



Universidad Autónoma de Tlaxcala

Posgrado en Ciencias Biológicas

Efectos del ruido de tráfico rodado sobre procesos
cognitivos en estudiantes universitarios

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

P r e s e n t a

Horeb Hesiquio Sevilla Pérez

Co-directores

Dr. Alejandro Ríos Chelén
Dra. Verónica Reyes Meza

Tlaxcala, Tlax.

Julio, 2023



Universidad Autónoma de Tlaxcala

Posgrado en Ciencias Biológicas

Efectos del ruido de tráfico rodado sobre procesos
cognitivos en estudiantes universitarios

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE

MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

P r e s e n t a

Horeb Hesiquio Sevilla Pérez

Comité Tutoral

Dr. Alejandro Ríos Chelén
Dra. Verónica Reyes Meza
Dra. Margarita Martínez Gómez
Dra. Karla Sánchez Cruz

Tlaxcala, Tlax.

Julio, 2023

La presente tesis se realizó en el Laboratorio de Psicobiología del Desarrollo del Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta (CTBC), perteneciente a la Universidad Autónoma de Tlaxcala (UATx)/Unidad Periférica del Instituto de Investigaciones Biomédicas de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), en el Estado de Tlaxcala, México. La Maestría en Ciencias Biológicas está registrada en el Programa para el Fortalecimiento del Padrón Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC).

El trabajo de campo se realizó en la Facultad de Trabajo Social, Sociología y Psicología de la UATx.

Para el desarrollo de la investigación se contó con el financiamiento del Posgrado en Ciencias Biológicas de la UATx y con una beca del CONACYT (1145152) a HHSP.



**COORDINACIÓN MAESTRÍA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE TLAXCALA
P R E S E N T E**

Los abajo firmantes, miembros del jurado evaluador del proyecto de tesis que **Horeb Hesiquio Sevilla Pérez** realiza para la obtención del grado de **Maestra en Ciencias Biológicas**, expresamos que, habiendo revisado la versión final del documento de tesis, damos la aprobación para que ésta sea impresa y defendida en el examen correspondiente. El título que llevará es **“Efectos del ruido de tráfico rodado sobre procesos cognitivos en estudiantes universitarios”**.

Sin otro particular, aprovechamos para enviarle un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E
TLAXCALA, TLAX., A 29 DE JUNIO DEL 2023

DR. AMANDO BAUTISTA ORTEGA

DR. ALEJANDRO ARIEL RÍOS CHELÉN

DRA. MARGARITA JUÁREZ ROMERO

DRA. KARLA CRUZ SANCHEZ

DR. HÉCTOR JUAN PELAYO GONZÁLEZ



CENTRO TLAXCALA DE BIOLOGÍA DE LA CONDUCTA
Coordinación de la División de Ciencias Biológicas
Secretaría de Investigación Científica y Posgrado

COMITÉ ACADÉMICO
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

Sirva este medio para describir el proceso de revisión de la tesis realizada por el estudiante Horeb Hesiquio Sevilla Pérez titulada “Efectos del ruido de tráfico rodado sobre procesos cognitivos en estudiantes universitarios” para optar por su grado de **Maestro en Ciencias Biológicas**.

El documento de la tesis de Horeb Hesiquio Sevilla Pérez fue revisado por mí, Dr. Alejandro Ríos Chelén como director de tesis, y por la Dra. Verónica Reyes Meza como su co-directora, antes de presentarse en cada examen tutorial y posteriormente a los exámenes tutorales. Los miembros de su comité tutorial realizaron también sus respectivas observaciones. De manera que el documento, llevó un proceso de revisión por varios profesores expertos en el tema. El documento final de la tesis fue procesado con el programa de Turnitin marcando poco texto con similitudes (4%). En este proceso no se consideraron similitudes de bibliografía, citas y coincidencias menores; se excluyeron también algunas frases de uso común, y nombres propios (e.g. prueba de discriminación auditiva, Comité de Bioética).

Por lo anterior, se considera que un 4% de similitud no constituye una tesis basada en plagio. Se adjunta copia de pantalla de resultados de Turnitin.

Sin más por el momento, reciban atentos saludos.

CORDIALMENTE
Tlaxcala, Tlax., a 14 de diciembre, 2023

Alejandro Ríos
Alejandro Ariel Ríos Chelén
Director de tesis


Dra. Verónica Reyes Meza
Co-directora de tesis



Sistema Institucional de Autogestión de la Calidad Certificado bajo la Norma:
ISO 9001:2015-NMX-CC-9001-IMNC-2015



1993 - 2023
 Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta
 Universidad Autónoma de Tlaxcala
 Universidad Nacional Autónoma de México

CENTRO TLAXCALA DE BIOLOGÍA DE LA CONDUCTA

Coordinación de la División de Ciencias Biológicas

Secretaría de Investigación Científica y Posgrado

Horeb Sevilla Pérez TesisSoloTextoDesdeResumen.docx

Cambiar a la nueva versión

Detalles de la entrega

Ayuda



RESUMEN

Se ha demostrado que la contaminación acústica influye de manera negativa en la salud de los individuos, tanto fisiológica como psicológicamente. En humanos, el ruido urbano está asociado a algunas afecciones como: aceleración del pulso, aumento de la presión arterial, dolor de cabeza, gastritis, colitis, infartos, alteración del sistema inmune, pérdida de la capacidad auditiva, estrés, fatiga, depresión, ansiedad, histeria, disminución en el desempeño cognitivo y falta de concentración. Sin embargo, los efectos del ruido urbano (contaminante acústico al que las personas están más expuestas) sobre los procesos cognitivos en humanos ha sido poco estudiado. En este trabajo se evaluaron posibles efectos del ruido urbano en procesos cognitivos. Para ello se aplicó una entrevista breve y una prueba de discriminación auditiva, posteriormente se aplicaron tareas de atención, concentración, memoria y fluidez verbal en presencia de Ruido Urbano, se les otorgaron dos minutos de reposo, al terminar este periodo se aplicaron nuevamente las tareas cognitivas con modificaciones para disminuir el efecto de aprendizaje, sin Ruido Urbano. Para controlar un posible efecto de orden, a la mitad de los sujetos se le expuso primero al tratamiento de No Ruido Experimental (NRE) y luego al tratamiento de Ruido Urbano Experimental (RUE) y a la mitad de los sujetos primero a RUE y después a NRE. Los resultados mostraron que el 70.5% de nuestros participantes (40 personas) puntuaron bajo (< 90) en la prueba de discriminación auditiva de Wepman y sólo un 29.5% (18 personas) puntuó dentro del rango normal (= o > 90). Respecto a las tareas cognitivas, los hombres tuvieron una mayor puntuación que las mujeres en la prueba de detección visual, además hubo una correlación positiva entre la edad del participante y la puntuación en las tareas de detección visual y fluidez verbal.

Fuentes principales

Todas las fuentes

0

Marcas de alerta

6 Similarity Exclusions

4%

Similitud general

1	www.animalbehaviorsociety.org	<1%
2	docplayer.es	<1%
3	es.slideshare.net	<1%
4	pesquisa.bvsalud.org	<1%
5	paleodiversitas.org	<1%
6	www.dspace.uce.edu.ec	<1%
7	eprints.ucm.es	<1%
8	gredos.usal.es	<1%
9	repositorio.unesum.edu.ec	<1%
10	efemeridespampeanas.wordpress.com	<1%
11	orezi.com	<1%

Compartir

Página 1 de 17



Sistema Institucional de Autogestión de la Calidad Certificado bajo la Norma:
 ISO 9001:2015-NMX-CC-9001-IMNC-2015

AGRADECIMIENTOS

Al CTBC de la UATx por las facilidades dadas en espacio y tiempo, al área académica por contribuir en mi formación profesional y al personal administrativo, ya que sin ellos no se hubiese logrado esta investigación.

También agradecer el apoyo económico brindado por el financiamiento del Posgrado en Ciencias Biológicas de la UATx, con a la beca del CONACYT (1145152) asignado a HHSP.

Además, reconocer al comité tutorial compuesto por los Dres. Alejandro Ríos Chelén, Verónica Reyes Meza, Margarita Martínez Gómez, y Karla Sánchez Cruz sus enseñanzas estarán siempre presentes en mi desarrollo académico y personal.

AGRADECIMIENTOS PERSONALES

Sería injusto agradecer de manera tan breve a todos aquellos que se vieron involucrados en esta investigación, puesto que su gran ayuda no se reflejaría con estas palabras. Así que, aunque solo sean palabras, el sentimiento que tuve al escribir esto es de eterno reconocimiento. Empezaría con las personas al CTBC que conforman el cuerpo administrativo y de confianza, seguiría con el cuerpo académico tan excelente que integra el CTBC, en especial al laboratorio de Psicología del Desarrollo, su compañía hizo que mi formación fuera muy alegre.

DEDICATORIA

A la nueva familia que se formó durante el posgrado, la cual de manera inesperada llegó a mi vida. De igual manera a mi Padre que me mira desde el cielo, a mi Mamá, mi Hermano y mi pequeño sobrino Matías. También para aquellas amistades que se formaron en estos dos años y espero que duren en lo que me resta de vida. A todos ustedes ¡Muchas gracias!

RESUMEN

Se ha demostrado que la contaminación acústica influye de manera negativa en la salud de los individuos, tanto fisiológica como psicológicamente. En humanos, el ruido urbano está asociado a algunas afecciones como: aceleración del pulso, aumento de la presión arterial, dolor de cabeza, gastritis, colitis, infartos, alteración del sistema inmune, pérdida de la capacidad auditiva, estrés, fatiga, depresión, ansiedad, histeria, disminución en el desempeño cognitivo y falta de concentración. Sin embargo, los efectos del ruido urbano (contaminante acústico al que las personas están más expuestas) sobre los procesos cognitivos en humanos ha sido poco estudiado. En este trabajo se evaluaron posibles efectos del ruido urbano en procesos cognitivos. Para ello se aplicó una entrevista breve y una prueba de discriminación auditiva, posteriormente se aplicaron tareas de atención, concentración, memoria y fluidez verbal en presencia de Ruido Urbano, se les otorgaron dos minutos de reposo, al terminar este periodo se aplicaron nuevamente las tareas cognitivas con modificaciones para disminuir el efecto de aprendizaje, sin Ruido Urbano. Para controlar un posible efecto de orden, a la mitad de los sujetos se le expuso primero al tratamiento de No Ruido Experimental (NRE) y luego al tratamiento de Ruido Urbano Experimental (RUE) y a la mitad de los sujetos primero a RUE y después a NRE. Los resultados mostraron que el 70.5% de nuestros participantes (40 personas) puntuaron bajo (< 90) en la prueba de discriminación auditiva de Wepman y sólo un 29.5 % (18 personas) puntuó dentro del rango normal ($= o > 90$).

Respecto a las tareas cognitivas, los hombres tuvieron una mayor puntuación que las mujeres en la prueba de detección visual, además hubo una correlación positiva entre la edad del participante y la puntuación en las tareas de detección visual y fluidez verbal fonológica. Como conclusión sugerimos que el ruido urbano tiene un efecto en los procesos cognitivos, pero este efecto depende del orden de tratamiento.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES.....	3
2.1 El ruido y sus afecciones en la salud	4
2.2 Asociación entre el ruido y enfermedades cardiovasculares	5
2.3 El ruido y el estrés	6
2.4 El ruido y los procesos cognitivos.....	7
3. JUSTIFICACIÓN.....	9
4. HIPÓTESIS.....	10
5. OBJETIVOS.....	10
5.1 General.....	10
5.2 Específicos	10
6. METODOLOGÍA.....	11
6.1 Permiso de Bioética	11
6.2 Participantes.....	11
6.3 Instrumentos.....	12
6.4 Pruebas cognitivas	14
6.5 Sitio de evaluación.....	15
6.6 Procedimiento	15
6.7 Análisis estadístico	18
7. RESULTADOS	19
7.1 Resultados del bloque I.....	19
7.2 Resultados del bloque II (Modelo lineal generalizado de medidas repetidas)	24
7.2.1 Detección visual	24
7.2.2 Resta sucesiva	28
7.2.3 Memoria verbal.....	29
7.2.3.1 Resultados memoria (1ra repetición)	29
7.2.3.2 Resultados memoria (2da repetición).....	30
7.2.3.3 Resultados memoria (3ra repetición)	34
7.2.4. Resultados de proceso visoespacial	36
7.2.5 Resultados de fluidez verbal	37
7.2.5.1 Resultados fluidez verbal semántica	37

7.2.5.2 Resultados fluidez verbal fonológica	40
7.2.6 Resultados cálculo	43
8. DISCUSIÓN.....	44
9. CONCLUSIÓN	48
11. BIBLIOGRAFÍA.....	50
ANEXO 1	59
ANEXO 2	60
ANEXO 3	61
ANEXO 4.....	64

1. INTRODUCCIÓN

El ruido urbano o antrópico se define como el sonido creado por artefactos construidos por el ser humano. Este ruido genera contaminación acústica que es el exceso de sonido que altera las condiciones normales del ambiente (como ruido de maquinaria, autos, fábricas, generadores eléctricos, etc.), la cual puede producir efectos negativos en la salud de las personas (WHO, 2011). También el ruido se divide en biótico y abiótico, el ruido biótico es considerado como aquellos sonidos producidos por seres vivos, mientras que el ruido abiótico es producido por fuentes naturales como viento, agua, etc. (Radford, *et al.*, 2014 y Virant-Doberlet *et al.*, 2014).

El ruido ambiental es uno de los principales elementos de contaminación en las ciudades modernas. Berglund *et al.*, (2000) señalan que la contaminación auditiva es el tercer problema ambiental de mayor relevancia en el mundo. De acuerdo con el Instituto de Ruido de Londres, los vehículos, con sus mecanismos, motores y el roce de los neumáticos con el pavimento, son los máximos responsables del ruido total en las grandes urbes (Ruza, 1988). Ulrich (1998) afirma que el ruido urbano y la contaminación acústica se deben al crecimiento económico y al tráfico motorizado.

El estrés causado por algunos factores, como el ruido urbano, puede provocar cambios cognitivos y de comportamiento y repercutir negativamente en la salud (Guski, *et al.*, 1999; Stanfield *et al.*, 2005; Babisch, 2006; Clark, 2007). Sin embargo, Lercher (1996) descubrió que la molestia puede no ser una variable mediadora entre el ruido y los trastornos psicológicos, mientras que la sensibilidad al ruido sí puede serlo.

Son muchas las variables que intervienen en la determinación de la sensibilidad de los seres humanos al ruido urbano; por lo tanto, no es sorprendente que el efecto de este contaminante sobre la salud mental humana sea difícil de predecir, como una comparación transcultural de los niveles de molestia entre una ciudad italiana (Ferrara) y una ciudad sueca (Estocolmo) reveló una diferencia de aproximadamente 10 dB(A) en las reacciones de molestia ante la misma exposición al ruido, con la población sueca puntuando más alto en la escala de sensibilidad al ruido urbano que los italianos, lo que sugiere que los suecos están menos acostumbrados a altos niveles de ruido en comparación con los italianos quienes están más

acostumbrados al contaminante acústico. Los autores sugieren que la diferencia de respuesta entre ambas poblaciones podría deberse a diferencias socioculturales, biológicas o a una combinación de ambas (Jonsson *et al.*, 1969).

Hay pocos estudios que aborden el impacto del ruido sobre los procesos cognitivos en estudiantes universitarios adultos (véase Fernández *et al.*, 2014; Masullo *et al.*, 2021). Esto brinda la oportunidad para investigar los efectos del ruido sobre los procesos cognitivos en dicha población. Obtener esta información es de suma importancia, dado que el ruido urbano siempre estará presente junto con el crecimiento globalizado de las ciudades. Por esta razón, es imperativo conocer los efectos que el ruido urbano tiene sobre el desempeño cognitivo de las personas, para ayudar a crear estrategias de mitigación y mejorar el desempeño cognitivo en presencia de tal estresor.

2. ANTECEDENTES

Existen pocas investigaciones enfocadas específicamente en saber cómo afecta el ruido urbano en el desempeño de los procesos cognitivos en adultos (e.g. Jonsson *et al.*, 1969; Cohen *et al.*, 1986; Lercher, 1996; Guski *et al.*, 1999; Stansfeld *et al.*, 2005; Clark, 2007; Mohamadi, 2009; Fernández *et al.*, 2014 y Masullo *et al.*, 2021); la mayoría de las investigaciones han sido correlacionales o se han centrado en el rendimiento humano en el lugar de trabajo o en contextos educativos, con el fin de estudiar la productividad y el aprendizaje. Sin embargo, la literatura relacionada con el ruido ambiental en adultos es limitada.

El ruido en las ciudades se presenta a partir de numerosas fuentes, el tráfico rodado, al que de una u otra manera todos contribuimos; el desplazamiento vial en transporte privado o condición de las calles, el abuso en el uso de claxon y bocinas, alarmas y sonidos de ambulancias, contribuyen a que las ciudades presenten frecuentemente niveles por encima de los 70 dB. Mohamadi (2009), a través de una encuesta, encontró que en Kenen (Irán) el 50% de los encuestados considera al ruido de tráfico rodado como la principal fuente de ruido; además el 86% y el 86.6% reportaron molestias fisiológicas y psicológicas, respectivamente. Van Kempen *et al.*, (2002) encontraron que el ruido urbano es un problema ambiental persistente dado que, en Europa, unos 450 millones de personas están expuestas diariamente a niveles de ruido equivalentes al menos a 55 dB, 113 millones de personas están expuestas a niveles de ruido equivalentes al menos a 65 dB(A) y 9.7 millones de personas están expuestas a niveles de ruido equivalentes a 75 dB(A), este dato lo reafirma Esteban (2003). De la misma manera, Lercher (1996) encontró que en Europa la mayoría de la población está expuesta a ruido ambiental por encima de 65 dB, y estos niveles se incrementaron del 15 al 26% en tan sólo una década.

