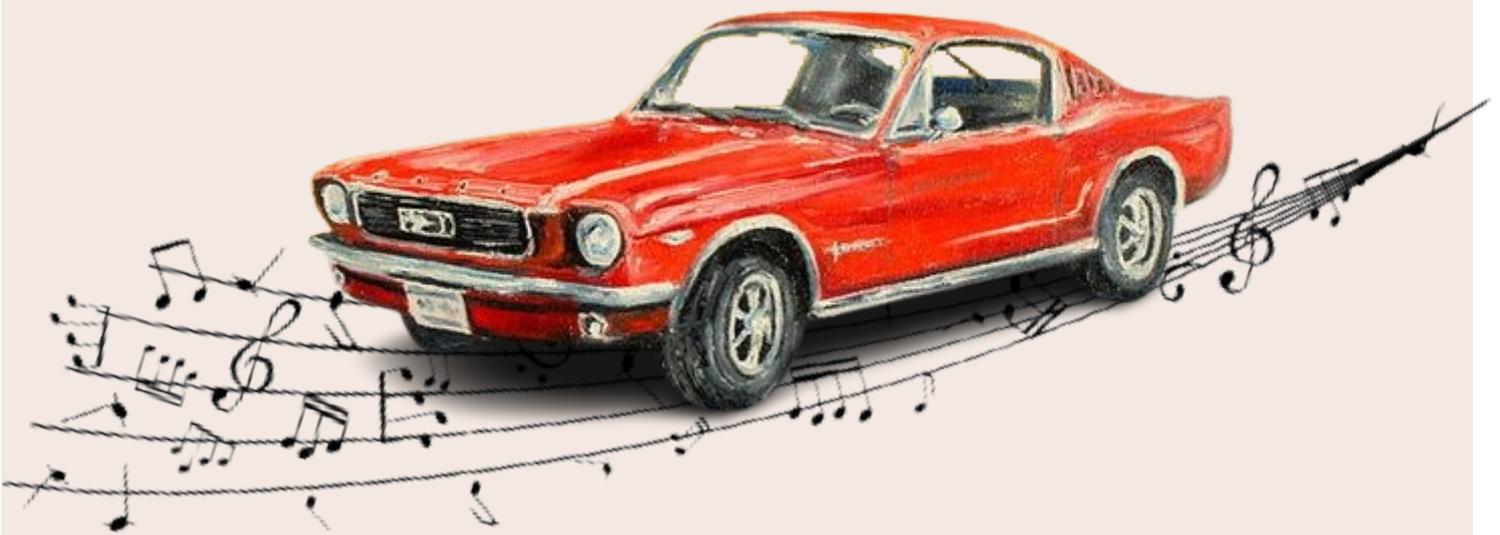


Trabajo final de Grado  
Facultad de Psicología  
Universidad de la República

Diciembre, 2023

# **Efecto de la música en la fatiga y el desempeño durante la conducción monótona prolongada**



Tutora: Dra. Cecilia Madriaga Mateuci  
Revisor: Dr. Ignacio Estevan Debat  
Estudiante: Mateo Santoro CI: 4.844.783-2

## **Agradecimientos**

*A toda mi familia, en especial a mi madre por siempre apoyarme, motivarme y brindarme el ejemplo y modelo de dedicación y constancia.*

*A mi abuela, que con enorme amor me ha estado para mí en todas las etapas de mi vida, incluida esta.*

*A mis amigos, que siempre me han alentado y han estado para mí.*

*A mis compañeros de trabajo, Andrés y Camila, que me apoyado en este proceso y han hecho todo más ameno.*

*A mi novia, Dafne, con la que he compartido prácticamente toda la carrera y ha sido un pilar fundamental en mi trayecto.*

*A la Dra. Cecilia Orellana, por su amabilidad y disponibilidad ante mis consultas, así como por mostrarse dispuesta a colaborar con mi proyecto en relación a la facilitación de instrumentos para el mismo.*

*A mi revisor, Ignacio Estevan, por tomarse el tiempo y la dedicación de aportar todas las sugerencias y correcciones que enriquecieron enormemente este trabajo.*

*Y en especial a mi tutora, Cecilia Madriaga, por haberme guiado y acompañado en este camino, con una dedicación y un acercamiento admirables, dignos de una verdadera referente y mentora.*

## **Indice**

<b>Indice</b>	<b>3</b>
<b>Resumen</b>	<b>4</b>
<b>1. Marco conceptual</b>	<b>5</b>
1.1. Conducción vehicular y funciones implicadas	5
1.2. Vigilancia	5
1.3. Fatiga	6
1.4. Monotonía en la conducción	8
1.5. Música	9
1.5.1. Música y cerebro	9
1.5.2. Efecto de la música en el rendimiento cognitivo (Vigilancia)	10
<b>2. Fundamentación y Antecedentes</b>	<b>11</b>
2.1. Estudios de monotonía y conducción	11
2.2. Estudios del uso de la música en la conducción vehicular monótona	12
2.3. La situación en Uruguay	13
<b>3. Problema de investigación</b>	<b>14</b>
<b>4. Objetivos generales</b>	<b>15</b>
<b>5. Hipótesis</b>	<b>15</b>
<b>6. Objetivos específicos</b>	<b>15</b>
<b>7. Predicciones</b>	<b>15</b>
<b>8. Métodos</b>	<b>16</b>
Participantes	16
Criterios de inclusión	16
Criterios de exclusión	16
Instrumentos	16
Procedimiento	17
Análisis estadístico	18
<b>9. Consideraciones éticas</b>	<b>19</b>
<b>10. Cronograma de ejecución</b>	<b>20</b>
<b>11. Resultados esperados y plan de difusión</b>	<b>21</b>
<b>12. Referencias bibliográficas</b>	<b>22</b>
<b>13. Anexos</b>	<b>35</b>
<b>13.1. Consentimiento informado</b>	<b>35</b>
<b>13.2. Escalas y Tests</b>	<b>36</b>
13.2.1. Escala de somnolencia Karolinska	36
13.2.3. Test de Toulouse-Pieron-Revisado	37

## **Resumen**

**Marco conceptual y fundamentación:** La conducción vehicular, es una tarea compleja y demandante. La vigilancia, definida como la capacidad de mantener el foco atencional en una tarea durante un período determinado de tiempo, ha sido conceptualizada como una de las grandes funciones que modulan la capacidad de conducción. Se ha observado que la monotonía en la conducción vehicular prolongada induce, en general, una mayor fatiga cognitiva pasiva. Esta fatiga, causada principalmente por la repetición y la falta de estímulos en el entorno, resulta en una disminución de la vigilancia y, como consecuencia, en un empobrecimiento del rendimiento al volante. La música es una de las estrategias más comunes empleadas por los conductores para contrarrestar estos efectos de la monotonía. Existe robusta evidencia que respalda el uso de la música como una contramedida efectiva para tales fines, impactando positivamente sobre la vigilancia y el rendimiento del conductor.

**Objetivos:** El presente estudio tiene como objetivo profundizar en el conocimiento sobre la conexión entre la conducción vehicular monótona y la aparición de fatiga, al mismo tiempo que busca explorar el potencial de la música como una herramienta para reducir los niveles de fatiga y mejorar el rendimiento al volante en situaciones de conducción monótona.

**Métodos:** Se propone abordar el problema de investigación desde un enfoque cuantitativo, a través de un diseño de investigación experimental, de tipo transversal logrando un alcance correlacional. Se analizarán 40 sujetos que conducirán por un entorno monótono en un simulador durante 120 minutos en una condición sin música y durante 120 minutos en una condición con música. La fatiga será evaluada a través de un cuestionario de autoreporte y a través de pruebas psicofisiológicas (EEG, EOG y EMG). Los niveles de vigilancia se estimarán a través de los errores cuantificados por el simulador. **Resultados esperados:** Se espera que los resultados obtenidos en este estudio contribuyan de manera significativa al conocimiento del impacto de la música sobre la fatiga y el desempeño en la conducción prolongada y monótona, y su posible efecto en la vigilancia del conductor. Adicionalmente, se espera que este proyecto pueda contribuir a diferentes líneas de investigación sobre la seguridad vial y la conducción segura.

**Palabras clave:** conducción vehicular, fatiga, monotonía, música.

## **1. Marco conceptual**

### **1.1. Conducción vehicular y funciones implicadas**

La conducción vehicular, es una tarea compleja y demandante (Larue et al., 2011). Requiere tanto de funciones sensoriales y motoras básicas tales como la visión (Owsley & McGwin, 2010), la audición y el control motor (Sun et al., 2018), así como de funciones cognitivas superiores como la integración visuoespacial, la velocidad de procesamiento, la memoria y las funciones ejecutivas (control inhibitorio, flexibilidad cognitiva, memoria de trabajo) (Calhoun & Pearson, 2012; Ledger et al., 2019; Leis et al., 2015; Verster et al., 2002). Ha sido estudiado que estas últimas correlacionan fuertemente con el desempeño en la conducción vehicular (Bioulac et al., 2020; Cox et al., 2016; Egeto et al., 2019; Motta et al., 2014). Las funciones ejecutivas, al igual que el resto de las funciones cognitivas, requieren de procesos atencionales básicos, como la atención sostenida (Parasuraman et al., 2000). Esta última se ha conceptualizado en el campo de la investigación de la conducción vehicular con el término *vigilancia*. La misma ha sido definida como la capacidad de mantener el foco atencional en una tarea durante un período determinado de tiempo, con el fin de detectar y responder a estímulos poco frecuentes (Davies & Parasuraman, 1982; Parasuraman et al., 2000; Robbins, 2000; Warm, 1984).

