



EFFECTOS SECUNDARIOS NEGATIVOS DE LA INMERSIÓN CON REALIDAD VIRTUAL EN POBLACIONES CLÍNICAS QUE PADECEN ANSIEDAD

PAMELA QUINTANA¹, STÉPHANE BOUCHARD¹, BERENICE SERRANO^{2,3}
Y GEORGINA CÁRDENAS-LÓPEZ⁴

¹ Université du Québec en Outaouais, Gatineau, Québec, Canada

² Universidad Jaime I, Castellón, España

³ CIBER Fisiopatología, Obesidad y Nutrición, Instituto de Salud Carlos III, Girona, España

⁴ Universidad Nacional Autónoma de México, México

Resumen: Pocos estudios se han centrado en los efectos secundarios negativos generados por la inmersión con realidad virtual (RV) en poblaciones clínicas que padecen ansiedad. Estos efectos son conocidos como “cibermareos” o “cybersickness”. A partir de una revisión bibliográfica que combinó las palabras clave *cybersickness* y *anxiety*, se identificaron seis estudios que abordan estos tópicos. Estos estudios fueron revisados en el presente trabajo a fin de: (1) establecer una panorámica general de la prevalencia de los cibermareos en población clínica; (2) analizar la validez del Simulator Sickness Questionnaire, utilizado en muestras clínicas que padecen ansiedad y; (3) comprender mejor la superposición de los cibermareos y los síntomas inducidos por la ansiedad. Las conclusiones del presente trabajo, proporcionan reflexiones interesantes que pueden ser de utilidad para los profesionales de la salud que utilizan la RV como herramienta de tratamiento en personas que padecen ansiedad.

Palabras clave: Cibermareos; realidad virtual; ansiedad.

The negative side effects of virtual reality immersion in clinical populations with anxiety

Abstract: Few studies have focused on the negative side effects caused by the immersion in virtual reality (VR) in clinical populations with anxiety. These effects are known as “cybersickness”. Through a literature review that combined the keywords *cybersickness* and *anxiety*, six studies addressing these topics were identified. These studies were reviewed in this paper in order to: (1) establish an overview of the prevalence of cybersickness in clinical population; (2) analyze the validity of the Simulator Sickness Questionnaire, using clinical samples with anxiety; (3) better understand the overlap of cybersickness and anxiety induced symptoms. The findings of this study provide interesting insights that may be useful for health professionals who use VR as a treatment tool for people with anxiety.

Keywords: Cybersickness; virtual reality; anxiety.

INTRODUCCIÓN

El uso de la realidad virtual (RV) ha despertado durante más de diez años, el interés de los

clínicos y los investigadores, ya que permite a los usuarios hacer frente a situaciones temidas mediante ambientes estandarizados que emulan la realidad, y los cuales son capaces de evocar estados emocionales como la ansiedad, cogniciones y comportamientos que son muy similares a los que son experimentados en la vida cotidiana (Wiederhold y Bouchard, 2014). Aunque el uso de esta tecnología tiene muchas ventajas, los efectos sobre la salud y la seguridad de los usuarios siguen siendo áreas sin explorar. A menudo estos aspectos son abordados por los comités éticos de investigación

Recibido: 6 junio 2014; aceptado: 25 junio 2014.

Correspondencia: Stéphane Bouchard, Université du Québec en Outaouais. Dept. de Psychoéducation et de psychologie. CP 1250, Succ Hull, Gatineau, Qc. J8X 3X7. Canadá. E-mail: stephane.bouchard@uqo.ca

Agradecimientos: Este trabajo ha sido posible gracias a la Chaire de Recherche en Cyberpsychologie Clinique, en colaboración con l'Université du Québec en Outaouais. Y a la ayuda para estancias de movilidad en el extranjero de la Universidad Jaime I E-2014-23.