Estudios en Latinoamérica han reportado resultados similares. Por ejemplo, Avela *et al.*, (2017) encontraron que en la ciudad de Guadalajara (México) los residentes están expuestos a niveles de ruido urbano superiores a los recomendados por la WHO (2011) y a la norma oficial mexicana (NOM- 081.ECOL-1994: de 6:00 a 22:00 h 68 dB y de 22:00 a 6:00 h 65 dB). Los niveles que se registraron en Guadalajara fueron de 55-86.5 dB. Otra investigación hecha por Solís (2017) en Lima (Perú) encontró que la población está sujeta a niveles superiores a los aceptados por la OMS (2014), de hasta 80-95 dB.

2.1 El ruido y sus afecciones en la salud

Cuando los niveles de ruido exceden los rangos permitidos se incrementa el riesgo de afectar la salud humana. Algunas consecuencias del ruido urbano en el humano son las siguientes: problemas cardiovasculares (Freichs *et al.*, 1980; Westman 1981; Lercher 1996; Berglund *et al.*, 1999; Stansfeld 2000; Passhier *et al.*, 2000; Babish 2003; Jarup *et al.*, 2008; Kawadda 2011; Allen *et al.*, 2014; Alfie *et al.*, 2017), cerebrovasculares (Freichs *et al.*, 1980; Berglund *et al.*, 1999; Stansfeld 2000; Babish 2003; Kawada 2011; Alfie *et al.*, 2017), problemas psicológicos (Westman 1981; Berglund *et al.*, 1999; Esteban 2003; Stansfeld 2000; Passhier *et al.*, 2000; Kawada 2011; Alfie *et al.*, 2017), estrés (Westman, 1981; cohen *et al.*, 1981; Ruza 1988; Lercher 1996; Berglund *et al.*, 1999; Stansfeld 2000; Passhier *et al.*, 2000; Stansfeld *et al.*, 2005; Rios-Chelen *et al.*, 2009; Kawada 2011; Alfie *et al.*, 2017), disminución de procesos cognitivos (Westman, 1981; cohen *et al.*, 1981; Ruza 1988; Berglund *et al.*, 1999; Stansfeld 2000; Passhier *et al.*, 2000; Stansfeld *et al.*, 2005; Allen *et al.*, 2014; Fernandez *et al.*, 2014; Alfie *et al.*, 2017; Masullo *et al.*, 2021), incremento en la liberación de hormonas relacionadas con el estrés (ACTH, CTH, catecolaminas, glucocorticoides y cortisol) (Westman, 1981; cohen *et al.*, 1981; Stansfeld 2000; Passhier *et al.*, 2000; Kawada 2011; Allen *et al.*, 2014; Alfie *et al.*, 2017), aumento de frecuencia cardiaca (Westman 1981; Lercher 1996; Berglund *et al.*, 1999; Stansfeld 2000; Kawada 2011; Allen *et al.*, 2014; Alfie *et al.*, 2017), tensión muscular (Westman 1981; Alfie *et al.*, 2014), disfunción eréctil (Westman 1981), alteraciones del estado emocional (Westman 1981; Esteban 2003; Stansfeld 2000; Passhier *et al.*, 2000; Kawada 2011; Allen *et al.*, 2014; Alfie *et al.*, 2107), enfermedades gastro intestinales

(Westman 1981; Stansfeld; 2000), problemas para dormir (Lercher 1996; Berglund *et al.*, 1999; Stansfeld 2000; Passhier *et al.*, 2000; Kawada 2011; Fernández *et al.*, 2014; Alfie *et al.*, 2017), hipertensión (Berglund *et al.*, 1999; Stansfeld 2000; Passhier *et al.*, 2000; Babish 2003; Jarup *et al.*, 2008; Alfie *et al.*, 2017), daños al oído (Esteban 2003; Alfie *et al.*, 2017), interfiere con la comunicación (Ríos-Chelén *et al.*, 2009), disminución del funcionamiento del sistema inmune (Westman 1981; Cohen *et al.*, 1981; Stansfeld 2000; Passhier *et al.*, 2000; Kawada 2011), pérdida de audición (Alfie *et al.*, 2017) y problemas en el sistema circulatorio (Berglund *et al.*, 1999; Stansfeld 2000; Passhier *et al.*, 2000; Babish 2003; Jarup *et al.*, 2003; Kawada 2011; Alfie *et al.*, 2017)

Lercher (1996) sugiere que los efectos en la salud causados por contaminación acústica a corto plazo son mínimos, pero a largo plazo pueden ser significativos. Varios científicos han investigado la relación que hay entre el ruido y la salud humana (mental y física) (e.g. Tarnopolsky *et al.*, 1978; Frerichs *et al.*, 1980). Por ejemplo, algunas investigaciones han encontrado asociaciones entre el ruido urbano y síntomas psicológicos (Westman 1981; Berglund *et al.*, 2000; Esteban 2003; Stansfeld 2000; Passhier *et al.*, 2000; Kawada 2011; Alfie *et al.*, 2017) pero hay más investigaciones sobre efectos cardiovasculares asociados al ruido (Freichs *et al.*, 1980; Westman 1981; Lercher 1996; Berglund *et al.*, 2000; Stansfeld 2000; Passhier *et al.*, 2000; Babish 2006; Jarup *et al.*, 2008; Kawada 2011; Allen *et al.*, 2014; Alfie *et al.*, 2017).

2.2 Asociación entre el ruido y enfermedades cardiovasculares

De igual manera diversos estudios (Tarnopolsky *et al.*, 1978; Van Kempen *et al.*, 2002; Babisch, 2006; Floud *et al.*, 2013, Orozco *et al.*, 2015) han encontrado que hay una relación entre enfermedades cardíacas, accidentes cerebrovasculares y el ruido de los aviones y del tráfico rodado. Floud *et al.*, (2013) sugieren que estas relaciones podrían estar mediadas por una falta de sueño. Van Kempen *et al.*, (2002) encontraron que el ruido urbano aumenta la probabilidad de infarto de miocardio y se relaciona con un aumento de presión arterial. Confirmando los estudios anteriores, Van kempen *et al.*, (2002) en un metaanálisis de 43 estudios encontraron una relación positiva entre el nivel de ruido urbano, la presión arterial y enfermedades cardiovasculares. Stansfield *et al.*, (2000) encontraron que hombres jóvenes

expuestos al ruido industrial aumentaron sus niveles de colesterol sérico. Este hallazgo puede ayudar a explicar cómo el ruido podría estar relacionado con la enfermedad cardiovascular. Reportó efectos significativos del ruido sobre la presión arterial sistólica, el colesterol total, los triglicéridos totales, la viscosidad de la sangre, el recuento de plaquetas y el nivel de glucosa en sangre.

2.3 El ruido y el estrés

La exposición a ruido urbano activa los receptores sensoriales del oído (Duval *et al.*, 2010), este estímulo viaja por la vía aferente, que empieza desde el oído externo el cual recibe la señal acústica y la dirige hacia el oído medio el cual transduce la señal acústica y la manda al oído interno hacia el nervio auditivo, este manda la señal eléctrica al núcleo coclear, después al complejo olivar, pasa por el colículo inferior y llega hasta la corteza auditiva, donde ocurre la percepción del estímulo. En este proceso es donde se determina si el sonido es molesto o no para el individuo, si es molesto el sonido se cataloga como ruido.

Una vez que se cataloga al estímulo, en este caso el ruido como un estresor viaja por la vía eferente activando el eje hipotálamo-pituitaria-adrenal (HPA) y el eje simpato-adrenomedular (SAM) los cuales ocasionan cambios en varios subsistemas del cuerpo humano (Lercher, 1996). Por ejemplo, bajo la influencia del ruido hay incrementos significativos en la concentración de la hormona del crecimiento (HGH) y hormona adrenocorticotrópica (ACTH), con aumento de cortisol, catecolaminas (adrenalina, noradrenalina y dopamina) y andrógenos (Van kempen *et al.*, 2002; Clark *et al.*, 2006; Colin y Saavedra, 2005; Babisch, 2006; Cacioppo *et al.*, 2007; McEwen y Gianaros, 2010; Ellis *et al.*, 2006; Babisch *et al.*, 2013; Allen *et al.*, 2014).

Así, el ruido urbano puede generar una disminución en la fortaleza del sistema inmunológico, en la toma de decisiones, atención, regulación de la impulsividad y memoria a corto plazo a través de la respuesta fisiológica del estrés (Westman y Walters 1981; Cohen *et al.*, 1986; Lercher 1996; Stansfeld, 2000).

El estrés causado por el ruido urbano genera molestia que resulta en cambios cognitivos y conductuales (Guski, *et al.*, 1999; Stansfield *et al.*, 2005; Babisch, 2006; Clark y Stansfeld 2007). Sin embargo, Lercher (1996) encontró que la molestia podría no ser una variable

mediadora entre el ruido y los trastornos psicológicos, mientras que la sensibilidad al ruido podría ser una variable mediadora y ser un factor de relevancia para los efectos del ruido en la salud mental. Por lo tanto, no es sorprendente que el efecto de los cambios en la exposición de ruido urbano sea difícil de predecir, ya que intervienen muchas variables que determinan la sensibilidad percibida por el sujeto expuesto a ruido urbano.

Una comparación transcultural en los niveles de molestia entre una ciudad italiana (Ferrara) y una sueca (Estocolmo) reveló una diferencia de aproximadamente 10 dB (A) en las reacciones de molestia ante la misma exposición al ruido, siendo la población sueca la que obtuvo un mayor puntaje de sensibilidad al ruido urbano que los italianos. Los autores sugieren que la diferencia en respuesta entre ambas poblaciones podría deberse a diferencias socioculturales, biológicas o una combinación de ambas (Jonsson *et al.*, 1969).

2.4 El ruido y los procesos cognitivos

En relación a procesos cognitivos, se ha encontrado que el ruido urbano provoca estrés en las escuelas cerca de aeropuertos, los infantes en escuelas expuestas a mayores niveles de ruido mostraron mayor dificultad para resolver rompecabezas y frustración en la resolución de tareas, como en las investigaciones de Enmarker (2004), Stansfeld *et al.*, (2005) y Clark *et al.*, (2006) quienes encontraron que las escuelas cercanas a aeropuertos presentan una afección en el desarrollo cognitivo (comprensión lectora) de los niños. Los niños podrían ser particularmente vulnerables a los efectos del ruido debido a su potencial para interferir con el aprendizaje en una etapa crítica del desarrollo y porque tienen menos capacidad que los adultos para anticipar, entender y hacer frente a los factores estresantes, afectando el desarrollo cognitivo de los niños, específicamente la comprensión lectora. Por esto Stansfeld *et al.*, (2005) afirma que las escuelas expuestas a altos niveles de ruido de aviones no son entornos educativos saludables.

También hay evidencia del desarrollo de síntomas psicológicos, pero no sobre la aparición de un trastorno psiquiátrico más grave definido clínicamente. Según Persson-Waye *et al.*, (2001), Hygge, *et al.*, (2002), Clark y Stansfeld (2007), Jahncke, *et al.*, (2012) y Jahncke *et al.*, (2013) la contaminación acústica por ruido urbano puede provocar respuestas de estrés que lleven a un deterioro de los procesos cognitivos.

Los procesos cognitivos básicos según Lozada (2012) son funciones elementales como atención, sensación, percepción y memoria. Estos procesos cognitivos se transforman en procesos superiores cuando son mediados por el lenguaje, creencias, valores y herramientas de adaptación intelectual de la cultura en la que se desarrolla una persona y, por lo tanto, se determinan socioculturalmente.

Uno de los procesos cognitivos estudiados es la memoria, Tulving (1972) la definió como información organizada sobre las palabras y su significado (Sartori *et al.*, 1993; Balota *et al.*, 2000; Graham *et al.*, 2000; Schacter *et al.*, 2000; Tulving, 2000). Otro de los procesos cognitivos es la atención, la cual es la función mental que regula el flujo de la información. La atención puede ser consciente e inconsciente. La consciente es focal y lineal (Percibir los estímulos de interés para las personas. como experiencias, conocimientos y que está disponible en cualquier momento), de contenido limitado por la capacidad de focalizar. La atención inconsciente no es lineal (inconsciente es el nivel de la mente con el conjunto de vivencias de las que el sujeto puede dar cuenta a través de procesos de percepción interna) y su capacidad no está limitada, por ejemplo. la sorpresa, elementos no conocidos en un entorno o elementos conocidos en un entorno desconocido (Sartori *et al.*, 1993; Balota *et al.*, 2000; Graham *et al.*, 2000; Schacter *et al.*, 2000; Tulving, 2000). La atención se va modificando a través del tiempo. Por ejemplo, antes de los 5 años, los rasgos más destacados de un nuevo estímulo son los que capturan la atención del niño. Entre los 5 y 7 años ocurre un cambio, la atención está sometida a procesos internos como la estrategia de búsqueda de atención selectiva, que hace referencia a la capacidad de focalizar su mente en un estímulo o tarea en concreto, a pesar de la presencia de otros estímulos ambientales, esto ocurre cuando los niños maduran, se vuelven más sistemáticos, flexibles y menos egocéntricos (Sartori *et al.*, 1993; Balota *et al.*, 2000; Graham *et al.*, 2000; Schacter *et al.*, 2000; Tulving, 2000). Es por eso que las investigaciones en infantes sobre los efectos que tiene el ruido urbano en su aprendizaje han sido prioridad, dejando de lado los efectos que este contaminante auditivo tiene en adultos en los centros de aprendizajes (universidades).

Por ejemplo, investigaciones como la de Fernández *et al.*, (2014) y Masullo *et al.*, (2021) se centraron en investigar procesos cognitivos en hombres y mujeres universitarios, con

presencia de ruido urbano para ver si podían desempeñar tareas cognitivas con la misma habilidad. Estos investigadores afirman que el ruido urbano podría alterar habilidades cognitivas básicas en hombres y mujeres durante la vida diaria. Masullo *et al.*, (2021) encontraron que la capacidad de las mujeres para recuperar información léxico semántica (uso especial del significado y relación de palabras mediante un nexos o término) a largo plazo fue mejor que la de los hombres. Los hombres mostraron un mejor desempeño que las mujeres en tareas de conteo hacia atrás. También, evidencia previa muestra una diferencia de sexo en la percepción del ruido debido a una mayor sensibilidad femenina. De forma general, se encontró que las mujeres superaron a los hombres en tareas verbales y los hombres superaron a las mujeres en memoria de trabajo visoespacial (Masullo *et al.*, 2021). En conclusión, los participantes masculinos y femeninos tienen una tolerancia diferente al ruido urbano.

Otras investigaciones que han usado el ruido como estresor se centraron en obtener marcadores psicofisiológicos (e.g. Smeets *et al.*, 2012; Allen *et al.*, 2014). Estas investigaciones usaron el *Trier Social Stress Test*, (e.g. de tareas, entrevistas públicas, aritmética mental y estímulos). Ellos encontraron que no había un efecto claro del ruido sobre el cortisol, el desempeño en tareas cognitivas o el estrés subjetivo.

Como se observó faltan estudios sobre ruido urbano en adultos y particularmente sobre cómo afecta los procesos cognitivos en estudiantes universitarios. Esto genera una oportunidad para investigar sus efectos en el desempeño de procesos cognitivos. Obtener esta información es de suma importancia, dado que el ruido urbano siempre estará presente junto con el crecimiento globalizado de las ciudades. Por esta razón es imperativo conocer los efectos que tiene el ruido urbano en el desempeño de las personas, para crear estrategias de mitigación y mejorar el desempeño cognitivo en presencia de este estresor.

3. JUSTIFICACIÓN.

El ruido de tráfico rodado se ha hecho presente como uno de los contaminantes más importantes en el mundo, generando efectos negativos en la salud humana. La mayoría de los estudios en humanos se han centrado en analizar consecuencias fisiológicas (e.g. cortisol salival, frecuencia cardíaca, presión arterial, etc.), dejando de lado el desempeño de los procesos cognitivos en estudiantes universitarios. Como se mostró en la literatura, estudios en infantes y el efecto que

tienen el ruido sobre estos abundan. Sin embargo, estudios en una población adulta universitaria son muy pocos. Es de suma importancia conocer cómo el ruido antrópico afecta el desempeño de los procesos cognitivos en estudiantes universitarios dado que en países como en Corea del sur en exámenes de acceso a la universidad, la mayoría del ruido antrópico cesa (aviones, tráfico, bancos, etc.) (vea BBC News Mundo, 2018). Así, nuestro conocimiento sobre su efecto en los procesos cognitivos es limitado. Conocer estos posibles efectos es importante no sólo desde un punto de vista de ciencia básica, sino también para generar lineamientos para que los seres humanos podamos lidiar con este tipo de contaminante y tener mejores estrategias de aprendizaje ante ese contaminante.

