urbana) presentada durante su realización.
2. Comprobar si la capacidad de control atencional inhibitorio de los participantes puede modular la posible influencia de los distintos sonidos ambientales (naturales vs. urbanos) en el rendimiento en la Tarea de Localización del Cambio Visual.

Método

Participantes

En este estudio han participado 50 estudiantes de los distintos cursos del Grado de Psicología de la Universidad de Almería. El rango de edad comprende desde los 18 hasta los 51 años de edad ($M = 20,86$; $DT = 4,75$). Todos los participantes previamente leyeron y firmaron un protocolo de consentimiento informado. Al finalizar, recibían dos créditos

por su participación. Esta investigación fue llevada a cabo de acuerdo con la normativa de bioética de la Universidad de Almería y la Declaración de Helsinki.

Materiales y aparatos

Los participantes realizaron el experimento online desde casa, a causa de la pandemia de COVID-19. La comunicación con los participantes se hizo a través de e-mails personales en los que se detallaban las instrucciones y una serie de recomendaciones para una correcta ejecución de las tareas en el ordenador (v.g., nivel recomendable de iluminación de la habitación en la que se realizarían las tareas experimentales; ausencia de distracciones; distancia de unos 60 cm entre la pantalla y los ojos del participante). El diseño de las tareas experimentales y el registro de las respuestas se efectuaron con el programa E-Prime 3.0, a través de la aplicación E-Prime Go, la cual permite administrar tareas experimentales de forma online o remota a través de un enlace web del que se descargan las propias tareas en forma de archivo ejecutable.

En la tarea Antisacada, los estímulos que se presentan son las letras “Q” y “O” en color blanco sobre el fondo negro como el resto de estímulos presentados. El ángulo visual de las letras es de $0,86^\circ$ de alto y $0,43^\circ$ de ancho y a $10,56^\circ$ respecto del punto de fijación, teniendo en cuenta la distancia media de 60 cm. En la misma ubicación donde se sitúan la Q y la O, posteriormente aparecen 3 símbolos formando un patrón (###) que funciona como máscara de la letra. Un asterisco (*) precede la aparición de la letra, que siempre aparece en el lado opuesto de la pantalla. El símbolo “+” se muestra permanentemente en el centro de la pantalla como punto de fijación. Las respuestas de los participantes se registran a través de las teclas “q” y “o” del teclado de su ordenador.

En la tarea de Localización del Cambio Visual los estímulos presentados son 4 círculos de colores diferentes seleccionados aleatoriamente con los siguientes valores RGB: amarillo (255, 255, 0), azul (0, 0, 255), cian (0, 255, 255), naranja (255, 113, 0), blanco (255, 255, 255), negro (0, 0, 0), magenta (255, 0, 255), y verde (0, 255, 0), situados encima de un fondo de pantalla gris (60, 60, 50). El tamaño de los estímulos es de $0,96^\circ$. Los estímulos están distribuidos aleatoriamente respetando que cada uno esté en un cuadrante de la pantalla, con una distancia entre el punto de fijación y el estímulo más cercano de $3,36^\circ$ y del más lejano $6,24^\circ$. La distancia entre los estímulos más cercanos de

cuadrantes adyacentes fue de 4,32° y la más lejana, de 8,83° de ángulo visual. Las respuestas se registran mediante el ratón del ordenador.

En la tarea de Localización del Cambio se presentaba tres bloques distintos: sin sonido, con el sonido de olas del mar, y con sonidos urbanos (ruidos de obras, tráfico moderado, bullicio, etc.). El sonido urbano fue extraído de un banco de sonidos online sin copyright llamada “sonidosmp3gratis.com”. El de naturaleza fue grabado en una playa de Carboneras con el nombre “Playa del Corral”, en el Parque Natural Cabo de Gata - Níjar. Para la correcta realización de la tarea era necesario disponer de auriculares y de un ratón con conexión USB.