Son varios los investigadores que acuerdan en que la *vigilancia* es una de las grandes funciones que modulan la capacidad de conducción (Almogbel et al., 2018; Campagne et al., 2004; Depestele et al., 2020; Farahmand & Boroujerdian, 2018; Garrisson et al., 2021; Jiang et al., 2017; Körber et al., 2015; McWilliams & Ward, 2021). Se ha observado que el rendimiento al volante disminuye a medida que aumenta el tiempo de conducción y persiste la monotonía de la tarea (Wascher et al., 2016). El detrimento del desempeño en la conducción monótona puede explicarse a través de la disminución de la *vigilancia*.

### **1.2. Vigilancia**

La investigación de la *vigilancia* ha demostrado que estar atento por períodos breves a acontecimientos que pueden resultar predecibles y llamativos (un semáforo que puede cambiar a rojo) es menos demandante que mantener la atención en una fuente de información durante períodos prolongados para detectar la aparición de eventos poco comunes e impredecibles (Parasuraman et al., 2000). Mackworth (1948), sentó las bases de la investigación sobre la *vigilancia* mediante un estudio que exploró la habilidad de

operadores de radar y sonar para mantener la atención durante largos períodos de tiempo en su tarea. Este autor logró demostrar que la capacidad de las personas para mantener su vigilancia en este tipo de tareas repetitivas y/o monótonas decrece con el tiempo. Estos hallazgos son fundamentales para pensar la conducción de un automóvil, específicamente en rutas de largas distancias. Esta tarea requiere mantener la atención durante largos períodos de tiempo para detectar posibles amenazas o peligros que tienen una baja probabilidad de aparición (Neigel et al., 2020). La vigilancia requiere de un esfuerzo cognitivo que tiende a debilitarse con el tiempo (Wang et al., 2023), este fenómeno se ha denominado “disminución de la vigilancia” (Parasuraman et al., 2000). Esta disminución se manifiesta en una menor detección de estímulos relevantes para la tarea y/o un progresivo aumento de los tiempos de respuesta a los mismos (Parasuraman & Davies, 1976).

Diferentes teorías intentan explicar los mecanismos que subyacen a esta disminución de la vigilancia (Luna et al., 2022). Existen dos explicaciones teóricas predominantes sobre este fenómeno; a) La teoría de los recursos cognitivos, la cual postula que los humanos poseen recursos atencionales limitados pero renovables, por lo que solo es posible procesar una determinada cantidad de información durante cierta cantidad de tiempo antes de que los niveles de vigilancia disminuyan y se vuelva necesario la restauración de la misma mediante el descanso de la tarea (Flanagan & Nathan-Roberts, 2019; Helton & Warm, 2008); y b) La teoría del *mindlessness* (podría traducirse como del sin sentido) supone que las tareas de vigilancia menos demandantes inducen una subestimulación cognitiva debido a que el procesamiento de la información se realiza de manera irreflexiva y automática durante tiempos prolongados (Neigel et al., 2020). Es sobre esta teoría desde donde se conceptualiza el problema de investigación del presente trabajo.

La conducción vehicular, cuando se desarrolla por un tiempo prolongado, contribuye en la disminución de la vigilancia por efecto de la fatiga inducida sustancialmente por la monotonía del entorno y la tarea (Campagne et al., 2004; Körber et al., 2015; Larue et al., 2011; McWilliams & Ward, 2021; Mishler & Chen, 2023; Schmidt et al., 2009).

### **1.3. Fatiga**

Siguiendo a May & Baldwin (2009), existen al menos 2 formas de inducción de la fatiga cognitiva en el conductor, una relacionada con el sueño (RS) (ritmos circadianos, privación y restricción del sueño) y otra relacionada con la tarea (RT). Esta última, que es en la que nos centraremos en el presente trabajo, es causada por la propia tarea de conducción y el entorno en donde se conduce. Se ha propuesto que la fatiga RT puede ser clasificada en activa o pasiva (Desmond & Hancock, 2000; Gimeno et al., 2006). La fatiga activa se debe a la sobrecarga cognitiva que exige la tarea de conducción en determinadas

situaciones (tráfico denso, poca visibilidad, conducir bajo lluvia, etc) y que agota los recursos atencionales. Por su parte, la fatiga pasiva es ocasionada por la subcarga cognitiva que puede ocasionarse en la conducción prolongada y poco estimulante (May & Baldwin, 2009). Esta última es fundamental para entender la disminución de la vigilancia en casos de conducción monótona, en donde el conductor se expone a trayectos de larga distancia (Zeller et al., 2020) incluso cuando los conductores descansaron debidamente la noche antes de conducir (Oron-Gilad et al., 2008). Esta disminución puede ser mayor si estos trayectos ocurren a través de carreteras con poca variabilidad de su geometría y paisaje. Estos entornos de baja estimulación, reducen la tarea de conducir a mantener el vehículo dentro de un carril a una velocidad relativamente constante, y en donde otros estímulos, como el tráfico, son escasos y monótonos (Brandt et al., 2004; Farahmand & Boroujerdian, 2018; Thiffault & Bergeron, 2003). El principal problema en el estado de subcarga, es que el conductor experimenta niveles de excitación muy bajos debido a la falta de estímulos relevantes, lo que provoca una disminución en su vigilancia y rendimiento al volante. Esto se evidencia como una falta de control de la velocidad, un aumento del número de desviaciones del carril, así como las correcciones tardías de estas desviaciones (Baulk et al., 2008; Large et al., 2018; McWilliams & Ward, 2021; Thiffault & Bergeron, 2003). En consecuencia, la capacidad del sujeto de supervisar el control del vehículo en caso de emergencia, por ejemplo ante una inminente colisión, puede encontrarse disminuida debido al enlentecimiento de los tiempos de reacción como efecto de la disminución de la vigilancia (Saxby et al., 2013).

Asimismo, se ha descrito el fenómeno denominado como “vagabundeo mental” (Smallwood & Schooler, 2006), que puede contribuir con dicha disminución y el consiguiente empobrecimiento del rendimiento. Este efecto suele aparecer en tareas prolongadas y consiste en retirar el foco atencional de la tarea principal para generar un nuevo foco de atención interno, como por ejemplo, pensamientos que no se encuentran relacionados con la tarea (Körber et al., 2015; Malkovsky et al., 2012). Este fenómeno está muy relacionado con el control ejecutivo de la atención, el cual es necesario para mantener la atención dirigida hacia los objetivos de la tarea principal y evitar que pensamientos irrelevantes agoten los recursos atencionales necesarios para la misma (Smallwood & Schooler, 2006; Thomson et al., 2015). Existe evidencia de que las tasas de “vagabundeo mental” son más elevadas en tareas que implican una subcarga cognitiva (Forster & Lavie, 2009), lo que resulta consistente con la conducción monótona.

La fatiga es un fenómeno multidimensional que ha sido difícil de conceptualizar de forma precisa. Con frecuencia los términos fatiga y somnolencia han sido utilizados como sinónimos en la literatura (Farahmand & Boroujerdian, 2018). No obstante, la fatiga es considerada como un término general que engloba procesos tanto psicológicos como

fisiológicos (Thiffault & Bergeron, 2003). La fatiga pasiva con frecuencia se presenta de forma concomitante con somnolencia (Saxby et al., 2007). Para la conducción vehicular resultan fundamentales los conceptos de somnolencia autopercebida (SA) y somnolencia fisiológica (SF), la primera refiere a la somnolencia que es reportada por el sujeto, mientras que la segunda, es la somnolencia que puede ser objetivada por medio de medidas psicofisiológicas (Roehrs et al., 2017). Un estudio relativamente reciente mostró cómo conductores de larga distancia suelen presentar una SF más alta que pilotos de aviones que en su entrenamiento reciben formación para la identificación de la somnolencia (Sallinen et al., 2020). La combinación de una baja autopercepción de somnolencia junto con una somnolencia fisiológica elevada, puede representar un riesgo para la seguridad, subestimando el conductor su capacidad para continuar conduciendo (Sallinen et al., 2020).

Al conducir largas distancias por trayectos monótonos, los conductores pueden experimentar fatiga y somnolencia, causando, por su impacto en el rendimiento, un aumento del riesgo de accidentes de tráfico (Farahmand & Boroujerdian, 2018).

#### **1.4. Monotonía en la conducción**

La monotonía se puede describir como una cualidad objetiva de un entorno que está relacionada con la falta de variación y/o la repetición predecible de una tarea (Dunn & Williamson, 2011). La vivencia subjetiva de la monotonía, se asocia principalmente con sentimientos de aburrimiento y fatiga, así como la pérdida de motivación e interés por la tarea, y puede incluso tener efectos fisiológicos (Brandt et al., 2004). La monotonía induce, en general, una mayor fatiga cognitiva pasiva. La misma tiene un impacto significativo en el rendimiento humano. Contribuye en la disminución de los niveles atencionales, la velocidad de procesamiento de la información, la capacidad de la memoria de trabajo, el aumento de los tiempos de respuesta óptimos y las funciones cognitivas superiores (Dinges, 1995), necesarias para la conducción vehicular segura. Se ha observado que la fatiga es un factor importante que contribuye con los accidentes de tránsito (Verster et al., 2017). Se estima que el 20 a 30 por ciento de los siniestros fatales de tránsito se deben a la fatiga (Saxby et al., 2008). Sumado a esto, la investigación ha mostrado que la monotonía del entorno vial exacerba la fatiga y tiene efectos negativos sobre la vigilancia y el desempeño al volante (Thiffault & Bergeron, 2003). Investigaciones que han utilizado medidas fisiológicas, como el electroencefalograma, revelaron que a medida que se prolonga el tiempo de conducción monótona, se observa una disminución de la potencia espectral de ondas beta (13-30 Hz) y un aumento en las ondas theta (4-8 Hz) y alfa (8-12 Hz) (Campagne et al., 2004; Schmidt et al., 2011; Seen et al., 2010). Se ha visto que las ondas de menor frecuencia, como theta y

alfa, correlacionan con mayores niveles de fatiga y menores niveles de alerta y vigilancia (Atchley et al., 2011; Larue et al., 2011; Seen et al., 2010).

