



**Universitat de les
Illes Balears**

Facultad de Psicología

Trabajo de Fin de Grado

¿Puede el contexto visual modular la distracción auditiva?

Laura Gallego Munar

Grado de Psicología

Año académico 2020-2021

Trabajo tutelado por Fabrice Parmentier
Departamento de Psicología

Se autoriza a la Universidad a incluir este trabajo en el Repositorio Institucional para su consulta en acceso abierto y difusión en línea, con finalidades exclusivamente académicas y de investigación.	Autor		Tutor	
	Sí	No	Sí	No
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Palabras clave del trabajo: atención, distracción, estímulos auditivos, estímulos visuales, contexto visual, tarea oddball cross-modal.

Resumen

Algunos estudios demuestran la importancia del contexto en la modulación del funcionamiento mnésico y atencional. En el presente trabajo, cuya muestra la constituyeron 55 estudiantes de segundo de psicología de edades entre 19 y 27 años, el objetivo principal era determinar si la distracción auditiva estaba modulada por el contexto visual, es decir, si el cerebro era capaz de codificar la diferencia entre sonidos predecibles e inesperados en función del contexto visual. El experimento se llevó a cabo a través de una tarea oddball cross-modal en el que los participantes debían categorizar la dirección del estímulo objetivo ignorando las imágenes de fondo que funcionaban como contexto (bosques y ciudades) y los sonidos irrelevantes (A y B con probabilidades distintas dentro de cada contexto visual). Los resultados obtenidos a partir del análisis de la proporción de respuestas correctas y de los tiempos de respuesta, así como el análisis de los aspectos dinámicos de la distracción entre ensayos consecutivos compartiendo el mismo contexto, pusieron de manifiesto la capacidad del contexto visual de modular la distracción auditiva a partir de la codificación de sonidos predecibles e inesperados.

Abstract

Some studies show the importance of context in modulating memory and attentional functioning. In the present study, using a sample was made up of 55 second-year psychology students aged 19 to 27, the main objective was to determine if auditory distraction is modulated by visual context, that is, if the brain is capable of encoding differences between predictable and unexpected sounds based on visual context. The experiment was carried out using a cross-modal oddball task in which the participants had to categorize the direction of visual arrows while ignoring background images that worked as contexts (forests and cities) and irrelevant sounds (A and B with different conditional probabilities within each visual context). The results obtained from the analysis of the proportion of correct responses and response times, as well as the analysis of the dynamic aspects of distraction between consecutive trials sharing the same context, revealed that the ability of the visual context modulates auditory distraction, with sounds yielding distraction when they constitute an unexpected sound in a given context.

Índice

1. Introducción.....	4
1.1. Distracción por estímulos inesperados	4
1.2. El papel del contexto en el funcionamiento de la memoria y de la atención	6
1.3. Objetivos e hipótesis de este trabajo	9
2. Métodos	10
2.1. Participantes	10
2.2. Material y estímulos	10
2.3. Procedimientos	11
3. Resultados.....	14
3.1. Análisis principal de la proporción de respuestas correctas y de los tiempos de respuesta	14
3.1. Análisis de los aspectos dinámicos de la distracción entre ensayos consecutivos compartiendo el mismo contexto	16
4. Discusión	18
5. Conclusiones.....	20
6. Bibliografía.....	21

1. Introducción

Es ampliamente reconocido que las personas poseemos un sistema de procesamiento de información de capacidad limitada y que la capacidad de atender selectivamente al entorno evita que demasiada información inunde el sistema (Elliot y Cowan, 2001). Sin embargo, la gente no puede atender perfectamente ya que, en algunas ocasiones, la información irrelevante interfiere con el procesamiento actual (Elliot y Cowan, 2001). La detección automática de cambios inesperados en nuestro entorno es posiblemente una capacidad de adaptación fundamental (Lynn, 1966; Sokolov, 1963). Se ha demostrado que los cambios inesperados e irrelevantes en los canales sensoriales auditivos o visuales captan la atención de manera inevitable y distraen a los participantes de las tareas de categorización visual o auditiva en curso, es decir, los distractores desviados interrumpen el desempeño conductual en una tarea en curso (p.ej., Ljungberg y Parmentier, 2012; Parmentier, Elford, Escera, Andrés y San Miguel, 2008, ver Parmentier, 2014, para una revisión teórica). Los estímulos visuales y auditivos también se han estudiado en otros tipos de tareas, por ejemplo, en tareas de memoria a corto plazo (Berti y Schröger, 2001; Hughes, Vachon y Jones, 2007) o en tareas de lectura a partir de los movimientos oculares (Vasilev, Parmentier y Kirkby, 2021), así como en la memoria de orden, tareas de oficina, memoria en serie, aritmética, comparación visual y tareas de persecución motora (Parmentier et al., 2008). Por tanto, es una experiencia común que, incluso durante el desempeño intensivo de una tarea, nuestra atención pueda verse involucrada involuntariamente por cambios acústicos que ocurren inesperadamente en el medio ambiente (Escera, Alho, Winkler y Näätänen, 1998; Parmentier, 2014, Schröger, 1996).

1.1. Distracción por estímulos inesperados

El procesamiento relacionado con la distracción generalmente se investiga mediante tareas oddball utilizando varios tipos de estímulos y modalidades sensoriales en los que queda generalizado que los sonidos novedosos y desviados (entendidos como eventos irregulares que ocurren con poca frecuencia, de manera impredecible y que violan las predicciones del sistema cognitivo) producen distracción conductual frente a los sonidos estándares y previsibles (entendidos como eventos regulares que ocurren con frecuencia, se ajustan a una regularidad). Esta distracción se manifiesta por un retraso de las respuestas frente a un estímulo objetivo y, a veces, por una reducción de la precisión de la respuesta (Horváth y Bendixen, 2012; Parmentier, 2014; Schröger, 1997). Se pueden encontrar varias versiones de tareas oddball, entre ellas encontramos las tareas oddball unimodales (como la visual o auditiva) y las tareas oddball cross-modales (como la auditivo-visual o la táctil-visual). En las primeras, se presentan

las características irrelevantes del estímulo objetivo y de la tarea como parte del mismo objeto perceptual; mientras que, en las segundas, se utilizan estímulos separados perceptiva y temporalmente, de esta manera, se transmite la información irrelevante del estímulo objetivo y de la tarea por separado (Parmentier, 2014). Por ejemplo, en una tarea oddball auditivo-visual, la tarea de los participantes normalmente consiste en categorizar los estímulos visuales (por ej., dígitos según su paridad) y a la vez ignorar los estímulos auditivos (como puede ser el cambio de un tono a un ruido blanco) que se presentan inmediatamente antes de cada estímulo objetivo. La distracción se mide a partir de la comparación del rendimiento y los tiempos de respuestas entre ensayos con sonidos inesperados versus ensayos con sonidos estándares y, generalmente, los participantes tienden a responder más lento y con menos precisión a los estímulos visuales después de escuchar un sonido nuevo o desviado comparándolo con un sonido estándar (Parmentier, 2014).

Los estímulos de diferentes modalidades sensoriales pueden, en algunas situaciones, complementarse e incluso reforzarse entre sí y en otras situaciones competir por la atención del receptor. Aunque los estímulos son, hasta cierto punto, procesados de una manera específica de la modalidad, las interacciones entre las modalidades y la integración de inputs de diferentes modalidades son necesarias para producir una representación coherente y suficientemente válida del entorno, los estímulos multimodales son especialmente eficientes para captar la atención (Friedel, Bach y Heinrich, 2020).