4. HIPÓTESIS

El ruido de tráfico rodado disminuye el desempeño de procesos cognitivos en estudiantes universitarios.

5. OBJETIVOS

5.1 General

Probar si la presencia de ruido de tráfico rodado influye en el desempeño de procesos cognitivos en estudiantes universitarios.

5.2 Específicos

1. Calificar la discriminación auditiva en estudiantes universitarios.
2. Evaluar el desempeño de procesos cognitivos de los participantes en condiciones sin ruido de tráfico rodado y después con ruido de tráfico rodado.
3. Establecer las diferencias entre el desempeño cognitivo ante condiciones con y sin ruido de tráfico rodado y su relación con la edad, sexo.

6. METODOLOGÍA

La presente investigación se basó en un enfoque cuantitativo experimental, puesto que los datos obtenidos en las pruebas se contrastaron en dos tratamientos (control y experimental). El primer tratamiento se usó para medir la condición en la que se encuentra el sujeto en el desempeño de tareas cognitivas sin aplicarle el estresor (NRE) y el segundo tratamiento se usó para saber el desempeño del participante aplicando el estresor (RUE). Para controlar un posible efecto de orden, a la mitad de los sujetos se le expuso primero al tratamiento de No Ruido Experimental (NRE) y luego al tratamiento de Ruido Urbano Experimental (RUE) y a la mitad de los sujetos primero a RUE y después a NRE.

La variable independiente es la presencia/ausencia de ruido urbano experimental y la variable dependiente es el puntaje en las tareas cognitivas.

6.1 Permiso de Bioética

Los procedimientos experimentales utilizados fueron aprobados por el Comité de Bioética del Estado de Tlaxcala (COBIET) con el código de aprobación: **CEI01042022** de la de la Secretaría de Salud del Estado de Tlaxcala y siguiendo la Declaración de Helsinki sobre la investigación clínica internacional en seres humanos. Todos los sujetos firmaron un consentimiento informado.

6.2 Participantes

La investigación tuvo una selección de la muestra de tipo no probabilística, es decir, se realizó con voluntarios que cumplieron con los criterios de inclusión. La población con la que se trabajó estuvo integrada por estudiantes de la Universidad Autónoma de Tlaxcala. Los criterios de inclusión fueron: asistir a la Universidad y tener entre 18 y 30 años. Los criterios de exclusión fueron: tener antecedentes neurológicos o psiquiátricos de importancia, estar recibiendo

tratamiento farmacológico o tener problemas de audición. El tamaño de muestra fue de 61 personas (34 mujeres y 27 hombres) con edades entre 18 y 30 años

6.3 Instrumentos

- Entrevista breve (anexo 1): La entrevista breve para este estudio se basó en la utilizada por Mohamadi (2009) para conocer cuál es el ruido más molesto para los participantes, saber si su lugar de residencia estaba cerca de una avenida, carretera o calle muy ruidosa, también se preguntó si el participante despertaba en la noche por el ruido exterior, si escuchaba sus audífonos con máximo volumen y cuántas horas al día los usaba.
- Prueba de Wepman (anexo 2): Se usó con el fin de determinar la habilidad para reconocer las diferencias sutiles que existen entre los fonemas usados en la expresión oral (Ross, 1979). Solamente se pidió al sujeto decir si los estímulos presentados eran iguales o diferentes, ya que los pares de palabras tienen una configuración fonética casi idéntica, a excepción de un fonema. Esta prueba es utilizada como un diagnóstico breve de discriminación auditiva, otorga una puntuación positiva (no tiene problemas de discriminación auditiva) a partir del 90% o más de aciertos y una puntuación negativa (problemas de discriminación auditiva) si se obtienen menos del 90% de aciertos.
- NEUROPSI (anexo 3): Ostrosky-Solís *et al.*, (1999) crearon el NEUROPSI con el fin de estandarizar y probar la confiabilidad de una batería corta de pruebas neuropsicológicas en el idioma español. Fue desarrollada para evaluar brevemente un amplio espectro de funciones cognitivas, incluyendo orientación, atención, memoria, lenguaje, habilidades visuales y funciones ejecutivas. El NEUROPSI incluye elementos relevantes para las comunidades de habla hispana.
- NEUROPSI Modificado (anexo 4): Se modificaron los estímulos del anexo 3, pero las indicaciones son las mismas.

El estímulo al que se expuso a los participantes consistió en una serie de grabaciones de tráfico rodado que se realizaron en la ciudad de Tlaxcala, Tlax., que incluye los sonidos de la calle 20 de noviembre, Av. Diego Muñoz Camargo, central camionera, calle de artesanías, carretera

federal Puebla-Tlaxcala y Av. Politécnico Nacional. En caso de que hubiera otro ruido (e.g. gente hablando) este fue eliminado. La exposición experimental fue de 44 a 68 dB[A] Noismart (2019b) afirma que el decibelio ponderado dBA es la unidad de nivel del ruido en la que se han filtrado las altas y bajas frecuencias, menos perceptibles para el oído humano que alcanza un máximo en las medias frecuencias, que es el nivel máximo recomendado por la WHO (2011) y por la NOM-081-ECOL.1994. Las 60 grabaciones recabadas fueron normalizadas y calibradas a los dB[A] ya mencionados. Sin embargo, durante los recorridos para realizar las grabaciones se registraron sonidos de hasta 78 dB [A] en las calles mencionadas como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Muestreo en diferentes zonas en el centro de la ciudad de Tlaxcala (los valores de ruido se reportan como dB[A], re20 μ Pa).

Lugar de registro	Fecha	Hora	Promedio	Nivel dB Min-Max
Av independencia	22-02-2022	11:00 AM	65 dB	64-78
Carretera federal Puebla- Tlaxcala	22-02-2022	1.25 PM	62dB	54-68
C. Muñoz Camargo No.27 -Av. 20 de Nov.	22-02-2022	2:07 PM	60 dB	56-64
Av. Politécnico	22-02-2022	2:53 PM	61 dB	48-74
Central camionera	22-02-2022	3:41 PM	64 dB	57-66
Calle de artesanías	22-02-2022	5:40 PM	62 dB	56-66

Utilizamos los siguientes instrumentos para la medición y grabación del sonido (Figura 1).



Figura 1. Equipo para la grabación de sonido, filtro, grabadora y sonómetro (A), marca de la grabadora (B), marca del sonómetro (C).

6.4 Pruebas cognitivas

Las pruebas o tareas cognitivas nos permiten evaluar ciertas funciones cerebrales. Algunas de ellas son; percepción, aprendizaje, lenguaje, pensamiento, atención y memoria. En estas categorías existen tareas específicas las cuales nos pueden ayudar a evaluar el espectro de deterioro cognitivo o de las funciones cerebrales (Eysenck 1985; Lorist *et al.*, 2002; Kelly *et al.*, 2010; Kelly *et al.*, 2012). El NEUROPSI como ya se mencionó es una batería neuropsicológica estandarizada para la población hispanohablante (Ostrosky-Solís *et al.*, 1999). En breve se abordarán las tareas que seleccionamos y aplicamos (cabe mencionar que las tareas del NEUROPSI MODIFICADO son las mismas tareas sólo cambian los estímulos, vea anexo 4).

Tabla 2. Tareas aplicadas en el experimento.

Proceso cognitivo	Tareas	Aplicación de tareas
Atención y concentración	Detección visual	Se coloca la hoja de figuras anexa al protocolo frente al sujeto y se le pide que marque con una "X" todas las figuras que sean iguales a la contenida en la lámina A del material anexo, la cual se presentará durante tres segundos. Posteriormente se le pide que inicie la tarea y a
	20-3	Se le pide al sujeto que a 20 le reste 3 y que continúe hasta que se le indique que se detenga. Detenerlo al llegar a 5. (Esta tarea debe ser realizada por el sujeto mentalmente sin
Codificación	Memoria verbal espontánea	"A continuación le voy a nombrar una lista de palabras, las cuales debe repetir inmediatamente después de que yo termine". En la realización de esta actividad se proporcionarán tres ensayos sin considerar si la persona
	Proceso visoespacial	Se coloca la figura presentada en la lámina No. 1 del material anexo, frente al sujeto como lo ilustra el siguiente esquema Se le proporciona una hoja blanca y un lápiz, y se le da la siguiente instrucción: "Observe con atención esta figura y dibújela en esta hoja". No se permite utilizar regla, ni mover la orientación de la tarjeta modelo No hay tiempo límite, sin embargo, se anota la hora en que se inicia la tarea con el propósito de
Lenguaje	Fluidez verbal	El aplicador le proporcionará al sujeto las siguientes instrucciones: "Mencione (nombre) durante un minuto todos los animales que conozca". Solo se califica las respuestas correctas. No se toman en cuenta los nombres repetidos o los nombres derivados (v. gr. perro, perrito) Si el sujeto se detiene antes de completar los 30 segundos se le motiva a seguir: por ejemplo, "¿Qué otro animal conoce?"
Funciones ejecutivas	Cálculo	Se le pide al sujeto que resuelva mentalmente las correspondientes operaciones y problemas aritméticos.

6.5 Sitio de evaluación

El experimento se llevó a cabo en un cuarto de la Unidad de Atención Integral a la Mujer (UAIM, 4.40m x 2m x 3m) del Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta de la Universidad Autónoma de Tlaxcala. Dicho espacio cuenta con ventilación e iluminación apropiada, y su fachada se muestra en la figura 2.



Figura 2. Sitio de evaluación.

6.6 Procedimiento

1. Se aplicó la entrevista breve (anexo 1) y la prueba de discriminación auditiva Wepman (anexo 2) (Figura 3).
2. Posteriormente se aplicó el NEUROPSI (anexo 3): detección visual, resta sucesiva, memoria verbal espontánea, memoria viso espacial, fluidez verbal, y cálculo durante un

tiempo de 5 minutos en un ambiente sin ruido urbano. Los participantes estuvieron expuestos solo a ruido ambiental (NRE).

3. En seguida se dieron 2 minutos como reposo.
4. Después se aplicó el NEUROPSI MODIFICADO (anexo 4) en un ambiente con ruido urbano experimental (RUE) durante 5 min. El ruido se reprodujo a 3 metros de distancia a 60 dB utilizando lo siguiente (Figura 4).



Figura 3. Representación del procedimiento (aplicación de la prueba de Wepman)



A

B

C

Figura 4. Bocina Sound Track modelo JB-215) y un módulo amplificador para grave y medio (DJSATUSB) (A), consola Behringer 1202FX Xenyx de mezcla 220V (B) y computadora portátil Huawei AMD RYZEN 7 3700U Radeon Vega Mobile.

6.7 Análisis estadístico

Las pruebas estadísticas utilizadas para el análisis de la información se dividieron en dos bloques y se utilizó el programa estadístico SPSS (IBM, STATISTICS 25).

En el bloque I se utilizó una prueba de Shapiro-Wilk para saber la distribución de los puntajes obtenidos en sensibilidad al ruido y en la prueba de discriminación auditiva de Wepman. También se comparó si había diferencias entre el Ruido Urbano Experimental y el ruido ambiental en el lugar de aplicación. Al no tener una distribución normal se utilizó la prueba U de Mann-Whitney para comparar los puntajes entre hombres y mujeres, así como el ruido ambiental y experimental. Asimismo, para los datos obtenidos por las frecuencias en la pregunta de ruidos más molestos y los resultados de la prueba de Wepman se usó una prueba de Shapiro-Wilk para saber su distribución, al no tener una distribución normal se decidió utilizar una Chi-cuadrada, en la encuesta de ruidos más molestos y en el puntaje de la prueba de discriminación auditiva de Wepman.

En el bloque II se usaron ecuaciones de estimación generalizada (GEE) un modelo lineal generalizado que permite medidas repetidas (Liang y Zeger 1986). Se utilizó este modelo debido al tamaño de la matriz. Se obtuvieron datos continuos y discretos.

Se declararon factores fijos el sexo y el orden de tratamiento; el factor repetido fue el tratamiento (presencia/ausencia de ruido experimental, intraindividual) y el factor aleatorio fue la edad. La variable dependiente fue la puntuación en las tareas cognitivas realizadas (puntuación de atención en detección visual, concentración en cálculo mental y resta sucesiva, memoria verbal y visoespacial, y fluidez verbal semántica y fonológica). También buscamos interacciones entre el tratamiento y el orden de tratamiento, entre el sexo y el orden de tratamiento y entre el tratamiento y el sexo.

7. RESULTADOS

7.1 Resultados del bloque I

El nivel de ruido experimental (promedio \pm SE) fue mayor al nivel de ruido ambiental (ruido experimental, 62 dB \pm 3dB; ruido ambiental 39 dB \pm 3dB; $U=12$, $P < 0.01$) (Figura 5).

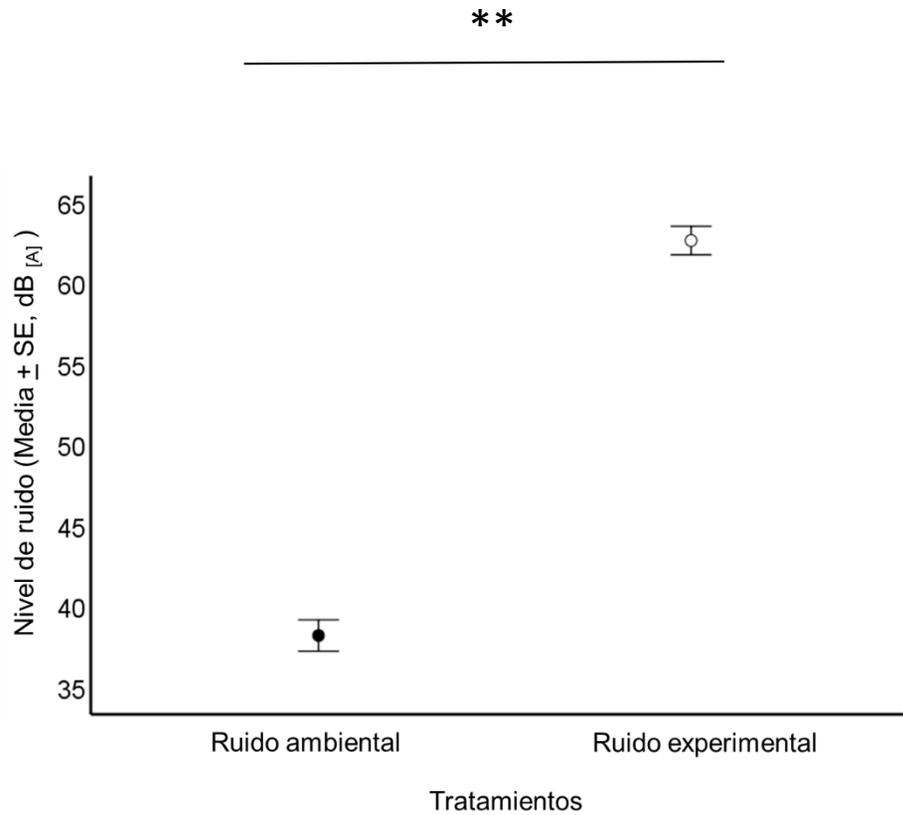


Figura 5. Nivel de ruido ambiental y experimental. El ruido experimental aumentó el nivel de ruido en el lugar de evaluación ($P < 0.01$).

Se aplicó una encuesta a los participantes, con la pregunta ¿Cuál de estos ruidos les parece más molesto? Los participantes tenían 4 opciones: construcción, tráfico rodado, anunciantes y personas hablando. Se encontró que no hubo diferencia significativa entre los grupos ($\chi^2 = 3.852^a$, $gl(3)$, $P = 0.2$) (Figura 6).

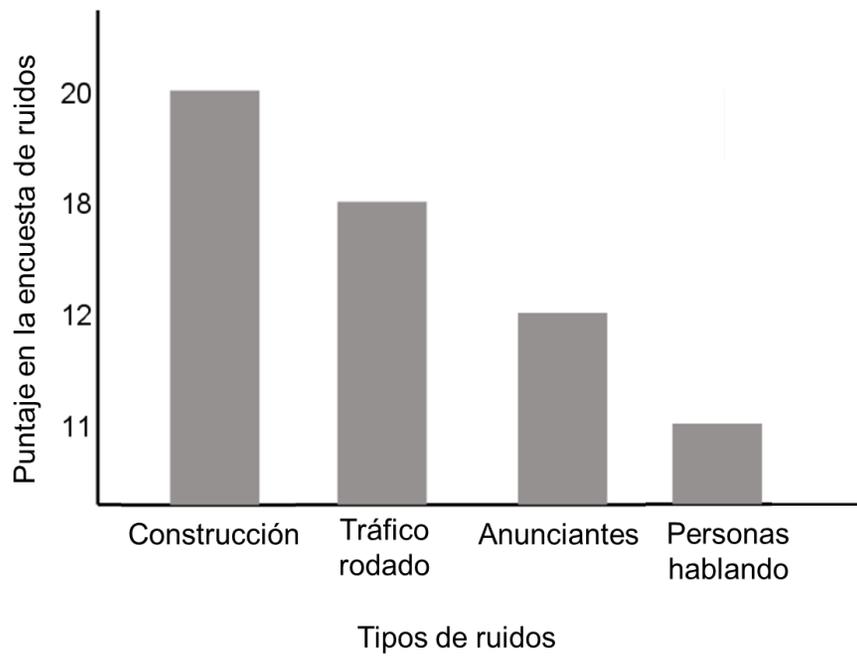


Figura 6. Puntaje en frecuencia en la pregunta ¿Cuál de estos ruidos te parece más molesto?

