

# Distracción Con Realidad Virtual Para El Alivio Del Dolor En Un Modelo Experimental Con Humanos

Dahbar, Naima <sup>1</sup>; Krainbuhl, Walter Carlos <sup>2</sup>; Alsina-Jurnet, Iván <sup>3</sup>; Bueno, Adrián Marcelo <sup>2</sup>; Bressán, Valeria Agustina <sup>2</sup>; Rafia, Agustina.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> UNC. facultad de psicología. practica de investigación. cordoba, argentina.

<sup>2</sup> Universidad Nacional de Córdoba. Laboratorio de Psicología Experimental, Facultad de Psicología.

<sup>3</sup> Universitat de Vic-Universitat Central de Catalunya (UVIC-UCC). Facultad de Psicología.

## Palabras claves

REALIDAD VIRTUAL

ALIVIO DEL

## Información de Contacto

naimadahbar@gmail.com

## Resumen

La Realidad Virtual (RV) es una nueva tecnología inmersiva que se está aplicando cada vez más en el ámbito de salud en general, mostraron un potencial como herramienta para la gestión y alivio del dolor. En nuestro estudio, partimos del supuesto de que la respuesta de dolor se encuentra mediada por la capacidad de responder diferencialmente frente a diferentes estímulos o situaciones, y que se puede recurrir a técnicas de distracción de la atención como medio para alivio de éste. Se implementó un diseño experimental con humanos para evaluar el efecto de un videojuego en RV para disminuir la sensación de dolor físico y psicológico. Para esto se utilizó una muestra de 62 participantes universitarios, de ambos sexos con edades entre 20 a 30 años. Se implementó un diseño experimental clásico posttest con grupo control, y se utilizó una prueba de criopresión para la inducción controlada de dolor. Los participantes fueron asignados aleatoriamente a una de las dos condiciones: Condición 1 - Videojuego con RV (Vc/RV) y Condición 2 - Control (Control). Se aplicó una serie de pruebas T de Student encontrándose diferencias significativas en entre los grupos en las respuestas conductuales tiempo de tolerancia total, ( $F = 29.308$ ,  $p = 0.001$ ), como así también como en las respuestas declarativas tiempo percibido ( $F = 17.07$ ,  $p = 0.002$ ) y nivel de agrado ( $F = 0.569$ ,  $p = 0.001$ ). Sin embargo, en las escalas SUDS ( $F = 2.043$ ,  $P = 0.04$ ) y EVA ( $F = 5.849$ ,  $p = 0.107$ ) no se observaron diferencias significativas entre ambos grupos. Se comprobó de manera sistemática y controlada la eficacia de la RV en el alivio y reducción de dolor inducido experimentalmente.



## 1. Introducción

El siguiente estudio busca poner a prueba y conocer más acerca de la eficacia del uso de la Realidad Virtual (RV) como técnica no farmacológica para el alivio y reducción del dolor. Para ello se toma de base la evidencia proveniente del ámbito experimental, ya que el uso de los procedimientos experimentales de inducción de dolor permite, entre otras cosas, evaluar en condiciones controladas la eficacia de los tratamientos estudiados, y analizar cuáles son las variables que ejercen un efecto diferenciador de la experiencia (Hoffman et al., 2004; Malloy et al., 2010). De igual manera, también se utiliza como fuente la información proveniente del ámbito clínico.

En este sentido, en el estudio propiamente dicho, se optó por inducir dolor de manera experimental por medio de una prueba de criopresión, para igualar condiciones previas de los sujetos participantes y poder deducir conclusiones fundadas en resultados claros, sin perderse en la complejidad del constructo estudiado. Es una prueba altamente estandarizada con un nivel alto de fiabilidad, y que se utiliza habitualmente en experimentos de analgesia ya que es sensible a la influencia de analgésicos pero también de factores psicológicos. Es un procedimiento cuyos parámetros fisiológicos están bien documentados, y es sencilla su aplicación (Lima Mompó, G. et al., 2003).

Por otro lado, se presume que los recursos atencionales son limitados y que la atención como función cognitiva compleja, puede mediar en la respuesta al dolor. Esto explica por qué la distracción presenta buenos resultados en el alivio del dolor propiciando la competencia entre estímulos y recursos atencionales. Se utilizó una experiencia activa con un equipo de Realidad Virtual como método de distracción del dolor inducido por criopresión.

### 1.1. Dolor.

El dolor es una experiencia multidimensional con cualidades displacenteras, que muchas veces está asociada al daño tisular. Sin embargo, no se reduce a él y para lograr una mirada más integral, es necesario analizarlo desde diversas perspectivas (Scudds, 1983) ya que, al provocar una sensación desagradable, lleva implícita la subjetividad y responde a experiencias propias de cada persona (Lima Mompó et al., 2003).

Desde su aspecto fisiológico, se encuentran factores sensorio-discriminativos que informan al sujeto sobre la intensidad, la extensión, la localización, la duración y la calidad del estímulo doloroso (Plaghki et al., 2018). Ante un estímulo doloroso, se activan los nociceptores estimulando los canales transductores que inducen el potencial de acción de las fibras nerviosas (Chen et al., 2020). El estímulo, a su vez, viaja por los nervios periféricos hasta la médula ósea permitiendo el reflejo de retirada (García et al., 2016). Este estímulo nociceptivo, induce reacciones protectoras como son la retirada del objeto dañino, y reacciones autonómicas de la tensión arterial, de la

frecuencia del pulso y de la ventilación respiratoria. De esta forma, se caracteriza al dolor por promover conductas tendientes a buscar la supervivencia del organismo, es decir, el cerebro indica respuestas de huida o restitución de un estado previo (Vlaeyen, 2015).

Sin embargo, y como se mencionó con anterioridad, en el procesamiento del estímulo nociceptivo influyen procesos de diversas índoles. Uno de ellos es el nivel de relevancia asignado a este, es decir, considerando que constantemente el organismo se encuentra en un ambiente repleto de estímulos, así como los límites de los recursos para procesarlos, el cerebro asigna distintos niveles de relevancia en función de las características externas o de factores internos específicos tales como conocimientos previos, metas, etc. En el apartado siguiente se mencionará con mayor detalle el procesamiento de estímulos en función de procesos atencionales “bottom up” y “top down” (Katsuki & Constantinidis, 2013).