Diferentes investigaciones han intentado determinar cuáles son las estrategias más utilizadas y percibidas como eficaces por los conductores a la hora de contrarrestar los efectos ya descritos de la monotonía en la conducción vehicular (Gershon et al., 2011; Royal, 2003). Una encuesta que implicó a 1780 conductores, mostró que una de las estrategias más comunes empleadas por los mismos es escuchar música, citando como una de las razones principales el beneficio de la música en la concentración de los conductores (Dibben & Williamson, 2007). Existe robusta evidencia que respalda el uso de la música como una contramedida efectiva para los efectos de la monotonía, estableciendo que esta no solo no tiene efectos adversos en el rendimiento al volante sino que puede mejorarlo en la medida que aumenta los niveles de excitación y vigilancia del conductor, que pueden verse disminuidos por efecto de la monotonía (Beh & Hirst, 1999; Li et al., 2019; Oron-Gilad et al., 2008; Ünal et al., 2013).

## **1.5. Música**

### 1.5.1. Música y cerebro

La música es fundamental para los seres humanos y se encuentra presente en todas las culturas (Gómez et al., 2007). Estudios de activación cerebral han demostrado la existencia de un sustrato anatómico cerebral específico que conforma un sistema modular definido para el procesamiento de la música. Este sustrato, se encuentra estructurado en módulos más pequeños para el procesamiento de los distintos componentes musicales como la organización temporal (ritmo), la organización del tono, timbre y melodía, así como su impacto en los procesos mnésicos, emocionales y fisiológicos (Gómez et al., 2007; Parsons, 2001; Soria Urios et al., 2011).

La música tiene efectos importantes en la química cerebral, al estimular la segregación de diferentes neurotransmisores y hormonas que conllevan un impacto marcado en la regulación emocional así como en la cognición humana (Speranza et al., 2022). Se ha observado que la música puede aumentar la síntesis de dopamina, serotonina, oxitocina y norepinefrina (Gerra et al., 1998). A esta última se le ha atribuido, entre otras funciones, la de modular la capacidad atencional cuando es segregada en la corteza cerebral por el sistema locus coeruleus-norepinefrina (Berridge & Waterhouse, 2003).

### 1.5.2. Efecto de la música en el rendimiento cognitivo (Vigilancia)

Para poder entender el impacto de la música en la vigilancia, es necesario establecer una relación entre la excitación (*arousal*) y el rendimiento en una tarea de vigilancia. Unsworth & Robison (2016), propusieron una relación de U invertida entre excitación y rendimiento, estableciendo que cuanto más bajo es el nivel de excitación de una tarea más se empobrece el rendimiento debido al ya mencionado fenómeno de “vagabundeo mental”, y que si los niveles de excitación son demasiado altos el rendimiento se ve alterado debido a distracciones externas. En este sentido la música podría contribuir a elevar los niveles de excitación (Burkhard et al., 2018; Ünal et al., 2013) en tareas poco demandantes (como la conducción vehicular monótona), ajustándolos en un nivel medio que favorece el mantenimiento de la vigilancia y optimiza el rendimiento (Fontaine & Schwalm, 1979; Kiss & Linnell, 2021; Ünal et al., 2013). Una explicación de este suceso se debe a la probable relación que existe entre la música y un neurotransmisor, la norepinefrina, que se ha vinculado con los procesos atencionales dentro de los cuales se encuentra el mantenimiento de la vigilancia (Panksepp & Bernatzky, 2002; Sara, 2009). La música, al parecer funciona como un buen estimulante natural de la secreción de este neurotransmisor, contribuyendo a mejorar temporalmente el rendimiento (Särkämö & Soto, 2012).

Otro aspecto relevante del efecto de la música en el mantenimiento de la vigilancia, se relaciona con el impacto de esta en el estado emocional de las personas. El estado emocional del sujeto en un momento dado impacta sobre los procesos cognitivos, incluida la vigilancia (Brosch et al., 2013; Pessoa, 2008). Se ha observado que cuando una persona está familiarizada con la música, se experimentan niveles más altos de excitación emocional en comparación con la música desconocida (Pereira et al., 2011; van den Bosch et al., 2013). Además, se han registrado mejoras en el rendimiento de tareas de vigilancia cuando la música resulta familiar, evidenciadas por tiempos de respuesta más rápidos (Kirk et al., 2022), un mayor enfoque en la tarea y un menor vagabundeo mental (Homann et al., 2023). Al parecer, las expectativas que la persona puede tener sobre una pieza musical con la que se encuentra familiarizado son mayores, lo cual genera una mayor liberación de dopamina en el sistema de recompensa cerebral, contribuyendo a aumentar los niveles de excitación (Salimpoor et al., 2011). La dopamina es otro neurotransmisor que también se ha asociado con varias funciones cognitivas, teniendo una implicación directa con la regulación atencional (Nieoullon, 2002). En consecuencia, la música familiar para el sujeto, facilitaría temporalmente el mantenimiento de la vigilancia mejorando el rendimiento al volante, a través de la estimulación en la segregación de norepinefrina mediante el sistema locus coeruleus-norepinefrina (Berridge & Waterhouse, 2003) y de dopamina a través del sistema

mesolímbico dopaminérgico, conocido también como el sistema de recompensa cerebral (Särkämö & Soto, 2012).

Por otro lado, la amplitud de la música (volumen), medida en decibeles (dBA), también es una variable importante que puede impactar sobre la vigilancia y el rendimiento al volante. Turner et al. (1996), hallaron una relación también en forma de U entre la preferencia de la amplitud de la música y el rendimiento, medido por los tiempos de reacción. Los autores argumentan que cuando la amplitud musical se encuentra en los niveles preferidos del sujeto, se observa el mejor rendimiento en términos de tiempos de reacción.

## **2. Fundamentación y Antecedentes**

### **2.1. Estudios de monotonía y conducción**

La conducción vehicular es una actividad diaria que implica la interacción del conductor con el entorno vial y la ejecución de diversas tareas cognitivas y motoras. Sin embargo, en ciertas situaciones de conducción, como en autopistas o carreteras monótonas, se ha observado que los conductores experimentan un estado de monotonía, por la falta de estímulos novedosos y la repetitividad del entorno (Oron-Gilad & Ronen, 2007; Thiffault & Bergeron, 2003).

Thiffault & Bergeron (2003) hallaron en pruebas con simulador que, aunque se mantuviese la geometría de la carretera,

Los participantes de este estudio presentaron menores niveles de fatiga y un mejor rendimiento en una carretera con estímulos visuales dispares y novedosos que en una carretera con un entorno repetitivo y monótono. Zhao & Rong (2013), encontraron este mismo efecto y agregaron que ciertos parámetros fisiológicos del conductor, como la frecuencia cardíaca, varían significativamente según los diferentes niveles de monotonía del entorno: mayores niveles de monotonía generan menores niveles de frecuencia cardíaca. Se ha observado que la frecuencia cardíaca o la actividad de las ondas cerebrales son robustos indicadores fisiológicos de la fatiga del conductor (Lal & Craig, 2001).

En el extenso ámbito de los estudios sobre el impacto de la monotonía en la fatiga y la vigilancia durante la conducción, se han empleado diversos enfoques metodológicos para su evaluación. La gran mayoría de investigaciones en este campo ha optado por la utilización de simuladores de conducción con el fin de recrear entornos monótonos y evaluar cómo estos inciden en la fatiga y la vigilancia del conductor. Estos estudios han explorado la influencia de estas variables en el desempeño del conductor, empleando indicadores como

excesos de velocidad, errores de conducción y desviaciones del carril (Farahmand & Boroujerdian, 2018; Körber et al., 2015; Larue et al., 2011; Oron-Gilad & Ronen, 2007; Saxby et al., 2013; Seen et al., 2010; Thiffault & Bergeron, 2003; Ting et al., 2008). Los simuladores son una herramienta muy útil para este tipo de investigación ya que permiten recrear entornos de conducción monótonos y medir su impacto en el rendimiento al volante de una manera segura y controlada que no implique ningún riesgo para los participantes ni terceros (McWilliams & Ward, 2021; Owsley & McGwin, 2010). Otras investigaciones han abogado por adoptar un enfoque metodológico más ecológico, y han realizado experimentos en situaciones de conducción de la vida real, pero representan un porcentaje mucho menor de la literatura (Egelund, 1982; Gaspar & Carney, 2019; He et al., 2023; Schmidt et al., 2009).

Una revisión sistemática que se centró en la forma de medir la fatiga y somnolencia, analizó el uso de diferentes medidas fisiológicas que correlacionan con estas variables, como son la electroencefalografía (EEG), el electrocardiograma (ECG), los movimientos oculares, la conductancia electrodérmica, entre otros (Bier et al., 2018). En este trabajo se describieron estudios que han incorporado medidas de carácter subjetivo, como la escala de somnolencia de Karolinska, la escala de somnolencia de Stanford, la escala de somnolencia de Epworth, entre otras, que permiten evaluar la percepción subjetiva de los efectos de la monotonía sobre la somnolencia, atención y la fatiga del conductor (Bier et al., 2018).

Debido al impacto que la monotonía en la conducción tiene en el rendimiento del conductor y sus consecuencias en la seguridad vial, es que este fenómeno ha sido ampliamente estudiado en las últimas décadas (Farahmand & Boroujerdian, 2018; Körber et al., 2015; Ma et al., 2018; Schmidt et al., 2009; Seen et al., 2010; Ting et al., 2008; Wascher et al., 2016; Zhao & Rong, 2013). Se ha demostrado recientemente, en un estudio de conducción en la vida real, que la monotonía genera un estado de fatiga pasiva en el conductor y puede provocar una disminución en la vigilancia, en la capacidad de respuesta del conductor y en el rendimiento general del mismo (He et al., 2023).