No se encontró diferencia significativa entre sexos (mujer y hombre) y el puntaje de sensibilidad al ruido. ($U = 42$, $n_{\text{mujeres}} = 27$, $n_{\text{hombres}} = 34$, $P = 0.64$). Esto se refiere a que la sensibilidad al ruido reportada no depende del sexo (Figura 7).

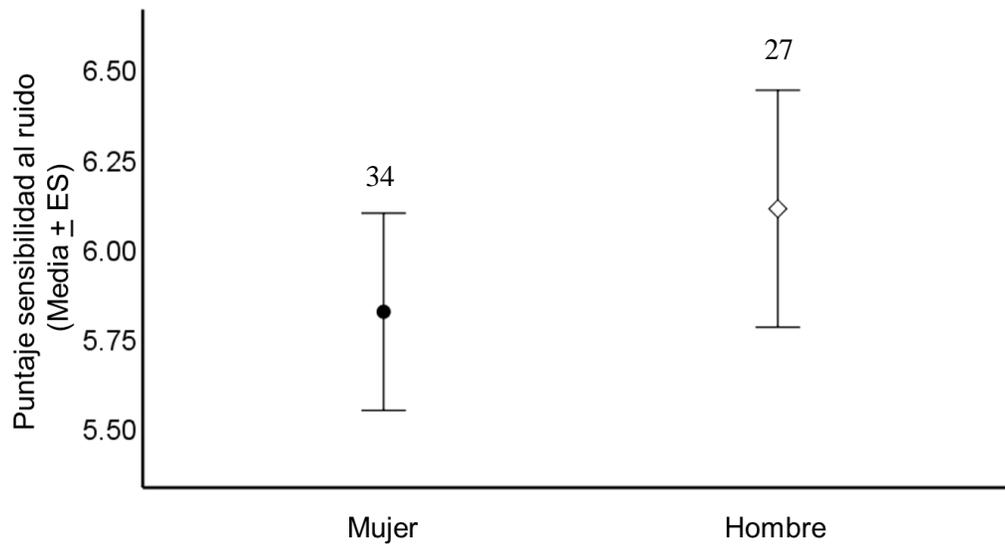


Figura 7. Puntaje de sensibilidad al ruido en hombres y mujeres. No hubo diferencias significativas ($P=0.64$). La n se indica arriba de cada grupo.

El 70.5% (40/60 personas) de los participantes puntuaron por debajo de lo normal (< 90% de aciertos) en la prueba de discriminación auditiva de Wepman y sólo 29.5 % (18/60 personas) puntuó dentro del rango normal (igual o > 90) de la prueba de discriminación auditiva. Encontramos que sí hay diferencias significativas ($\chi^2 = 38.443^b$, $gl (17)$, $P = 0.002$) entre los porcentajes de aciertos en la prueba de discriminación auditiva de Wepman (Figura 8). Esto sugiere que podría existir un posible deterioro auditivo de los participantes.

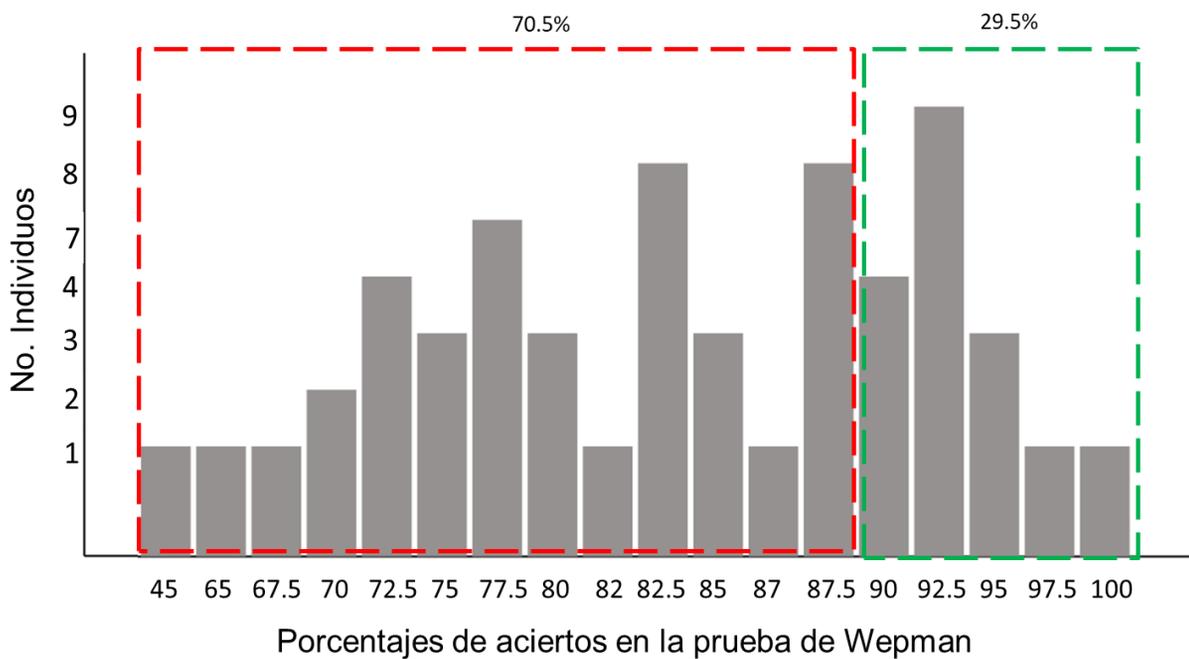


Figura 8. Frecuencias del puntaje obtenido en la prueba de discriminación auditiva de Wepman).

No se encontró diferencia significativa entre sexos (mujer y hombre) en el puntaje de la prueba de discriminación auditiva de Wepman ($U= 45$, $n_{mujeres} =27$, $n_{hombres}=34$, $P = 0.95$). Esto se refiere a que el puntaje de la prueba de discriminación auditiva no depende del sexo.

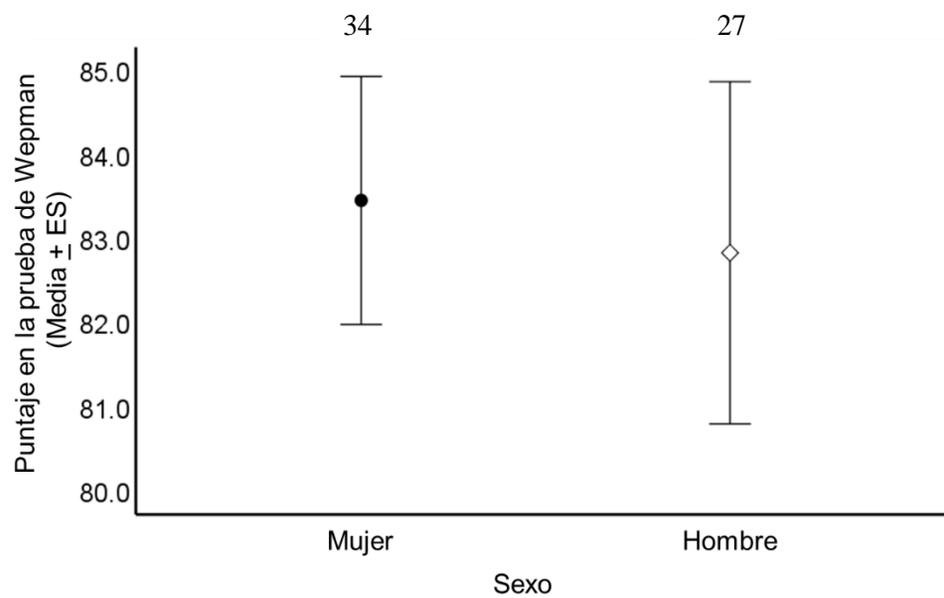


Figura 9. Puntaje en la prueba de discriminación auditiva de Wepman) entre sexos. No hubo diferencias significativas ($P= 0.9$). La n se indica arriba de cada grupo

7.2 Resultados del bloque II (Modelo lineal generalizado de medidas repetidas)

7.2.1 Detección visual

En la tarea cognitiva de detección visual se encontró que las variables sexo, edad y la interacción entre tratamiento y orden de tratamiento sí fueron significativas. Sin embargo, tratamiento, orden de tratamiento, interacción entre sexo y orden de tratamiento y tratamiento y sexo, no fueron significativos (Tabla 3).

Tabla 3. Resultado del análisis del modelo lineal generalizado de medidas repetidas.

Detección visual				
Origen	Chi-cuadrado de Wald	gl	P	
(Intersección)	41.240	1	0.000	
Tratamiento	0.124	1	0.725	
Sexo	4.500	1	0.034	
Orden de tratamiento	0.706	1	0.401	
Edad	20.942	1	0.000	
Tratamiento * Orden de tratamiento	12.560	1	0.000	
Sexo * Orden de tratamiento	0.805	1	0.370	
Tratamiento * Sexo	0.740	1	0.390	

Se encontró una diferencia significativa entre sexo (hombre y mujer) y el puntaje en detección visual ($X^2 = 4.5$, $\beta = .92$, $gl(1)$, $P = 0.03$). El análisis reveló que los participantes hombres tuvieron un puntaje significativamente mayor en detección visual que las mujeres (Figura 10).

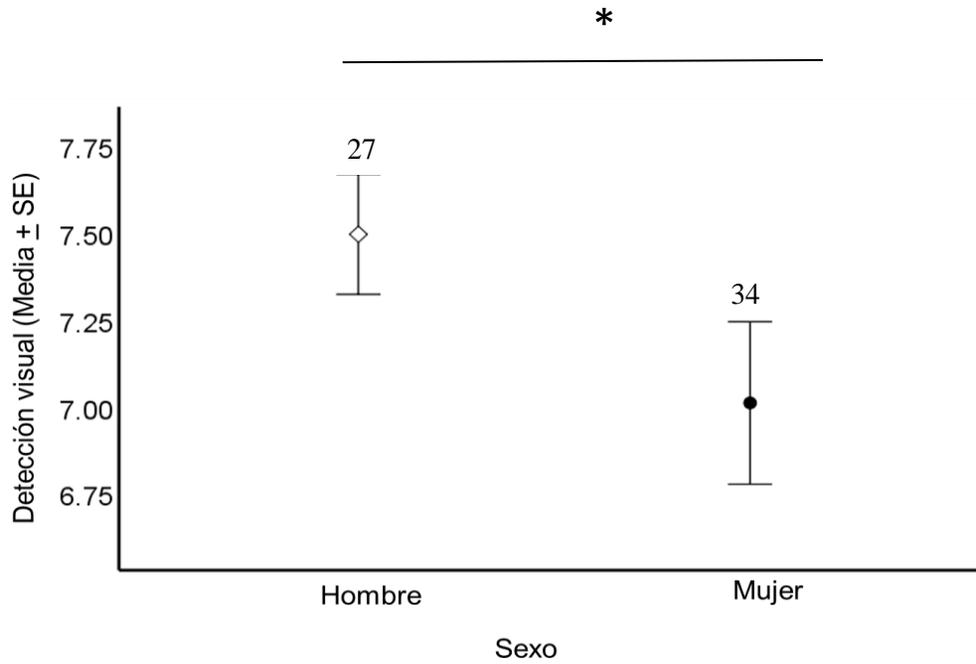


Figura 10. Puntaje de detección visual entre sexos. Los hombres tuvieron una mayor puntuación que las mujeres con una diferencia significativa ($P = 0.034$)

Se encontró una asociación positiva entre edad y el puntaje en detección visual ($X^2 = 20.94$, $\beta = .12$, $gl(1)$, $R^2 = 0.08$, $P < 0.01$). El análisis reveló que los participantes con mayor edad tuvieron una mayor puntuación en la tarea de detección visual (Figura 11).

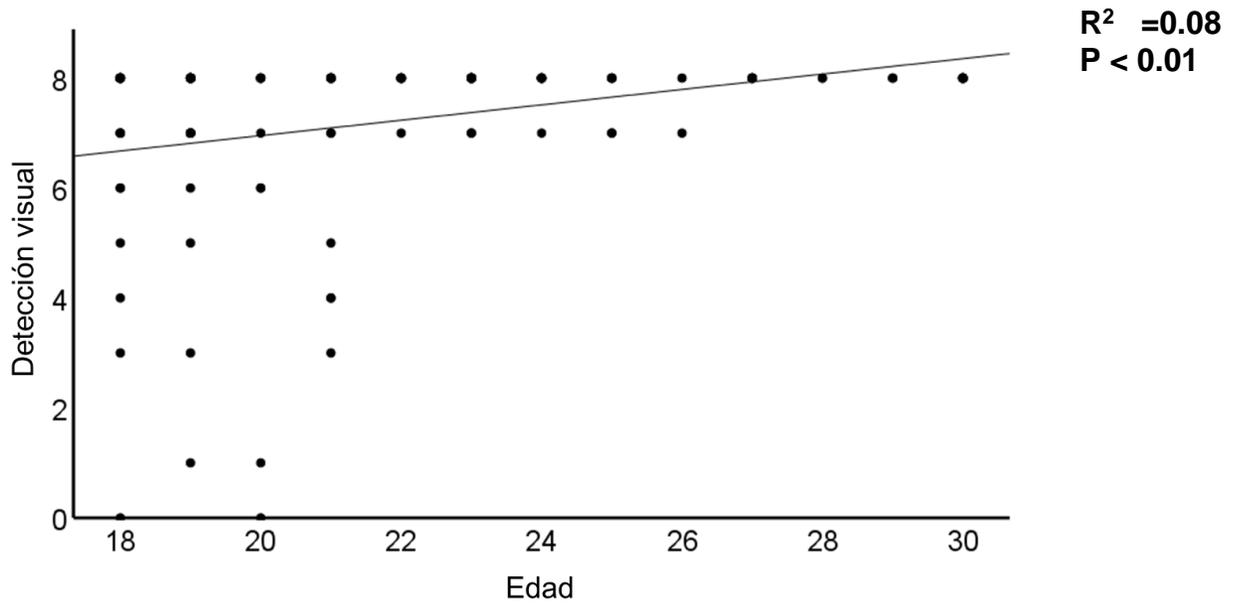


Figura 11. Puntaje de detección visual y edad. Los participantes con mayor edad tuvieron una puntuación significativamente mayor que los participantes con menor edad ($P < 0.01$)

También se encontró una interacción significativa entre tratamiento y orden de tratamiento ($X^2=15.56$, $\beta=-2.03$, $gl(1)$, $P < 0.01$). Lo que se refiere en esta interacción es que cuando los sujetos estuvieron expuestos al orden 1, les fue mejor sin ruido que con ruido, y cuando estuvieron expuestos al orden 2 les fue mejor con ruido que sin ruido. Esto sugiere que los participantes expuestos a un ambiente sin el ruido experimental y después a ruido experimental tuvieron un mejor desempeño en la tarea de detección visual (Figura 12).

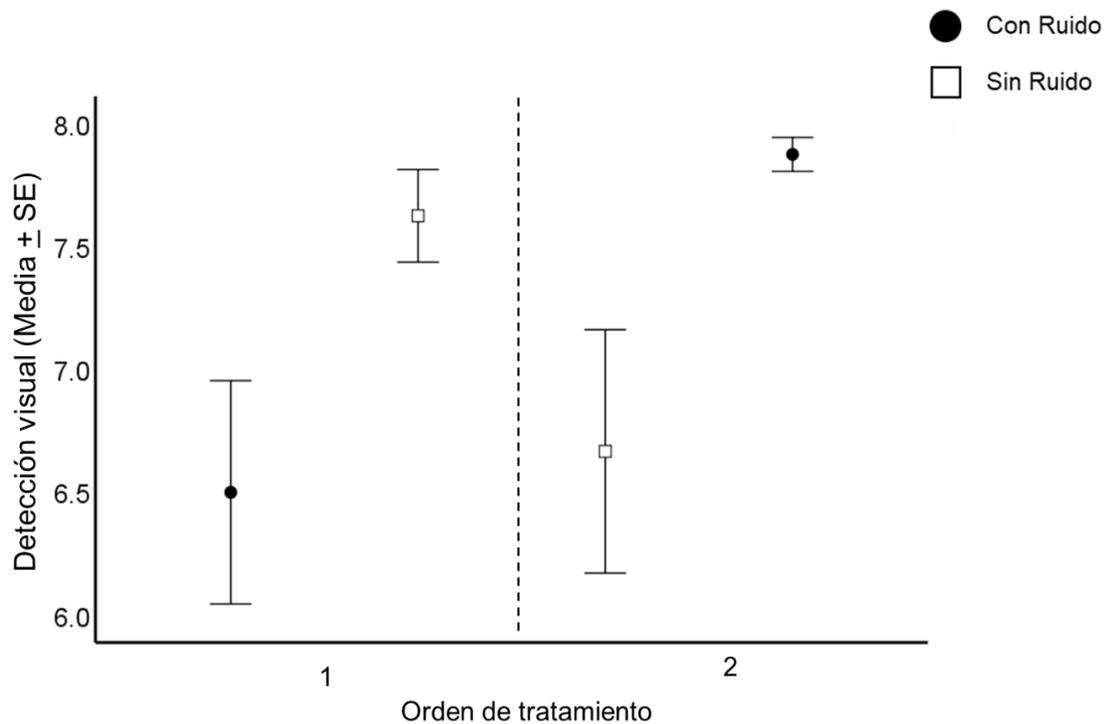


Figura 12. Puntaje de detección visual e interacción entre orden de tratamiento y tratamiento. En el orden de tratamiento 1 los participantes tuvieron un menor desempeño que en el tratamiento con ruido, y en el orden de tratamiento 2 los participantes tuvieron un mayor desempeño en el tratamiento sin ruido. ($P < 0.01$)

7.2.2 Resta sucesiva

En la tarea cognitiva no encontramos efecto significativo con las variables independientes (tabla 4).