(Stanney, Kingdon, Graeber, y Kennedy, 2002); su principal preocupación está relacionada con los efectos secundarios temporales inducidos por la RV, a estos efectos se les ha llamado “cybersickness” o su traducción al español «*cibermareos*» (McCauley y Sharkey, 1992). Los cibermareos incluyen diferentes síntomas tales como: malestar generalizado, mareos, náuseas, fatiga visual, dolores de cabeza, dolor epigástrico, sudores fríos, sofoco, aumento de la salivación, eructos, somnolencia, vómitos, entre otros (Kennedy, Lane, Berbaum, y Lilienthal, 1993; Lawson, Graeber, Mead, y Muth, 2002). Cobb et al. (1999) afirman que existen efectos secundarios tanto negativos como positivos, y que no todos son necesariamente generados por la inmersión. Debido a esos efectos secundarios negativos ocasionados por la utilización de la RV, existen algunas contra indicaciones con respecto al uso de esta tecnología para las personas que sufren de esquizofrenia, claustrofobia o incluso de trastornos relacionados con abuso de sustancias (Stanney et al., 2002). A fin de comprender mejor los cibermareos y sus impactos sobre las poblaciones clínicas que padecen ansiedad, este trabajo se dividirá en las siguientes secciones: (1) los mecanismos y las causas de los cibermareos, (2) la frecuencia de estos efectos secundarios en población general, y (3) la frecuencia de los cibermareos en las poblaciones clínicas con trastornos de ansiedad.

Posibles mecanismos que explican los cibermareos

En primer lugar, hay que tener en cuenta que los cibermareos no son una enfermedad, sino una respuesta fisiológica a un estímulo inusual (Lawson, Graeber, Mead, y Muth, 2002). Los efectos secundarios de la RV han sido observados y estudiados durante varios años en el campo de la simulación de vuelos (Kennedy et al., 1992). Por lo tanto, los cibermareos a menudo son comparados con los malestares relacionados con viajar en transportes (McCauley y Sharkey, 1992); aunque su etiología es significativamente diferente (Cobb, Nichols, Ramsey, y Wilson, 1999; Lawson et al., 2002).

Los síntomas de los cibermareos se clasifican en dos grandes categorías: (a) *problemas oculares*, probablemente vinculados a la fatiga debido al uso del casco de RV (p.ej., el peso del casco, o el hecho de tener la pantalla a una distancia muy cercana a los ojos durante un período largo de tiempo); (b) *náuseas y los problemas de desorientación* que pueden estar asociados con los síntomas de la cinetosis (provocada por movimientos bruscos).

Existen varias teorías que explican las causas de la ocurrencia de los síntomas de náuseas y problemas de desorientación relacionados con los cibermareos. La teoría dominante en el campo de la RV es la *teoría del conflicto sensorial* (Bos, Bles, y Groen, 2008; Nichols y Patel, 2002; Stanney y Kennedy, 2009). Esta teoría propone que los síntomas presentes durante la inmersión en RV pueden ser el resultado de un conflicto entre el sistema vestibular del oído interno y los otros sentidos, principalmente la vista, o con la propiocepción (p.ej., surgen cuando la información enviada al cerebro a través de los tres canales semicirculares sobre la aceleración angular de la cabeza contradice la información de la aceleración lineal de la cabeza enviada por los canales otolitos). De manera más detallada, esta teoría presenta tres subtipos de conflictos que ilustran el mecanismo de los cibermareos. Concretamente, el primer subtipo se produce cuando las señales del sistema visual son incompatibles con las señales inerciales (del movimiento), por ejemplo, si lo que se observó en un ambiente de RV no concuerda con lo esperado según las leyes de la gravedad. Sin embargo, esta característica de los ambientes de RV no suele ser muy utilizada para el tratamiento de pacientes que sufren de un trastorno de ansiedad. El segundo subtipo ocurre cuando las señales visuales captan un movimiento, mientras que el sistema inercial no lo detecta (p.ej., la sensación al ver imágenes en movimiento mientras que las imágenes de la periferia del campo visual parecen retroceder). El tercer subtipo sucede cuando el cerebro detecta señales de movimiento mientras que el sistema visual no las capta, por ejemplo, cuando el usuario gira la cabeza y las imágenes del ambiente de RV siguen estáticas (Reason y Brand, 1975; Wiederhold y Bouchard, 2014).

Aunque esta teoría ha sido cuestionada por algunos investigadores (McCauley y Sharley, 1992; Riccio y Stoffregen, 1991), sigue siendo la más utilizada para explicar los efectos secundarios negativos de la RV. Después de haber introducido los cibermareos y sus mecanismos, es interesante describir los métodos utilizados para medir estos efectos negativos.