La distracción por distractores novedosos o inesperados no es un fenómeno que se limite solo a una modalidad sensorial, sino que resalta por su naturaleza amodal (Parmentier et al., 2008). Los estímulos objetivos e irrelevantes no necesitan presentarse al mismo tiempo o en la misma modalidad sensorial para que ocurra la distracción conductual, es decir, la distracción no se produce simplemente por la orientación de la atención hacia la misma modalidad sensorial atendida que el objetivo (Parmentier et al., 2008). La distracción se relaciona con aspectos centrales de la cognición, así como su tendencia a construir modelos mentales de eventos que ayudan a lidiar con los estímulos próximos y su propensión a orientar la atención hacia eventos que violan dichos modelos o predicciones (Parmentier et al., 2008) y provocan sorpresa (Parmentier, Vasilev y Andrés, 2018; Wessel, 2018). Desde un punto de vista electrofisiológico, una herramienta útil para estudiar estos mecanismos en humanos es a partir del registro de potenciales cerebrales relacionados con eventos (ERP) ya que, en los estímulos desviados, se suele observar una secuencia característica en él: primero, provocan un aumento

del N1 y la negatividad del desajuste (MMN), estos son seguidos por el P3a que generalmente se interpreta como la respuesta de orientación de la atención y, por último, cuando la tarea requiere la reorientación de la atención hacia la tarea en curso, una respuesta negativa de reorientación (RON) (Berti & Schröger, 2001; Schröger, 1996; Horváth y Bendixen, 2012).

1.2. El papel del contexto en el funcionamiento de la memoria y de la atención

Un aspecto importante por considerar cuando hablamos de atención y distracción es el contexto. Por ejemplo, una pareja hablando al lado de una persona que está leyendo un libro en una cafetería será percibida como menos distractora que una pareja hablando con el mismo nivel de volumen al lado de una persona mientras lee en una biblioteca. Esto es así porque el grado de distracción percibido estará influenciado por el contexto del ruido ambiental (Chen y Sussman, 2013). Aunque las personas normalmente estamos al tanto solo de procesar la información en la cual estamos centrando la atención, realmente no solo se procesa la información focal sino también la información contextual que se encuentra alrededor de esta (Isarida, Isarida, Kubota, Yannan, Sakakibara y Kato, 2021). Una idea central en el presente trabajo es que para un determinado contexto un estímulo puede ser previsible, mientras que para otro contexto este mismo estímulo es inesperado. Por ejemplo, escuchar un sonido de un coche en un contexto de ciudad es previsible, mientras que escuchar este mismo sonido en un contexto de bosque es inesperado. Otro ejemplo podría ser que el sonido predecible de una persona hablando español en España, pase a ser un sonido inesperado en China.

Un contexto ambiental es la representación de un lugar que está físicamente presente, uno que se recuerda, uno que surge por la presencia de varios estímulos (una foto, un vídeo o un dispositivo de realidad virtual) o un ambiente que se imagina (Smith, 2013). Uno de los primeros investigadores sobre el contexto fue Carr (1925), que examinó la influencia de las manipulaciones ambientales incidentales en ratas a partir de laberintos y descubrió que los cambios en la orientación y la iluminación del laberinto interrumpían el rendimiento de las ratas al correr por el laberinto. Otros estudios importantes sobre el contexto fueron los de Godden y Baddeley (1975, 1980) que pusieron de manifiesto los efectos del restablecimiento contextual a partir de un experimento con buzos, en el que los buzos aprendían y recordaban listas de palabras tanto en tierra como bajo agua, demostrando mejor recuerdo de estas palabras cuando el entorno de aprendizaje se restablecía en la prueba que cuando la prueba se realizaba en un entorno diferente (ver Smith y Vela, 2001, para un meta-análisis del papel del contexto sobre los mecanismos de memoria).

Es indiscutible que la capacidad de una persona para recuperar o reconocer un elemento está fuertemente influenciada por el contexto de ese elemento. Además, actúa como un agente responsable de una serie de fenómenos: puede ser una parte intrínseca de un rastro de memoria, inducir una u otra codificación, formar parte de procesos de la memoria de reconocimiento, proporcionar pistas de recuperación para recordar, incluso puede servir para la resolución de léxicos y ambigüedad semántica (Smith, Glenberg y Bjork, 1978). En el estudio de Isarida e Isarida (2014) se puede observar la influencia del contexto sobre el procesamiento de la información en la memoria, sobre todo con la memoria episódica ya que esta está relacionada con información contextual como el tiempo, la localización y las situaciones. Un ejemplo de memoria dependiente del contexto en la vida diaria podría ser cuando una persona está en la sala de estar y quiere recortar un periódico, pero no tiene tijeras así que decide ir a la cocina donde puede encontrar unas; en el momento que está en la cocina, se le ha olvidado para qué iba y cuando vuelve a la sala de estar se acuerda. Según Isarida e Isarida (2014), esto pasa porque la sala de estar es un contexto donde puedes encontrar las características que facilitan la recuperación de la información, es decir, es más fácil reintegrar esa memoria en el contexto original (sala de estar) porque las tijeras estaban asociadas a ese contexto. Aunque no siempre sucede esta reintegración física, también se puede realizar de manera mental, recordando sin depender del contexto físico (Bjork y Richardson-Klavehn, 1989). Por tanto, la memoria ambiental dependiente del contexto es aquel fenómeno en el que el entorno en el que se procesa una información focal mejora el recuerdo de esa información, aunque este sea secundario (Isarida e Isarida, 2014). También se ha visto que el desempeño de la memoria es superior cuando el contexto ambiental se mantiene constante a lo largo del aprendizaje, incluso cuando esta información contextual es irrelevante para el desempeño de la tarea (Cosman y Vecera, 2013). Isarida et al. (2021) llevaron a cabo una investigación muy reciente sobre el efecto de facilitación de este contexto ambiental incidental mediante la pantalla de un ordenador para estudiar cómo influye en el aprendizaje emparejado-asociado y obtuvieron como resultado que la repetición dentro del mismo contexto de vídeo o fotografía, cubriendo el todo el fondo de la pantalla en el cual se superpuso cada par de elementos, facilitaba el aprendizaje emparejado-asociado.

Estamos constantemente bombardeados con información sensorial, gran parte de la cual es irrelevante para los objetivos de las tareas que estamos realizando en un momento dado. Algunas investigaciones, como la de Cosman y Vecera (2013), demuestran que la capacidad que tenemos de coordinar el comportamiento y superar las distracciones de información irrelevante depende de los objetivos de la tarea de ese momento, activando un “conjunto de atención” cuyas representaciones, aunque todavía desconocidas, se propone que están relacionadas con información relevante para la tarea en una situación dada. Una propuesta es que la información que define el estímulo objetivo en una tarea determinada se mantiene activamente en la memoria de trabajo en forma de una “plantilla objetivo”, que influye directamente en el control de la atención. Estas representaciones de la memoria de trabajo, responsables de guiar el comportamiento en entornos de tareas novedosos, eventualmente dan paso a representaciones de la memoria a largo plazo que se vuelven cada vez más responsables del control de la atención teniendo en cuenta la experiencia.