Otro de los procesos internos que influyen en la experiencia del dolor, es el sistema de control central de gatillo, encargado de permitir o no la transmisión del estímulo doloroso. La evidencia sugiere la existencia de neuronas “on” (que mantienen disponible la transmisión del estímulo nociceptivo) y neuronas “off” (que no permiten que ingrese la información nociceptiva, es decir, la inhiben) ubicadas en la zona dorsal ventromedial del mesencéfalo (Fields et al., 1991; Gutiérrez & Amigo, 2002; Romana, 2006).

Se deduce de esta manera que en el proceso del dolor, desde que se otorga relevancia a cierto estímulo nociceptivo hasta la resolución que da el cerebro de actuar, intervienen distintas estructuras (como el tálamo, giro post central, ínsula, corteza somatosensitiva) y funciones cerebrales (como la atención), que permiten “moldear” la interpretación del estímulo, a la vez que esta información está siendo captada por el organismo (Melzack et al., 1965; Snell, 2007).

## **1.2. Factores psicológicos y ambientales: su papel en la interpretación del dolor.**

Se puede observar muchas veces en la vida cotidiana, que ante un estímulo doloroso no hay una respuesta unívoca, sino que en dicho proceso intervienen aspectos no solamente biológicos, sino también componentes psicológicos, ambientales y socioculturales. Es decir, además del factor sensorial-discriminativo explicado en el apartado anterior, el estímulo doloroso conlleva un componente afectivo-motivacional subjetivo que será interpretado según el contexto en el que se presenta, y siempre en relación a la experiencia pasada, los aprendizajes y los códigos culturales, constituyendo también así un factor cognitivo del dolor (Scudds, 1983; Hoffman et al., 2004).

Se habla de experiencia del dolor ya que no es solamente un estímulo-respuesta, sino que envuelve todo un proceso de múltiples factores intervinientes lo que permite que ésta varíe constantemente en función del aprendizaje, atención, excitación y el estado psicológico en el que se encuentra el sujeto (Scudds, 1983). Es una experiencia privada, individual y compleja en la que interjuegan aspectos sensoriales y afectivos.

De esta forma, es necesario evitar una visión simplista del comportamiento de dolor y permitirnos entenderlo como un interjuego de factores ambientales, constitucionales y de personalidad (Keefe et al., 1992). Por ello es correcto afirmar que una misma señal de dolor puede ser interpretada con mayor o menor intensidad dependiendo de los factores psicológicos característicos de la persona en ese momento determinado (Hoffman et al., 2004).

En este sentido, tal como lo plantea Linton y Shaw (2011), la experiencia del dolor es un proceso que comienza con la conciencia (foco de atención) del estímulo doloroso, seguido del procesamiento cognitivo, evaluación e interpretación. Esto se continúa con el comportamiento del dolor de cada persona, es decir, su forma de actuar ante este. Este proceso se encuentra influenciado por sus consecuencias, como así también, limitado por el entorno cultural.

Desde un enfoque cognitivo, el principal factor que interviene en la interpretación del estímulo doloroso son las creencias, es decir, aquellas nociones, pensamientos preexistentes y personales sobre la realidad, de origen social, que dan forma a la situación actual permitiendo la interpretación y toma de decisiones en situaciones particulares; más específico aún y en relación a este constructo, hablamos de creencias en función del dolor. Cada persona tiene sus propias creencias y concepciones sobre qué es el dolor, cómo debe tratarse y qué le impide hacerlo o no desde su experiencia propia o a partir de experiencias de personas cercanas. Estas ideas tienen un fuerte impacto en las expectativas que tenga la persona del dolor, como así también conducen a distintas estrategias de afrontamiento. El hecho de que las creencias no son siempre conscientes sino que son un conjunto de referencias que tenemos acerca de lo que es el mundo como un “mapa mental”, provoca que en ocasiones se vuelven dañinas, ya que distorsionan la realidad y producen efectos negativos en el tratamiento (Moretti, 2010; Linton & Shawn, 2011).

La evidencia establece que concepciones desadaptativas acerca de la implicancia del dolor, conducen a formas desfavorables para enfrentarlo. Dentro de este grupo, se encuentran principalmente tres tipos de creencias que predicen un mal pronóstico en pacientes de riesgo: catastrofizaciones (interpretaciones exageradamente negativas), evitación (se evitan actividades para evitar dolores) y expectativas deficientes para la recuperación (Casey et al., 2008; Moretti, 2010; Linton & Shawn, 2011).

### **1.3. El papel de la atención en la experiencia del dolor.**

En el entorno se presenta una gran cantidad de información sensorial que el cerebro no puede procesar simultáneamente, es por ello que seleccionar los estímulos más relevantes del mundo físico para procesarlos, mientras se filtra la información menos relevante, nos permite responder rápidamente a los cambios ambientales críticos y lograr los objetivos de comportamiento más eficientes (Katsuki & Constantinidis, 2013). Este proceso para seleccionar la información se denomina atención, la cual se clasifica en dos funciones distintas: de abajo hacia arriba o exógena, un proceso inducido externamente en el que la información que se va a procesar se selecciona

automáticamente debido a las características notables de los estímulos. Y la atención endógena o de arriba hacia abajo, un proceso inducido internamente en el que la información se busca activamente en el entorno en función de factores elegidos voluntariamente.

Por otro lado, Hoffman et al. (2004) definen la atención como una “spotlight”, debido a que permite seleccionar cierta información e ignorar otra, esto es porque hay un límite en la cantidad de fuentes de información que podemos manejar al mismo tiempo. La atención es selectiva ya que la dirección que se le da, afecta a la intensidad percibida y a lo desagradable de los estímulos dolorosos. En este sentido, la capacidad de los sujetos para discriminar la intensidad de los estímulos dolorosos está alterada por la dirección de la atención.

Katsuki y Constantinidis (2013) también han indicado que la atención que se asigna a un objeto o a una ubicación tiene que ver con que estos evocan la mayor actividad en ese momento. Es decir, son los estímulos más “notables” o que demandan mayor activación cortical.

Considerando que el dolor ocupa recursos atencionales, introducir una distracción, contribuye a reducir el dolor en algunas personas y saber qué aspectos de la percepción del dolor se ven alterados en función del foco de la atención, permite una mejor comprensión de las vías neuronales subyacentes que están involucradas en las formas de manipulación analgesica no farmacológicas. Esto ayudaría a determinar qué “tipos de dolores” son más susceptibles a tales tratamientos. A su vez, a menos que la dirección de la atención del sujeto esté dirigida fuera del estímulo doloroso, ese estímulo dominará sobre los otros que no sean dolorosos. El hecho de que las respuestas afectivas y sensoriales del dolor sean moduladas paralelamente por la dirección de la atención sugiere que los cambios en el desagrado percibido por el estímulo, son al menos parcialmente consecuencia de alteraciones en la intensidad percibida del estímulo (Rachlin, 1985). En función de que las demandas de atención se asocian con el valor de la amenaza del dolor, se deduce que mientras más amenazante se interprete un dolor, más atención se le brindará. Se espera que aquellas intervenciones que reduzcan la atención del dolor, reduzcan la sensación del mismo (Sharpe et al., 2010).