Evaluación de los cibermareos

Existen pocos instrumentos para medir los efectos secundarios inducidos por la RV, el más utilizado, en su última versión, es el Simulator Sickness Questionnaire (SSQ; Kennedy et al., 1993). Este cuestionario fue diseñado para ser aplicado en diferentes dispositivos que utilizan la simulación, incluyendo la RV, y en donde a su vez se utilizan diferentes dispositivos de visualización (p.ej., cascos de RV o sistemas CAVE). El cuestionario está integrado por 16 ítems, los cuales fueron validados en un estudio con una muestra de 1.119 militares de la Marina, los cuales fueron inmersos en simuladores de entrenamiento. Los investigadores querían determinar qué síntomas mostraban cambios sistemáticos antes y después de la inmersión en RV. En el estudio se identificaron tres factores: (a) *síntomas oculomotores* (p.ej., fatiga visual, falta de concentración, etc.), (b) *desorientación* (p.ej., vértigos y mareos) y, (c) *náuseas* (incluyendo eructos, aumento de la salivación, etc.). Cada ítem se evalúa en una escala de cuatro puntos (0 = «no siento nada», 1 = «un poco», 2 = «medio» y, 3 = «mucho»). La puntuación total del SSQ es el sumatorio de las puntuaciones de las tres subescalas. Esta estructura factorial ha sido ampliamente utilizada para medir la frecuencia de los cibermareos en la población general (p.ej., Kennedy, Drexler, y Kennedy, 2010; Lawson et al., 2002).

La frecuencia de los cibermareos en la población general

Los estudios relacionados con la aparición de cibermareos ponen de manifiesto que estos síntomas son comunes en las personas expues-

tas a la inmersión en RV (Lawson et al., 2002). Algunos estudios sugieren que entre el 5% y 20% de los participantes no experimentaron cibermareos, que entre el 60% y 90% experimentaron pocos síntomas, y que solo el 5% experimentaron efectos negativos tan intensos que fue necesario parar por completo la inmersión (Cobb et al., 1999; Lawson et al., 2002; Sharples, Cobb, Moody, y Wilson, 2008). Adicionalmente, la ocurrencia de los cibermareos parece estar influenciada por factores biológicos, por las características de la tarea exigida, o por el tipo de dispositivo de visualización utilizado. Respecto a los factores biológicos, las mujeres parecen tener más síntomas que los hombres; también parecen ser más vulnerables las personas entre dos y 12 años de edad, personas que padezcan migrañas, que tengan una fuerte tendencia a sentirse inmersos en video juegos o películas, o sean propensas a experimentar malestares relacionados con viajar en transportes (Harm, 2002; Jaeger y Mourant, 2001; Lawson et al., 2002; Ling, Nefs, Brinkman, Qu, y Heynderickx, 2013; Stanney y Kennedy, 2009; Viirre y Bush, 2002).

En cuanto a los factores relacionados con las tareas realizadas durante la inmersión, los usuarios que realizan movimientos amplios tanto del cuerpo como de la cabeza son más propensos a experimentar efectos negativos. Esto puede explicarse por uno de los conflictos explicados en los párrafos anteriores, sobre la *teoría del conflicto sensorial*. Otros factores que también influyen son: el tipo de equipo utilizado para la inmersión, por ejemplo, el tipo de sistema de visualización (casco de RV vs sistemas CAVE), las características gráficas del ambiente de RV (Jaeger y Mourant, 2001), el tamaño y el peso del hardware (p.ej., casco de RV), o el campo de visión que permita el dispositivo de visualización; todos ellos parecen tener una gran influencia en la aparición de los cibermareos (Cobb et al., 1999; Frey, Harting, Ketzler, Zinkernagel, y Moosbrugger, 2007; Lawson et al., 2002; Ling et al., 2013; Nichols y Patel, 2002).