Diseño y Procedimiento

Como se ha mencionado anteriormente, los participantes tuvieron dos sesiones en días distintos para la realización de las pruebas. En la primera sesión se llevó a cabo la tarea Antisacada y en la segunda, la tarea de Localización del Cambio Visual:

a) Tarea Antisacada (Hutchison, 2007; Kane, Bleckley, Conway y Engle, 2001)

Esta tarea se empleó para evaluar la capacidad de control inhibitorio de los participantes. Cada ensayo comienza con un punto de fijación (+) en el centro de la pantalla con una duración variable entre 500 y 1000 ms. A continuación, aparece un asterisco (*) durante 200 ms a la izquierda o a la derecha del punto de fijación, según un criterio aleatorio. En el campo visual opuesto a la clave periférica (*), aparece la letra O o la letra Q, permaneciendo en la pantalla 100 ms. Finalmente, aparece una máscara de patrones (###) de manera indefinida, hasta que el participante dé una respuesta, haciendo uso del teclado de su ordenador (ver *Figura 1*). El participante debe realizar un esfuerzo con el fin de dirigir la mirada al campo visual contrario de la clave periférica. La tarea está compuesta por 12 ensayos de práctica y 72 ensayos experimentales, en los que ambas letras se presentan en un mismo número de ensayos en cada campo visual.

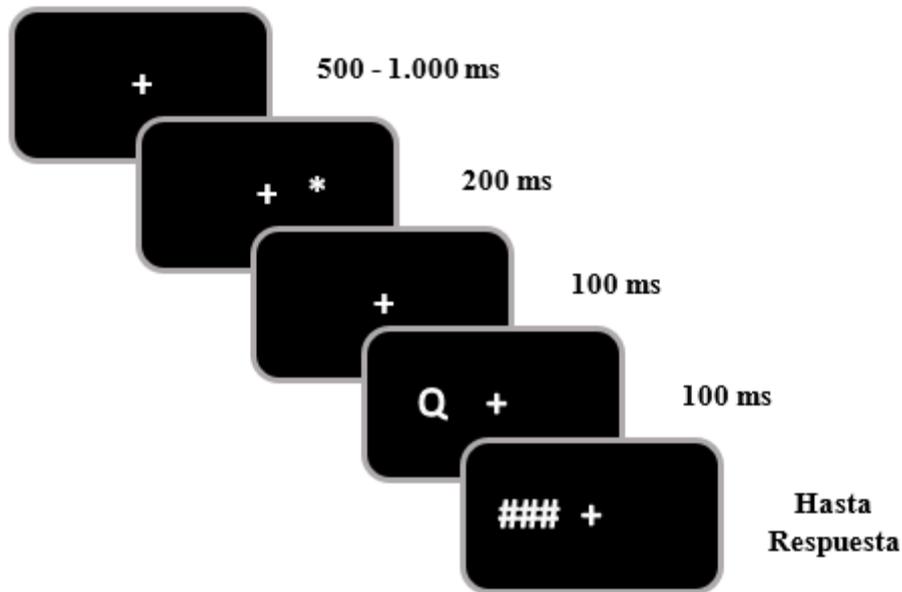


Figura 1. *Secuencia de eventos en un ensayo de la tarea Antisacada.*

- b) Tarea de Localización del Cambio Visual (Fernández et al., 2021; Ortells et al., 2018)

Esta tarea, empleada para evaluar la capacidad de la MT visual, permite estimar la cantidad de información visual que se puede retener y manipular activamente en nuestra memoria inmediata. Cada ensayo comienza con un punto de fijación (+) durante 1 segundo. El ensayo continúa con una matriz compuesta por cuatro círculos coloreados (distribuidos de forma aleatoria en cada cuadrante de la pantalla) con una duración de 150 ms, seguida de una pantalla en blanco de breve duración (900 ms), y por una segunda matriz prácticamente igual excepto por el cambio de color en uno de los círculos. El intervalo entre ensayos es de 500 ms. Los participantes deben de seleccionar el círculo con el color cambiado haciendo uso del ratón (ver *Figura 2*).