#### **1.4. Técnicas no farmacológicas de alivio del dolor.**

Teniendo presente los recursos limitados de la atención y los componentes sensoriales-discriminativos y afectivo-emocionales del dolor, diferentes técnicas de distracción y atención selectiva permitirían alterar la percepción de la intensidad de un estímulo doloroso, y de esta forma, disminuir el malestar psicológico percibido. Estas técnicas no presentan efectos secundarios, en comparación a los tratamientos farmacológicos prolongados, y son de fácil aplicación (Hoffman et al., 2004; Malloy & Milling, 2010; Miron et al., 1989).

En los estudios llevados a cabo por Miron, Duncan y Bushnell (1989) se observa que la discriminabilidad nociceptiva está directamente relacionada con el nivel de atención puesto en el estímulo, dándose percepciones del dolor más intensas y desagradables. Estos resultados sugieren que el estado psicológico del sujeto puede transformar la sensación de diferentes estímulos dolorosos. Por otro lado, se encuentra vasta evidencia del impacto de la relajación y atención plena para el alivio del dolor. Estas dos técnicas tienen en común que ambas se basan en la

distracción como mecanismo y requieren un ambiente tranquilo, disminución del tono muscular y mantenimiento del foco atencional en estímulos mentales (Dunford & Thompson, 2010; Shaffer & Yucha, 2004; Zeidan et al., 2016).

En base a las evidencias obtenidas en los experimentos los resultados no son concretos. Si bien con la relajación se consiguieron resultados positivos en dolores postoperatorios, artritis, embarazo y dolor lumbar, hubo dificultades en mantenerlos a largo plazo.

Con respecto a la atención plena, hubo un seguimiento adecuado, manteniendo los resultados debido a que implica el aprendizaje de herramientas por parte del paciente que pueden utilizarse en la vida cotidiana sin necesidad de asistir al consultorio. Esta última técnica presentó, además, evidencias de mejora en trastornos de pánico, ansiedad, etc. (Dunford & Thompson, 2010; Seers & Carrolls, 1998; Sharpe et al., 2010; Smith & Norman, 2017).

Sin embargo, es importante aclarar que este tipo de estudios presentan algunas fallas metodológicas relacionadas, principalmente con la dificultad de definir los constructos y/o variables. No puede conocerse con exactitud la técnica que utiliza el sujeto dentro de su cabeza al momento de la evaluación, como tampoco el grado de experiencia o entrenamiento en la misma. A su vez, no hay teorías científicas que expliciten una forma de evaluar o medir la atención plena o relajación objetivamente (Dunford & Thompson, 2010; Seers & Carrolls, 1998; Sharpe et al., 2010; Shaffer & Yucha, 2004; Smith & Norman, 2017).

### **1.5. Uso de realidad virtual para el alivio del dolor.**

El equipo de realidad virtual está compuesto por un visor y unos auriculares, por los que el sujeto recibe información multisensorial, auditiva y visual. En equipos más avanzados la persona puede involucrar sus manos para interactuar con el ambiente, y mover la cabeza en distintas direcciones lo que permite una experiencia aún más real.

Lanier (1989) señala que la realidad virtual es una herramienta que tiene la capacidad para recrear la relación del usuario con el mundo físico en un nuevo plano. No afecta el mundo subjetivo ni tiene que ver directamente con lo que sucede dentro del cerebro, solo tiene que ver con los órganos que perciben los sentidos. A diferencia de algunos instrumentos como la computadora, se considera que es mucho más que la idea de una máquina ya que es una realidad alternativa o más bien una “expansión de la realidad”, porque aquello que se sintetiza es en sí una realidad y no solamente una máquina aislada particular. A diferencia de la televisión, no es solo una pantalla, ya que el usuario puede interactuar con ella y también contribuye a la comunicación humana.

Interactuar con una experiencia de la realidad virtual, demanda una gran cantidad de recursos cognitivos, y la evidencia sugiere que los recursos atencionales de la persona son limitados. El dolor es por excelencia el que demanda estos recursos para la supervivencia del organismo y sin embargo la realidad virtual compite por estos. Es decir, cuanto más atención se dirige a la realidad virtual, hay menos atención disponible para procesar las señales nociceptivas (Hoffman et al., 2004).

Las primeras aplicaciones de Realidad Virtual en la clínica fueron alrededor de 1995, y estaban enfocadas en personas con diagnóstico de acrofobia. De esta forma, el tratamiento de diversas

fobias mediante realidad virtual comenzó a sentar bases firmes y con evidencia científica sobre su eficacia, utilizando la técnica de la exposición pero con todos los elementos del “ambiente virtual” en perfecto control del profesional. También su uso se extendió a estrés postraumático, ataques de pánico, trastornos de ansiedad, etc. (Arbona et al, 2007).

En diversos estudios (Arbona et al., 2007; Hoffman et al., 2004; Malloy & Milling, 2010) que realizaron revisiones acerca del uso de la realidad virtual como forma de aliviar el dolor inducido experimentalmente, se obtuvieron resultados favorables con evidencias científicas aun cuando realmente no se sabe con total seguridad si este tipo de dolor (manipulado, controlado, al que se accede voluntariamente) puede generalizarse a un dolor crónico real que incluye y se ve influenciado, por una cantidad de otros factores con los que convive la persona diariamente. También se encontraron estudios que evalúan estos efectos en dolores agudos reales como tratamiento de quemaduras, intubaciones, punción lumbar, todos con buenos resultados.