Se han realizado varios estudios relacionados con el contexto durante estos últimos años y demuestran que las prioridades de atención para procesar las dimensiones del estímulo pueden ser moduladas por señales contextuales (Brosowsky y Crump, 2016). Por ejemplo, Anderson (2015) analizó si la atención impulsada por valores, estudiada desde la manipulación de contingencias de estímulo-recompensa, era específica del contexto y si diferentes contextos podían evocar diferentes valores previos que el sistema de atención utilizaba para asignar prioridad. Obtuvo como resultado que las asociaciones de estímulo-recompensa que sesgaban la atención eran específicas del contexto, es decir, una misma característica de un estímulo captaba o no la atención dependiendo de si esta había sido recompensada específicamente en el contexto en el que aparecía (Anderson, 2015). Turatto, Bonetti y Pascucci (2018) también pusieron de manifiesto la importancia del contexto, en este caso, en relación con la habituación, a partir de un experimento llevado a cabo en tres días. En el primer día, se exponía a los participantes a un distractor visual mediante una tarea discriminativa para conducir a la habituación de la captura (entrenamiento). Los días posteriores, se siguió con dos condiciones diferentes. Por una parte, la de extinción, en la que los participantes estaban expuestos al contexto sin el distractor y, por otra, la de control, en la que no estaban expuestos al contexto. El tercer día, con la tarea de prueba, solo se observó una recuperación de la captura en la condición de extinción, demostrando que la habituación de la captura de atención visual se basaba en una representación almacenada del distractor en relación con su contexto (definido, en este estudio, por el diseño espacial de la pantalla) y, por tanto, era específica de este.

Un aspecto importante por comentar, y teniendo en cuenta la definición comentada anteriormente de lo que es un contexto ambiental, es que un fondo de pantalla es suficiente para generar un efecto de contexto tanto en tareas de memoria (Isarida e Isarida, 2007) como en tareas de atención (Turatto et al, 2018). El papel del contexto sobre los mecanismos atencionales es especialmente destacable en un estudio de Cosman y Vecera (2013). Estos investigadores utilizaron imágenes de bosques y calles para modular el tipo de estrategia atencional que usa el sistema cognitivo en la tarea de búsqueda visual. La tarea consistía, en cada ensayo, en la presentación de un punto de fijación blanco en el centro de la pantalla, seis formas de contorno que formaban un círculo imaginario (círculos, cuadrados, diamantes o triángulos equiláteros) de color verde, excepto el distractor singleton que era de color rojo cuando estaba presente, y dentro de cada forma se encontraba una línea blanca vertical u horizontal; además, detrás del recuadro negro donde aparecían las pantallas de búsqueda, se localizaban escenas irrelevantes de bosques o calles de la ciudad (tres escenas de cada categoría, seis escenas individuales en total). La tarea se dividía en dos, una fase de entrenamiento y una de prueba. En la primera fase, los participantes debían buscar el círculo que se encontraba en una matriz heterogénea de cinco elementos no objetivos (condición de búsqueda de características) o el elemento de forma diferente presentado en una matriz homogénea de seis no-objetivos (condición de singleton). Estas dos condiciones se presentaban en bloques distintos, cada uno asociado a una escena irrelevante para la tarea (bosque o calle de la ciudad). En la segunda fase, los participantes debían buscar un objetivo constante (círculo) entre no-objetivos homogéneos, por lo que podían utilizar cualquiera de los conjuntos de atención (Cosman y Vecera, 2013). Se observó, en esta segunda fase, que la imagen de fondo influía en la estrategia adoptada por los participantes, es decir, la imagen asociada con una estrategia durante la primera fase guiaba la estrategia adoptada en la segunda fase (p.ej., escena asociada con la condición de búsqueda de singleton en la fase de entrenamiento predispuso al uso de esta misma estrategia durante la fase de prueba).

1.3. Objetivos e hipótesis de este trabajo

Los estudios descritos más arriba ejemplifican el papel importante del contexto en la modulación del funcionamiento mnésico y atencional. Por otro lado, mientras la distracción por sonidos inesperados se observa en contraste con la presentación repetida de un sonido estándar, no se ha comprobado si la generación de predicciones sensoriales puede ser modulada por un elemento contextual de fondo como es en un entorno visual.

Por tanto, la finalidad de este trabajo es determinar si la distracción auditiva está modulada por el contexto visual en el cual los participantes realizan la tarea. El objetivo principal es averiguar si el cerebro codifica la diferencia entre sonidos predecibles y sonidos inesperados en función del contexto visual a través de una tarea oddball cross-modal, en la cual los participantes deben categorizar la dirección a la que apunta el estímulo objetivo (< o >) ignorando las imágenes de fondo que funcionan como contexto (bosques y ciudades) y los sonidos irrelevantes (A y B, presentados con iguales probabilidades a través de la tarea pero con probabilidades condicionales distintas dentro de cada contexto visual: A siendo el sonido estándar en el contexto de bosque, y B siendo el sonido estándar en el contexto de ciudad).

Las hipótesis que se plantean en este trabajo son las siguientes. Si el cerebro codificara la diferencia entre los sonidos predecibles e inesperados en función del contexto visual, deberíamos observar una diferenciación del efecto de los sonidos dentro de cada contexto: comparado al sonido estándar en este contexto, el sonido más inesperado dentro de un contexto debería generar tiempos de respuesta más largos y posiblemente una disminución de la proporción de respuestas correctas. En cambio, si el cerebro no procesa las asociaciones entre sonidos y contexto visual, los dos sonidos (A y B) deberían producir niveles de rendimiento iguales independientemente del contexto visual.

2. Métodos

2.1. Participantes

Sesenta y tres participantes formaron parte de este estudio. Los resultados de ocho de ellos fueron eliminados de la muestra debido a que declararon haber sido interrumpidos durante el experimento. Por tanto, la muestra final incluyó 55 participantes (11 de sexo masculino, 44 de sexo femenino) con edades comprendidas entre 19 y 27 años ($M = 19.81$, $SD = 1.65$). Los participantes fueron estudiantes de segundo año de psicología que formaron parte del estudio a cambio de créditos del curso.

2.2. Material y estímulos

Se construyó un conjunto de 32 imágenes de bosques y 32 imágenes de ciudades. Estas imágenes fueron seleccionadas de cuatro repositorios de fotografías libres de derechos (unplash.com, pixabay.com, freeimages.com, pixels.com). Cuando fue necesario, las imágenes se redimensionaron o recortaron a una dimensión de 1280x720 píxeles. Ninguna de las

imágenes contenía personas, vehículos o texto legible (en algunos casos, esto se logró mediante la depuración de cierta información).

Dado que este experimento se llevó a cabo a distancia vía internet, se desconocen las características exactas de los ordenadores utilizados por los participantes para ejecutar el experimento como, por ejemplo, el tamaño del monitor. La tarea se programó con el software E-Prime 3.0 de Psychology Software y la distribución de la tarea por internet se implementó con EPrimeGo 1.0 (en ordenadores de tipo PC). Se indicó a los participantes que usaran auriculares o, alternativamente, altavoces conectados a su ordenador durante toda la duración del experimento.