Tabla 4. Resultado del modelo lineal generalizado de medidas repetidas, con puntaje en la resta sucesiva.

Resta			
Origen	Chi-cuadrado de Wald	gl	P
(Intersección)	23.757	1	0.000
Tratamiento	0.006	1	0.939
Sexo	0.578	1	0.447
Orden de tratamiento	0.001	1	0.971
Edad	0.854	1	0.355
Tratamiento *Orden de tratamiento	0.007	1	0.932
Sexo*Orden de tratamiento	0.017	1	0.896
Tratamiento*Sexo	0.183	1	0.669

7.2.3 Memoria verbal

La tarea de memoria verbal espontánea se compone de 3 repeticiones en las cuales la asociación de palabras implica el fenómeno en el que uno recuerda una determinada palabra solo al escuchar otra relacionada. Por ello en los 3 ensayos que se aplicaron el orden de las palabras cambió para evitar un posible efecto de aprendizaje (ver anexo 3 tarea de memoria verbal espontánea).

7.2.3.1 Resultados memoria (1ra repetición)

En la tarea cognitiva de memoria (1ra repetición) se encontró que tratamiento, sexo, orden tratamiento, edad, interacción entre tratamiento y orden, interacción entre sexo y orden de tratamiento e interacción entre tratamiento y sexo no fueron significativas (Tabla 5).

Tabla 5. Resultado del modelo lineal generalizado de medidas repetidas, en memoria (1ra repetición)

Memoria (1ra repetición)			
Origen	Chi-cuadrado de Wald	gl	P
(Intersección)	50.029	1	0.000
Tratamiento	0.304	1	0.581
Sexo	1.013	1	0.314
Orden de tratamiento	0.226	1	0.634
Edad	0.970	1	0.325
Tratamiento*Orden de tratamiento	0.041	1	0.840
Sexo* Orden de tratamiento	0.089	1	0.766
Tratamiento*Sexo	2.458	1	0.117

7.2.3.2 Resultados memoria (2da repetición)

En la tarea cognitiva de memoria (2da repetición) se encontró que las variables de sexo, orden de tratamiento e interacción entre tratamiento y orden de tratamiento sí fueron significativas. Sin embargo, las variables independientes de tratamiento, edad, interacción entre sexo y orden de tratamiento e interacción entre tratamiento y sexo no fueron significativas (tabla 6).

Tabla 6. Resultado del modelo lineal generalizado de medidas repetidas, en memoria (2da repetición).

Memoria (2da repetición)			
Origen	Chi-cuadrado de Wald	gl	P
(Intersección)	62.330	1	0.000
Tratamiento	0.481	1	0.488
Sexo	6.196	1	0.013
Orden de tratamiento	4.500	1	0.034
Edad	1.159	1	0.282
Tratamiento * Orden de tratamiento	12.836	1	0.000
Sexo * Orden de tratamiento	0.097	1	0.756
Tratamiento * Sexo	0.411	1	0.521

Se encontró una diferencia significativa entre sexos en el puntaje en memoria (2da repetición) ($X^2 = 6.19$, $\beta = .33$, $gl(1)$, $P = 0.013$). El análisis reveló que los hombres tuvieron una mayor puntuación en la tarea de memoria en la segunda repetición que las mujeres (Figura 13).

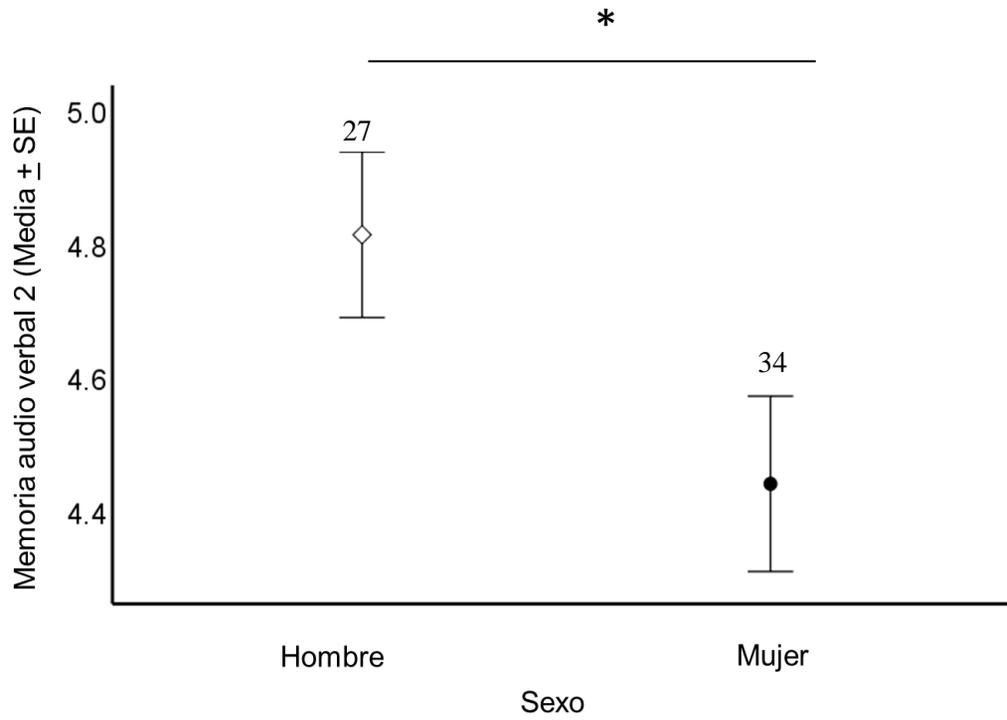


Figura 13. Puntaje de memoria audio verbal 2da repetición entre sexos. Los hombres tuvieron una mayor puntuación que las mujeres con una diferencia significativa ($P = 0.013$)

De igual manera se encontró una asociación positiva entre el orden de aplicación de los tratamientos (RUE y NRE) y el puntaje de memoria (2da repetición) ($X^2 = 6.19$, $\beta = -1.13$, $gl(1)$, $P = 0.03$). El análisis reveló que los participantes que fueron expuestos al 1er orden de tratamiento (Ruido urbano experimental y después no ruido experimental) tuvieron una menor puntuación que los participantes que fueron expuestos al orden de tratamiento 2 (NRE y después con RUE) (Figura 14).

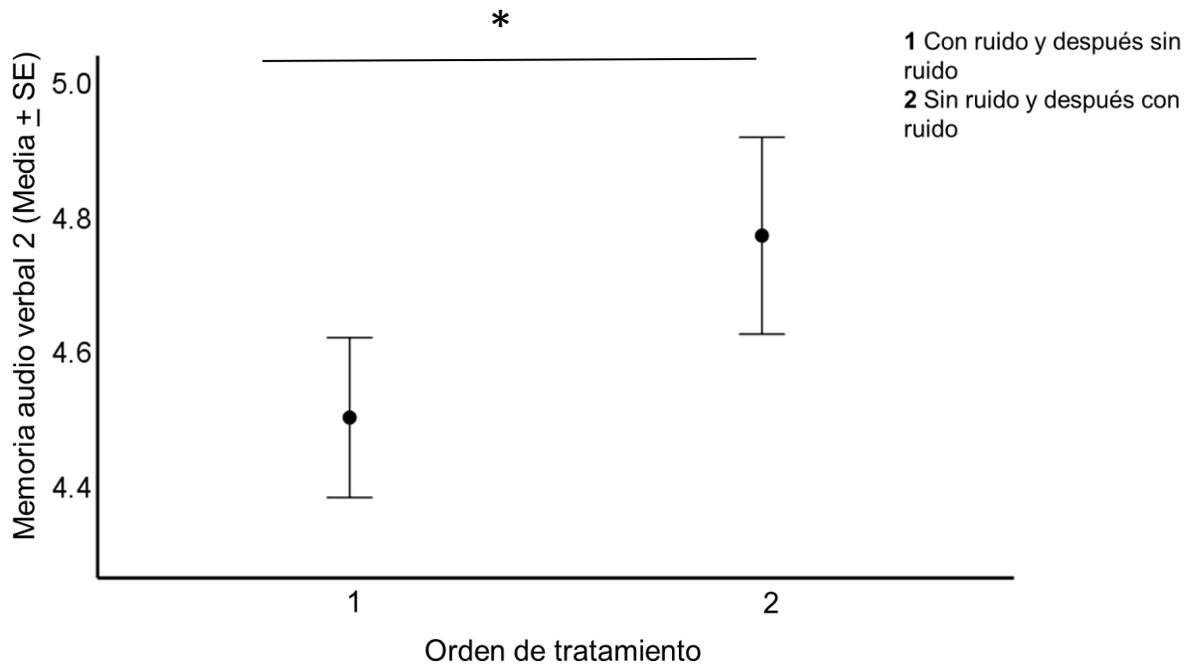


Figura 14. Puntaje de memoria audio verbal 2da repetición y orden de tratamiento. Los participantes en el orden de tratamiento 1 tuvieron un menor puntaje que los participantes en el orden de tratamiento 2 ($P = 0.034$)

También se encontró una interacción significativa entre tratamiento y orden de tratamiento ($X^2=12.83$, $\beta= 1.13$, $gl(1)$, $P < 0.01$). Como se puede ver en la gráfica los participantes expuestos al orden de tratamiento 2 tuvieron un mayor desempeño que los participantes expuestos al orden de tratamiento 1. Esto sugiere que los participantes expuestos a un ambiente tranquilo sin el ruido urbano experimental y después a ruido urbano experimental tuvieron un mejor desempeño en la tarea de detección visual (Figura 15).

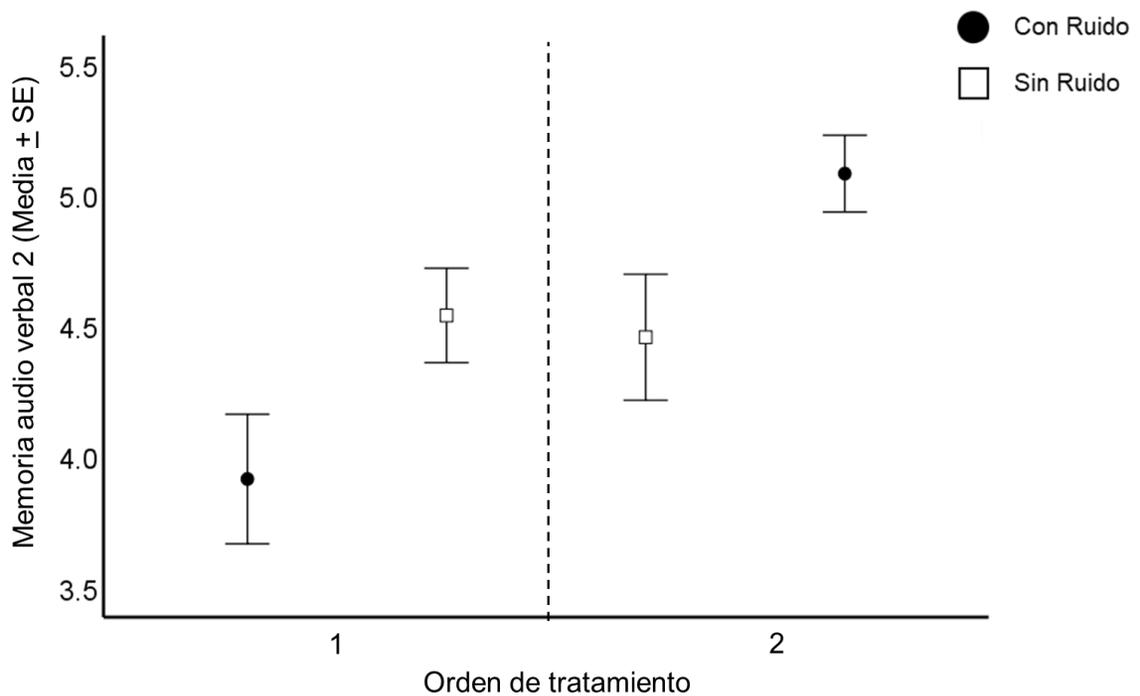


Figura 15. Puntaje de memoria audio verbal 2da repetición e interacción entre orden de tratamiento y tratamiento ($P < 0.01$).

7.2.3.3 Resultados memoria (3ra repetición)

En la tarea cognitiva de memoria (3ra repetición) no encontramos relación significativa con las variables independientes, excepto con la interacción entre sexo y orden de tratamiento como se observa en la Tabla 7.

Tabla 7. Resultado del modelo lineal generalizado de medidas repetidas, en memoria (3ra repetición).

Memoria (3ra repetición)			
Origen	Chi-cuadrado de Wald	gl	P
(Intersección)	74.930	1	0.000
Tratamiento	1.396	1	0.237
Sexo	1.653	1	0.199
Orden de tratamiento	0.464	1	0.496
Edad	1.181	1	0.277
Tratamiento * Orden de tratamiento	1.444	1	0.229
Sexo * Orden de tratamiento	4.240	1	0.039
Tratamiento* Sexo	0.064	1	0.800

Se encontró una interacción significativa entre sexo y orden de tratamiento ($X^2= 4.240, \beta= 0.07, gl (1), P < 0.03$). Esto sugiere que los hombres expuestos a un ambiente sin ruido y después a Ruido experimental (orden de tratamiento 2) tienen la capacidad de retener mejor la información que las mujeres en ambientes tranquilos y así tener un mayor desempeño en la tarea de memoria audio verbal (Figura 16).

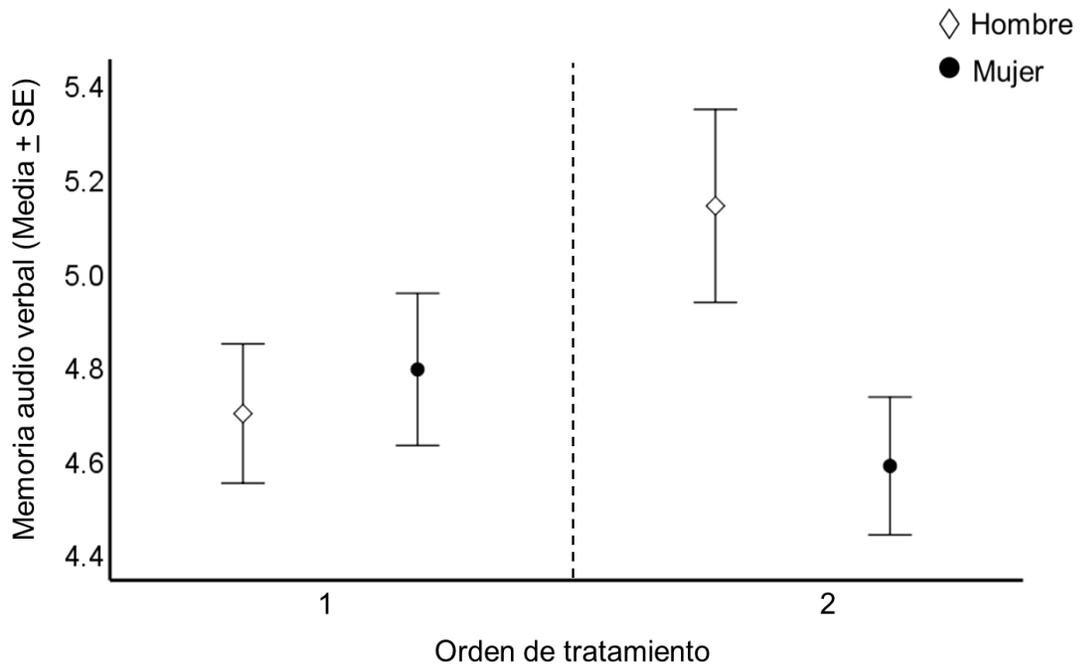


Figura 16. Puntaje de memoria audio verbal 3ra repetición e interacción entre orden de tratamiento y sexo. En el orden de tratamiento 1 los participantes hombres y mujeres puntuaron de la misma manera y en el orden de tratamiento 2 los participantes hombres tuvieron una mejor puntuación que las mujeres. ($P= 0.03$)

7.2.4. Resultados de proceso visoespacial

En la tarea cognitiva de proceso visoespacial no se encontró relación significativa con las variables independientes (tabla 7). Sin embargo, se encontró una tendencia con la edad ($P = 0.059$) (Figura 17).