## **2.2. Estudios del uso de la música en la conducción vehicular monótona**

La música es ampliamente utilizada por los conductores como una posible estrategia para ayudar a mantener la atención, aumentar la activación fisiológica (arousal) y contrarrestar la fatiga y somnolencia durante la conducción monótona (Dibben & Williamson, 2007). Varios estudios se han centrado en variables como el tipo de música, el tempo, el volumen y la familiaridad musical investigando los efectos en la conducción monótona, (Beh & Hirst, 1999; Cassidy & Macdonald, 2009; Hu et al., 2022; Li et al., 2019). Beh & Hirst (1999), llevaron a cabo un estudio en el cual exploraron el impacto del volumen de la música en la vigilancia durante situaciones de conducción de baja y alta demanda. Estos autores hallaron

que la música a volumen bajo/moderado tiene un impacto positivo en el rendimiento de la vigilancia en situaciones de baja demanda.

Li et al. (2019), investigaron qué tipo de tempo musical (lento, medio o rápido) es el más efectivo para mejorar los niveles de vigilancia y disminuir la fatiga del conductor en conducciones monótonas prolongadas. Los autores compararon los diferentes tempos musicales en pruebas de conducción en la vida real, con la conducción en silencio. Para eso utilizaron una pieza musical ampliamente popular en esa población para controlar el efecto de la familiaridad de los participantes con el estímulo musical. En términos generales, hallaron que la música a tempo medio es la más efectiva para mantener la vigilancia y la fatiga en niveles óptimos siendo más efectiva que el silencio.

Cassidy y McDonald (2009), investigaron los efectos de la música auto-seleccionada por los participantes o seleccionada por el experimentador en el rendimiento y la experiencia subjetiva en una tarea de conducción simulada. Los hallazgos demuestran que cuando los participantes eligen la música su rendimiento es el más preciso y experimentan una menor distracción, mayor adecuación y compromiso con la tarea así como menores niveles de estrés y tensión (Cassidy & Macdonald, 2009).

Van der Zwaag et al., (2012), hallaron que la música de valencia positiva elegida por los conductores mejoraba su rendimiento al volante en términos de velocidades más adecuadas, en comparación con la conducción sin música o con música de valencia negativa. Además, reportaron medidas subjetivas de menores niveles de estrés manifestadas por los participantes en esta condición experimental.

A pesar de toda esta evidencia otras investigaciones han hallado resultados controvertidos o no han encontrado evidencias a favor del uso de la música en estos casos (Brodsky & Slor, 2013; Dalton et al., 2008; Febriandirza et al., 2017). Estas discrepancias pueden atribuirse a las diferencias en los métodos de estudio, las características de los participantes y las variables de música utilizadas (Millet et al., 2019).

Aunque existen antecedentes de investigación prometedores sobre el uso de la música en la conducción vehicular monótona, aún se requiere una comprensión más sólida de los mecanismos subyacentes, los factores contextuales y personales, así como las variables mismas de la música que pueden influir en sus efectos.

### **2.3. La situación en Uruguay**

No se conocen estudios vinculados a la temática en Uruguay, siendo que los accidentes de tránsito son considerados por la ONU una pandemia y causan alrededor de 1,3 millones de muertes y 50 millones de lesiones graves en el mundo cada año (Organización de las Naciones Unidas, 2022), y donde nuestro país no es la excepción. No

obstante, es fundamental reconocer los esfuerzos por disminuir el número de siniestros de tránsito en nuestra nación, destacándose la creación de la Unidad Nacional de Seguridad Vial (UNASEV) en el año 2007 mediante la Ley 18.113 (Ley de creación de la Unidad Nacional de Seguridad Vial, 2007) y la aprobación de la Ley 18.191 (Ley de Tránsito y Seguridad Vial, 2007) en el mismo año. También se destacan el implemento de medidas y políticas dirigidas a tal fin como la instalación de radares de velocidad o la cero tolerancia al alcohol promulgada por la Ley 19.360 (Modificación de la Ley 18.191 -Ley de Tránsito y Seguridad Vial-. Tolerancia Cero de Alcohol en Sangre., 2015). La academia también ha participado en dichos esfuerzos mediante la generación de conocimiento. Un estudio que analizó el impacto de la ley de tolerancia cero al alcohol informó que la tasa de mortalidad y lesividad a raíz de accidentes de tránsito disminuyó significativamente luego de instaurada (Alessandrini & Lambrosquini, 2022). Asimismo, la ley fue investigada por un estudio realizado en Estados Unidos, el cual encontró una disminución de los siniestros fatales durante los siguientes 12 y 24 meses de implementada (Davenport et al., 2021).

Sin embargo la situación no está saldada y sigue siendo alarmante. En el último informe publicado por la Unidad Nacional de Seguridad Vial, para el año 2022 se registró un total de 431 fallecidos y 25.164 lesionados a raíz de accidentes de tránsito (Unidad Nacional de Seguridad Vial, 2022). En el 2021 se registraron 11.107 años de vida perdidos por discapacidad a causa de siniestros de tránsito en Uruguay (UNASEV, 2021a). Para el período 2018-2020 un total de 2.976 personas resultaron lesionadas graves y fallecidas en siniestros de tránsito ocurridos en las rutas nacionales de nuestro país (UNASEV, 2021b). Gran parte de esas rutas pueden ser catalogadas como un entorno monótono debido a que las carreteras del Uruguay se encuentran dentro de un relieve caracterizado por leves ondulaciones, principalmente planicies, colinas y lomadas (Pinheiro & Taborda da Silveira, 2014), por lo que cuentan con una escasa variabilidad del entorno. Como ya se mencionó, este tipo de contexto monótono puede impactar en la conducción y podría explicar parte de estos siniestros, lo que dota de relevancia para nuestro medio al presente proyecto de investigación.

### **3. Problema de investigación**

La monotonía en la conducción provocando fatiga es considerada una importante causa de siniestros de tránsito que dejan año a año un saldo preocupante de fallecidos y lesionados de gravedad a nivel mundial. Ha sido ampliamente estudiado y documentado su efecto en la fatiga, vigilancia, y rendimiento del conductor, aún cuando el mismo se sometió a un descanso adecuado la noche anterior. Diferentes investigaciones se centraron en el posible efecto positivo de la música en dichas variables cómo forma de mitigar estos aspectos. El presente estudio se propone aportar a la comprensión del uso de la música

cómo herramienta para amortiguar los efectos en la fatiga y el desempeño de la conducción monótona prolongada.

#### **4. Objetivos generales**

1. Profundizar en el conocimiento sobre la relación entre la conducción vehicular monótona y la aparición de fatiga.
2. Explorar el uso de la música como herramienta para disminuir los niveles de fatiga y mejorar el rendimiento al volante durante la conducción vehicular monótona.

#### **5. Hipótesis**

1. La música modera el efecto de la monotonía en la fatiga y en la vigilancia durante una tarea de conducción monótona.

#### **6. Objetivos específicos**

1. Investigar si existen diferencias entre conducir con música o sin ella en un contexto de conducción monótono en simulador, en las medidas de fatiga psicofisiológica y autoreportada.
2. Indagar si existe asociación entre las medidas de fatiga psicofisiológicas y auto reportadas.
3. Investigar si existen diferencias en la vigilancia, medida por el rendimiento en la conducción, entre conducir con música o sin ella en un contexto de conducción monótono en simulador.
4. Estudiar la asociación entre las medidas de somnolencia y de vigilancia medida como el rendimiento en la conducción.

#### **7. Predicciones**

1. Se espera hallar para las medidas psicofisiológicas, mayor control y precisión de los movimientos oculares, mayor tono muscular y actividad electroencefálica con mayor potencia de ondas beta (13-30 Hz), al conducir con música que sin ella en un contexto de conducción monótono en simulador.
2. Se prevé que los sujetos estimen menores niveles de somnolencia en las escalas de autoreporte en relación a lo que las medidas psicofisiológicas indiquen.

3. Se espera que los participantes tengan un mejor rendimiento al volante durante la conducción en simulador con música, en comparación a la conducción sin ella.

## **8. Métodos**

Para el presente proyecto, se plantea abordar el tema desde un enfoque cuantitativo, a través de un diseño de investigación experimental, de tipo transversal y que logre un alcance correlacional. Los datos obtenidos serán analizados a través del software de procesamiento SPSS.

### **Participantes**

Se estudiarán 40 sujetos de entre 20 y 60 años (20 mujeres), que tengan libreta de conducir vigente con al menos 24 meses de antigüedad.

### **Criterios de inclusión**

- Personas mayores de 20 años y menores de 60 años de edad.
- Conductores de automóvil con, al menos, 24 meses de su primer libreta.
- Conductores con al menos 10000 km de conducción.

### **Criterios de exclusión**

- Sujetos con historia de enfermedades mentales graves.
- Sujetos con historia de consumo problemático de sustancias.
- Sujetos con historia de trastornos del sueño.
- Sujetos con bajos rendimientos de la atención sostenida medida por el Test de Toulouse-Pieron-Revisado.
- Sujetos con libreta profesional.

### **Instrumentos**

- Escala de somnolencia Karolinska (López, 2015), este formulario permite tener una media de la somnolencia del sujeto durante los cinco minutos inmediatamente anteriores a contestar.
- Test de Toulouse-Pieron-Revisado (Toulouse et al., 2013), es una prueba que permite evaluar aptitudes perceptivas y atencionales. Requiere de una gran concentración y resistencia a la monotonía.