Se usaron dos sonidos (A y B) en la tarea. Ambos eran sonidos de onda sinusoidal y tenían una duración de 200 ms. Uno tenía una frecuencia de 440 Hz y el otro de 1047 Hz. La atribución de las frecuencias a las condiciones auditivas A y B se realizó de manera aleatoria para cada participante. Ambos fueron editados para normalizar su nivel sonoro.

2.3. Procedimiento

En la tarea oddball cross-modal, se pidió a los participantes que categorizaran la dirección en la que apuntaba un estímulo objetivo, un símbolo que aparecía en el centro de la pantalla (“<” o “>”). Tenían que hacerlo ignorando los sonidos irrelevantes de la tarea presentados inmediatamente antes de cada estímulo objetivo, así como la imagen mostrada en el fondo. Cada ensayo comenzaba con la aparición de una imagen de fondo que ocupaba toda la pantalla (lo que denominaremos de ahora en adelante, el contexto) y una cruz de fijación de color blanco en medio de un rectángulo negro ubicado en el centro que ocupaba el 13% del ancho de la pantalla y el 18% de su altura. Estos estímulos permanecían visibles durante todo el ensayo, excepto cuando el estímulo objetivo reemplazaba temporalmente la cruz de fijación (como se describe a continuación). Después de un intervalo de 200 ms, se presentaba durante 200 ms uno de los dos sonidos de onda sinusoidal irrelevantes para la tarea (440 Hz o 1047 Hz). Tras la presentación del sonido, el estímulo objetivo (“<” o “>”, en tamaño de fuente Arial 48) reemplazaba la cruz de fijación durante una duración de 200 ms, seguida de un intervalo adicional de 800 ms antes de que el siguiente ensayo comenzara automáticamente (ver figura 1).

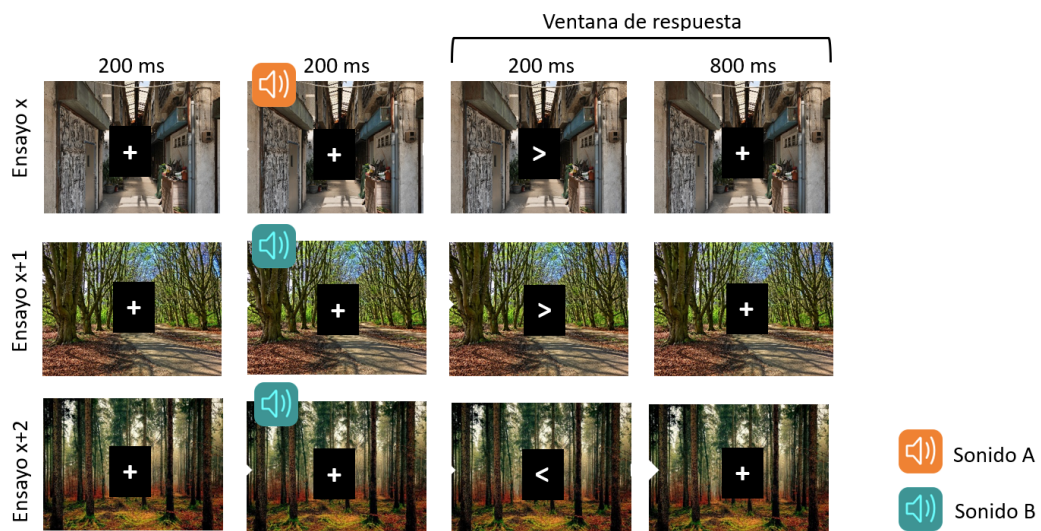


Figura 1. Ilustración de tres ensayos de la tarea

La elección de la imagen de fondo, el sonido y los estímulos objetivo siguió características y probabilidades específicas. En toda la tarea, cada una de las 32 imágenes de bosques y 32 ciudades se utilizaron en 19 ensayos, con series de ensayos del mismo contexto (bosque frente a ciudad) de 3 a 5 ensayos consecutivos, lo que generó un total de 1216 ensayos de prueba. Las imágenes de fondo se muestrearon casi al azar en un nuevo orden aleatorio para cada participante. Entre los ensayos en bosques y ciudades, ambos estímulos objetivo (“<” y “>”) fueron equiprobables. Los dos sonidos irrelevantes (440Hz y 1047Hz) se utilizaron de manera equiprobable en toda la tarea, pero basados en probabilidades muy distintas con cada uno de los dos contextos (bosque vs ciudad). Un sonido (p. ej., 440 Hz) era más probable en un contexto (p. ej., contexto de bosque) que el otro (p. ej., 1047 Hz) - $p = .882$ y $p = .118$, respectivamente -; mientras que estas probabilidades se invertían en el otro contexto (por ejemplo, ciudad) (ver figura 2). Por lo tanto, aunque ningún sonido podría describirse como estándar o desviado en la tarea, los dos sonidos constituían sonidos estándar y desviados dentro de cada contexto específico. Dentro de una serie de ensayos con un contexto específico, nunca se presentaron sonidos desviados en el primer ensayo.

Finalmente, solo la mitad de las series de pruebas de un contexto específico involucraron una prueba con un sonido desviado (de modo que los participantes no pudieron anticipar la presentación de los sonidos desviados dentro de una carrera). Los 1216 ensayos de prueba se dividieron en 4 bloques de 304 ensayos que duraron aproximadamente 7 minutos cada uno.



		Sonido	
		A	B
Tipo de contexto		.8	.2
		.2	.8

Figura 2. Probabilidades condicionales de sonido por contexto

Antes de que los participantes completaran los 4 bloques de ensayos, realizaron un bloque de 10 ensayos de práctica en los que no se presentó ningún sonido o imagen de fondo. Un mensaje de feedback se proporcionaba después de cada respuesta en forma de texto que aparece durante 1500 ms después de la respuesta del participante. Esta feedback indicaba si la respuesta era correcta, incorrecta o instaba a los participantes a responder más rápido si no respondían. El feedback solo se presentó en los ensayos de práctica.

Dado que la tarea se administró a distancia a través de internet, no fue posible controlar los niveles de sonido o equiparlos entre los participantes. Se presentó una introducción de video con audio al comienzo del experimento, invitando a los participantes a usar auriculares y ajustar el nivel de sonido en su ordenador a un nivel cómodo. Además, se programaron pruebas de sonido al inicio del experimento y después del último ensayo de cada bloque. Estas pruebas consistieron en la presentación de 3 dígitos auditivos al azar (p.ej., “374”) que los participantes debían reproducir utilizando el teclado. Se advirtió a los participantes que estos controles se llevarían a cabo en diferentes momentos durante los experimentos. Estos controles se implementaron para reducir el riesgo de que los participantes apagaran el sonido y asegurarse de que usen un nivel sonoro suficiente para escuchar los sonidos presentados en la tarea.

Finalmente, al acabar el experimento, se pidió a los participantes que calificaran en una escala Likert de 9 puntos el grado de su atención en la tarea durante el experimento (de 1, nada en absoluto, a 9, siempre), y que indicaran si habían sido interrumpidos mientras realizaban el experimento (los datos de los participantes que declararon haber sido interrumpidos durante el experimento fueron descartados del análisis).