Tabla 8. Resultado del modelo lineal generalizado de medidas repetidas en la tarea visoespacial

Visoespacial			
Origen	Chi-cuadrado de Wald	gl	P
(Intersección)	6.672	1	0.010
Tratamiento	1.090	1	0.297
Sexo	0.008	1	0.929
Orden de tratamiento	0.020	1	0.888
Edad	3.559	1	0.059
Tratamiento*Orden de tratamiento	0.055	1	0.814
Sexo*Orden de tratamiento	0.014	1	0.905
Tratamiento*Sexo	0.679	1	0.410

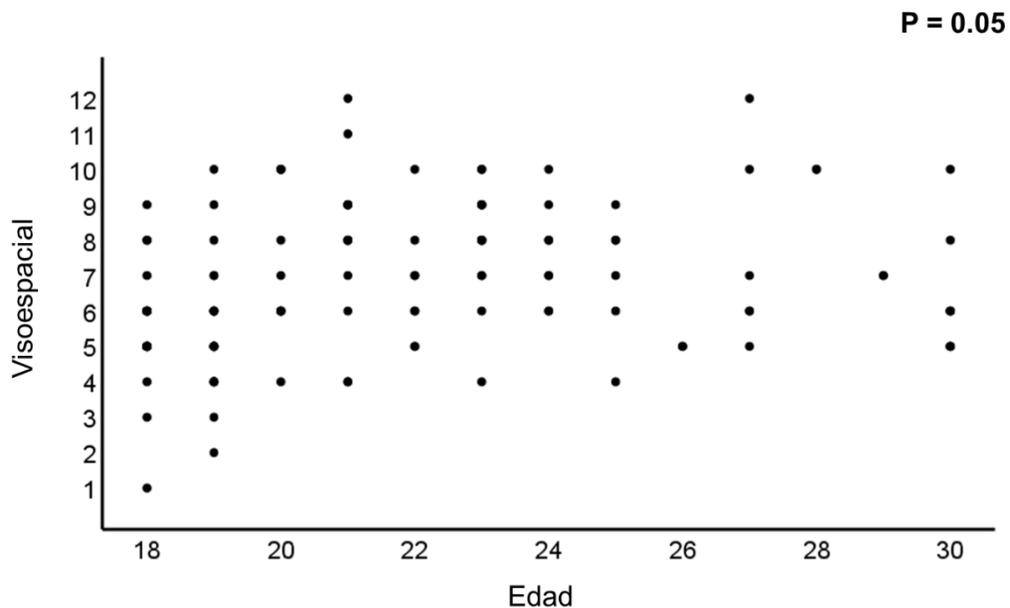


Figura 17. Puntaje de proceso visoespacial y edad. Los participantes con mayor edad tuvieron una tendencia positiva ($P = 0.05$).

7.2.5 Resultados de fluidez verbal

Cabe explicar que la tarea de fluidez verbal espontánea se compone de 2 tareas semántica y fonológica; la primera requiere evocar palabras de una categoría dada y la segunda, palabras que empiecen con una determinada letra; en ambos casos, en un tiempo limitado.

7.2.5.1 Resultados fluidez verbal semántica

En la tarea cognitiva de fluidez verbal semántico se encontró que las variables independientes de tratamiento, sexo, orden de tratamiento y edad e interacción entre tratamiento y sexo no fueron significativas. Sin embargo, en interacción entre tratamiento y orden de tratamiento y la interacción entre sexo y orden de tratamiento sí fueron significativas (tabla 98).

Tabla 9. Resultado del modelo lineal generalizado de medidas repetidas para la tarea de fluidez verbal semántica

Fluidez verbal semántica			
Origen	Chi-cuadrado de Wald	gl	P
(Intersección)	42.822	1	0.000
Tratamiento	2.324	1	0.127
Sexo	1.213	1	0.271
Orden de tratamiento	0.049	1	0.824
Edad	0.035	1	0.852
Tratamiento * Orden de tratamiento	71.771	1	0.000
Sexo * Orden de tratamiento	3.989	1	0.046
Tratamiento * Sexo	0.337	1	0.561

También se encontró una interacción significativa entre tratamiento y orden de tratamiento ($X^2=12.83, \beta= 1.13, gl(1), P < 0.01$). Como se puede ver en la gráfica se muestra que los participantes en la primera resolución de tareas tuvieron mayor puntaje que en la segunda resolución de tareas. Esto sugiere que los participantes estaban cansados o estresados. Esto podría ser debido a que las tareas de fluidez verbal fueron las últimas en aplicarse (Figura 18).

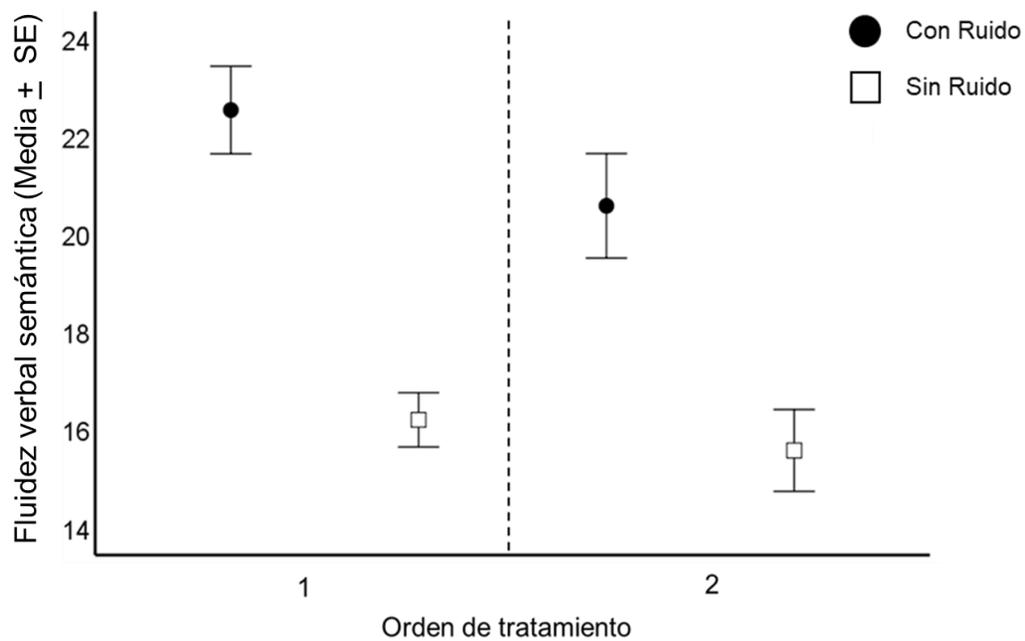


Figura 18. Puntaje de fluidez verbal semántica e interacción entre orden de tratamiento y tratamiento.

De igual manera se encontró una interacción significativa entre sexo y orden de tratamiento ($X^2=3.98$, $\beta=-4.01$, $gl(1)$, $P=0.04$). Esto sugiere que los hombres expuestos a un ambiente sin ruido y después a Ruido experimental (orden de tratamiento 2) tienen la capacidad de retener mejor la información en ambientes tranquilos y así tener un mayor desempeño en la tarea de fluidez verbal semántica (Figura 19).

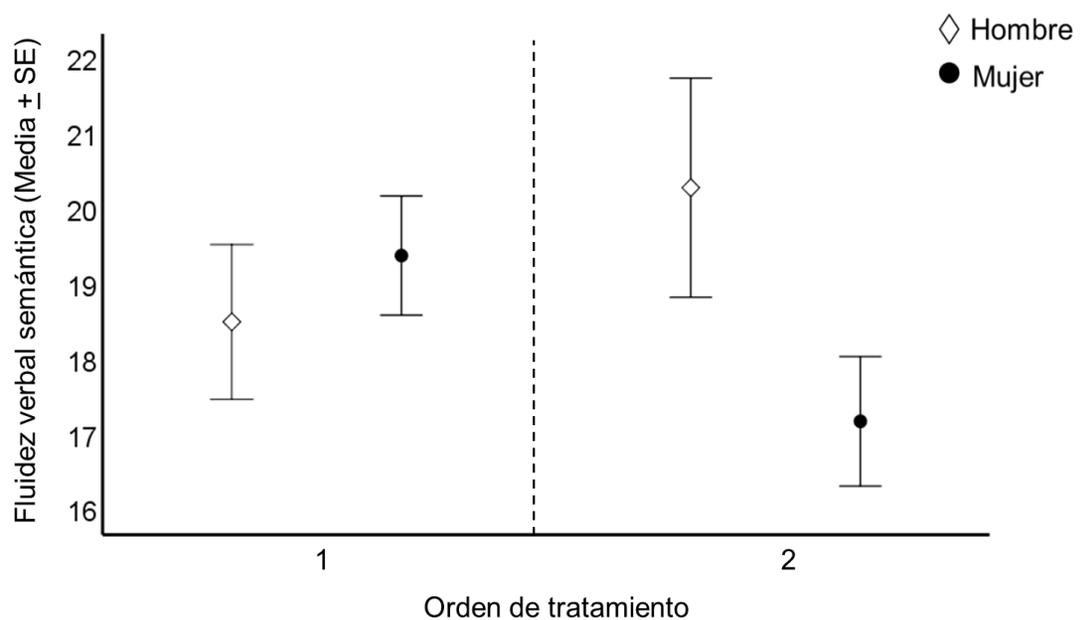


Figura 19. Puntaje de fluidez verbal semántica e interacción entre orden de tratamiento y sexo. En el orden de tratamiento 1 las participantes mujeres tuvieron una mayor puntuación que los hombres y en el orden de tratamiento 2 los participantes hombres tuvieron una mayor que las mujeres ($P=0.04$)

7.2.5.2 Resultados fluidez verbal fonológica

En la tarea cognitiva de fluidez verbal fonológico se encontró que las variables independientes de tratamiento, sexo, orden de tratamiento y la interacción entre tratamiento y sexo no fueron significativas. Sin embargo, edad y la interacción tratamiento y orden de tratamiento si fueron significativas (tabla 10). De igual manera, se encontró una tendencia no significativa con la interacción entre sexo y orden de tratamiento ($P = 0.057$) (Figura 20).

Tabla 10. Resultado del modelo lineal generalizado de medidas repetidas para la tarea de fluidez verbal fonológica

Fluidez verbal fonológica			
Origen	Chi-cuadrado de Wald	gl	P
(Intersección)	5.575	1	0.018
Tratamiento	0.004	1	0.947
Sexo	0.492	1	0.483
Orden de tratamiento	0.182	1	0.669
Edad	6.542	1	0.011
Tratamiento * Orden de tratamiento	109.000	1	0.000
Sexo* Orden de tratamiento	3.609	1	0.057
Tratamiento* Sexo	0.406	1	0.524

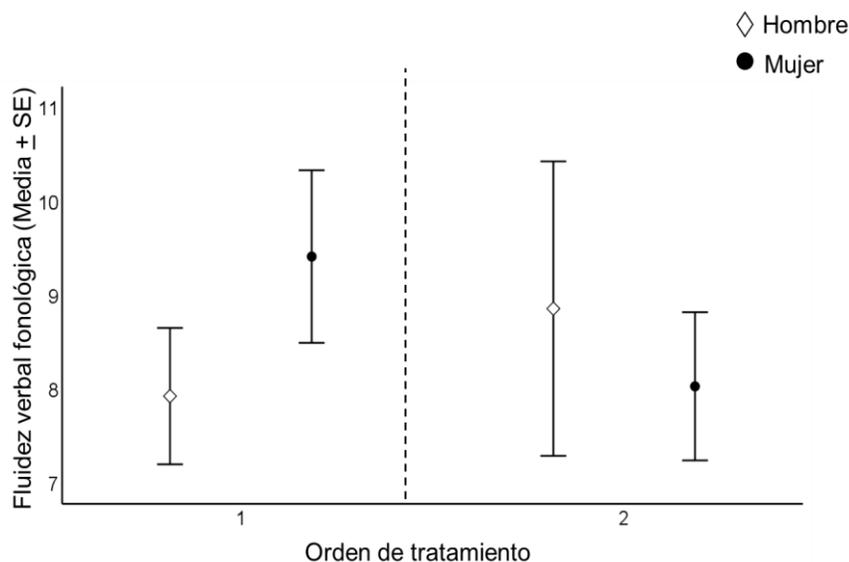


Figura 20. Puntaje de fluidez verbal fonológica interacción entre sexo y orden de tratamiento. Los participantes con mayor edad tuvieron una tendencia positiva ($P = 0.05$).

Se encontró una asociación positiva entre edad y el puntaje en detección visual ($X^2= 6.54$, $\beta= .197$, $gl(1)$, $R^2= 0.01$, $P < 0.01$). El análisis reveló que los participantes con mayor edad tuvieron una mayor puntuación en la tarea de detección visual (Figura 21).

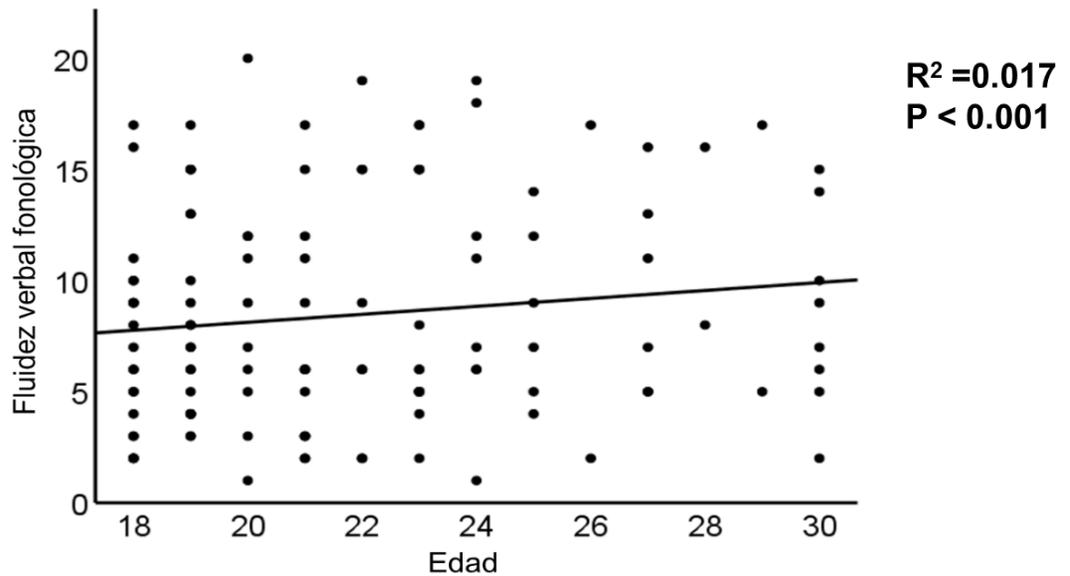


Figura 21. Puntaje en fluidez verbal fonológica y edad. Los participantes con mayor edad tuvieron una puntuación significativamente mayor que los participantes con menor edad ($P < 0.01$)

También se encontró una interacción significativa entre tratamiento y orden de tratamiento ($X^2=109$, $\beta=14.19$, $gl=1$, $P < 0.01$). Como se puede ver en la gráfica los participantes en la primera resolución de tareas tuvieron mayor puntaje que en la segunda. Esto sugiere que probablemente los participantes estaban cansados o estresados ya que las tareas de fluidez verbal fueron las últimas en aplicarse (Figura 22).

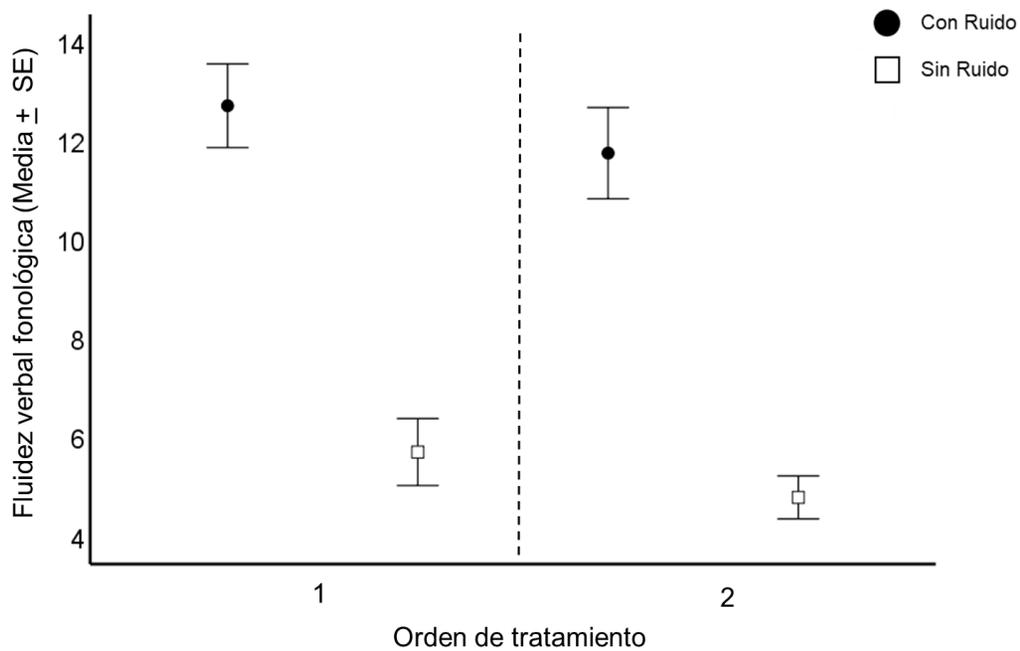


Figura 22. Puntaje de fluidez verbal fonológica e interacción entre orden de tratamiento y tratamiento $P < 0.01$.

7.2.6 Resultados cálculo

No se encontró relación significativa entre las variables independientes y los valores arrojados por la tarea cognitiva de cálculo (tabla 10).