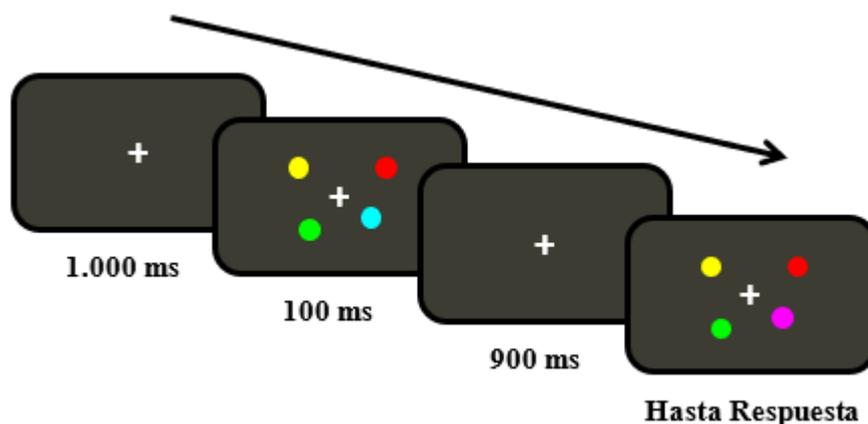


Figura 2. *Secuencia de eventos de un ensayo en la tarea de Localización del Cambio Visual.*

En nuestra investigación, la tarea de localización estaba compuesta por un bloque de prácticas de 8 ensayos y tres bloques experimentales de 40 ensayos cada uno (separados por una pantalla de descanso): (a) un bloque de ensayos sin sonido de fondo (condición control); (b) un bloque con sonidos de fondo de naturaleza (olas del mar) y (c) un bloque de ensayos con sonidos de fondo urbanos (tráfico continuo de coches, bullicio, obras, etc.). El orden de los bloques experimentales se contrabalanceó a través de los participantes.

Resultados

Para evaluar el rendimiento de los participantes en la tarea de localización del cambio, se empleó una variante del denominado “índice K ” de Cowan y Pashler (Cowan y cols. 2005; Pashler, 1988), que indica la cantidad de información que podemos mantener activa en la memoria inmediata. Teniendo en cuenta que en esta tarea no existen falsas alarmas y en todos los ensayos hay un estímulo que cambia de color, la capacidad de memoria de cada participante (*índice K*) se obtiene multiplicando su porcentaje de aciertos por 4 (el número de estímulos presentados en cada ensayo). El índice K oscilaría entre un valor mínimo de 0 y un valor máximo de 4, que correspondería a un 100% de aciertos. Para cada participante calculamos un índice K diferente en la tarea de localización del cambio para cada condición de sonido (Sin Sonido, Naturaleza y Urbano).

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de medidas repetidas con las tres condiciones de la variable Sonido que mostró un efecto significativo de dicho factor ($F(2,48) = 4,70, p = .011, \eta^2 = .087$). Los participantes tenían un mejor rendimiento en la tarea de Localización del Cambio cuando oían sonidos de la Naturaleza ($K = 3,14$), y un peor rendimiento cuando oían sonidos urbanos ($K = 2,97$), en comparación con la condición control o Sin Sonido ($K = 3,09$). Análisis posteriores sobre este efecto revelaron diferencias significativas en el rendimiento entre la condición de sonidos Naturales y la de sonidos Urbanos (Naturaleza: $K = 3,14$; Urbano: $K = 2,97$; $t(49) = 3,22, p = .002$).

Para explorar si las diferencias individuales en la capacidad de control atencional inhibitorio (rendimiento en la tarea Antisacada) modulan la influencia de uno u otro tipo de sonido ambiental (Natural vs. Urbano) en el rendimiento de la Tarea de Cambio Visual, realizamos una serie de análisis de covarianza (ANCOVA) adicionales, en los que además del tipo de sonido, se incluyó el porcentaje de aciertos de cada participante en la tarea Antisacada como una covariable continua. En el ANCOVA en el que se compararon los sonidos de la Naturaleza con la condición Sin sonido, encontramos una interacción significativa ($F(1,49) = 5,20, p = .03, \eta^2 = .10$) entre las variables capacidad de control inhibitorio y presencia vs. ausencia de sonido. Esta interacción muestra que el efecto beneficioso de oír sonidos de la Naturaleza (respecto a la condición Control) sólo aparece de forma clara en los participantes con menor capacidad de control atencional inhibitorio.