Estos aspectos son muy útiles para entender la aparición de los efectos secundarios durante el uso de RV en población general; sin embargo, algunos autores consideran que no explican en

su totalidad los cibermareos que experimentan las poblaciones clínicas que han sido tratadas con RV. Por ejemplo, Bouchard et al. (2009) cuestionan la generalización en pacientes ansiosos, de los resultados encontrados en un estudio realizado con una muestra formada por militares de la Marina (Kennedy et al., 1993), quienes difieren mucho de la población general, y aún más de personas con algún trastorno de ansiedad.

Cibermareos en la población clínica

Como se mencionó anteriormente, la mayoría de los estudios sobre los cibermareos se han realizado con participantes que no son representativos de una población clínica. Por ejemplo, algunos estudios se llevaron a cabo con participantes con muy buen estado de salud, como son militares de la Marina o individuos sanos de la población general (Kennedy, Lane, Lilienthal, Berbaum, y Hettinger, 1992; Sharples et al., 2008), o personas que no padecían ningún trastorno mental (Sharples et al., 2008). Además, en esos estudios, los investigadores utilizaron simulaciones y tareas que no son comunes en las muestras clínicas, por ejemplo, un simulador de automóvil o de vuelo (Reschke et al., 1994). Por lo tanto, estos diferentes factores sugieren que los datos sobre la prevalencia de los cibermareos sean difíciles de generalizar a una población clínica que padezca algún trastorno de ansiedad; a este respecto, pocos estudios clínicos han examinado esta hipótesis (Botella, García-Palacios, Baños, y Quero, 2009).

Partiendo de lo anterior, se realizó una revisión de la literatura en la base de datos Scopus combinando las palabras clave «cybersickness» y «anxiety». Esta revisión arrojó un total de 93 publicaciones. Entre estas publicaciones, los procedimientos de registro de estos efectos secundarios no fueron documentados en todos los casos (Bouchard et al., 2009). Teniendo en cuenta estas limitaciones, sólo se han incluido seis estudios, los cuales están enfocados en los cibermareos experimentados por muestras de participantes con problemas de ansiedad, o en los cuales se realizó una inmersión en un am-

biente de RV con el propósito de inducir ansiedad. Estos estudios se presentan en este trabajo a fin de: (1) establecer una imagen de la prevalencia de los cibermareos en una población clínica; (2) cuestionar la validez del cuestionario SSQ utilizado en muestras clínicas con ansiedad y; (3) comprender mejor la superposición de los cibermareos y los síntomas inducidos por la ansiedad.

Estudios sobre los cibermareos y la ansiedad

El estudio de Bouchard et al. (2009) se centra en la prevalencia de los cibermareos en personas que han padecido algún trastorno de ansiedad. Los participantes fueron remitidos por su médico o invitados a participar por medio de un anuncio en un periódico local. A través de entrevistas diagnósticas estructuradas, se realizaron los siguientes diagnósticos: fobia específica a las arañas ($n = 57$), a las alturas ($n = 53$), a viajar en avión ($n = 25$), y a los espacios cerrados ($n = 22$). Todos los participantes eran mayores de 18 años, no tenían comorbilidad con otro trastorno que requiriera un tratamiento inmediato (p.ej., trastorno depresivo mayor, trastornos psicóticos, etc.), no tomaban medicación para tratar la ansiedad (p.ej., benzodiazepinas, antidepresivos), y nunca habían estado inmersos en un ambiente de RV. La muestra total fue de 157 participantes, 122 mujeres y 35 hombres, con una edad de 18 a 68 años.

Los participantes recibieron varias sesiones de terapia cognitivo-conductual con exposición en RV, con una duración aproximada de 60 minutos. Antes de la exposición, los participantes fueron informados sobre los efectos secundarios provocados por la RV. Después de las sesiones de exposición, se les pidió a todos los participantes permanecer en la sala de espera de la clínica durante 15 minutos, con el objetivo de rellenar algunos cuestionarios, y garantizar la seguridad de los participantes en caso de que experimentaran algunos de los efectos secundarios por el uso de RV. Los autores mencionan que ninguno de los participantes refirió haber experimentado cibermareos o efectos secundarios importantes pasados los 15 minutos que se les pidió esperar.