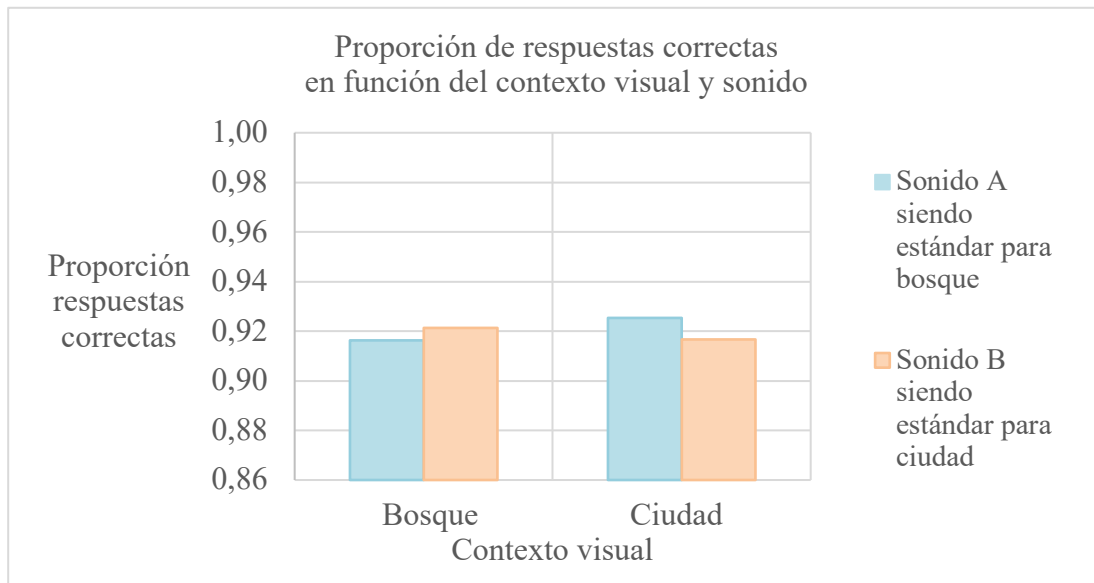
3. Resultados

La autoevaluación del nivel de concentración en la tarea por parte de los participantes era generalmente alta ($M = 6.182$, $SD = 2.404$). Todos los participantes superaron las pruebas de sonido durante el experimento. Con raras equivocaciones, la proporción de aciertos era alta ($M = .905$, $SD = .144$).

Para el análisis de los resultados de la tarea oddball, se utilizó una ANOVA de medidas repetidas, con un diseño de 2 (contexto: bosque, ciudad) x 2 (sonido: A, B). Primero, se describirá este análisis para cada una de las dos variables dependientes siguientes: la proporción de respuestas correctas y los tiempos de respuesta para las respuestas correctas. Estos análisis permitirán establecer si el sistema cognitivo codifica y memoriza las probabilidades de los dos sonidos irrelevantes en función del contexto. Después, se analizarán los aspectos dinámicos de las proporciones de respuestas correctas y de tiempos de respuesta a través de las series de ensayos consecutivos compartiendo el mismo contexto. Estos análisis adicionales permitirán explorar los aspectos dinámicos de la actualización de las probabilidades de los dos sonidos irrelevantes en relación con el contexto. En todos los análisis en el que la prueba de Mauchly es estadísticamente significativa, se aplicará la corrección de Greenhouse-Geisser a los grados de libertad.

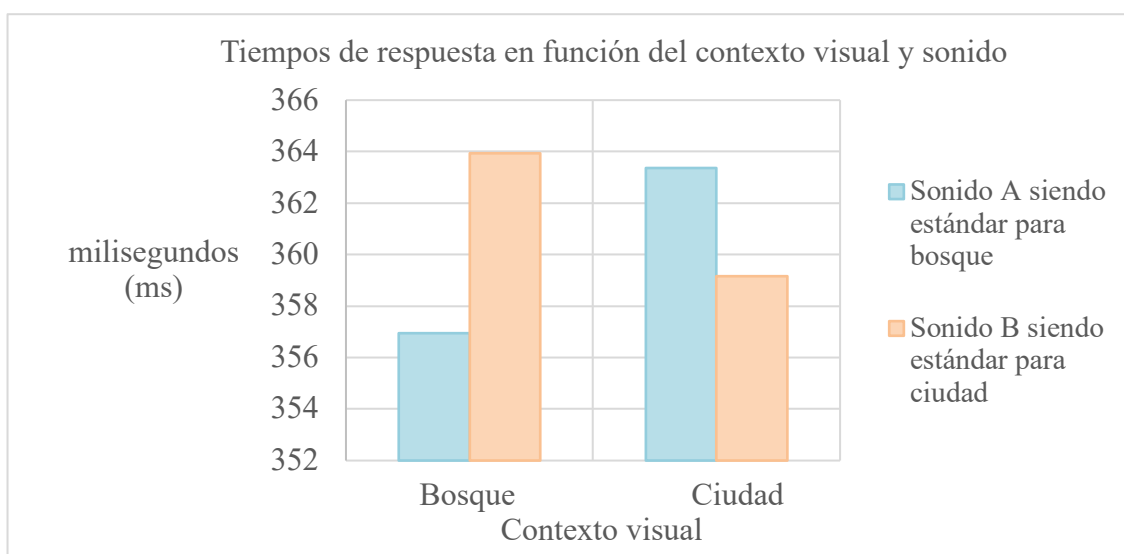
3.1. Análisis principal de la proporción de respuestas correctas y de los tiempos de respuesta

El primer análisis reveló una ausencia de efectos principales del contexto visual [$F(1,54) = .528$, $MSE = 3.580e^{-4}$, $p = .471$, $\eta^2_p = .010$]; y del sonido [$F(1,54) = .217$, $MSE = 1.345e^{-4}$, $p = .643$, $\eta^2_p = .004$] sobre la proporción de respuestas correctas. Sin embargo, la interacción entre contexto y sonido era estadísticamente significativa: $F(1,54) = 5.131$, $MSE = 0.002$, $p = .028$, $\eta^2_p = .087$. El análisis de esta interacción se realizó mediante pruebas t. No se observó diferencia entre los sonidos A y B en el contexto del bosque (el sonido A siendo el más frecuente en este contexto): $t(54) = -1.036$, $p = .305$, $d = -0.14$. La comparación de los sonidos A y B en el contexto de la ciudad reveló una ventaja numérica del sonido A (menos frecuente en este contexto) sobre el sonido B, pero esa diferencia no llegó a ser significativa: $t(54) = 1.998$, $p = .051$, $d = 0.269$ (ver gráfica 1).



Gráfica 1. Proporción de respuestas correctas en función del contexto visual y del sonido

En el análisis de los tiempos de respuesta (TR), no se observó efectos principales del contexto visual [$F(1,54) = .840$, $MSE = 37.706$, $p = .363$, $\eta^2_p = .015$]; o del sonido [$F(1,54) = 2.923$, $MSE = 105.268$, $p = .093$, $\eta^2_p = .051$]. En cambio, la interacción entre contexto y sonido era estadísticamente significativa: $F(1,54) = .34.499$, $MSE = 1724.645$, $p < .001$, $\eta^2_p = .390$. El análisis de esta interacción reveló respuestas significativamente más lentas para el sonido menos frecuente en un contexto determinado: B más lento que A en contexto del bosque [$t(54) = -4.715$, $p < .001$, $d = 0.636$] y A más lento que B en el contexto de la ciudad [$t(54) = 4.362$, $p < .001$, $d = 0.558$] (ver gráfica 2).