- Simulador de manejo de la Academia Luz Verde con todas las funciones y dispositivos de un vehículo real (asiento, volante, palanca de cambios, pedales de acelerador, embrague y freno). La simulación de conducción y relevo de datos se realizan mediante el software City Car Driving. Permite relevar datos de rendimiento de la conducción basados en desviaciones del carril, excesos de velocidad y número de choques.
- Polisomnógrafo ambulatorio-domiciliario BWMini PSG. El mismo Proporciona grabación de datos con video sincronizado, de las medidas de electroencefalografía (EEG), electrooculograma (EOG), electromiograma (EMG) y electrocardiograma (ECG), las cuales permiten detectar somnolencia. El instrumento incluye un software y los datos son relevados y procesados en una computadora.

## **Procedimiento**

Los participantes para la investigación serán contactados inicialmente a través de las redes sociales y por medio de la Facultad de Psicología. Una vez confirmado que cumplen con los criterios de inclusión, se les proporcionará y deberán completar el formulario de consentimiento informado y una ficha de datos sociodemográficos. Asimismo, el mismo día se se aplicará para todos los sujetos el Test de Toulouse-Pieron-Revisado con el objetivo de medir la atención sostenida de los posibles participantes, para descartar alteraciones atencionales basales, que puedan alterar los resultados de la investigación.

Los sujetos serán estudiados en dos ocasiones; una condición de conducción monótona prolongada de 120 minutos sin música y una condición de conducción monótona prolongada de 120 minutos con música. Una exhaustiva revisión sobre cómo medir la fatiga y somnolencia relacionada con la monotonía, reveló que utilizar un tiempo de 120 minutos asegura que los efectos de la monotonía se observen en casi todos los sujetos (Bier et al., 2018). Ambos ensayos se llevarán a cabo el mismo día mediante un diseño cruzado, 20 sujetos realizaran el ensayo con música en la mañana y el ensayo sin música en la tarde, mientras que los otros 20 sujetos los realizaran de forma inversa. Ambos grupos estarán pareados por las variables de edad, sexo, performance atencional, así como tiempo y kilómetros de conducción. Este diseño permite prevenir sesgos, ya que las variables medidas son sensibles a otras variables, como la cantidad y calidad del sueño de los participantes, que podrían interferir si se llevan a cabo en jornadas distintas.

En ambas condiciones se recolectarán datos objetivos de los niveles de fatiga y somnolencia del sujeto, a través de EEG, EOG y EMG mediante el uso de un polisomnógrafo y se aplicará la escala de Karolinska para medir la somnolencia autopercebida por el sujeto al principio de la conducción y al final de la misma para poder medir la variación de esta

variable en el transcurso de la tarea. El investigador solicitará verbalmente al conductor que evalúe la somnolencia autopercibida en el momento. También se obtendrán datos del desempeño en la conducción expresados en número de desviaciones del carril, excesos de velocidad y colisiones.

Se solicitará a los participantes que la noche anterior al experimento duerman con normalidad y se abstengan de consumir cafeína o mate durante el día de los ensayos experimentales. El mismo día de la firma del consentimiento informado, se llevará a cabo una sesión de práctica para que los participantes se familiaricen con el simulador, con el objetivo de prevenir cualquier posible sesgo.

### **Análisis estadístico**

Para el análisis estadístico de la presente investigación, se implementará un enfoque que logre abordar los objetivos establecidos. Para analizar la relación entre las variables numéricas (psicofisiológicas, fatiga autopercibida y desempeño) y las variables categóricas (música / no música), se aplicarán pruebas de medias. Para analizar la relación entre variables numéricas, como la asociación entre las medidas psicofisiológicas y las escalas autoreportadas de somnolencia; o la relación entre las medidas de fatiga psicofisiológicas y de autoreporte con el desempeño, se utilizarán pruebas de correlación. Este enfoque permitirá explorar si la música es efectiva como herramienta para reducir la fatiga y mejorar el rendimiento durante la conducción monótona en simulador.

## **9. Consideraciones éticas**

Se llevará a cabo el presente proyecto de acuerdo con las disposiciones establecidas por el Decreto N°158/019 (*Decreto N° 158/019*, s. f.), el cual regula la investigación en seres humanos dentro del territorio nacional. Además, se tomarán en cuenta los principios del Código de Ética Profesional del Psicólogo/a (Comisión de Ética Profesional de la Coordinadora de Psicólogos del Uruguay, 2001). Para garantizar el cumplimiento estricto de las normas, el Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Psicología UdelaR, evaluará y aprobará el trabajo antes de su continuidad y ejecución.

Este proyecto tiene en cuenta las siguientes consideraciones éticas:

1. Cada participante recibirá una hoja informativa que detallará los aspectos más importantes de la investigación, como el problema a abordar, los objetivos a alcanzar y el procedimiento a implementar. El equipo de trabajo se compromete a brindar respuestas claras y concisas a las inquietudes planteadas por los participantes en cualquier etapa del proceso, proporcionando los medios de contacto adecuados.
2. Se utilizará un lenguaje comprensible para los participantes, que facilite la comprensión completa de los detalles relacionados con el estudio en cuestión.
3. Después de recibir la información pertinente, cada individuo podrá expresar su intención de participar libre y voluntariamente mediante la firma de un consentimiento informado.
4. La firma de estos documentos no implicará la obligación de participar, y cada persona tendrá la libertad de retirarse del estudio en cualquier momento sin necesidad de proporcionar explicaciones. Tanto el rechazo a participar como la interrupción del estudio no causarán ningún perjuicio a los sujetos involucrados.
5. No se espera que la colaboración en esta investigación genere beneficios directos para los voluntarios, quienes no recibirán compensación económica u otro tipo de retribución por su contribución.
6. No se han identificado riesgos potenciales asociados a la participación, ya que ninguno de los instrumentos utilizados ha demostrado ser emocionalmente perturbador o físicamente desafiante. Sin embargo, si se produce un efecto negativo inesperado, se suspenderá la actividad y se asignará a un miembro del equipo para atender y contener al participante, o se lo derivará a los servicios de salud correspondientes según sea necesario.
7. En caso de que un participante solicite la devolución de información personal relacionada con su participación, se coordinará y realizará diligentemente por la persona responsable del proyecto.

8. Se garantizará la confidencialidad al manipular la información obtenida durante el proceso de investigación. No se divulgarán ni publicarán datos que puedan identificar a los participantes. La información personal se almacenará en archivos digitales encriptados y solo estará accesible para los miembros del equipo de investigación.

Se informará a todos los participantes sobre todas las especificaciones mencionadas anteriormente mediante la entrega de una hoja informativa y la obtención del consentimiento/asentimiento informado.

## 10. Cronograma de ejecución

ACTIVIDAD	MESES																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Evaluación del Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Psicología	X																	
Revisión bibliográfica	X	X																
Preparación de materiales		X																
Convocatoria en redes sociales para conductores		X																
Conformación de grupos			X	X	X	X	X											
Obtención de consentimientos y asentimientos informados					X	X	X	X	X	X								
Administración de escalas de somnolencia y prueba atencional.					X	X	X	X	X	X								
Prueba de manejo en simulador					X	X	X	X	X	X								
Análisis de datos											X	X	X					
Elaboración de informe final													X	X	X			
Difusión de resultados															X	X	X	X

## **11. Resultados esperados y plan de difusión**

Se espera que los resultados obtenidos en este estudio contribuyan de manera significativa al conocimiento del impacto de la música sobre la fatiga y el desempeño en la conducción monótona prolongada, y su posible efecto en la vigilancia del conductor. Se aspira a publicar los hallazgos en revistas científicas relacionadas con esta temática. Estos resultados se difundirán a través de conferencias y coloquios de carácter público, abiertos a cualquier persona interesada en el tema.

Adicionalmente, se espera que este proyecto contribuya a elevar la importancia de la seguridad vial como una de las prioridades en la agenda pública actual. Es particularmente relevante debido a las carreteras de Uruguay, donde se presentan condiciones propicias para la conducción monótona, que puede llevar a accidentes de tránsito con consecuencias fatales. Serán necesarias investigaciones adicionales para profundizar en el tema de la seguridad vial y así poder desarrollar políticas públicas integrales y efectivas para abordar el fenómeno de la siniestralidad.

## 12. Referencias bibliográficas

- Alessandrini, D., & Lambrosquini, F. (2022). Impacto de ley de cero alcohol en Uruguay: Resultados sobre el consumo y usuarios de las vías. *REVISTA MEDICA DEL URUGUAY*, 38(1), 1-11. <https://doi.org/10.29193/RMU.38.1.3>
- Almogbel, M. A., Dang, A. H., & Kameyama, W. (2018). EEG-signals based cognitive workload detection of vehicle driver using deep learning. *2018 20th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT)*, 256-259. <https://doi.org/10.23919/ICACT.2018.8323716>
- Atchley, P., Dressel, J., Jones, T. C., Burson, R. A., & Marshall, D. (2011). Talking and driving: Applications of crossmodal action reveal a special role for spatial language. *Psychological Research*, 75(6), 525-534. <https://doi.org/10.1007/s00426-011-0342-7>
- Baulk, S. D., Biggs, S. N., Reid, K. J., van den Heuvel, C. J., & Dawson, D. (2008). Chasing the silver bullet: Measuring driver fatigue using simple and complex tasks. *Accident Analysis & Prevention*, 40(1), 396-402. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2007.07.008>
- Beh, H. C., & Hirst, R. (1999). Performance on driving-related tasks during music. *Ergonomics*, 42(8), 1087-1098. <https://doi.org/10.1080/001401399185153>
- Berridge, C. W., & Waterhouse, B. D. (2003). The locus coeruleus–noradrenergic system: Modulation of behavioral state and state-dependent cognitive processes. *Brain Research Reviews*, 42(1), 33-84. [https://doi.org/10.1016/S0165-0173\(03\)00143-7](https://doi.org/10.1016/S0165-0173(03)00143-7)
- Bier, L., Wolf, P., Hilsenbek, H., & Abendroth, B. (2018). How to measure monotony-related fatigue? A systematic review of fatigue measurement methods for use on driving tests. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 21(1), 22-55. <https://doi.org/10.1080/1463922X.2018.1529204>
- Bioulac, S., Sagaspe, P., Micoulaud-Franchi, J.-A., Altena, E., Taillard, J., Schröder, C., Bouvard, M.-P., Fabrigoule, C., & Philip, P. (2020). Objective Level of Alertness and Inhibitory Control Predict Highway Driving Impairment in Adults With ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 24(11), 1475-1486. <https://doi.org/10.1177/1087054716633751>
- Brandt, T., Stemmer, R., & Rakotonirainy, A. (2004). Affordable visual driver monitoring

system for fatigue and monotony. *IEEE*, 7, 6451-6456.