Con el propósito de medir objetivamente los cibermareos, se utilizó el cuestionario SSQ (Kennedy et al., 1993). Más del 80% de los participantes reportaron puntuaciones totales inferiores a 10 puntos sobre un rango de 0 a 48. Estos datos sugieren que la mayoría de los participantes han experimentado pocos síntomas de los efectos secundarios. Estableciendo un umbral mínimo de 16 puntos en el SSQ, correspondiente a la valoración de “un poco” en todos los ítems, o a una valoración de “mucho” en cinco ítems. Solo el 7,6% de la muestra, experimentó síntomas intensos respecto a los efectos secundarios. En general, la media de los efectos secundarios fue considerada como “leve” o un nivel inferior a este. Además, ninguno de los participantes tuvo la necesidad de interrumpir la exposición con el ambiente de RV a causa de alguno de los efectos secundarios. Una comparación entre las diferentes fobias evaluadas, ha reflejado que aquellos participantes que recibieron tratamiento para la claustrofobia reportaron más cibermareos en comparación con participantes con otro tipo de fobia. Además, los participantes que tuvieron sesiones de exposición que implicaron más movimiento experimentaron significativamente más cibermareos que aquellos que tuvieron sesiones de exposición con menos movimientos.

Así mismo Bouchard et al. (2009) encontraron un hallazgo interesante, respecto a que para algunos participantes los cibermareos *disminuyeron* después de una sesión de exposición con RV. En una muestra de 26 participantes fóbicos, se midieron los cibermareos en tres ocasiones: antes y después de la inmersión, y en las 24 horas posteriores. Los síntomas medidos con el SSQ fueron significativamente mayores antes de la exposición con RV, y fueron casi nulos cuando los participantes fueron contactados el día después de la exposición.

Por su parte, Ling et al. (2013) confirman los resultados de Bouchard et al. (2009) respecto a la prevalencia de cibermareos. Sus resultados muestran una media muy baja respecto a los efectos secundarios medidos con el SSQ. Sin embargo, el estudio de Ling et al. (2013) se realizó con una muestra que no padecía ansiedad social, la cual fue expuesta a un ambiente de RV que provocaba ansiedad (un ambiente

utilizado para tratar la ansiedad social). En suma, la presencia de cibermareos en una muestra clínica que padece ansiedad, o que presenta ansiedad en un contexto social, no es totalmente concorde con las estadísticas de cibermareos en la población general. Los estudios reflejan que la mayor parte de los participantes con ansiedad informaron de haber experimentado cibermareos, sin embargo el nivel de intensidad fue leve. En contra parte, los estudios en población no ansiosa reflejan que: (a) la mayoría de las personas no experimentaron ningún síntoma; (b) un menor número de síntomas en promedio, y (c) en el otro extremo la mayoría de las personas experimentaron efectos secundarios significativos.

Dada esta disparidad entre la prevalencia de cibermareos planteadas con la población general frente a la población clínica, es importante explorar aún más la validez del cuestionario SSQ. Una pregunta importante a responder es si *¿es posible que la ansiedad asociada a la terapia de exposición con RV esté sesgando las estimaciones sobre los cibermareos?* Ya el estudio realizado por Bouchard, Robillard, Renaud, y Bernier (2011), con una muestra ampliada de un estudio anterior (Bouchard et al., 2007), pone en cuestión algunas propiedades de la validez del SSQ. Este estudio fue realizado con una muestra de más de 500 participantes, de los cuales el 30% padecía algún trastorno de ansiedad. La media de edad fue de 33.93. Entre los 162 participantes que padecían ansiedad, el diagnóstico más frecuente fue fobias específicas, seguido de trastorno de ansiedad social, trastorno de ansiedad generalizada, trastorno de pánico y agorafobia, trastorno de estrés posttraumático, y trastorno obsesivo-compulsivo. Los participantes fueron expuestos a diferentes entornos de RV desarrollados para el tratamiento de trastornos de ansiedad y posteriormente rellenaron el SSQ.