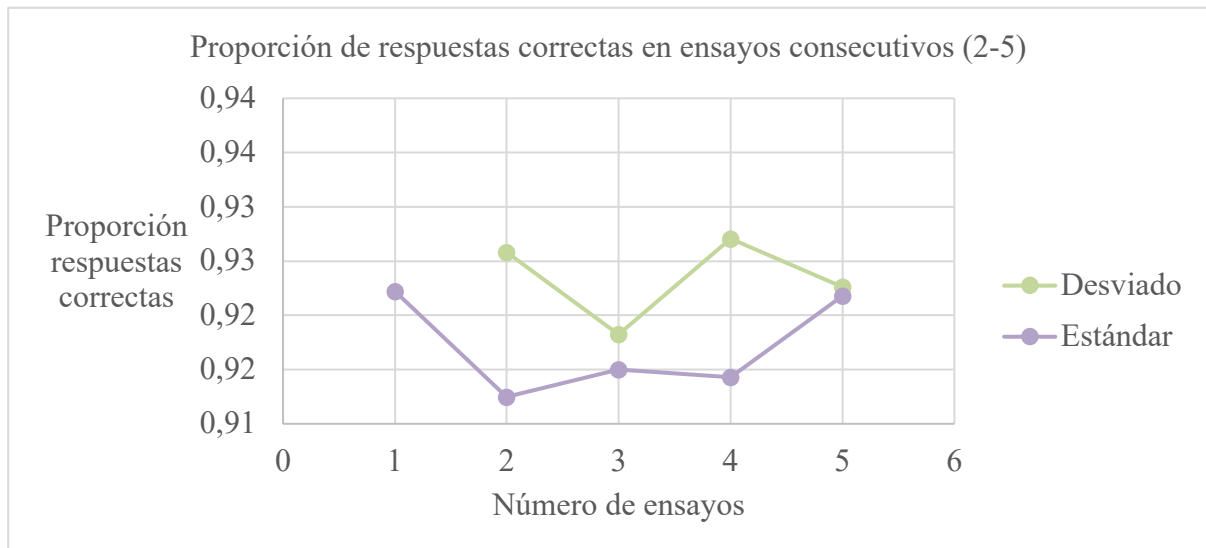


Gráfica 2. Tiempos de respuesta en función del contexto visual y del sonido

3.2. Análisis de los aspectos dinámicos de la distracción entre ensayos consecutivos compartiendo el mismo contexto

El tercer análisis efectuado fue el análisis de proporción de respuestas correctas a través de los ensayos sucesivos de una serie del mismo contexto (series de 3, 4 o 5 ensayos consecutivos con el contexto del bosque, series de 3, 4 o 5 ensayos consecutivos con el contexto de ciudad). Este análisis, para facilitar la interpretación de los datos, se refiere a los sonidos como “estándar” o “desviado” para distinguir entre el sonido más y menos frecuente dentro del contexto actual. Se llevó a cabo una ANOVA de medidas repetidas con un diseño 2 (condición de sonido: desviado, estándar) x 4 (posiciones 2-5). Este análisis reveló un efecto principal de la condición de sonido con una mayor precisión de respuesta en la condición desviada: $F(1,54) = 5.899$, $MSE = 0.006$, $p = .019$, $\eta^2_p = .098$. El efecto principal de posición no era significativo [$F(2.358, 127.339) = 0.415$, $MSE = 0.002$, $p = .695$, $\eta^2_p = .008$] y tampoco lo era la interacción entre sonido y posición [$F(2.263, 143.795) = 1.039$, $MSE = 0.001$, $p = .372$, $\eta^2_p = .019$] (ver gráfica 3).

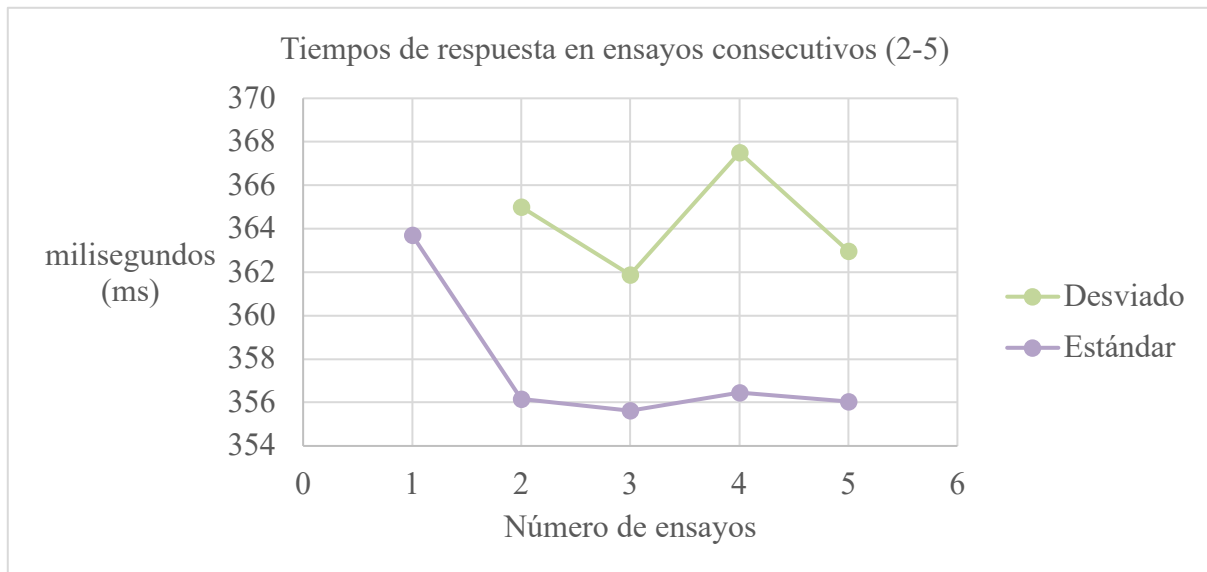
Para averiguar el efecto del primer sonido estándar de una serie (sonido desviado en la serie anterior), se comparó esa condición (1) con el conjunto de los ensayos estándares de la misma serie y (2) con el conjunto de los ensayos desviados de la primera serie. La proporción media de respuestas correctas en un ensayo con sonido estándar ocurriendo en el primer ensayo era significativamente superior al resto de los ensayos estándares de una serie [$t(54) = 2.513$, $p = .015$, $d = 0.339$], pero era comparable a los ensayos desviados de la misma serie [$t(54) = -0.376$, $p = .708$, $d = -0.051$]. Por tanto, se puede concluir que la primera posición con sonido estándar producía el mismo nivel de precisión de respuesta que los ensayos desviados y difiere significativamente de los otros ensayos estándar. En otras palabras, la primera posición con sonido estándar funcionaba como un ensayo desviado en el que, si el sonido A es estándar para el contexto de bosque y el B para el contexto de ciudad, el efecto de la primera posición sería más comparable a un sonido A en el contexto de ciudad (desviado) que no a un contexto de bosque (estándar) obteniendo un mayor número de respuestas correctas (ver gráfica 3).



Gráfica 3. (1) Comparación de la proporción de respuestas correctas en ensayos consecutivos (2-5) entre ensayos estándares de la misma serie y ensayos desviados de la primera serie. (2) Comparación del primer sonido estándar de una serie con los ensayos estándar y con los desviados.