<https://doi.org/10.1109/ICSMC.2004.1401415>

Brodsky, W., & Slor, Z. (2013). Background music as a risk factor for distraction among young-novice drivers. *Accident Analysis & Prevention*, 59, 382-393.

<https://doi.org/10.1016/j.aap.2013.06.022>

Brosch, T., Scherer, K., Grandjean, D., & Sander, D. (2013). The impact of emotion on perception, attention, memory, and decision-making. *Swiss Medical Weekly*, 143, 1-10. <https://doi.org/10.4414/smw.2013.13786>

Burkhard, A., Elmer, S., Kara, D., Brauchli, C., & Jäncke, L. (2018). The Effect of Background Music on Inhibitory Functions: An ERP Study. *Frontiers in Human Neuroscience*, 12, 293. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2018.00293>

Calhoun, V. D., & Pearlson, G. D. (2012). A selective review of simulated driving studies: Combining naturalistic and hybrid paradigms, analysis approaches, and future directions. *NeuroImage*, 59(1), 25-35.

<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.06.037>

Campagne, A., Pebayle, T., & Muzet, A. (2004). Correlation between driving errors and vigilance level: Influence of the driver's age. *Physiology & Behavior*, 80(4), 515-524. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2003.10.004>

Cassidy, G., & Macdonald, R. (2009). The effects of music choice on task performance: A study of the impact of self-selected and experimenter-selected music on driving game performance and experience. *Musicae Scientiae*, 13(2), 357-386.

<https://doi.org/10.1177/102986490901300207>

Comisión de Ética Profesional de la Coordinadora de Psicólogos del Uruguay. (2001).

*Código de Ética—CPU*. <https://www.psicologos.org.uy/sobre-cpu/codigo-de-etica/>

Cox, S. M., Cox, D. J., Kofler, M. J., Moncrief, M. A., Johnson, R. J., Lambert, A. E., Cain, S. A., & Reeve, R. E. (2016). Driving Simulator Performance in Novice Drivers with Autism Spectrum Disorder: The Role of Executive Functions and Basic Motor Skills. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 46(4), 1379-1391.

<https://doi.org/10.1007/s10803-015-2677-1>

- Dalton, B. H., Behm, D. G., & Kibele, A. (2008). Effects of sound types and volumes on simulated driving, vigilance tasks and heart rate. *Occupational Ergonomics*, 7(3), 153-168. <https://doi.org/10.3233/OER-2007-7302>
- Davenport, S., Robbins, M., Cerdá, M., Rivera-Aguirre, A., & Kilmer, B. (2021). Assessment of the impact of implementation of a zero blood alcohol concentration law in Uruguay on moderate/severe injury and fatal crashes: A quasi-experimental study. *Addiction*, 116(5), 1054-1062. <https://doi.org/10.1111/add.15231>
- Davies, D. R., & Parasuraman, R. (1982). *The psychology of vigilance*. Academic Press.
- Decreto N° 158/019. (s. f.). Recuperado 23 de septiembre de 2023, de <https://www.impo.com.uy/bases/decretos-originales/158-2019>
- Depestele, S., Ross, V., Verstraelen, S., Brijs, K., Brijs, T., van Dun, K., & Meesen, R. (2020). The impact of cognitive functioning on driving performance of older persons in comparison to younger age groups: A systematic review. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 73, 433-452. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2020.07.009>
- Desmond, P. A., & Hancock, P. A. (2000). Active and passive fatigue states. En P. A. Hancock & P. A. Desmond (Eds.), *Stress, Workload, and Fatigue* (pp. 455-465). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b12791>
- Dibben, N., & Williamson, V. J. (2007). An exploratory survey of in-vehicle music listening. *Psychology of Music*, 35(4), 571-589. <https://doi.org/10.1177/0305735607079725>
- Dunn, N., & Williamson, A. (2011). Monotony in the rail industry: The role of task demand in mitigating monotony-related effects on performance. *Ergonomics Australia - Special Edition*, 1(11), 1-5.
- Egelund, N. (1982). Spectral analysis of heart rate variability as an indicator of driver fatigue. *Ergonomics*, 25(7), 663-672. <https://doi.org/10.1080/00140138208925026>
- Egeto, P., Badovinac, S. D., Hutchison, M. G., Ornstein, T. J., & Schweizer, T. A. (2019). A Systematic Review and Meta-Analysis on the Association Between Driving Ability and

- Neuropsychological Test Performances after Moderate to Severe Traumatic Brain Injury. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 25(08), 868-877.  
<https://doi.org/10.1017/S1355617719000456>
- Farahmand, B., & Boroujerdian, A. M. (2018). Effect of road geometry on driver fatigue in monotonous environments: A simulator study. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 58, 640-651. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2018.06.021>
- Febriandirza, A., Chaozhong, W., Zhong, M., Hu, Z., & Zhang, H. (2017). The Effect of Natural Sounds and Music on Driving Performance and Physiological. *Engineering Letters*, 25(4), 455-463.
- Flanagan, J., & Nathan-Roberts, D. (2019). Theories of Vigilance and the Prospect of Cognitive Restoration. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 63(1), 1639-1643. <https://doi.org/10.1177/1071181319631506>
- Fontaine, C. W., & Schwalm, N. D. (1979). Effects of Familiarity of Music on Vigilant Performance. *Perceptual and Motor Skills*, 49(1), 71-74.  
<https://doi.org/10.2466/pms.1979.49.1.71>
- Forster, S., & Lavie, N. (2009). Harnessing the wandering mind: The role of perceptual load. *Cognition*, 111(3), 345-355. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2009.02.006>
- Garrisson, H., Scholey, A., Ogden, E., & Benson, S. (2021). The effects of alcohol intoxication on cognitive functions critical for driving: A systematic review. *Accident Analysis & Prevention*, 154, 106052. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2021.106052>
- Gaspar, J., & Carney, C. (2019). The Effect of Partial Automation on Driver Attention: A Naturalistic Driving Study. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 61(8), 1261-1276. <https://doi.org/10.1177/0018720819836310>
- Gerra, G., Zaimovic, A., Franchini, D., Palladino, M., Giucastro, G., Reali, N., Maestri, D., Caccavari, R., Delsignore, R., & Brambilla, F. (1998). Neuroendocrine responses of healthy volunteers to `techno-music': Relationships with personality traits and emotional state. *International Journal of Psychophysiology*, 28(1), 99-111.  
[https://doi.org/10.1016/S0167-8760\(97\)00071-8](https://doi.org/10.1016/S0167-8760(97)00071-8)

- Gimeno, P. T., Cerezuela, G. P., & Montanes, M. C. (2006). On the concept and measurement of driver drowsiness, fatigue and inattention: Implications for countermeasures. *International Journal of Vehicle Design*, 42(1/2), 67.  
<https://doi.org/10.1504/IJVD.2006.010178>
- Gómez, M., Arias, M., & Piñeiro, R. (2007). Música y neurología. *Neurología*, 22(1), 39-45.
- He, J., Li, Z., Ma, Y., Sun, L., & Ma, K.-H. (2023). Physiological and Behavioral Changes of Passive Fatigue on Drivers during On-Road Driving. *Applied Sciences*, 13(2), 1200.  
<https://doi.org/10.3390/app13021200>
- Helton, W. S., & Warm, J. S. (2008). Signal salience and the mindlessness theory of vigilance. *Acta Psychologica*, 129(1), 18-25.  
<https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2008.04.002>
- Homann, L. A., Drodry, A. C., & Smilek, D. (2023). The effects of self-selected background music and task difficulty on task engagement and performance in a visual vigilance task. *Psychological Research*, 1-17. <https://doi.org/10.1007/s00426-023-01836-6>
- Hu, Z., Zhou, L., Cui, Y., Jia, D., & Zhang, N. (2022). Effects of Different Emotional Music on Driving Fatigue and Arousal Experiment. *The Frontiers of Society, Science and Technology*, 4(12), 14-23. <https://doi.org/10.25236/FSST.2022.041202>
- Jiang, K., Ling, F., Feng, Z., Wang, K., & Shao, C. (2017). Why do drivers continue driving while fatigued? An application of the theory of planned behaviour. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 98, 141-149.  
<https://doi.org/10.1016/j.tra.2017.02.003>
- Kirk, U., Ngnoumen, C., Clausel, A., & Purvis, C. K. (2022). Effects of Three Genres of Focus Music on Heart Rate Variability and Sustained Attention. *Journal of Cognitive Enhancement*, 6(2), 143-158. <https://doi.org/10.1007/s41465-021-00226-3>
- Kiss, L., & Linnell, K. J. (2021). The effect of preferred background music on task-focus in sustained attention. *Psychological Research*, 85(6), 2313-2325.  
<https://doi.org/10.1007/s00426-020-01400-6>
- Körber, M., Cingel, A., Zimmermann, M., & Bengler, K. (2015). Vigilance Decrement and