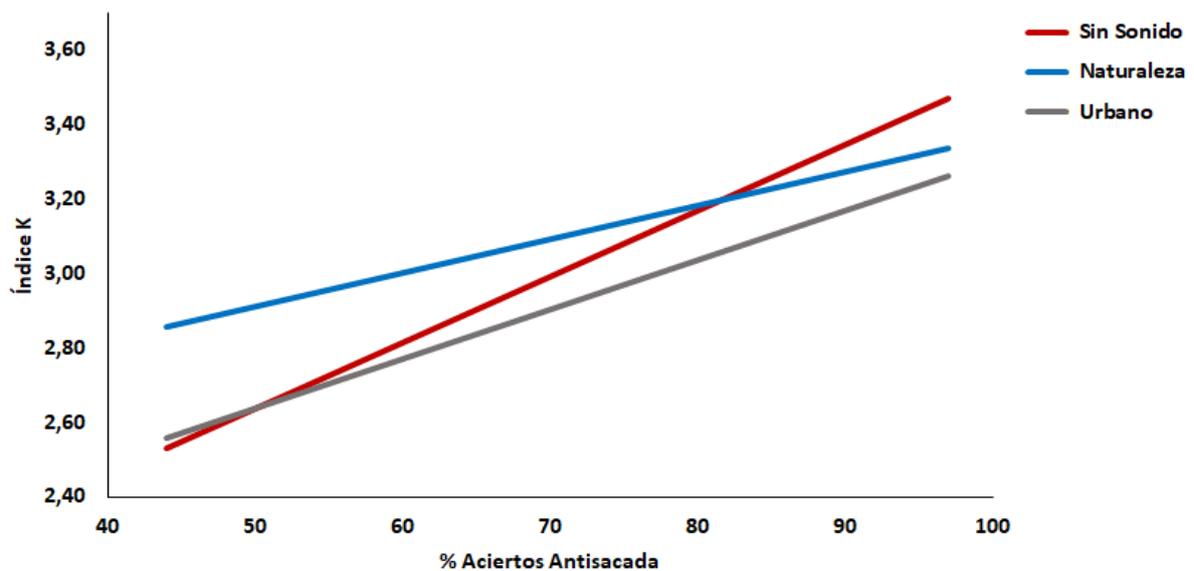


Figura 3. *Modulación de la capacidad de control atencional inhibitorio (rendimiento en la tarea Antisacada) en el rendimiento en la tarea de Localización del Cambio Visual en función del tipo de sonido presentado simultáneamente (Sin sonido, Naturaleza y Urbano).*

Tal y como podemos ver en las Figuras 3 y 4 (en la que se presentan los datos de los participantes agrupados en función de su rendimiento en la tarea Antisacada), oír sonidos de la Naturaleza mejora significativamente el rendimiento en una tarea de MT (en comparación con la condición control Sin sonido), pero sólo en personas con menor capacidad de control inhibitorio (Naturaleza: $K = 2,92$; Sin sonido: $K = 2,71$; $t(17) = 3,09, p = .007$). La mejora del rendimiento que produce oír sonidos Naturales respecto a

oír sonidos Urbanos, se observa también de forma más clara en los participantes con menor capacidad de control atencional inhibitorio (Naturaleza: $K = 2,92$; Urbano: $K = 2,70$; $t(17) = 3,18$, $p = .005$), Conforme va aumentando la capacidad de control inhibitorio, esas diferencias se reducen o desaparecen.