Por último, se analizó los tiempos de respuesta con una ANOVA de medidas repetidas de 2 (condición de sonido: desviado, estándar) x 4 (posiciones 2-5). Los tiempos de respuesta eran más largos en la condición desviada que en la condición estándar: $F(1,54) = 37.995$, $MSE = 5867.555$, $p < .001$, $\eta^2_p = .413$. El efecto principal de posición no era significativo [$F(2,210,119.363) = 2.289$, $MSE = 149.148$, $p = .1$, $\eta^2_p = .041$] y tampoco lo era la interacción entre estos factores [$F(3,162) = 1.616$, $MSE = 104.768$, $p = .188$, $\eta^2_p = .029$] (ver gráfica 4).

Para averiguar el efecto del primer sonido estándar de una serie (sonido desviado en la serie anterior), se comparó esa condición (1) con el conjunto de los ensayos estándares de la misma serie y (2) con el conjunto de los ensayos desviados de la misma serie. El tiempo de respuesta en el primer ensayo estándar de una serie era significativamente más lento que el resto de los ensayos estándares de la serie [$t(54) = 8.512$, $p < .001$, $d = 1.148$] pero comparable a los ensayos desviados de esta serie [$t(54) = 0.295$, $p = .769$, $d = 0.040$]. En resumen, se puede concluir que la primera posición con sonido estándar producía tiempos de respuesta más largos que los otros estándares, a un nivel similar al de los ensayos desviados. Es decir, la primera posición con sonido estándar funcionaba como un ensayo desviado. Por ejemplo, si el sonido A es estándar para el contexto de bosque y el B para el contexto de ciudad, el efecto de la primera posición sería más comparable a un sonido A en el contexto de ciudad (desviado) que no a un contexto de bosque (estándar) obteniendo tiempos de respuestas más largos (ver gráfica 4).



Gráfica 4. (1) Comparación de los tiempos de respuesta en ensayos consecutivos (2-5) entre ensayos estándares de la misma serie y ensayos desviados de la primera serie. (2) Comparación del primer sonido estándar de una serie con los ensayos estándar y con los desviados.

4. Discusión

Varios estudios han demostrado el papel del contexto en fenómenos mnésicos y algunos han sugerido que puede modular también las funciones atencionales. El objetivo de este trabajo era determinar si la distracción por novedad auditiva (un fenómeno robusto y ampliamente demostrado en estudios anteriores) era sensible al contexto visual en el cual se presentaban los estímulos. Se adaptó el paradigma oddball en el que los participantes debían categorizar estímulos objetivos visuales mientras ignoraban sonidos irrelevantes e imágenes de bosques y ciudades de fondo que funcionaban como los contextos. La novedad de este estudio consistía en la manipulación de las probabilidades de presentación de dos sonidos de manera que, en un contexto visual dado, uno constituía el sonido más frecuente (estándar) mientras que el otro constituía un sonido inesperado (desviado), y viceversa en el otro contexto.

En línea con la hipótesis de que el cerebro procesa los estímulos objetivos y los sonidos en asociación con el contexto visual de la tarea, se ha comprobado que el cerebro es capaz de diferenciar entre los sonidos predecibles e inesperados en función del contexto visual ya que los resultados nos permiten observar efectos de sonidos diferentes dentro de cada contexto, es decir, el sonido inesperado para un contexto determinado genera tiempos de respuesta más largos en comparación con el sonido estándar. Además, gracias al análisis de los aspectos

dinámicos de la distracción entre ensayos consecutivos compartiendo el mismo contexto, hemos podido comprobar no solo que el contexto visual modula la distracción auditiva, sino que también se puede determinar que la rapidez con la que el cerebro actualiza las probabilidades es un ensayo.

En la investigación de Cosman y Vecera (2013), el contexto estaba determinado por dos imágenes, una para cada contexto, de manera que los autores no pudieron aclarar si los efectos del contexto se debían a procesos categoriales (categoría de bosque o de ciudad) o eran ejemplares específicos y se preguntaron, para futuros estudios, si los participantes podrían ser capaces de extraer información contextual con más imágenes. Con el presente trabajo, podemos afirmar que el sistema cognitivo sí puede hacerlo ya que el contexto estaba constituido por 64 imágenes diferentes (32 para bosque y 32 para ciudad), con lo cual, la definición de contexto no se puede reducir a una imagen en concreto. Los resultados demuestran que el sistema cognitivo ha procesado las imágenes y ha extraído información común de estas para distinguir dos clases de contextos distintos al haber aprendido las probabilidades de los sonidos en función del contexto. Esto no significa que los contextos definidos por dos imágenes solo sean contextos procesados a nivel semántico, pero demuestra que, como mínimo, cuando las imágenes son muchas, el sistema cognitivo extrae información común y distingue entre dos contextos.

El experimento realizado tiene una serie de limitaciones. Cada participante ejecutó la tarea en sus respectivas casas de manera online, por tanto, no se pudo controlar el ambiente ni equiparar los niveles de sonido entre los participantes. Sin embargo, se efectuaron una serie de medidas para subsanar estas limitaciones. Durante el experimento, se programaron pruebas de sonido para reducir el riesgo de que lo apagaran o que no lo tuvieran a un nivel adecuado y también se insertó un cuestionario al final del experimento para que pudieran expresar su nivel de atención e interrupción durante la tarea. Además, los resultados nos permitieron observar que los efectos observados en cada contexto eran efectos de distracción por novedad funcionalmente similares a los que se observan en una tarea de oddball clásica en la que no se usa ninguna imagen de fondo (los sonidos desviados alargan los tiempos de respuesta en una tarea visual). Por tanto, pese a las limitaciones de haber realizado el experimento online en condiciones diferentes (ambiente, tamaños de pantallas diferentes, quizás con ruido de fondo...), los efectos han salido como se esperaba dando lugar a un resultado firme. Así, la diversidad de condiciones en las cuales los participantes han realizado el experimento da más

robustez a los resultados ya que, incluso a pesar de esta diversidad de condiciones y tener menor control en comparación con realizar el experimento en un laboratorio, han salido efectos claros.

Para futuros estudios, sería interesante (1) determinar la naturaleza exacta del contexto, es decir, en qué medida este contexto se define a nivel semántico (concepto de “bosque” versus “concepto de ciudad”) y en qué medida en términos más perceptuales (por ejemplo, cada contexto tenía características similares, así en las imágenes de bosque se observaba la presencia de elementos verticales, tonos verdosos y las imágenes de ciudad tenían una perspectiva parecida y colores más grisáceos), es posible que ambos sean importantes. (2) Otro aspecto para tener en cuenta en trabajos próximos es el aspecto dinámico de la reconfiguración mental de las probabilidades asociadas a un contexto, es decir, sabemos que el cerebro tarda un ensayo en actualizar las probabilidades de los sonidos, pero no sabemos si realmente se trata de superar un ensayo o si está más relacionado con un aspecto temporal. Para estudiarlo, se podría variar paramétricamente el intervalo temporal entre la presentación de la imagen al inicio de cada ensayo y el momento de la presentación del sonido, así se podría determinar en qué momento opera la reconfiguración. (3) También se podría estudiar si el cerebro es capaz de representar probabilidades condicionales más complejas. En el presente trabajo, intervienen dos sonidos (A y B) con dos probabilidades condicionales (.8 y .2). Para investigaciones posteriores se podría jugar con más sonidos y con diferentes probabilidades para observar si los efectos son similares o no al estudio descrito y averiguar cuanta información probabilística el sistema cognitivo es capaz de aprender y usar. (4) Una última línea podría ser la de realizar un análisis de imágenes para saber si hay algunas que generan más efectos que otras, determinar cuáles son y por qué.