En este estudio se utilizó la realidad virtual porque a través de procesos inmersivos, se logra ubicar al sujeto en “otra realidad” y así captar sus recursos atencionales. Esta herramienta provee información multisensorial, la cual ayuda al sujeto a sentirse inmerso en un ambiente virtual, dando la ilusión de “entrar” a tal ambiente. Algunos autores señalan que a mayor efecto de “inmersividad” más efecto de analgesia tiene la realidad virtual, es decir, a mayor ilusión de entrar en el mundo virtual, más efectiva será esta herramienta como distractor del dolor. Es importante diferenciar dos conceptos claves en el uso de realidad virtual: por un lado, tenemos la “inmersión” que son aquellas características cuantificables y objetivas que brinda un equipo a un participante; y por otro lado, el concepto de “presencia”, que es justamente esta ilusión psicológica que tiene el sujeto de que está en otra realidad, es una cualidad subjetiva. Se encuentra bastante evidencia de que a mayor inmersión hay mayor sensación de presencia, lo que resulta en un mayor alivio del dolor utilizando realidad virtual inmersiva en vez de no inmersiva. Como así también puede afirmarse que aquellos entornos virtuales que impliquen un mayor procesamiento cognitivo (entornos activos), también producen mejores resultados en la disminución de la sensación de dolor (Hoffman et al., 2004; Malloy & Milling, 2010). Esto tiene sentido considerando que Katsuki y Constantinidis (2015), presentan evidencia sobre que la atención se asigna a un objeto o ubicación que evoca la mayor actividad en este momento.

En investigaciones realizadas por Jameson, Trevena, Swain (2007) se presenta evidencia sobre qué tipos de experiencia en realidad virtual provoca resultados más efectivos en el alivio del dolor. En este caso, utilizan dolor inducido térmico, y se concluye en que una experiencia activa (un videojuego en realidad virtual) obtiene menor puntaje de intensidad de dolor percibida, mayor bienestar del participante, mayor tolerancia al dolor, menor índice de ansiedad y mayor disponibilidad a realizar nuevamente la prueba, en comparación con una experiencia pasiva (en este caso, ver televisión). Sin embargo, es importante aclarar también, que tanto la experiencia activa como la pasiva, fueron más eficaces para aliviar el dolor en relación a un grupo control sin distracción. Por este motivo, en este estudio se optó por utilizar una experiencia de realidad virtual interactiva mediante el uso de un juego de disparos llamado “Smash Hit”.

Hay muchas ventajas para enumerar del uso de realidad virtual en la psicología clínica, entre ellas la posibilidad que tiene el profesional de poder controlar absolutamente todos los estímulos que se les presentan al paciente, así como una mayor predisposición por parte de estos últimos a realizar técnicas de exposición en este tipo de ambientes controlados. Por otro lado, pueden crearse entornos particulares en función del caso (en diagnósticos de estrés postraumático, por ejemplo), como así también repetir exactamente la misma escena las veces que sea necesario (Hoffman et al., 2004; Malloy & Milling, 2010).

### **1.6. Objetivos.**

El objetivo principal del estudio fue conocer de manera sistemática y controlada en un ambiente experimental, el efecto de la distracción con un videojuego en RV para el alivio y reducción del dolor inducido por una prueba de criopresión. Específicamente se evaluó el efecto de distracción con RV sobre una serie de respuestas conductuales procedimentales (tiempo de umbral, tiempo de mantenimiento y tiempo de tolerancia total), como así también en respuestas declarativas (Escala EVA, Escala SUD, tiempo estimado de la prueba y nivel de agrado).

### **1.7. Hipótesis.**

Se espera en el grupo con la distracción con RV (videojuego en RV) un mayor alivio y reducción del dolor, respecto del grupo sin distracción (control). En el presente experimento, se plantea: 1) que el alivio del dolor se podría constatar a partir del aumento en segundo de los tiempos de umbral, tiempos de mantenimiento y tiempos de tolerancia total en la respuesta al dolor. 2) También se esperan puntuaciones más bajas en las escalas EVA y SUDs, 3) Mayores tiempos estimados de la prueba. 4) Mayores niveles de diversión en las condiciones de distracción con videojuego con RV respecto de la condición control.

## **2. Materiales y Métodos.**

### **2.1. Muestra.**

En el presente estudio se utilizó un diseño experimental clásico posttest con grupo control. Se seleccionó una muestra total de 62 participantes (N = 62), estudiantes universitarios de edades comprendidas entre 20 a 30 años ( $X = 25.58$ ,  $DS = 4.321$ ). Se asignaron 31 sujetos por grupo. En total participaron 33 mujeres (53.2%) y 29 hombres (46.8%), distribuidos aleatoriamente entre cada uno de los grupos.

Dicho muestreo fue llevado a cabo durante el periodo que comprende de marzo del 2019 a marzo del 2020. Se realizó una preselección de participantes a través de un formulario de google forms con el objetivo de poder identificar aquellos voluntarios que no cumplieran con ciertos requisitos, básicamente se excluyeron aquellos que tuvieran algún antecedente psiquiátrico o físico que

podiera sesgar de alguna manera el resultado de la prueba o pudiera traerle algún perjuicio al participante. Durante toda la investigación se aplicaron criterios éticos para investigación experimental con humanos de acuerdo a la Asociación Internacional para el Estudio del Dolor (IASP, 2005\*), y el protocolo de estudio fue aprobado por el Comité de Ética del Instituto de Investigaciones Psicológicas (IIPsi) de la Facultad de Psicología de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. En la prueba de criopresión se utilizó una temperatura de 2.5°C (+/- 0.2°C) equivalente en ambos grupos. Los estadísticos descriptivos incluyeron ambas condiciones: Condición 1 - Videjuego con RV (Vc/RV) y Condición 2 - Control (Control). Luego se realizó una serie de pruebas t para evaluar si hubo diferencias significativas entre las dos condiciones en las respuestas al dolor teniendo en cuenta las siguientes variables dependientes: variables conductuales procedimentales (tiempo umbral, tiempo mantenimiento, tiempo tolerancia total) y variables declarativas (EVA, SUD, tiempo estimado de la experiencia y nivel de agrado).