Tabla 11. Resultado del modelo lineal generalizado de medidas repetidas en cálculo

Cálculo			
Origen	Chi-cuadrado de Wald	gl	P
(Intersección)	1.172	1	0.279
Tratamiento	0.000	1	1.000
Sexo	0.001	1	0.975
Orden de tratamiento	1.305	1	0.253
Edad	0.031	1	0.861
Tratamiento*Orden de tratamiento	1.777	1	0.183
Sexo*Orden de tratamiento	0.023	1	0.879
Tratamiento*sexo	0.003	1	0.955

8. DISCUSIÓN

El ruido ambiental está presente en toda la biosfera por el inevitable crecimiento poblacional y esto ha propiciado que este contaminante auditivo sea uno de los principales causantes de efectos negativos relacionados con la salud. Las principales fuentes de contaminación acústica son el transporte y la industria. En esta investigación se examinaron los efectos del ruido de tráfico rodado en los procesos cognitivos de estudiantes universitarios.

Nuestros resultados mostraron asociación entre el orden de tratamiento y el desempeño en tareas cognitivas, nuestra hipótesis fue parcialmente aceptada, dado que los tratamientos de RUE (Ruido Urbano Experimental) y NRE (No Ruido Experimental) no tuvieron un efecto en procesos cognitivos por sí solos, pero sí mediados por el orden de tratamiento, sexo, edad y diversas interacciones (e.g. sexo y orden de tratamiento) que fueron determinantes en los resultados.

En nuestro experimento se utilizó una entrevista breve en la cual se evaluaron aspectos como la discriminación auditiva y la percepción del ruido antropogénico de la misma forma que en las investigaciones de Mohamadi (2009), Fernández *et al.*, (2016) y Masullo *et al.*, (2021). Otras investigaciones (Ruza, 1988; Berglund *et al.*, 2000) reportaron que la principal causa de molestia fue el ruido de tráfico rodado, lo cual difiere con nuestros hallazgos ya que en la encuesta que realizamos el ruido más molesto fue el de construcción, aunque la segunda opción elegida fue ruido de tráfico rodado. De igual manera, como se reportó en la investigación de Fernández *et al.*, (2014) se determinó por medio de una pregunta autopercebida si los participantes tenían problemas de audición. Sin embargo, con base en los estudios de Balota *et al.*, (2000), Hygge *et al.*, (2002), Enmarker (2004), Clark *et al.*, (2006) y Allen *et al.*, (2014) y Masullo *et al.*, (2021) consideramos que una respuesta autopercebida no es 100% confiable por lo cual decidimos usar la prueba de discriminación auditiva de Wepman (Ross, 1979) como un punto de referencia para saber si nuestros participantes tienen algún tipo de disfunción auditiva. Westman (1981), Berglund *et al.*, 2000), Stansfeld (2000), Passhier *et al.*, (2000), Babish (2006), Kawada (2011) Y Cohen *et al.*, (2013), afirman que una exposición continua a la contaminación acústica puede ocasionar problemas auditivos. Nuestra prueba de discriminación auditiva reveló que el 70.5% (43/61 personas) de los participantes puntuaron por debajo de lo normal en la prueba de discriminación auditiva y sólo un 29.5 % (18/61 personas) puntuó dentro de los

valores normales, sugiriendo que podría haber un deterioro auditivo por la exposición continua a la contaminación acústica como lo refieren los autores ya mencionados.

De igual manera encontramos una asociación entre los efectos que produce el ruido de tráfico rodado y el sexo. Los hombres tuvieron mejores resultados (e.g. detección visual y memoria audio verbal) que las mujeres, difiriendo de los resultados de Pellerin y Candas (2003) quienes encontraron que las mujeres se adaptan a entornos más ruidosos que los hombres. Sin embargo, en su investigación Masullo *et al.*, (2021) encontraron que las mujeres superan a los hombres en las tareas verbales (nosotros encontramos lo contrario), mientras que los hombres superaron a las mujeres en las tareas de memoria de trabajo visoespacial, este resultado coincide con nuestros hallazgos, es probable que este resultado haya estado influido por el sexo del evaluador, aunque en el estudio de Masullo *et al.*, (2021) no se menciona el sexo del evaluador. Esto podría sugerir que el proceso de percepción del ruido en ambos sexos también está mediado por la cultura, contexto y diferencias individuales como lo afirman en las investigaciones de Jonsson *et al.*, (1969) y Jahncke *et al.*, (2012). Así mismo, algunas investigaciones han mostrado que hay diferencias entre sexos, no sólo en el desempeño, sino también en marcadores fisiológicos y en cómo se enfrentan situaciones estresantes (Pellerin y Candas, 2003; Fernández *et al.*, 2016 y Masullo *et al.*, 2021). La influencia de la edad sobre el desempeño sugiere que probablemente los individuos de mayor edad tienen mejores herramientas para mantenerse calmados y concentrados; esto se apoya en investigaciones como las de Jonsson *et al.*, (1969), Graham *et al.*, (2000) y Jahncke *et al.*, (2012) quienes afirman que las diferencias individuales, los rasgos culturales y la edad pueden influir en cómo se afrontan los estímulos estresores.

De igual manera sugerimos que el ruido de tráfico rodado podría tener un efecto tardío en condiciones experimentales, dado que en previas investigaciones (Van kempen *et al.* 2002; Colin y Saavedra, 2005; Clark *et al.*, 2006; Babisch, 2006; Babisch *et al.*, 2013; Allen *et al.*, 2014) explican a nivel fisiológico como la exposición a ruido urbano activa los receptores sensoriales del oído, y cómo viaja por toda la vía aferente, requiriendo cierta cantidad de tiempo.

Se sugiere que sí el estímulo es muy fuerte produce una señal de peligro que viaja por el sistema nervioso periférico por el eje simpato-adreno-medular (SAM) y el sistema nervioso central en el eje hipotálamo-pituitaria-adrenal los cuales pueden ocasionar cambios en varios subsistemas del cuerpo humano (Lercher, 1996; Cacioppo *et al.*, 2007). Por ejemplo, bajo la

influencia del ruido (estresor) hay incrementos significativos en la concentración de la hormona del crecimiento (HGH), hormona adrenocorticotrópica (ACTH), cortisol y andrógenos el cual se activa en cuestión de segundos el efecto “lucha- huida” dando lugar a un incremento de catecolaminas (adrenalina, noradrenalina y dopamina). Así el ruido urbano puede generar una disminución en la fortaleza del sistema inmunológico, en la toma de decisiones, atención, regulación de la impulsividad y memoria a corto plazo a través de la respuesta fisiológica del estrés (Westman y Walters 1981; Lercher 1996; Stansfeld, 2000; Cacioppo *et al.*, 2007; Cohen *et al.*, 2013). Estos cambios podrían tener algún efecto tardío en la aplicación del orden del tratamiento 2 por el tiempo de respuesta en los ejes HPA y el SAM. Dado que el tiempo de respuesta del eje SAM se activa en segundos a minutos debido a que sus productos son liberados por vía nerviosa. Mientras, los efectos del eje HPA, tardan de 10 a 15 minutos en ser medidos porque la corticotropina requiere ser liberada en el plasma (Duval *et al.*, 2010; Allen *et al.*, 2014).

Encontramos que en la tarea de detección visual hubo un efecto e interacción entre el orden de tratamiento y tratamiento, siendo el orden de tratamiento 2 (Sin ruido experimental y después con Ruido experimental) en el cual los participantes tuvieron un mejor puntaje. Esto podría sugerir que estudiar o realizar alguna tarea en ambientes sin ruido superior a 60 dB [A] beneficia la concentración y el desempeño. No sólo fue en la tarea de detección visual, sino que este efecto se repite en las siguientes tareas en memoria audio verbal 2 (interacción entre orden de tratamiento y tratamiento), fluidez verbal semántica (interacción entre orden de tratamiento y tratamiento) y en fluidez verbal fonológica (interacción entre orden de tratamiento y tratamiento). Esto sugiere que realizar actividades en ambientes tranquilos que no superen los 60 dB[A] puede beneficiar la memoria a corto plazo, la toma de decisiones y la concentración.

De igual manera encontramos un efecto entre el orden de tratamiento y sexo, no sólo en interacciones, sino que en la tarea de memoria audio verbal 2 el sexo tuvo un efecto, siendo los hombres los que tuvieron un mayor puntaje que las mujeres, de igual manera, este resultado se repite en la tarea de detección visual. En interacciones entre orden de tratamiento y sexo, específicamente en la tarea de fluidez verbal semántica (interacción entre orden de tratamiento y sexo) y memoria audio verbal 2 (interacción entre orden de tratamiento y sexo) los hombres tuvieron un mayor puntaje en el orden de tratamiento 2 que las mujeres. Esto sugiere que los

hombres en ambientes tranquilos y que no sobrepasen los 60 dB[A] tienen una mayor capacidad de retención de memoria, toma de decisiones y resolución de tareas (fluidez verbal semántica y memoria audio verbal 2) que las mujeres.

9. CONCLUSIÓN

Los resultados del presente trabajo apoyan nuestra hipótesis, planteando que el ruido de tráfico rodado tiene un efecto en los procesos cognitivos. Como se pudo observar el sexo y el orden de tratamiento fueron variables determinantes para los resultados. Se comprobó que en ambientes sin ruido de tráfico rodado los participantes tuvieron una mejor puntuación en las tareas cognitivas que con la aplicación de este estímulo acústico. No esperábamos diferencias entre sexos, sin embargo, con la literatura encontrada sobre cómo afecta a hombres y mujeres podemos sugerir que diferencias socioculturales y biológicas entre hombres y mujeres, podrían mediar procesos cognitivos y estar detrás de las diferencias entre sexos que observamos. A pesar de ello para llegar tener certeza de esta afirmación se sugiere tomar en cuenta otros marcadores fisiológicos. No descartamos un posible efecto del sexo del entrevistador sobre el desempeño diferencial entre los sexos de los sujetos.

10. PERSPECTIVAS

Sugerimos que el ruido de tráfico rodado puede fungir como un estresor, aunque esto depende de la percepción y de las diferencias individuales de los participantes, es necesario utilizar otros estímulos auditivos para saber si el ruido antrópico tiene algún efecto estresor y si esto afecta el desempeño en los participantes. A futuro sugerimos utilizar diferentes tipos de estímulo acústicos (ruido blanco, construcción, etc.), de igual manera aplicar un estímulo acústico más largo y usar marcadores fisiológicos que permitan detectar efectos fisiológicos relacionados al estrés que se activen inmediatamente (e.g. frecuencia cardiaca, temperatura, presión arterial y respiración) como lo han hecho investigaciones como las de Van Kempen *et al.*, (2002); Colin y Saavedra, (2005); Clark *et al.*, (2006); Babisch, (2006); Smeets *et al.*, (2012); Babsch *et al.*, (2013); Allen *et al.*, (2014).

También se recomienda investigar si hay estímulos acústicos que en lugar de crear estrés pueden tener un efecto positivo en el desempeño cognitivo, el aprendizaje y la disminución de los niveles de estrés.

11. BIBLIOGRAFÍA

- Alfie Cohen, M., & Salinas Castillo, O. (2017). Ruido en la ciudad. Contaminación auditiva y ciudad caminable. *Estudios demográficos y urbanos*, 32(1), 65-96.
- Allen, A. P., Kennedy, P. J., Cryan, J. F., Dinan, T. G., & Clarke, G. (2014). Biological and psychological markers of stress in humans: Focus on the Trier Social Stress Test. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 38, 94–124.
- Avela, M., Medina, M., Caballero, N., & Montañó, A. (22 de septiembre de 2017). Niveles de ruido en puntos críticos del canal de la avenida Patria, Zapopan, Jalisco, México. *Revista de Investigaciones Sociales*, 9.
- Babisch, W. (2006). *Transportation noise and cardiovascular risk: Review and synthesis of epidemiological studies, dose-effect curve and risk estimation*. Dessau, Germany: Umweltbundesamt/Federal Environmental Agency.
- Babisch, W., Pershagen, G., Selander, J., Houthuijs, D., Breugelmans, O., Cadum, E., ... & Hansell, A. L. (2013). Noise annoyance—A modifier of the association between noise level and cardiovascular health?. *Science of the total environment*, 452, 50-57.
- Balota, D.A, Dolan, P.O & Duchek, J.M. (2000). Memory changes in healthy older adults. In E. Tulving & F.I.M Craik (Eds.), *The Oxford Handbook of memory*. Oxford: Oxford University Press.
- Berglund, B., Lindvall, T., & Schwela, D. H. (2000). *New Who Guidelines for Community Noise*. *Noise & Vibration Worldwide*, 31(4), 24–29.
- BBC News Mundo. (2018, 15 noviembre). Suneung, el día en que Corea del Sur queda paralizado y en silencio por sus jóvenes. *BBC News Mundo*.

<https://www.bbc.com/mundo/noticias-46222046>

Cacioppo JT, Tassinary LG y Berntson G. 2007. Handbook of psychophysiology. Cambridge University Press. Nueva York.

Clark, C., Martin, R., van Kempen, E., Alfred, T., Head, J., Davies, H.W., Haines, M.M., Lopez Barrio, I., Matheson, M., Stansfeld, S.A.: Exposure-effect relations between aircraft and road traffic noise exposure at school and reading comprehension: The RANCH project. American Journal of Epidemiology (2006), 163, 27-37.

Clark, C. & Stansfeld S. (2007). The effect of transportation noise on health and cognitive Development: A review of recent evidence. International Journal of Comparative Psychology.

Colín, R. D., & Saavedra, J. L. M. (2005). *Fisiología médica*. El manual moderno.

Cohen, S., Evans, G. W., Stokols, D., & Krantz, D. S. (2013). Behavior, health, and environmental stress. Springer Science & Business Media.

DOF. (2015). Norma Oficial Mexicana. NOM-081- ECOL-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

Recuperado

de:

http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4866673&fecha=13/01/1995

Duval F, González F y Rabia H. 2010. Neurobiología del estrés. Revista chilena de neuropsiquiatría 48(4): 307-318.

Ellis BJ, Jackson JJ y Boyce WT. 2006. The stress response systems: Universality and adaptive individual differences. Developmental Review 26(2): 175-212.

Enmarker, I.: The effects of meaningful irrelevant speech and road traffic noise on teachers' attention, episodic and semantic memory. Scandinavian Journal of Psychology (2004),

45, 393–405.

Esteban Alonso, A. D. (2003). Contaminación acústica y salud.

Eysenck, M. W. (1985). Anxiety and cognitive-task performance. *Personality and Individual Differences*, 6(5), 579-586.

Fernández Álvarez D, Masullo M, Iachini T, et al. Urban noise and its effect on indoor daily activities. In: Proceedings of forum acusticum 61st open seminar on acoustics and polish acoustical society - acoustical society of Japan special session stream, Krakow (Poland), 7–12 September 2014.

Frerichs RR, Beeman BL, Coulson AH. Los Angeles airport noise and mortality--faulty analysis and public policy. *Am J Public Health*. 1980 Apr;70(4):357–362. [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]

Floud, S., Blangiardo, M., Clark, C., de Hoogh, K., Babisch, W., Houthuijs, D., Swart, W., Pershagen, G., Katsouyanni, K., Velonakis, M., Vigna-Taglianti, F., Cadum, E., & Hansell, A. L. (2013). Exposure to aircraft and road traffic noise and associations with heart disease and stroke in six European countries: a cross-sectional study. *Environmental Health*, 12(1).

Graham, K. S., Simons, J. S., Pratt, K. H., Patterson, K., & Hodges, J. R. (2000). Insights from semantic dementia on the relationship between episodic and semantic memory. *Neuropsychologia*, 38, 313-324.

Guski, R., Felscher-Suhr, U., & Schuemer, R. (1999). The concept of noise annoyance: how international experts see it. *Journal of Sound and Vibration*, 223(4), 513-527.