5. Conclusión

A modo de conclusión, este trabajo es un estudio novedoso ya que, aunque se ha visto la importancia del contexto en la memoria y la atención en otros artículos, no se había analizado hasta ahora si la generación de predicciones sensoriales y la distracción auditiva pueden ser moduladas por un entorno visual de fondo. De esta manera, nuestros resultados demuestran claramente un efecto del contexto visual sobre la distracción auditiva ya que se ha comprobado que el cerebro es capaz de codificar las diferencias entre sonidos predecibles e inesperados en función de este contexto visual a partir de los diferentes efectos de sonidos dentro de cada contexto en el que el sonido inesperado genera tiempos de respuestas más largos.

6. Bibliografía

- Anderson, B. A. (2015). Value-driven attentional priority is context specific. *Psychonomic Bulletin & Review*, 22(3), 750-756.
- Berti, S., & Schröger, E. (2001). A comparison of auditory and visual distraction effects: Behavioral and event-related indices. *Cognitive Brain Research*, 10(3), 265–273. [https://doi.org/10.1016/S0926-6410\(00\)00044-6](https://doi.org/10.1016/S0926-6410(00)00044-6)
- Bjork, R. A., & Richardson-Klavehn, A. (1989). On the puzzling relationship between environmental context and human memory. In C. Izawa (Ed.), *Current issues in cognitive processes: The Tulane Flowerre Symposium on cognition* (pp. 313-344). Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates. Retrieved from <https://acortar.link/omzQC>
- Brosowsky, N. P., & Crump, M. J. (2016). Context-specific attentional sampling: Intentional control as a pre-requisite for contextual control. *Consciousness and cognition*, 44, 146-160.
- Carr, H. A. (1925). *A study of mental activity*. New York: Longmans, Green.
- Chen, S., & Sussman, E. S. (2013). Context effects on auditory distraction. *Biological psychology*, 94(2), 297-309.
- Cosman, J. D., & Vecera, S. P. (2013). Context-Dependent control over attentional capture. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 39(3), 836–848. <https://doi.org/10.1037/a0030027>
- Elliot, E., & Cowan, N. (2001). Habituation to Auditory Distractors in a Cross-Modal, Color-Word Interference Task. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 27(3), 654-667.
- Escera, C., Alho, K., Winkler, I., & Näätänen, R. (1998). Neural Mechanisms of Involuntary Attention to Acoustic Novelty and Change. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 10(5), 590-604.
- Friedel, E. B. N., Bach, M., & Heinrich, S. P. (2020). Attentional interactions between vision and hearing in event-related responses to crossmodal and conjunct oddballs. *Multisensory Research*, 33(3), 251–275. <https://doi.org/10.1163/22134808-20191329>
- Godden, D. R., & Baddeley, A. D. (1975). Context-dependent memory in two natural environments: Land and underwater. *British Journal of Psychology*, 66, 325-331.

- Godden, D. R., & Baddeley, A. D. (1980). When does context influence recognition memory? *British Journal of Psychology*, *71*, 99-104.
- Horváth, J., & Bendixen, A. (2012). Preventing distraction by probabilistic cueing. *International Journal of Psychophysiology*, *83*(3), 342–347. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2011.11.019>
- Hughes, R. W., Vachon, F., & Jones, D. M. (2007). Disruption of short-term memory by changing and deviant sounds: Support for a duplex-mechanism account of auditory distraction. *Journal of Experimental Psychology-Learning Memory and Cognition*, *33*(6), 1050–1061. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.33.6.1050>
- Isarida, T., & Isarida, T. K. (2007). Environmental context effects of background color in free recall. *Memory & Cognition*, *35*, 1620-1629. <http://dx.doi.org/10.3758/BF03193496>
- Isarida, T., & Isarida, T. K. (2014). Environmental context-dependent memory. In A. J. Thirnton (Ed.) *Advances in Experimental Psychology Research* (pp. 115-151). New York: NOVA Science Publishers.
- Isarida, T., Isarida T.K, Kubota, T., Yannan, Y., Sakakibara, I., y Kato, D. (2021). Facilitation effect of incidental environmental context on the computer screen for paired-associate learning. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*. DOI: 10.1177/17470218211011005
- Ljungberg, J. K., & Parmentier, F. B. R. (2012). Cross-modal distraction by deviance: Functional similarities between the auditory and tactile modalities. *Experimental Psychology*, *59*(6), 355–363. <https://doi.org/10.1027/1618-3169/a000164>
- Lynn, R. (1966). *Attention, Arousal and the Orientation Reaction*. Oxford: Pergamon Press.
- Parmentier, F. B. R. (2014). The cognitive determinants of behavioral distraction by deviant auditory stimuli: A review. *Psychological Research*, *78*(3), 321–338.
- Parmentier, F. B. R., Elford, G., Escera, C., Andrés, P., San Miguel, I. (2008). The cognitive locus of distraction by acoustic novelty in the cross-modal oddball task. *Cognition*, *106*, 408–432. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2007.03.008>
- Parmentier, F. B. R., Vasilev, M. R., & Andrés, P. (2018). Surprise as an explanation to auditory novelty distraction and post-error slowing. *Journal of Experimental Psychology: General*, *148*(1), 192–200. <https://doi.org/10.1037/xge0000497>
- Schröger, E. (1996). A neural mechanism for involuntary attention shifts to changes in auditory stimulation. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *8*(6), 527–539. <https://doi.org/10.1162/jocn.1996.8.6.527>

- Schröger, E. (1997). On the detection of auditory deviations: A pre-attentive activation model. *Psychophysiology*. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1997.tb02395.x>
- Smith, S. M., Glenberg, a., y Bjork, R. A. (1978). Environmental context and human memory. *Memory and cognition*, 6, 342-353.
- Smith, S. M. (2013). Effects of environmental context on human memory. In T. J. Perfect and D.S. Lindsay (Eds.), *Sage handbook of applied memory* (pp. 162-182). London, UK: Sage. Recuperado de <https://acortar.link/19WDC>
- Smith, S. M., & Vela, E. (2001). Environmental context-dependent memory: A review and meta-analysis. *Psychonomic bulletin & review*, 8(2), 203-220.
- Sokolov, E. N. (1963). Higher Nervous Functions: The Orienting Reflex. *Annual Review of Physiology*, 25(1), 545–580. <https://doi.org/10.1146/annurev.ph.25.030163.002553>
- Turatto, M., Bonetti, F., & Pascucci, D. (2018). Filtering visual onsets via habituation: A context-specific long-term memory of irrelevant stimuli. *Psychonomic bulletin & review*, 25(3), 1028-1034.
- Vasilev, M. R., Parmentier, F. B. R., & Kirkby, J. A. (2021). Distraction by auditory novelty during reading: Evidence for disruption in saccade planning, but not saccade execution. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 74(5), 826– 842. <https://doi.org/10.1177/1747021820982267>
- Wessel, J. R. (2018). Surprise: A More Realistic Framework for Studying Action Stopping? *Trends in Cognitive Sciences*, 22(9), 741–744. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2018.06.005>