## 2.2. Procedimiento.

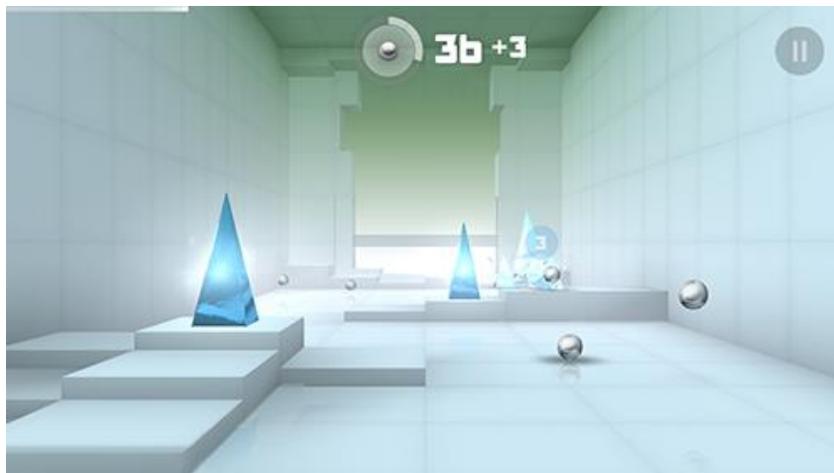
Se ejecutó el mismo procedimiento para ambos grupos: en primer lugar, se realizó una prueba de criopresión para la inducción de dolor, y luego se tomaron medidas conductuales y declarativas de base. Transcurridos 30 minutos, se procedió a realizar nuevamente la prueba de criopresión para inducir dolor una vez que la mano vuelve a temperatura normal. Posteriormente, se tomaron nuevamente medidas conductuales y declarativas. Lo que diferencia los grupos es que en condición 1 se utilizó RV mientras se realizaba el entre tiempo y la segunda inmersión en la prueba de criopresión (postest), mientras que en condición 2, el uso de realidad virtual se realizó en aquellos 30 minutos de espera entre prueba y prueba, por ende, no utilizó RV durante el postest. Todos los participantes sabían que utilizarían RV, pero no sabían en qué momento.

Para llevar a cabo la prueba de criopresión se utilizó una conservadora de plástico (heladera portátil de 40 cm x 40 cm x 20 cm) con agua y hielo mantenida a unos 2,5 °C (+/- 0,3°C). La temperatura del agua se controló durante toda la prueba con un termómetro TFA modelo 305003, que, a su vez, controlaba la temperatura del ambiente para mantenerla en 24°C. Los participantes no observaron el termómetro. La prueba consistió en solicitar al voluntario que sumerja su mano izquierda hasta por encima de la muñeca y la mantenga el mayor tiempo posible. Se le informó que debe avisar cuando "le duela" pero sin retirar la mano en ese momento, sino cuando sienta que "fue suficiente". El tiempo máximo en el que la persona pudo mantener la mano sumergida es de 5 minutos según protocolos éticos y de seguridad (IASP, 2005). A partir de ahí, se tomaron dos tipos de mediciones: conductuales y declarativas. Las primeras, además de la observación de las expresiones faciales de los sujetos, hace referencia a la medición del tiempo umbral (hasta que el sujeto mencionó que "le duele"), tiempo de mantenimiento (desde que "dolió" hasta que retiró la mano), y tiempo total (desde que sumergió la mano hasta que la retiró). Se aclara que el participante en ningún momento vió el cronómetro. Por otro lado, luego de la prueba de criopresión, se tomaron medidas declarativas, es decir, se le solicitó al sujeto que indique en la

pantalla del celular, la intensidad de dolor sentido durante la prueba (escala EVA), como así también que lo indique verbalmente en un número del 0 al 10 (donde 0 es nada de dolor y 10 es mucho dolor). Además, se le pidió al participante que diga cuánto tiempo supone que tuvo la mano sumergida y qué nivel de agrado sintió durante la prueba en función de las siguientes opciones: "nada", "poco", "regular", "mucho", "totalmente".

En ambos grupos, el Hardware utilizado fue un visor de realidad virtual Samsung Gear VR Modelo SM R323, desarrollado por Samsung en colaboración con Oculus. Este se conecta con un teléfono celular de alta gama Samsung S7 Flat, y se maneja con un sistema touchpad al costado del visor, así como también por los movimientos de la cabeza. Estos últimos, son trackeados a través de acelerómetros, giroscopios y sistemas IMU que posee el teléfono celular. El dispositivo cuenta con un campo de visión de 96, fluidez en sus aplicaciones, buen rendimiento y graduación de los lentes en función de los requerimientos de cada participante.

En relación al Software, se utilizó un videojuego de disparos en primera persona llamado "Smash Hit" desarrollado en 2014 por el estudio sueco independiente Mediocre AB (Smash Hit, 2014). Este juego se desenvuelve en un ambiente futurista abstracto, con música de fondo variable, y el objetivo es avanzar la mayor cantidad de niveles evitando quedarse sin disparos y esquivando obstáculos que se van presentando a medida que se avanza a lo largo de niveles aumentando así también progresivamente su complejidad. Cuenta con 11 niveles o postas que se toman como referencias para saber el grado de dominio avanzado por cada jugador (Figura 1).



*Figura 1. Ejemplo de escenario inicial del videojuego utilizado en el estudio.*

### 3. Resultados

Se observa que en general, los participantes de la condición Videojuego con RV (Vc/RV) muestran umbrales más altos, mayores tiempos de mantenimiento y tolerancia total a la prueba de criopresión respecto del grupo control (Control). Los participantes de la condición Vc/RV presentan niveles de tolerancia total de dolor 128.34% más de tiempo que en la condición Control (139.06 segundos en la Control Vc/RV y 60.90 segundos en la condición Control). En relación a las respuestas declarativas o “subjetivas”, los niveles de puntuación en las escalas EVA y SUD aparecen equivalente en ambos grupos. Resulta llamativa las diferencias entre los tiempos estimados subjetivos y los tiempos objetivos según cada condición. Se observa que los participantes pertenecientes al grupo Vc/RV declaran tiempos estimados de la prueba 161.50% mayores respecto de los grupos Control (94.90 segundos estimados en la condición Vc/RV, y 36.29 segundos estimados en la condición Control), pudiendo llegar a inferirse que el tiempo podría pasar más deprisa o dar la sensación de mayor tolerancia, al utilizarse un videojuego en RV. Aspecto exployado en el apartado de discusiones.