Un punto fuerte de este estudio fue que los participantes fueron expuestos a ambientes de RV utilizando diferentes tecnologías (p.ej., casco de RV o sistemas CAVE), y realizaron diferentes tareas (p.ej., de exposición a los estímulos temidos, de exploración y/o de atención), así mismo, estuvieron expuestos durante diferentes periodos de tiempo (entre 5 y 60 minu-

tos). Esta diversidad en los procedimientos favorece la generalización de los resultados a diferentes situaciones relevantes para los psicólogos. El propósito de los estudios de Bouchard et al. (2007, 2011) fue cuestionar la estructura

factorial de tres subescalas del SSQ. El modelo final identificado muestra principalmente dos factores: (1) síntomas asociados con las náuseas y, (2) síntomas asociados con aspectos oculomotores (ver Figura 1).

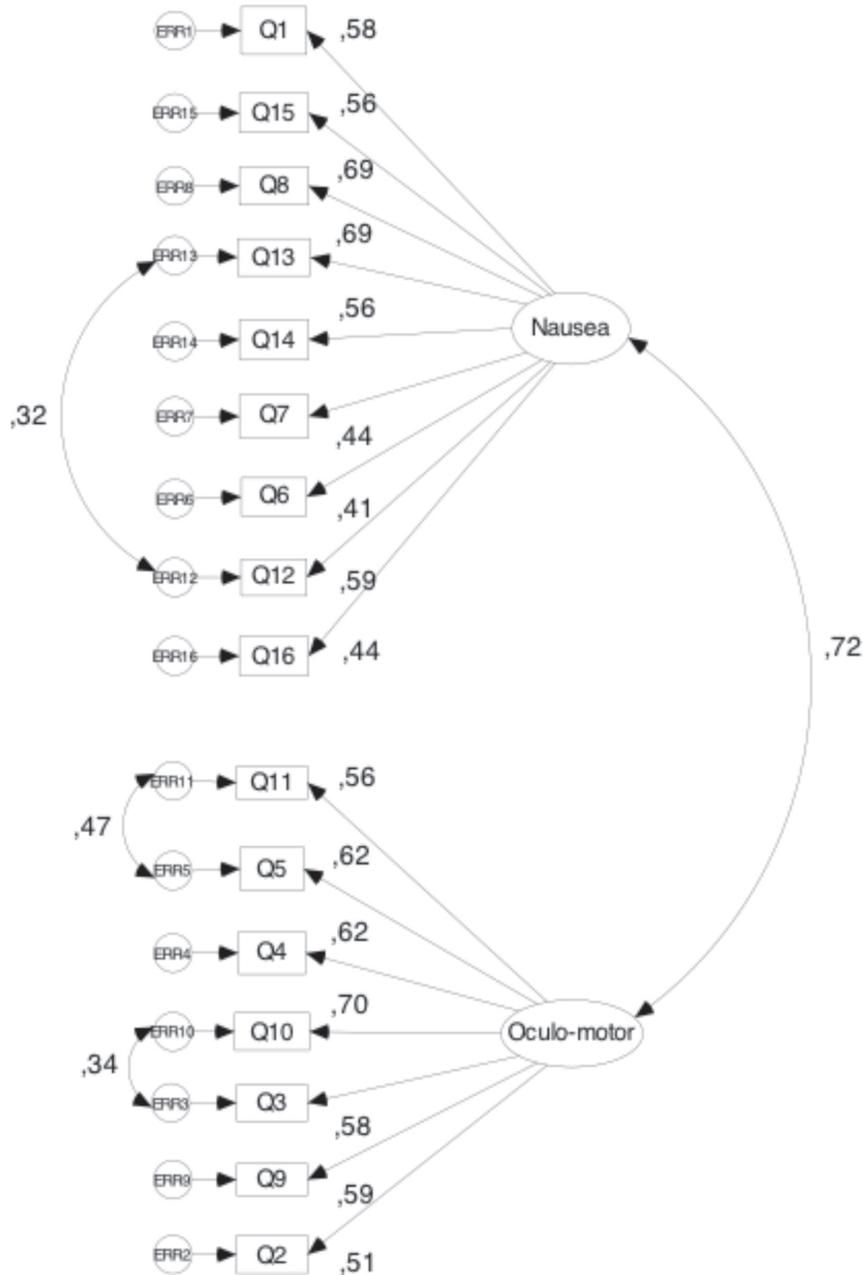


Figura 1. Estructura factorial propuesta para el SSQ en adultos inmersos en ambientes de RV utilizados con trastornos de ansiedad (los círculos representan las variables latentes y los rectángulos representan las variables medidas, representa el número de la pregunta, y ERR significa el error). Imagen reproducida con autorización de Bouchard et al. (2011).