Hygge, S., Evans, G.W., & Bullinger, M.: A prospective study of some effects of aircraft noise

- on cognitive performance in school children. *Psychological Science* (2002), 13(5), 469-474.
- Jarup, L., Babisch, W., Houthuijs, D., Pershagen, G., Katsouyanni, K., Cadum, E., ... & Vignataglianti, F. (2008). Hypertension and exposure to noise near airports: the HYENA study. *Environmental health perspectives*, 116(3), 329-333.
- Jahncke H. Open-plan office noise: The susceptibility and suitability of different cognitive tasks for work in the presence of irrelevant speech. *Noise and Health* (2012), 14:315-320.
- Jahncke H., Hongisto V., Virjonen, P.: Cognitive performance during irrelevant speech: Effects of speech intelligibility and office-task characteristics. *Applied Acoustics* (2013), 74, 307–316
- Jonsson, E., Kajland, A., Paccagnella, B., & Sorensen, S. (1969). Annoyance Reactions to Traffic Noise in Italy and Sweden. *Archives of Environmental Health: An International Journal*, 19(5), 692–699.
- Juárez Ramírez, E. L. (2019). Cambios en la temperatura facial ante un reto estresante en adultos con distinto orden de nacimiento. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Tlaxcala.
- Kawada, T. (2011). Noise and Health-Sleep Disturbance in Adults. *Journal of Occupational Health*, 53(6), 413–416.
- Kelly, V. A., Janke, A. A., & Shumway-Cook, A. (2010). Effects of instructed focus and task difficulty on concurrent walking and cognitive task performance in healthy young adults. *Experimental Brain Research*, 207(1-2), 65-73.
- Kelly, V. A., Eusterbrock, A. J., & Shumway-Cook, A. (2012). The Effects of Instructions on Dual-Task Walking and Cognitive Task Performance in People with Parkinson's

- Disease. Parkinson's Disease, 2012, 1-9.
- Klatte, M., Meis, M., Sukowski, H., Schick, A.: Effects of irrelevant speech and traffic noise on speech perception and cognitive performance in elementary school children, *Noise & Health* (2007), Vol. 9, Issue 36, pag. 64-74.
- Kung-ye Liang, Scott L. Zeger, Longitudinal data analysis using generalized linear models, *Biometrika*, Volume 73, Issue 1, April 1986, Pages 13–22, <https://doi.org/10.1093/biomet/73.1.13>
- Lercher, P. (1996). Environmental noise and health: An integrated research perspective. *Environment International*, 22(1), 117–129.
- Ljung R, Sorqvist P, Hygge S.: Effects of road traffic noise and irrelevant speech on children's reading and mathematical performance. *Noise and Health* (2009), 11:194- 198.
- Lozada, J. (2012). *Desarrollo Cognitivo y Educación [1]. Los inicios del conocimiento*. José A. Castorina; Mario Carretero (Comps.) Buenos Aires, Paidós, 2012. DOAJ (DOAJ: Directory of Open Access Journals).
- Lorist, M. M., Kernell, D., Meijman, T. F., & Zijdwind, I. (2002). Motor fatigue and cognitive task performance in humans. *The Journal of Physiology*, 545(1), 313-319.
- Masullo, M., Ruggiero, G., Alvarez Fernandez, D., Iachini, T., & Maffei, L. (2021). Effects of urban noise variability on cognitive abilities in indoor spaces: Gender differences. *Noise & Vibration Worldwide*, 095745652110307.
- Mohamadi (2009). An investigation of community response to urban noise. Department of Industrial Engineering, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran, *J. Environ. Health. Sci. Eng.*, 2009, Vol. 6, No. 2, pp. 137-142.
- McEwen BS y Gianaros PJ. 2010. Central role of the brain in stress and adaptation: links to

socioeconomic status, health, and disease. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1186(1): 190-222.

Noismart. (2019b). TERMINOLOGÍA ACUSTICA. Noismart.

<https://www.noismart.com/terminologia-acustica>

Orozco Medina, M., Figueroa Montaña, A., & Borazco Barocio, A. (2015). Aportaciones al análisis del ruido y salud. *Revista universitaria de desarrollo social*, 35(IXAYA), 1–18.

Ostrosky-Solís, F., Ardila, A., & Rosselli, M. (1999). Neuropsi: A brief neuropsychological test battery in Spanish with norms by age and educational level. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 5(5), 413–433.

Passchier-Vermeer, W., & Passchier, W. F. (2000). Noise Exposure and Public Health. *Environmental Health Perspectives*, 108, 123.

Persson-Waye, K., Bengtsson, J., Kjellberg, A., and Benton, S.: Low frequency "noise pollution" interferes with performance. *Noise and Health* (2001), 4:33-49

Pellerin, N., & Candas, V. (2003). Combined effects of temperature and noise on human discomfort. *Physiology & Behavior*, 78(1), 99-106.

Radford, A. N., Kerridge, E., & Simpson, S. D. (2014). Acoustic communication in a noisy world: can fish compete with anthropogenic noise? *Behavioral Ecology*, 25(5), 1022–1030.

Ríos-Chelén, A. A. (2009). Bird song: The interplay between urban noise and sexual selection. *Oecologia Australis*, 13(01), 153–164.

Ross, H. W. (1979). Wepman test of auditory discrimination: What does it discriminate. *Journal of School Psychology*, 17(1), 47–54.

Ruza, Felipe (1988), "El ruido del tráfico: evaluación y corrección de su impacto", Simposio

- sobre Impacto Ambiental de Carreteras, España, PIARC.
- Sartori, G., Job F., Miozzo M., Zago & Marchiori G. (1993). Category-Specific Form Knowledge Deficit in a Patient with Herpes Simplex Virus Encephalitis?. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 15, 2:280-299.
- Solís Amanzo, I. (2017). Influencia de la contaminación sonora en la salud pública del poblador del Cercado de Lima. *Paideia*, 3(4), 47–59.
- Sulloway, F. J. (2001). Birth Order, Sibling Competition, and Human Behavior. *Conceptual Challenges in Evolutionary Psychology*, 39-83. https://doi.org/10.1007/978-94-010-0618-7_3
- Smeets, T., Cornelisse, S., Quaedflieg, C. W., Meyer, T., Jelicic, M., & Merckelbach, H. (2012). Introducing the Maastricht Acute Stress Test (MAST): A quick and non-invasive approach to elicit robust autonomic and glucocorticoid stress responses. *Psychoneuroendocrinology*, 37(12), 1998–2008.
- Stansfeld, S., Haines, M., & Brown, B. (2000). Noise and Health in the Urban Environment. *Reviews on Environmental Health*, 15(1–2), 1–41.
- Stansfeld, S., Berglund, B., Clark, C., Lopez-Barrio, I., Fischer, P., Öhrström, E., Haines, M., Head, J., Hygge, S., van Kamp, I., & Berry, B. (2005). Aircraft and road traffic noise and children's cognition and health: a cross-national study. *The Lancet*, 365(9475), 1942–1949
- Schacter, D.L., Wagner, A.D. & Buckner, R.L. (2000) Memory systems of 1999. In Tulving, E. and Craik, F.I.M. (Eds.) *The Oxford Handbook of Memory*. New York: Oxford University Press. 627-643.
- Tarnopolsky, A., Barker, S. M., Wiggins, R. D., & McLean, E. K. (1978). The effect of aircraft

- noise on the mental health of a community sample: a pilot study. *Psychological Medicine*, 8(2), 219–233.
- Thompson, D. J. (1993). Wheel-rail noise generation, part II: wheel vibration. *Journal of sound and vibration*, 161(3), 401-419.
- Tulving, E. (1972). Episodic and semantic memory. En E. Tulving & W. Donaldson (Eds.), *Organization of memory* (381–403). New York: Academic Press.
- Tulving, E. (2000). Introduction to Memory. In M.S. Gazzaniga (Ed.), *The New Cognitive Neurosciences*, 2nd Ed. Cambridge, MA: MIT Press. 727-732.
- Westman, J. C., & Walters, J. R. (1981). Noise and stress: a comprehensive approach. *Environmental Health Perspectives*, 41, 291–309.
- World Health Organization: Burden of disease from environmental noise, quantification of healthy life years lost in Europe. WHO Regional Office for Europe, 2011.
- Van Kempen, E. E., Kruize, H., Boshuizen, H. C., Ameling, C. B., Staatsen, B. A., & de Hollander, A. E. (2002). The association between noise exposure and blood pressure and ischemic heart disease: a meta-analysis. *Environmental health perspectives*, 110(3), 307-317.
- Virant-Doberlet M. et al. (2014) Vibrational Communication Networks: Eavesdropping and Biotic Noise. In: Cocroft R., Gogala M., Hill P., Wessel A. (eds) *Studying Vibrational Communication. Animal Signals and Communication*, vol 3. Springer, Berlin, Heidelberg.

ANEXO 1

Datos generales

Nombre: _____

Fecha de nacimiento: _____ Edad: _____ Sexo: M ____ F ____

Promedio escolar: _____ Fecha de aplicación: _____

Contacto (celular/email): _____

Licenciatura: _____ Grado y grupo: _____ No. De tratamiento:

1. ¿Dónde vives? _____

2. ¿Tu casa está cerca de una avenida, carretera o calle muy ruidosa:

Si () No () Especifica

3. ¿Despiertas por la noche a causa del ruido exterior? _____

4. ¿Los audífonos los escuchas al máximo volumen? _____

5. ¿Cuántas horas al día utilizas los audífonos?

12-10 9-7 6-5 4-2 1-0

6. ¿De estos ruidos cuál te parece más molesto?

Personas Anunciantes Construcción Tráfico rodado
hablando/discutiendo

5.- ¿Qué tan sensible eres al ruido en una escala de 1 al 10? Tomando 1 como nada sensible y 10 como muy sensible.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

ANEXO 2

EVALUACIÓN NEUROPSICOLÓGICA BREVE EN ESPAÑOL NEUROPSI

Dra. Feggy Ostrosky-Solís, Dr. Alfredo Ardua y
Dra. Mónica Rosselli

DATOS GENERALES

NOMBRE _____

EDAD _____

FECHA _____

SEXO _____

ESCOLARIDAD _____

LATERALIDAD _____

OCUPACIÓN _____

MOTIVO DE CONSULTA _____

OBSERVACIONES MÉDICAS Y NEUROLÓGICAS

I.- Estado de alerta: consciente, somnoliento, estuporoso, comatoso, etc.

II.- En caso de que la persona esté tomando algún medicamento, especifique cuál y la dosis:

III.- Otros exámenes: angiografía, electroencefalografía, etc.

IV.- Antecedentes médicos:

Marque con una "X" en caso de que tenga o haya tenido alguna de las siguientes enfermedades:

() Hipertensión Arterial

() Traumatismos craneoencefálicos

() Enfermedades pulmonares

() Diabetes

() Alcoholismo

() Tiroidismo

() Farmacodependencia

() Accidentes cerebrovasculares

() Disminución de agudeza visual o
auditiva.

() Otros

ANEXO 3

PRUEBA DE DISCRIMINACIÓN AUDITIVA DE WEPMAN

NOMBRE : _____
CURSO : _____
COLEGIO : _____
FECHA NACIMIENTO : _____
EDAD CRONOLÓGICA : _____
FECHA DE APLICACIÓN: _____
EXAMINADOR : _____

Palabra estímulo	Igual	Difer.
1. sogá – soba		
2. lana – lana		
3. dedo – debo		
4. ruela – rueda		
5. chal – chal		
6. guía - día		
7. bol – gol		
8. sin – fin		
9. perro – berro		
10. saco – saco		
11. zona – zona		
12. jarro – jarro		
13. casa - grasa		
14. eco – eco		
15. brama – trama		
16. tiza – pisa		
17. pito – pico		
18. cana – cama		
19. cubo – tubo		
20. fiel - piel		

Palabra estímulo	Igual	Difer.
21. mapa – mata		
22. bebe – bebe		
23. cargo – cardo		
24. parco – parto		
25. bulbo – bulto		
26. mido – nido		
27. clan – plan		
28. tifón – tizón		
29. cruz – cruz		
30. diez – diez		
31. pobre – cobre		
32. trote – brote		
33. brasa – grasa		
34. toro – toro		
35. pan – pan		
36. arcón – halcón		
37. plan – flan		
38. flor – flor		
39. ropa – roba		
40. crío - trío		
TOTAL ERRORES		

OBSERVACIONES: _____

B.-DETECCIÓN VISUAL

Se coloca la hoja de detección visual frente al sujeto y se le pide que marque con una "X todas las figuras que sean iguales al modelo (lámina A del material anexo), el cual se presentará durante 3 segundos. Suspender a lo 30 segundos.

TOTAL DE ERRORES _____

TOTAL DE ACIERTOS _____

C.- 20-3

Pida que a 20 le reste 3. No proporcione ayuda y suspenda después de 5 operaciones.

17-14-11-8-5 Respuesta _____ TOTAL _____ (5)

III- CODIFICACIÓN

A.- MEMORIA VERBAL ESPONTÁNEA

Enuncie la serie de palabras y pida que la repita una vez que usted termine.

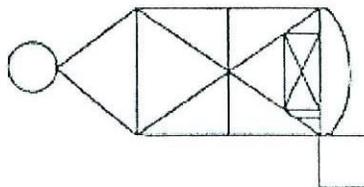
Proporcione los tres ensayos.

I. CURVA DE MEMORIA ESPONTÁNEA

1	2	3	
Gato _____	Mano _____	Codo _____	INSTRUSIONES _____
Pera _____	Vaca _____	Fresa _____	PERSEVERACIONES _____
Mano _____	Fresa _____	Pera _____	PRIMACIA _____
Fresa _____	Gato _____	Vaca _____	PRESENCIA _____
Vaca _____	Codo _____	Gato _____	
Codo _____	Pera _____	Mano _____	
Total _____	_____	_____	TOTAL PROMEDIO _____ (6)
1er. ensayo	2o. ensayo	3er. ensayo	

B.- PROCESO VISOESPACIAL (COPIA DE FIGURA SEMICOMPLEJA)

Pida que copie la lámina I del material anexo. Utilice la reproducción presentada abajo para registrar la secuencia de la copia.



HORA _____

TOTAL _____ (12)

2.-CÁLCULO

Pida que resuelva mentalmente las siguientes operaciones. Límite de tiempo para resolver cada problema: 60 segundos. Se puede leer nuevamente el problema dentro del límite de tiempo.

	Respuesta
¿Cuánto es 13 + 15? (28).....	_____
Juan tenía 12 pesos, recibió 9 y gastó 14 ¿Cuánto le quedó? (7).....	_____
¿Cuántas naranjas hay en dos docenas y media? (30).....	_____
TOTAL _____	(3)

NEUROPSI

6

5. _____	19. _____	5. _____	19. _____
6. _____	20. _____	6. _____	20. _____
7. _____	21. _____	7. _____	21. _____
8. _____	22. _____	8. _____	22. _____
9. _____	23. _____	9. _____	23. _____
10. _____	24. _____	10. _____	24. _____
11. _____	25. _____	11. _____	25. _____
12. _____	26. _____	12. _____	26. _____
13. _____	27. _____	13. _____	27. _____
14. _____	28. _____	14. _____	28. _____
TOTAL SEMÁNTICO _____		TOTAL FONOLÓGICO _____	
INTRUSIONES _____		INTRUSIONES _____	
PERSEVERACIONES _____		PERSEVERACIONES _____	

NEUROPSI

5

ANEXO 4.

INSTRUMENTO MODIFICADO

Atención y concentración

Ejercicio modificado

Detección visual (30 segundos).

Se colocará la otra mitad de la hoja de figuras frente al sujeto y se le pedirá que marque con una "X" todas las figuras que sean iguales al modelo (lamina A) el cual se presentará durante 3 segundos. Suspender a los 30 segundos.

Total, de errores: _____

Total, de aciertos: _____

40-3. Pida que a 20 le reste 3. No proporcione ayuda y suspenda después de 5 operaciones.

37,34,31,28,25 **Respuesta:** _____

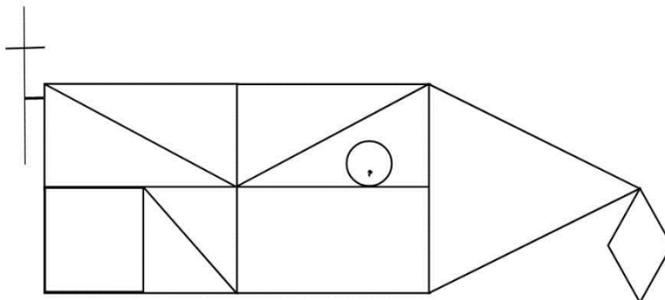
Codificación

Enuncie la serie de palabras y pida que la repita una vez que usted termine. Proporcione los tres ensayos.

Perro .	Ojo _____	Nariz _____	Intrusiones _____
Naranja .	Caballo _____	Pera _____	Perseveraciones _____
Ojo .	Naranja _____	Naranja _____	Primacía _____
Pera .	Perro _____	Perro _____	Recencia _____
Caballo .	Nariz _____	Caballo _____	Total promedio _____ (6)
Nariz .	Pera _____	Ojo _____	
1er ensayo	2do ensayo	3er ensayo	

Proceso visoespacial

Pida que copie la lámina 1 del material anexo. Utilice la reproducción presentada abajo para registrar la secuencia de la copia.



Lenguaje

Pida que nombre en un minuto todas las frutas que conozca. Posteriormente, empleando el mismo tiempo, solicite que mencionen todas las palabras que recuerde que inicien con la letra “Z” sin que sean nombres propios o palabras derivadas (y . gr. familia, familiar).

Nombre de frutas

Palabras que inicien con “Z”

- | | |
|------|------|
| 1 . | 15 . |
| 2 . | 16 . |
| 3 . | 17 . |
| 4 . | 18 . |
| 5 . | 19 . |
| 6 . | 20 . |
| 7 . | 21 . |
| 8 . | 22 . |
| 9 . | 23 . |
| 10 . | 24 . |
| 11 . | 25 . |
| 12 . | 26 . |
| 13 . | 27 . |
| 14 . | 28 . |

- | | |
|------|------|
| 1 . | 15 . |
| 2 . | 16 . |
| 3 . | 17 . |
| 4 . | 18 . |
| 5 . | 19 . |
| 6 . | 20 . |
| 7 . | 21 . |
| 8 . | 22 . |
| 9 . | 23 . |
| 10 . | 24 . |
| 11 . | 25 . |
| 12 . | 26 . |
| 13 . | 27 . |
| 14 . | 28 . |

TOAL SEMÁNTICO _____
 FONOLÓGICO _____
 INTRUSIONES _____

TOTAL _____
 INTRUSIONES _____

Cálculo

Pida que resuelva mentalmente las siguientes operaciones. Límite de tiempo para resolver cada problema: 60 segundos. Se puede leer nuevamente el problema dentro del límite de tiempo.

Respuesta

¿Cuánto es $23+25$? (48) _____

Juana tenía 24 pesos, recibió 18 y gastó 28

¿Cuánto fue que le quedó? (14) _____

¿Cuántas manzanas hay 3 docenas y medio? (42) _____