Las datos correspondientes a las estadísticas descriptivas de ambas condiciones aparecen en la siguiente tabla:

	Cond. 1 (Vc/RV)	Cond. 2 (Control)
<b>Variables conductuales procedimentales</b>		
Tiempo umbral	21.32 (15.56)	45.58 (39.19)
Tiempo mantenimiento	40.58 (53.21)	93.39 (96.05)
Tiempo tolerancia total	139.06 (108.10)	60.90 (60.69)
<b>Variables declarativas</b>		
Escala EVA	68.81 (16.78)	74.81 (11.64)
Escala SUD	5.58 (2.29)	6.68 (1.77)
Tiempo Estimado	94.90 (89.72)	36.29 (41.58)
Nivel de agrado	3.68 (1.01)	2.26 (0.89)

*Tabla 1. \*Los valores equivalen a las medias en ambos grupos RV sin narrativa y con narrativa en el postest (con las DS entre paréntesis).*

En función de los estadísticos descriptivos, se realizó una serie de pruebas T de student para muestras independientes, utilizando un porcentaje del intervalo de confianza al 95%. Los resultados dieron cuenta, respecto de las variables conductuales procedimentales, diferencias

marginalmente significativas en los tiempos umbrales entre ambos grupos ( $F = 7.512$ ,  $p = 0.03$ ). Y también en los tiempos de mantenimiento entre ambos grupos ( $F = 23.948$ ,  $p = 0.01$ ). Por último, se constataron diferencias significativas con respecto al tiempo total ( $F = 29.308$ ,  $p = 0.001$ ). Lo expuesto anteriormente da cuenta de evidencia por medio de medidas conductuales procedimentales (tiempos de respuestas) a favor de diferencias entre los grupos expuestos o no de realidad virtual durante una prueba de criopresión. Se deduce de dichas observaciones, la posibilidad de que el uso de equipos de realidad virtual durante inducción experimental de dolor, colaboraría con una mayor tolerancia al mismo.

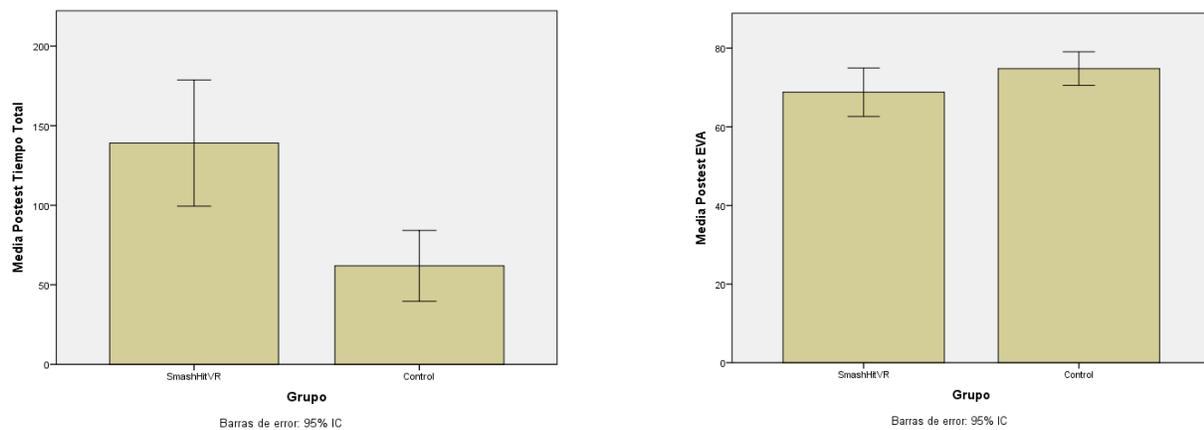


Figura 2. Tiempos de tolerancia total de prueba y puntuaciones de Escala Visual Analógica

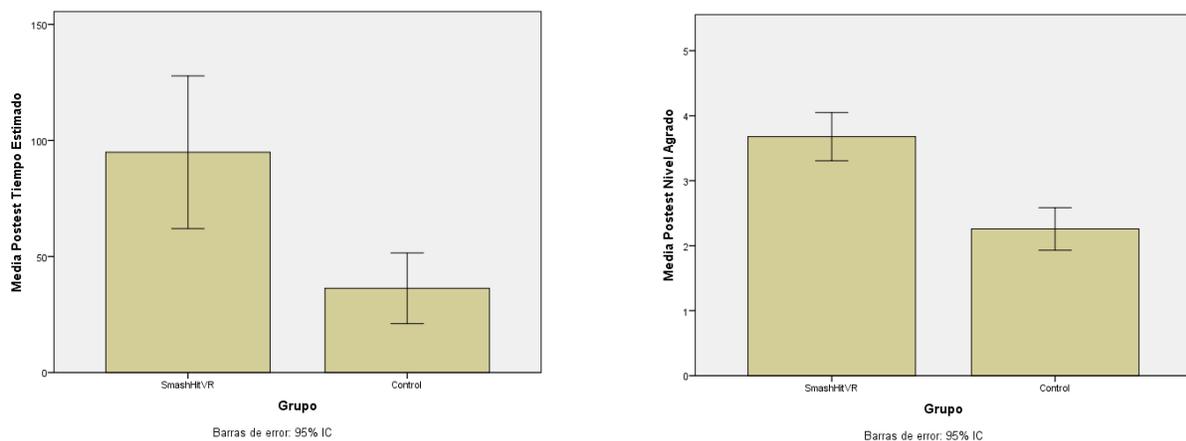


Figura 3. Tiempos estimados y nivel de agrado de prueba



En relación a los estadísticos descriptivos para medidas conductuales declarativas, se realizaron pruebas T de Student para muestras independientes, utilizando un porcentaje del intervalo de confianza al 95%, en condición experimental y control. Los resultados indicaron una diferencia marginalmente significativa respecto a puntajes obtenidos en la escala EVA ( $F = 5.849$ ,  $p = 0.107$ ). En escala SUDS, los resultados mostraron una diferencia significativa en ambos grupos ( $F = 2.043$ ,  $P = 0.040$ ). Sin embargo, posterior análisis de gráficos de diferencias de grupos en mediciones EVA y SUDS, indican superposición de intervalos a simple vista, podría deducirse entonces, que la diferencia real entre ambos no es tal. Con respecto al tiempo percibido, los resultados indican una diferencia significativa entre ambos grupos ( $F = 17.07$ ,  $p = 0.002$ ). De igual manera es la diferencia encontrada en cuanto a nivel de agrado en ambos grupos ( $F = 0.569$ ,  $p = 0.001$ ). Lo expuesto anteriormente indicaría diferencias significativas en relación al uso o no de realidad virtual, en medidas de tiempo percibido, como también según nivel de agrado. Sin embargo, no podría decirse de la misma forma, que se encuentran diferencias significativas entre ambas condiciones en función del nivel o intensidad del dolor percibido.

#### **4. Conclusiones.**

Los datos del experimento realizado muestran diferencias significativas en medidas conductuales (tiempos umbrales, de mantenimiento y totales) entre el grupo control y el grupo experimental. También se encontraron diferencias significativas en lo que respecta a los tiempos percibidos y el nivel de agrado, consideradas medidas conductuales declarativas. Por este motivo, se infiere que los sujetos de la condición 2 (Control) que no se encuentran utilizando realidad virtual cómo distractor en el segundo momento del estudio, al experimentar la sensación de dolor inducido por la prueba de criopresión, tienden a percibir sensaciones más displacenteras que el grupo experimental correspondiente a la condición 1 (Vc/RV).