Este hallazgo sobre el número de subescalas del SSQ cuestiona también la manera en que la puntuación total es calculada. De acuerdo a Kennedy et al. (1993), la puntuación total debe calcularse sumando el total de los tres factores, y multiplicando el resultado por una constante. Sin embargo, cinco de los ítems (ítems 1, 5, 8, 9, 11) cargan en más de un factor, dando el doble de puntos sobre la puntuación total. Este método no encaja bien con las nociones básicas de la psicometría en psicología, las cuales establecen que cada ítem debería tener un peso único en la medida de un constructo, a menos que los principios teóricos justifiquen un proceso diferente.

Por otra parte, la estructura factorial propuesta por Kennedy et al. (1993) no ha sido replicada por Bruck y Watters (2009a, 2009b, 2011), ante la necesidad de identificar una estructura factorial más estandarizada. En su estudio fueron identificados cuatro factores con una muestra integrada por 28 estudiantes universitarios, con edades comprendidas entre 18 y 30 años, quienes tenían una buena salud física y mental, y no estaban familiarizados con la RV. Sin embargo, ya que el análisis factorial se realizó con una muestra muy pequeña (28 participantes) y que la tarea a realizar por sí misma provocaba mareos (estar inmersos en una montaña rusa virtual), el hecho de haber identificado cuatro factores no pondría en cuestión el modelo presentado en la Figura 1. En consecuencia, Bouchard et al. (2011) consideran que el modelo de dos factores es más parsimonioso. Por otra parte, en los trabajos de Bruck y Watters (2009a, 2009c) en la misma muestra fue evaluada la relación entre la ansiedad y los cibermareos. Sus resultados muestran que, en conjunto, los ítems del SSQ correlacionan fuertemente con la medida de ansiedad. La regresión múltiple fue significativa ($R^2 = 0.98$). Sin embargo, el porcentaje de la varianza establecido por el tamaño de la muestra y el número de parámetros, determinó que los ítems del SSQ explican aproximadamente el 7% de la varianza en la medida de ansiedad. Por lo tanto, este estudio pone de manifiesto la posibilidad de solapamiento entre los síntomas de ansiedad y los efectos secundarios adversos experimentados durante una inmersión en RV. Por lo tanto,

no es imposible sacar ninguna conclusión específica, dadas las debilidades relacionadas con el tamaño de la muestra y los análisis.

Ling, Brinkman, Nefs, Qu, y Heynderickx (2011) han estudiado en profundidad la hipótesis de Bruck y Watters, en una muestra de 88 estudiantes y empleados de la Universidad de Delft, con edades comprendidas entre 18 y 70 años. Los participantes no padecían ansiedad social, pero tenían que dar un discurso durante 5 minutos, para ello se utilizaron dos ambientes de RV, siendo uno de ellos neutral, y el otro, un ambiente utilizado para el tratamiento del miedo a hablar en público. En este último ambiente había cinco avatares animados cuyas actitudes variaban a lo largo de la exposición. Este ambiente se presentó dos veces a los participantes (una utilizando estereoscopia, y otra sin ella). Sus resultados muestran una correlación significativa entre los niveles de ansiedad experimentados y la subescala correspondiente a las náuseas del SSQ en personas que informaron no haber experimentado cibermareos en el ambiente de RV neutral ($r = 0.77$ con estereoscopia, y $r = 0.58$ sin estereoscopia; $p < .01$). Por lo tanto, los autores concluyeron que los cibermareos relacionados con las náuseas podrían deberse en parte a la ansiedad inducida por el entorno de RV utilizado para el miedo a hablar en público.

En un segundo estudio, Bouchard et al. (2011) también reportaron una fuerte asociación entre la ansiedad y algunos síntomas de cibermareos. El punto fuerte de este estudio radica en el hecho de haber evaluado los cibermareos después de una tarea estresante que no implicó la inmersión en un ambiente de RV. Dentro de este estudio, los datos han sido obtenidos en un grupo de 43 soldados, los cuales presentaban síntomas de estrés inducidos por una tarea específica que no implicaba ninguna inmersión en un ambiente de RV. Los resultados muestran una correlación significativa en cinco de los ítems del SSQ y el nivel de ansiedad, incluyendo malestar general, sudoración y dificultad para concentrarse; las correlaciones oscilaron entre 0.41 y 0.65.