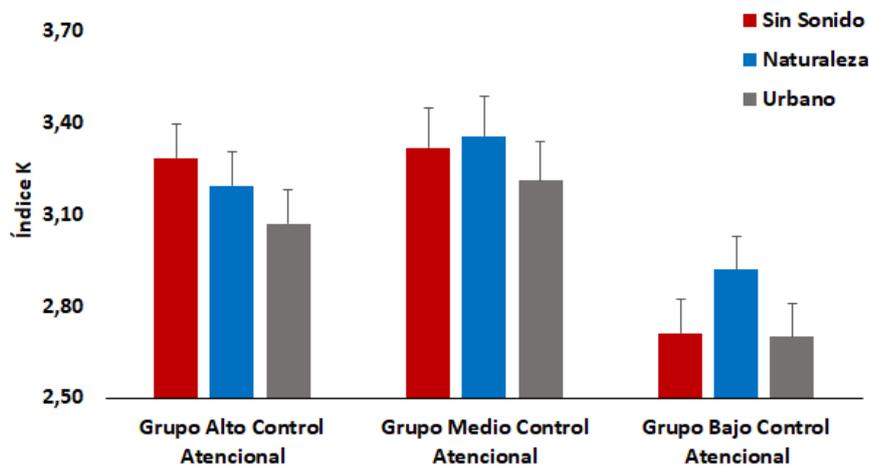


Figura 4. Rendimiento de los participantes con alto, medio y bajo control atencional en la tarea de Localización del Cambio Visual en las diferentes condiciones de sonido ambiental.

Discusión

La mayoría de las investigaciones desarrolladas en relación a la Teoría de Restauración Atencional (ART) sostienen que la exposición o interacción con ambientes naturales (frente a los urbanos) beneficia el rendimiento en diferentes tareas cognitivas que demandan control atencional ejecutivo (v.g., tareas de Memoria de Trabajo; monitorización y cambio de tarea; conflicto atencional). Los diferentes tipos de estímulos ambientales (naturales vs. urbanos), se han presentado comúnmente como fotografías, o incluso en un ambiente físico real. Son escasos los estudios que utilizan estímulos sonoros para poner a prueba este efecto beneficioso de la naturaleza en procesos ejecutivos. Por otra parte, en la mayoría de las investigaciones previas que han explorado dichos efectos, los participantes deben realizar la tarea cognitiva “antes” y “después” de haber sido expuestos a uno u otro tipo de estimulación ambiental. Pero apenas se han realizado estudios que hayan examinado la potencial influencia beneficiosa de estímulos naturales cuando tales estímulos se presentan durante la realización de la tarea cognitiva.

En este contexto realizamos la presente investigación, cuyo principal objetivo era explorar si el rendimiento en una tarea de Memoria de Trabajo (MT) visual, como es la tarea de Localización del Cambio Visual, puede verse influido por diferentes tipos de estimulación sonora (Naturaleza vs. Urbano) presentada durante su realización. La novedad de este estudio es la introducción de una tarea de MT visual para poner a prueba la ART, ya que son muy limitados los estudios que la utilizan, y, al ser sonidos extraídos de ambientes naturales o urbanos, se pueden escuchar al mismo tiempo que se lleva a cabo la tarea. De esta manera, se iría un paso más allá de los hallazgos obtenidos en el estudio de Van Hedger et al. (2018), replicando sus resultados en una tarea de MT visual.

Para ello, se exploró el rendimiento de los participantes en la tarea de Localización del Cambio Visual bajo tres condiciones distintas (Sin sonido, Naturaleza y Urbano) realizadas consecutivamente durante una misma sesión experimental (con el orden de las condiciones contrabalanceado a través de los participantes). Los resultados de nuestro estudio desvelaron que los participantes experimentaban una mejoría en el rendimiento mientras escuchaban sonidos de ambientes naturales (olas del mar), en comparación a la condición en la que oían sonidos Urbanos, o no se presentaba ningún sonido (condición control).