Además, se evidencia una mayor tolerancia al dolor en condición experimental, es decir, con uso de realidad virtual. Estos resultados condicen con el procesamiento diferencial de la información propuesto anteriormente. Afirmando el papel fundamental que juega la atención en la percepción de la sensación de dolor.

De la interpretación de los resultados se puede concluir que la distracción por medio de tecnologías altamente inmersivas como la realidad virtual, que requieren el procesamiento de información compleja, si bien mantiene niveles similares de intensidad percibida, logra aumentar los tiempos de exposición.

Estos datos apoyan la concepción del dolor como un fenómeno multidimensional, y refuerzan el interés por explorar herramientas de distracción y atención selectiva para la utilización en el alivio del dolor utilizando los recursos limitados de la atención y los componentes sensoriales-discriminativos y afectivo-emocionales del dolor.



#### 4.1. Discusión.

En base a las hipótesis planteadas, se esperaba que en el grupo condición 1 (con uso de realidad virtual), se obtuviera un mayor alivio y reducción del dolor. Esto podría determinarse a partir del aumento en segundos de los tiempos umbral, mantenimiento y tolerancia total del grupo experimental en relación al grupo control. A partir de esto, la hipótesis fue confirmada ya que hubo un aumento significativo en segundos de tiempos umbrales, mantenimiento y de tolerancia total en grupo experimental con uso de realidad virtual.

De igual manera, en el grupo experimental en relación al grupo control, se esperaba una puntuación más baja en la escala EVA y SUD, así como mayores tiempos estimados de la prueba. Con respecto a esto, se encuentran en los resultados valores equitativos en escala EVA y SUD en ambos grupos, por lo que esta hipótesis no fue comprobada. En función de esto es importante aclarar que lo que se entiende por dolor, depende de la respuesta, la cual puede ser procedimental o declarativa, y en base al tipo de respuesta que tomemos puede significar una u otra cosa. En este sentido, si la RV alivia o no el dolor a nivel subjetivo es discutible, ya que a nivel objetivo los participantes soportan significativamente más tiempo. La consigna de la prueba indica “saque la mano cuando ya no aguante más el dolor”, es por ello que la interpretación de los datos varía en función al contexto en el cual se enmarcan.

En relación a los tiempos estimados de prueba, la diferencia entre ambos grupos si es significativa, siendo una cantidad mayor de tiempo en el grupo experimental. De aquí puede inferirse que los participantes conciben que el tiempo pasa más rápido si están enfocados en otra tarea que demande su atención.

Por último, se esperaba que el grupo con Realidad Virtual puntuara más alto en escala nivel de agrado. Esta hipótesis si fue comprobada, ya que en grupo experimental hubo un nivel de agrado mayor y diferencialmente significativo en relación al grupo control.

Estos hallazgos coinciden con la definición de la atención cómo “spotlight” propuesta por Hoffman (2004), ante varios estímulos la atención se vuelve selectiva ignorando algunos de ellos, en este caso el estímulo doloroso. A su vez, los resultados obtenidos en la investigación de Miron, Duncan y Bushnell (1989) respaldan esta hipótesis de atención selectiva.

Al igual que en Hoffman et al., 2004, los resultados indicaron en el grupo con realidad virtual altamente inmersiva (como la utilizada en este estudio) un aumento en niveles de diversión o agrado, así como una reducción del dolor. También se comprueban los resultados obtenidos de las revisiones realizadas por Malloy y Milling (2010), indicando el aumento de la tolerancia del dolor experimental.

Esta investigación aporta evidencia sobre la efectividad del uso de la RV en el alivio del dolor experimental inducido con una prueba de criopresión. Esto a su vez, posibilita el desarrollo de una base estandarizada de datos sobre las cuales trabajar a futuro, con el objetivo de conocer más acerca de las variables que intervienen en los procesos de dolor. Esto último podría aplicarse el día de mañana en las intervenciones sanitarias brindando nuevas herramientas psicológicas funcionales para el alivio y reducción del mismo.

La prueba de criopresión es la elegida habitualmente en la bibliografía como forma de inducción de dolor debido a sus grandes ventajas, como la estandarización que presenta y su facilidad para aplicar (Lima Mompo, G. et al, 2003). Busca asemejarse al dolor clínico, pero está controlado por el investigador en un contexto de laboratorio para poder medir y evaluar sistemáticamente las variables. Mediante el dolor inducido por tal prueba los sujetos pueden interrumpir la experiencia cuando lo deseen. En este sentido se utilizó un modelo experimental con sujetos sanos y sin prevalencia de antecedentes como forma de obtener resultados “limpios” desde donde realizar inferencias concisas, con el fin de controlar cada una de las variables que intervienen.

Sin embargo, el dolor inducido por criopresión no puede ser totalmente comparado con el dolor clínico, ya que en este último intervienen varios factores relacionados a la subjetividad del sujeto en sufrimiento, convirtiéndose además muchas veces en un dolor no predecible, ni controlable y que perdura por amplios periodos de tiempo.

Por lo tanto, una de las limitaciones de este estudio es la participación de sujetos sanos que accedieron voluntariamente y forman parte de una población tipificada previamente. Estos aspectos hacen difícil la comparación entre la población que padece un dolor clínico crónico y aquella a la que se le induce este dolor de forma experimental. Por ello sería pertinente generar nuevas condiciones experimentales para poder replicar estos resultados, de manera rigurosa, en sujetos con dolores no inducidos.

También se encontraron algunas variables extrañas durante la investigación como, por ejemplo, el grado de “amistad” o “compañerismo” entre participante e investigador, así como también la relación entre sexo participante / sexo investigador. Tampoco se tuvo en cuenta el grado de conocimiento del voluntario sobre el juego Smash Hit o su posible efecto en los resultados.

Más allá de las limitaciones descritas, y en diferencia de la mayoría de estudios de técnicas no farmacológicas documentadas, se controlan lo mejor posible las aristas metodológicas implicadas para obtener resultados claros y fundamentados por evidencia, bajo una metodología experimental.

A su vez, este estudio se considera sin precedentes en relación a la prácticamente nula cantidad de literatura del tema en la Argentina. Teniendo en cuenta que tiene un valor teórico, en relación al estudio de las variables contextuales que influyen en la experiencia y respuesta al dolor, y valor técnico en la exploración de nuevas herramientas psicológicas para el alivio y reducción del mismo.