- Passive Fatigue Caused by Monotony in Automated Driving. *Procedia Manufacturing*, 3, 2403-2409. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.499>
- Lal, S. K. L., & Craig, A. (2001). A critical review of the psychophysiology of driver fatigue. *Biological Psychology*, 55(3), 173-194. [https://doi.org/10.1016/S0301-0511\(00\)00085-5](https://doi.org/10.1016/S0301-0511(00)00085-5)
- Large, D. R., Burnett, G., Antrobus, V., & Skrypchuk, L. (2018). Driven to discussion: Engaging drivers in conversation with a digital assistant as a countermeasure to passive task-related fatigue. *IET Intelligent Transport Systems*, 12(6), 420-426. <https://doi.org/10.1049/iet-its.2017.0201>
- Larue, G. S., Rakotonirainy, A., & Pettitt, A. N. (2011). Driving performance impairments due to hypovigilance on monotonous roads. *Accident Analysis & Prevention*, 43(6), 2037-2046. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2011.05.023>
- Ledger, S., Bennett, J. M., Chekaluk, E., & Batchelor, J. (2019). Cognitive function and driving: Important for young and old alike. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 60, 262-273. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2018.10.024>
- Leis, A. M., Iturry, M. L., Serrano, C. M., & Allegri, R. F. (2015). Habilidades atencionales asociadas a un mal desempeño en la conducción vehicular del adulto mayor. *Revista Neuropsicología Latinoamericana*, 7(3), 36-46.
- Ley de creación de la Unidad Nacional de Seguridad Vial, 18113 (2007). <https://www.impo.com.uy/bases/leyes/18113-2007>
- Ley de Transito y Seguridad Vial, 18191 (2007). <https://www.impo.com.uy/bases/leyes/18191-2007>
- Li, R., Chen, Y. V., & Zhang, L. (2019). Effect of Music Tempo on Long-Distance Driving: Which Tempo Is the Most Effective at Reducing Fatigue? *I-Perception*, 10(4), 204166951986198. <https://doi.org/10.1177/2041669519861982>
- López, M. C. L. (2015). *Validación colombiana de la escala de somnolencia de Karolinska* [Tesis para optar al título de Especialista en Medicina Aeroespacial, Universidad Nacional de Colombia].

<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/55779?locale-attribute=en>

Luna, F. G., Tortajada, M., Martín-Arévalo, E., Botta, F., & Lupiáñez, J. (2022). A vigilance decrement comes along with an executive control decrement: Testing the resource-control theory. *Psychonomic Bulletin & Review*, 29(5), 1831-1843.

<https://doi.org/10.3758/s13423-022-02089-x>

Ma, J., Gu, J., Jia, H., Yao, Z., & Chang, R. (2018). The Relationship Between Drivers' Cognitive Fatigue and Speed Variability During Monotonous Daytime Driving. *Frontiers in Psychology*, 9, 459. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00459>

Mackworth, N. H. (1948). The Breakdown of Vigilance during Prolonged Visual Search. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1(1), 6-21.

<https://doi.org/10.1080/17470214808416738>

Malkovsky, E., Merrifield, C., Goldberg, Y., & Danckert, J. (2012). Exploring the relationship between boredom and sustained attention. *Experimental Brain Research*, 221(1), 59-67. <https://doi.org/10.1007/s00221-012-3147-z>

May, J. F., & Baldwin, C. L. (2009). Driver fatigue: The importance of identifying causal factors of fatigue when considering detection and countermeasure technologies. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 12(3), 218-224. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2008.11.005>

McWilliams, T., & Ward, N. (2021). Underload on the Road: Measuring Vigilance Decrements During Partially Automated Driving. *Frontiers in Psychology*, 12, 631364. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.631364>

Millet, B., Ahn, S., & Chattah, J. (2019). The impact of music on vehicular performance: A meta-analysis. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 60, 743-760. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2018.10.007>

Mishler, S., & Chen, J. (2023). Boring But Demanding: Using Secondary Tasks to Counter the Driver Vigilance Decrement for Partially Automated Driving. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 0(0), 1-14. <https://doi.org/10.1177/00187208231168697>

- Modificación de la Ley 18.191 -Ley de Tránsito y Seguridad Vial-. Tolerancia Cero de Alcohol en Sangre., 19360 (2015). <https://www.impo.com.uy/bases/leyes/19360-2015>
- Motta, K., Lee, H., & Falkmer, T. (2014). Post-stroke driving: Examining the effect of executive dysfunction. *Journal of Safety Research*, 49, 33.e1-38.  
<https://doi.org/10.1016/j.jsr.2014.02.005>
- Neigel, A. R., Claypoole, V. L., Smith, S. L., Waldfogle, G. E., Fraulini, N. W., Hancock, G. M., Helton, W. S., & Szalma, J. L. (2020). Engaging the human operator: A review of the theoretical support for the vigilance decrement and a discussion of practical applications. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 21(2), 239-258.  
<https://doi.org/10.1080/1463922X.2019.1682712>
- Nieoullon, A. (2002). Dopamine and the regulation of cognition and attention. *Progress in Neurobiology*, 67(1), 53-83. [https://doi.org/10.1016/S0301-0082\(02\)00011-4](https://doi.org/10.1016/S0301-0082(02)00011-4)
- Organización de las Naciones Unidas. (2022, junio 30). *Accidentes viales: “Una epidemia silenciosa y ambulante” que mata a 1,3 millones de personas por año | Noticias ONU.*  
<https://news.un.org/es/story/2022/06/1511112>
- Oron-Gilad, T., & Ronen, A. (2007). Road Characteristics and Driver Fatigue: A Simulator Study. *Traffic Injury Prevention*, 8(3), 281-289.  
<https://doi.org/10.1080/15389580701354318>
- Oron-Gilad, T., Ronen, A., & Shinar, D. (2008). Alertness maintaining tasks (AMTs) while driving. *Accident Analysis & Prevention*, 40(3), 851-860.  
<https://doi.org/10.1016/j.aap.2007.09.026>
- Owsley, C., & McGwin, G. (2010). Vision and driving. *Vision Research*, 50(23), 2348-2361.  
<https://doi.org/10.1016/j.visres.2010.05.021>
- Panksepp, J., & Bernatzky, G. (2002). Emotional sounds and the brain: The neuro-affective foundations of musical appreciation. *Behavioural Processes*, 60(2), 133-155.  
[https://doi.org/10.1016/S0376-6357\(02\)00080-3](https://doi.org/10.1016/S0376-6357(02)00080-3)
- Parasuraman, R., & Davies, D. R. (1976). Decision theory analysis of response latencies in vigilance. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*,

2(4), 578-590. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.2.4.578>

- Parasuraman, R., Warm, J., & See, J. (2000). Brain Systems of Vigilance. En R. Parasuraman (Ed.), *The Attentive Brain* (pp. 235-270). Mit Press.
- Parsons, L. M. (2001). Exploring the Functional Neuroanatomy of Music Performance, Perception, and Comprehension. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 930(1), 211-231. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2001.tb05735.x>
- Pereira, C. S., Teixeira, J., Figueiredo, P., Xavier, J., Castro, S. L., & Brattico, E. (2011). Music and Emotions in the Brain: Familiarity Matters. *PLoS ONE*, 6(11), e27241. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0027241>
- Pessoa, L. (2008). On the relationship between emotion and cognition. *Nature Reviews Neuroscience*, 9(2), 148-158. <https://doi.org/10.1038/nrn2317>
- Pinheiro, R. M. P., & Taborda da Silveira, C. (2014). CLASIFICACIÓN MORFOLÓGICA DEL RELIEVE DE URUGUAYO BASADA EN MODELOS DIGITALES DE ELEVACIÓN Y TÉCNICAS GEOMORFOMÉTRICAS. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica*, 6(6), 19-36.
- Robbins, T. (2000). Arousal and Attention: Psychopharmacological and Neuropsychological Studies in Experimental Animals. En R. Parasuraman (Ed.), *The Attentive Brain* (pp. 189-221). Mit Press.
- Salimpoor, V. N., Benovoy, M., Larcher, K., Dagher, A., & Zatorre, R. J. (2011). Anatomically distinct dopamine release during anticipation and experience of peak emotion to music. *Nature Neuroscience*, 14(2), 257-262. <https://doi.org/10.1038/nn.2726>
- Sara, S. J. (2009). The locus coeruleus and noradrenergic modulation of cognition. *Nature Reviews Neuroscience*, 10(3), 211-223. <https://doi.org/10.1038/nrn2573>
- Särkämö, T., & Soto, D. (2012). Music listening after stroke: Beneficial effects and potential neural mechanisms: Särkämö & Soto. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1252(1), 266-281. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2011.06405.x>
- Saxby, D. J., Matthews, G., Hitchcock, E. M., & Warm, J. S. (2007). Development of Active and Passive Fatigue Manipulations Using a Driving Simulator. *Proceedings of the*

*Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 51(18), 1237-1241.

<https://doi.org/10.1177/154193120705101839>

Saxby, D. J., Matthews, G., Hitchcock, E. M., Warm, J. S., Funke, G. J., & Gantzer, T. (2008).

Effect of Active and Passive Fatigue on Performance Using a Driving Simulator.

*Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 52(21),

1751-1755. <https://doi.org/10.1177/154193120805202113>

Saxby, D. J., Matthews, G., Warm, J. S., Hitchcock, E. M., & Neubauer, C. (2013). Active and

passive fatigue in simulated driving: Discriminating styles of workload regulation and

their safety impacts. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 19(4), 287-300.

<https://doi.org/10.1037/a0034386>

Schmidt, E. A., Schrauf, M., Simon, M., Buchner, A., & Kincses, W. E. (2011). The short-term

effect of verbally assessing drivers' state on vigilance indices during monotonous

daytime driving. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*,

14(3), 251-260. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2011.01.005>

Schmidt, E. A., Schrauf, M., Simon, M., Fritzsche, M., Buchner, A., & Kincses, W. E. (2009).