Un objetivo adicional (y también novedoso) de nuestro estudio fue comprobar si la capacidad de control atencional inhibitorio de los participantes, tradicionalmente muy relacionada con la memoria de trabajo, puede modular la posible influencia de los distintos sonidos ambientales (Naturales vs. Urbanos) en el rendimiento en la tarea de Localización del Cambio Visual, un aspecto que apenas ha sido tenido en cuenta en este tipo de investigaciones. Por esta razón, todos los participantes en nuestro estudio realizaron, en una sesión experimental previa, la tarea Antisacada con el fin de obtener resultados acerca de la capacidad de control inhibitorio de cada uno de ellos. La correlación positiva significativa que encontramos entre el porcentaje de aciertos en la tarea Antisacada de cada participante y su rendimiento en la condición Control de la tarea de Localización del cambio ($r = .40$, $p = .004$), confirma la interrelación existente entre la MT y el control atencional inhibitorio.

Los resultados de la presente investigación mostraron que solo las personas con menor capacidad de control atencional inhibitorio eran las que se veían realmente beneficiadas en su rendimiento en la tarea de MT cuando escuchaban sonidos de

Naturaleza, frente a sonidos Urbanos, o la condición Sin Sonido. Sin embargo, a medida que la capacidad de control inhibitorio aumenta, este efecto beneficioso desaparece. La inspección de los datos mostrados en las Figuras 3 y 4 sugiere que, en las personas con alta capacidad de control atencional, cualquier tipo de sonido (natural o urbano) que se presente durante la realización de la tarea de MT, actuaría como un distractor que afecta negativamente al rendimiento en dicha tarea, mostrando mejor rendimiento cuando no escuchan ningún sonido.

Los datos aportados en este trabajo pueden haberse visto afectados de alguna forma por las limitaciones provocadas por la pandemia del COVID-19. Los experimentos se han realizado de manera remota u online, lo que ha disminuido nuestra capacidad de controlar las variables extrañas que hayan podido influir durante la realización de las tareas, a pesar de todas las instrucciones previas que dimos a los participantes para promover unas condiciones óptimas de realización del experimento online. En este caso, cabe la posibilidad de que los participantes hayan modificado el volumen del audio durante la tarea, sobre todo en la condición de sonido Urbano, la cual podría resultar molesta. Por ello pensamos que sería conveniente realizar en un futuro este mismo estudio en nuestros laboratorios, con el fin de determinar si en un entorno más controlado y “similar” para todos los participantes, es posible replicar los resultados hallados en el presente trabajo.

Conclusión

En definitiva, el presente estudio ha proporcionado pruebas de los beneficios que pueden aportar los ambientes naturales, en este caso, en forma de sonidos, en el rendimiento en tareas de MT visual como es la tarea de Localización del Cambio. De esta manera, se replican y extienden los resultados obtenidos en investigaciones anteriores relacionadas con la ART, aunque en este caso, empleando pruebas de MT visual.

Asimismo, hemos podido comprobar en este estudio la importancia de las diferencias individuales en capacidades de control ejecutivo, una variable que puede resultar crítica en este tipo de investigaciones. Nuestro estudio demuestra cómo las diferencias de control atencional inhibitorio pueden modular el rendimiento en una tarea de MT visual en función de los sonidos presentados (Naturales vs. Urbanos). Así, la presencia de sonidos Naturales mejora el rendimiento en dicha tarea en las personas de

baja capacidad de control atencional inhibitorio; pero estos mismos sonidos pueden convertirse en estímulos distractores para los participantes con mayor capacidad de control. Estos hallazgos podrían en parte explicar la existencia ponen de manifiesto los de resultados contradictorios en algunas investigaciones anteriores sobre los beneficios cognitivos que provocan los ambientes naturales. Para próximas investigaciones similares se deberían tener en cuenta las diferencias en capacidad de control ejecutivo ya que, como se ha visto, pueden ser un factor relevante que determine la obtención (o no) de efectos beneficiosos de determinados ambientes en el rendimiento cognitivo.