Este estudio se llevó a cabo en un ambiente estandarizado, y obteniendo resultados favorables para el uso de realidad virtual en este ámbito, es fundamental un mayor desarrollo científico a nivel nacional en este tema que acompañe el rápido crecimiento de estas tecnologías.

Esta línea de investigación se continúa con experimentos que comprueben la eficacia con diferentes aplicaciones de realidad virtual, así como también manipulando otras variables involucradas como la edad, la presencia o no de acompañantes en la sala experimental, el uso de otras maneras de inducir dolor.

## Referencias

- Arbona, C. B., García-Palacios, A., & Baños, R. M. (2007). Realidad virtual y tratamientos psicológicos. Editorial Médica.
- Casey, C. Y., Greenberg, M. A., Nicassio, P. M., Harpin, E. R., & Hubbard, D. (2008). Transition from acute to chronic pain and disability: A model including cognitive, affective, and trauma factors. *Pain*, 134(1).
- Chen, J., Kandle, P., Murray, I., Fitzgerald, I., & Sehdev, J. (2020). Physiology, Pain. Treasure Island (FL): StatPearls [Internet]. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539789/>
- Dunford, E., & Thompson, M. (2010). Relaxation and Mindfulness in Pain: A Review. *Reviews in Pain*, 4(1), 18–22. doi:10.1177/204946371000400105
- Fields, H. L., Heinricher, M. M., & Mason, P. (1991). Neurotransmitters in nociceptive modulatory circuits. *Annual review of neuroscience*, 14(1), 219-245.
- García, G., Mendieta, L., Alatraste, V., Luna, F., Limón, D., & Martínez García, M. I. (2017). El dolor. Una revisión a la evolución del concepto. *Ciencia Nicolaita*, (69), 43-44.
- González, A., & Amigo, I. (2000). Efectos inmediatos del entrenamiento en relajación muscular progresiva sobre índices cardiovasculares. *Psicothema*, 12(1), 26-32.
- Hoffman, H. G., Sharar, S. R., Coda, B., Everett, J. J., Ciol, M., Richards, T., & Patterson, D. R. (2004). Manipulating presence influences the magnitude of virtual reality analgesia. *Pain*, 111(1), 162–168. doi:10.1016/j.pain.2004.06.013
- IASP (International Association for the Study of Pain) (2005) Ethical standards in pain management and research. Retrieved 2 December 2019, from <https://www.iasp-pain.org/Education/Content.aspx?ItemNumber=1213>
- Jameson, E., Trevena, J., & Swain, N. (2011). Electronic Gaming as Pain Distraction. *Pain Research and Management*, 16(1), 27–32. doi:10.1155/2011/856014
- Katsuki, F., & Constantinidis, C. (2013). Bottom-Up and Top-Down Attention. *The Neuroscientist*, 20(5), 509–521. doi:10.1177/1073858413514136
- Lanier, J. (1989) A Vintage Virtual Reality Interview. *Whole Earth Review*. Retrieved 2 December 2019, from <http://www.jaronlanier.com/jaron%20whole%20earth%20review.pdf>
- Lima Mompó, G., Vilas, A., Casanova Sotolongo, P., Casanova Carillo, P., & Garcia Gutierrez, E. (2003). Influencia del estrés ocupacional en el proceso salud-enfermedad. *Rev Cubana Med Milit*, 32 (2), 149-54.



- Linton, S. J., & Shaw, W. S. (2011). Impact of Psychological Factors in the Experience of Pain. *Physical Therapy*, 91(5), 700–711.
- Malloy, K. M., & Milling, L. S. (2010). The effectiveness of virtual reality distraction for pain reduction: A systematic review. *Clinical Psychology Review*, 30(8), 1011–1018. doi:10.1016/j.cpr.2010.07.001
- Miron, D., Duncan, G. H., & Bushnell, C. M. (1989). Effects of attention on the intensity and unpleasantness of thermal pain. *Pain*, 39(3), 345–352. doi:10.1016/0304-3959(89)90048-1
- Moretti, L. (2010) Cognitive Variables Implicated In Chronic Pain. *Revista Argentina de Ciencias del Comportamiento*, 2(3), 22-24.
- Plaghki, L., Mouraux, A., & Le Bars, D. (2018). Fisiología del dolor. *EMC - Kinesiterapia - Medicina Física*, 39(1), 1–22. doi:10.1016/s1293-2965(18)88603-0
- Rachlin, H. (1985). Pain and behavior. *Behavioral and Brain Sciences*, 8(01), 43. doi:10.1017/s0140525x00019488
- Romana, R. C. (2006) Bases fisiopatológicas del dolor. *Cirugía Andaluza*, 7 (1), 6-13.
- Schaffer, S. D., & Yucha, C. B. (2004). Relaxation & Pain Management. *AJN, American Journal of Nursing*, 104(8), 75–82. doi:10.1097/00000446-200408000-00044
- Scudds, R. A. (1983). Pain Assessment. *The Australian Journal of Physiotherapy*, 29 (3), 96.
- Seers, K., & Carroll, D. (1998). Relaxation techniques for acute pain management: a systematic review. *Journal of Advanced Nursing*, 27(3), 466–475. doi:10.1046/j.1365-2648.1998.00538.x
- Sharpe, L., Perry, N. K., Rogers, P., Dear, B. F., Nicholas, M. K., & Refshauge, K. (2010). A comparison of the effect of attention training and relaxation on responses to pain. *Pain*, 150(3), 469–476. doi:10.1016/j.pain.2010.05.027
- SmashHit (2014). Mediocre AB. Disponible en: <http://www.smashhitgame.com/>.
- Smith, K. E., & Norman, G. J. (2017). Brief relaxation training is not sufficient to alter tolerance to experimental pain in novices. *PLOS ONE*, 12(5), e0177228. doi:10.1371/journal.pone.0177228
- Snell, R. S. (2007). *Neuroanatomía clínica*. Ed. Médica Panamericana.
- Vlaeyen, J. W. S. (2015). Learning to predict and control harmful events. *PAIN*, 156, S86–S93. doi:10.1097/j.pain.0000000000000107
- Von Korff, M., Ormel, J., Keefe, F. J., & Dworkin, S. F. (1992). Grading the severity of chronic pain. *Pain*, 50(2), 133–149.



Zeidan, F., Johnson, S. K., Gordon, N. S., & Goolkasian, P. (2010). Effects of Brief and Sham Mindfulness Meditation on Mood and Cardiovascular Variables. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 16(8), 867–873. doi:10.1089/acm.2009.032