Drivers' misjudgement of vigilance state during prolonged monotonous daytime

driving. *Accident Analysis & Prevention*, 41(5), 1087-1093.

<https://doi.org/10.1016/j.aap.2009.06.007>

Seen, K. S., Mohd Tamrin, S. B., & Meng, G. Y. (2010). Driving Fatigue and Performance

among Occupational Drivers in Simulated Prolonged Driving. *Global Journal of Health*

*Science*, 2(1), 167-177. <https://doi.org/10.5539/gjhs.v2n1p167>

Smallwood, J., & Schooler, J. W. (2006). The restless mind. *Psychological Bulletin*, 132(6),

946-958. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.132.6.946>

Soria Urios, G., Duque San Juan, P., & García Moreno, J. M. (2011). Música y cerebro:

Fundamentos neurocientíficos y trastornos musicales. *Revista de Neurología*, 52(01),

45-55. <https://doi.org/10.33588/rn.5201.2010578>

Speranza, L., Pulcrano, S., Perrone-Capano, C., di Porzio, U., & Volpicelli, F. (2022). Music

affects functional brain connectivity and is effective in the treatment of neurological

- disorders. *Reviews in the Neurosciences*, 33(7), 789-801.  
<https://doi.org/10.1515/revneuro-2021-0135>
- Sun, Q. C., Xia, J. C., He, J., Foster, J., Falkmer, T., & Lee, H. (2018). Towards unpacking older drivers' visual-motor coordination: A gaze-based integrated driving assessment. *Accident Analysis & Prevention*, 113, 85-96. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2018.01.019>
- Thiffault, P., & Bergeron, J. (2003). Monotony of road environment and driver fatigue: A simulator study. *Accident Analysis & Prevention*, 35(3), 381-391.  
[https://doi.org/10.1016/S0001-4575\(02\)00014-3](https://doi.org/10.1016/S0001-4575(02)00014-3)
- Thomson, D. R., Besner, D., & Smilek, D. (2015). A Resource-Control Account of Sustained Attention: Evidence From Mind-Wandering and Vigilance Paradigms. *Perspectives on Psychological Science*, 10(1), 82-96. <https://doi.org/10.1177/1745691614556681>
- Ting, P.-H., Hwang, J.-R., Doong, J.-L., & Jeng, M.-C. (2008). Driver fatigue and highway driving: A simulator study. *Physiology & Behavior*, 94(3), 448-453.  
<https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2008.02.015>
- Toulouse, É., Piéron, H., & Cordero Pando, A. (2013). *TP-R: Toulouse-Piéron-Revisado : prueba perceptiva y de atención : manual* (8ª ed., rev.amp). Tea.
- Turner, M. L., Fernandez, J. E., & Nelson, K. (1996). The Effect of Music Amplitude on the Reaction to Unexpected Visual Events. *The Journal of General Psychology*, 123(1), 51-62. <https://doi.org/10.1080/00221309.1996.9921259>
- Ünal, A. B., de Waard, D., Epstude, K., & Steg, L. (2013). Driving with music: Effects on arousal and performance. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 21, 52-65. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2013.09.004>
- Unidad Nacional de Seguridad Vial. (2021). *Estudio de carga global de siniestros de tránsito en Uruguay. Análisis de la pérdida en salud por discapacidad y fallecimiento*. UNASEV.  
<https://www.gub.uy/unidad-nacional-seguridad-vial/comunicacion/publicaciones/estudio-carga-global-siniestros-transito-uruguay>
- Unidad Nacional de Seguridad Vial. (2021). *Informe de Siniestralidad en Rutas Nacionales*

(2018-2020). UNASEV.

<https://www.gub.uy/unidad-nacional-seguridad-vial/datos-y-estadisticas/estadisticas/2021-informe-siniestralidad-rutas-nacionales-2018-2020>

Unidad Nacional de Seguridad Vial. (2022). *Tercer informe anual de gestión y estadística de seguridad vial*. UNASEV.

<https://www.gub.uy/unidad-nacional-seguridad-vial/datos-y-estadisticas/estadisticas/2022-tercer-informe-anual-gestion-estadistica-seguridad-vial>

Unsworth, N., & Robison, M. K. (2016). Pupillary correlates of lapses of sustained attention. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 16(4), 601-615.

<https://doi.org/10.3758/s13415-016-0417-4>

van den Bosch, I., Salimpoor, V. N., & Zatorre, R. J. (2013). Familiarity mediates the relationship between emotional arousal and pleasure during music listening. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 1-10. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00534>

van der Zwaag, M. D., Dijksterhuis, C., de Waard, D., Mulder, B. L. J. M., Westerink, J. H. D. M., & Brookhuis, K. A. (2012). The influence of music on mood and performance while driving. *Ergonomics*, 55(1), 12-22.

<https://doi.org/10.1080/00140139.2011.638403>

Verster, J., Volkerts, E., & Verbaten, M. (2002). Effects of Alprazolam on Driving Ability, Memory Functioning and Psychomotor Performance A Randomized, Placebo-controlled Study. *Neuropsychopharmacology*, 27(2), 260-269.

[https://doi.org/10.1016/S0893-133X\(02\)00310-X](https://doi.org/10.1016/S0893-133X(02)00310-X)

Wang, H., Chen, D., Huang, Y., Zhang, Y., Qiao, Y., Xiao, J., Xie, N., & Fan, H. (2023). Assessment of Vigilance Level during Work: Fitting a Hidden Markov Model to Heart Rate Variability. *Brain Sciences*, 13(4), 638. <https://doi.org/10.3390/brainsci13040638>

Warm, J. S. (1984). An introduction to vigilance. En J. S. Warm (Ed.), *Sustained Attention in Human Performance* (pp. 1-14). Wiley.

Wascher, E., Getzmann, S., & Karthaus, M. (2016). Driver state examination—Treading new paths. *Accident Analysis & Prevention*, 91, 157-165.

<https://doi.org/10.1016/j.aap.2016.02.029>

Zeller, R., Williamson, A., & Friswell, R. (2020). The effect of sleep-need and time-on-task on driver fatigue. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 74, 15-29. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2020.08.001>

Zhao, X., & Rong, J. (2013). The Relationship between Driver Fatigue and Monotonous Road Environment. En W. Wang & G. Wets (Eds.), *Computational Intelligence for Traffic and Mobility* (Vol. 8, pp. 19-36). Atlantis Press.

[https://doi.org/10.2991/978-94-91216-80-0\\_2](https://doi.org/10.2991/978-94-91216-80-0_2)

## **13. Anexos**

### **13.1. Consentimiento informado**

Usted está siendo invitado a formar parte de un proyecto de investigación cuyos objetivos son comprender mejor la relación entre la conducción monótona con música y la fatiga. Este proyecto ha sido aprobado por el Comité de Ética en Investigación (CEI) de la Facultad de Psicología de UdelaR.

Su participación en este estudio es completamente voluntaria y no recibirá ninguna compensación económica por participar. Le solicitamos que lea detenidamente este documento y haga todas las preguntas que considere necesarias. Puede hacer preguntas en cualquier momento durante el estudio. También le proporcionamos el nombre de una persona de contacto \_\_\_\_\_, y su dirección de correo electrónico \_\_\_\_\_, a quien puede recurrir en el futuro si tiene alguna duda.

En este estudio, además de realizar simulaciones de conducción, se utilizará un polisomnógrafo para medir sus niveles de fatiga mientras conduce en el simulador. El uso del polisomnógrafo es completamente seguro y no invasivo.

Tiene el derecho de retirarse del estudio en cualquier momento y no está obligado a dar explicaciones para hacerlo. Si decide participar, deberá firmar este documento, lo que significa que otorga su consentimiento para que sus datos sean recopilados, y utilizados en el marco de esta investigación. Si decide no participar y no firma, esto no tendrá ningún tipo de consecuencia.

Su identidad y los datos que proporcione serán conocidos únicamente por los investigadores, y su nombre no se utilizará en ningún informe o publicación relacionada con la investigación. Además, este estudio no conlleva ningún riesgo para su salud psicológica. Sin embargo, en caso de que experimente algún malestar emocional durante su participación, nuestros investigadores están capacitados para brindarle apoyo y orientación. Los resultados de esta investigación podrían ser presentados en congresos o publicados en revistas científicas, siempre garantizando la confidencialidad y el anonimato de los participantes.

Al firmar este documento, usted reconoce y acepta lo siguiente:

- Ha leído este documento en su totalidad y se le han proporcionado oportunidades para plantear preguntas.
- Está de acuerdo en proporcionar datos y permitir su uso en la investigación, incluyendo el uso del polisomnógrafo.
- Comprende que puede retirarse del estudio en cualquier momento sin necesidad de dar explicaciones.
- Otorga su consentimiento libre y voluntario para participar en esta investigación.

## **13.2. Escalas y Tests**

### 13.2.1. Escala de somnolencia Karolinska

---

Mencione el número que represente el nivel de somnolencia actual.

---

1. Extremadamente despierto.
  2. Muy despierto.
  3. Despierto.
  4. Más o menos despierto.
  5. Ni despierto, ni somnoliento.
  6. Algunos signos de somnolencia.
  7. Somnoliento, pero sin esfuerzo de mantenerse despierto.
  8. Somnoliento, algún esfuerzo para mantenerse despierto.
  9. Muy somnoliento, gran esfuerzo para mantenerse despierto, luchando contra el sueño.
-

13.2.3. Test de Toulouse-Pieron-Revisado

R  O  P  A = P-O  E = R-A

IGAP = A - (E+O)   

ICI =  $\frac{A-E}{R} \times 100$

-----