Referencias

- Ahmed, L., y De Fockert, J.W. (2012). Focusing on attention: the effects of working memory capacity and load on selective attention. *PLOS ONE*, 7 (8).
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4 (11), 417-423.
- Baddeley, A., y Hitch, G. J. (1974). Working memory. En G.H. Bower (ed.), *The psychology of learning and motivation*, 8, 47-89. New York: Academic Press.
- Berman M., Jonides J., y Kaplan S., (2008). The Cognitive Benefits of Interacting With Nature. *Psychological Science*, 19 (12), 1207-1212.
- Berto, R. (2005). Exposure to restorative environments helps restore attentional capacity. *Journal of Environmental Psychology*, 25(3), 249–259.
- Bourrier, S. C., Berman, M. G., y Enns, J. T. (2018). Cognitive Strategies and Natural Environments Interact in Influencing Executive Function. *Frontiers in Psychology*, 9.
- Bratman, G., Daily, G., Levy, B., y Gross J., (2015). The benefits of nature experience: Improved affect and cognition. *Landscape and Urban Planning*, 138, 41-50.
- Castillo Escamilla, J., Fernández Castro, J. J., Baliyan, S., Ortells-Pareja, J. J., Ortells Rodríguez, J. J., y Cimadevilla, J. M. (2020). Allocentric Spatial Memory Performance in a Virtual Reality-Based Task is Conditioned by Visuospatial Working Memory Capacity. *Brain Sciences*, 10(8), 552.
- Cowan, N., Elliot, E. M., Saults, J. S., Morey, C. C., Mattox, S., Hismjatullina, A., y Conway, A. R. (2005). On the capacity of attention: Its estimation and its role in working memory and cognitive aptitudes. *Cognitive Psychology*, 51, 42–100.

- Diette, G. B., Lechtzin, N., Haponik, E., Devrotes, A, y Rubin, H. R. (2003). Distraction therapy with nature sights and sounds reduces pain during flexible bronchoscopy: a complementary approach to routine analgesia. *Chest*, 123(3), 941-948.
- Evensen, K. H., Raanaas, R. K., Hagerhall, C. M., Johansson, M., y Patil, G. G. (2013). Restorative Elements at the Computer Workstation. *Environment and Behavior*, 47(3), 288–303.
- Fernández, S., Ortells, J. J., Kiefer, M., Noguera, C., y De Fockert, J. W. (2021). Working memory capacity modulates expectancy-based strategic processing: Behavioral and electrophysiological evidence. *Biological Psychology*, 159, 108023.
- Fukuda, K., Woodman, G.F., y Vogel, E.K. (2015) Individual differences in visual working memory capacity: Contributions of attentional control to storage. *Mechanisms of Sensory Working Memory: Attention and Performance XXV*, Eds. Jolicoeur, P., Lefebvre C., Martinez-Trujillo, J. (Academic, London), XXV 105-120.
- Gatersleben, B., y Andrews, M. (2013). When walking in nature is not restorative—The role of prospect and refuge. *Health & Place*, 20, 91–101.
- Hartig, T., Evans, G. W., Jamner, L. D., Davis, D. S., y Gärling, T. (2003) Tracking Restoration in Natural and Urban Field Settings. *Journal of Environmental Psychology*, 23(2), 109-123.
- Hutchison, K. A. (2007). Attentional control and the relatedness proportion effect in semantic priming. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 33(4), 645-662.
- James, W. (1892). The briefer course. G. Allport (Hg.), New York.
- Jenkin, R., Frampton, I., White, M., y Pahl, S. (2017). The relationship between exposure to natural and urban environments and children's self-regulation. *Landscape Research*, 43(3), 315–328.

- Joye, Y., y Dewitte, S. (2018, April 12). Nature's Broken Path to Restoration. A Critical Look at Attention Restoration Theory. *Journal of Environmental Psychology* 59, 1-8.
- Kane, M. J., Bleckley, M. K., Conway, A. R., y Engle, R. W. (2001). A controlled-attention view of working-memory capacity. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130(2), 169–183.
- Kaplan, S. (1995). The restorative benefits of nature: Toward an integrative framework. *Journal of environmental psychology*, 15(3), 169-182.
- Kaplan, S. y Berman, M. G. (2010). Directed Attention as a Common Resource for Executive Functioning and Self-Regulation. *Perspectives on Psychological Science*, 5(1), 43–57.
- Kelz, C. G., Evans, G. W., y Röderer K. (2013). The restorative effects of redesigning the schoolyard: A multi-methodological, quasi-experimental study in rural Austrian middle schools. *Environment and Behavior*, 47(2), 119–139.
- Laumann, K., Gärling, T., y Stormark, K. M. (2003). Selective attention and heart rate responses to natural and urban environments. *Journal of Environmental Psychology*, 23(2), 125–134.
- Lin, Y. H., Tsai, C. C., Sullivan, W. C., Chang, P. J., y Chang, C. Y. (2014). Does awareness effect the restorative function and perception of street trees?. *Frontiers in psychology*, 5, 906.
- Luck, S. J., y Vogel, E. K. (1997). The capacity of visual working memory for features and conjunctions. *Nature*, 390(6657), 279–281.
- McMahan, E., y Estes, D. (2015). The effect of contact with natural environments on positive and negative affect: A meta-analysis. *The Journal of Positive Psychology*, 10(6), 507–519.

- Megías, M., Ortells, J., Noguera, C., Carmona, I., y Marí-Beffa, P. (2020). Semantic Negative Priming From an Ignored Single-Prime Depends Critically on Prime-Mask Inter-Stimulus Interval and Working Memory Capacity. *Frontiers in psychology*, *11*(1227).
- Miller, A. C., Hickman, L. C., y Lemasters, G. K. (1992). A distraction technique for control of burn pain. *Journal of Burn Care & Rehabilitation*, *13*(5), 576–580.
- Noguera, C., Fernández, S., Álvarez D., Carmona E., Marí-Beffa, P., y Ortells, J. (2019). The implementation of expectancy-based strategic processes is delayed in normal aging. *PLOS ONE*, *14*(3), e0214322.
- Ortells, J., De Fockert, J., Romera, N. y Fernández, S. (2018). Expectancy-based strategic processes are influenced by spatial Working Memory Load and individual differences in Working Memory Capacity. *Frontiers in Psychology*, *9*, 1–12.
- Ortells, J., Noguera, C., Álvarez, D., Carmona, E., y Houghton, G. (2016). Individual differences in working memory capacity modulates semantic negative priming from single prime words. *Frontiers in Psychology*, *7*, 1–14.
- Pashler, H. (1988). Familiarity and visual change detection. *Perception & Psychophysics*, *44*, 369–378.
- Roe, J., Ward Thompson, C., Aspinall, P., Brewer, M., Duff, E., Miller, D., Mitchell, R. y Clow, A. (2013). Green Space and Stress: Evidence from Cortisol Measures in Deprived Urban Communities. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *10*(9), 4086–4103.
- Sánchez, L., Ortells, J., y Kiefer, M. (2017). Exposure to restorative (natural) environments can improve performance in attention control and working memory tasks. *XI Reunión Científica sobre Atención (RECA 11)*, Universidad de Jaén, Baeza (Jaén).

- Schutte, A. R., Torquati, J. C., y Beattie, H. L. (2015). Impact of Urban Nature on Executive Functioning in Early and Middle Childhood. *Environment and Behavior*, 49(1), 3-30
- Ulrich, R. (1983). Aesthetic and Affective Response to Natural Environment. *Behavior and the Natural Environment*, 85-125.
- Unsworth, N., Heitz, R., Schrock, J., y Engle, R. (2005). An automated version of the operation span task. *Behavior Research Methods*, 37(3), 498–505.
- Van Hedger, S., Nusbaum, H., Clohisy, L., Jaeggi, S., Buschkuohl, M. y Berman, M. (2019). Of cricket chirps and car horns: The effect of nature sounds on cognitive performance. *Psychonomic Bulletin & Review*, 26(2), 522–530.
- Vogel, E. K., y Machizawa, M. G. (2004). Neural activity predicts individual differences in visual working memory capacity. *Nature*, 428(6984), 748–751.
- Vogel, E. K., McCollough, A. W., y Machizawa, M. G. (2005). Neural measures reveal individual differences in controlling access to working memory. *Nature*, 438(7067), 500–503.