Para realizar un análisis más en profundidad, Robillard, Bouchard, y Forget (2014) evaluaron si los ítems del SSQ compartían más varianza

con la ansiedad inducida sin inmersión en RV que con los cibermareos. El estudio estuvo integrado por una muestra de 104 participantes quienes se expusieron a una tarea específica para inducir ansiedad (Trier Social Stress Task: TSST; Kirschbaum, Pirke, y Hellhammer, 1993). Durante el TSST, los participantes debían estar frente a un jurado, y realizar un discurso sobre un tema del cual no tuvieran dominio y el cual implicaba realizar operaciones aritméticas mentalmente contando hacia atrás a partir del número 1022 y por intervalos de 13 en 13. Tres miembros de un comité de entrevista se presentaron ante los participantes como expertos en la observación del comportamiento no verbal. Después de realizar la tarea del TSST, 92 de los participantes mostraron un incremento en los cibermareos, incluso si la tarea no implicaba ninguna inmersión en RV. Los resultados de estos participantes en el SSQ fueron sometidos a un análisis factorial junto con los ítems del Inventario de Ansiedad Estado (Spielberger, Gorsuch, Lushene, Vagg, y Jacobs, 1983). Su objetivo fue identificar los ítems del SSQ que cargaban más en el constructo de ansiedad que en el de cibermareos. Estos autores confirmaron los resultados encontrados en estudios anteriores, en el sentido de que dos de los ítems del SSQ compartían significativamente más similitud con los ítems que miden ansiedad que con el resto de ítems del cuestionario, principalmente con los que miden el malestar general y la dificultad para concentrarse. Al igual que en uno de los estudios previos (Bouchard et al., 2011), los autores encontraron que los ítems 5 y 7 son propensos a compartir más varianza con los síntomas de ansiedad que con los de cibermareos. Por lo tanto, los ítems que miden el malestar en general y la dificultad para concentrarse están siendo potencialmente problemáticos y confusos al momento de evaluar y diferenciar los síntomas de ansiedad respecto a los síntomas relacionados con los cibermareos.

Conclusiones

En resumen, los estudios revisados en este trabajo sugieren que la prevalencia de los ciber-

mareos en poblaciones clínicas parece ser baja, y que estos se presentan de manera diferente en población no clínica (p.ej., militares), en donde se ha encontrado una mayor probabilidad de puntuar en los extremos (o no presentan ningún síntoma, o presentan malestares relacionados con varios síntomas principales). Estos resultados llaman la atención porque las poblaciones clínicas suelen ser más vulnerables física y psicológicamente respecto a la población general; por lo cual se habría esperado ver una mayor prevalencia en las poblaciones clínicas.

Otro aspecto a considerar es que la prevalencia de los cibermareos se mide generalmente con el SSQ, y algunos ítems y el método de corrección parecen presentar algunos problemas. Su división estructural en tres subescalas y el hecho de que de más peso a determinados síntomas, ha sido cuestionada en los estudios de Bouchard et al. (2007, 2009); los cuales proponen la posibilidad de primar un modelo de solo dos factores, con propósito de que el cuestionario sea más parsimonioso. El considerar estos cambios en el SSQ, haría posible que la prevalencia de los cibermareos se midiera con mayor rigurosidad, aunque es posible que los clínicos quieran apegarse al procedimiento tradicional de ponderación.

Por otra parte, parece claro que algunos ítems del cuestionario están influenciados por la presencia de ansiedad (p.ej., si los participantes tienen algún trastorno de ansiedad, o si su ansiedad está generada por alguna tarea estresante). Por lo tanto, es difícil determinar con certeza hasta qué punto los síntomas de cibermareos se deben a los efectos secundarios del uso de la RV, o en qué medida se deben a los efectos específicos de los síntomas de ansiedad, como han sugerido algunos autores (p.ej., Ling et al., 2011). Es así como estos resultados nos llevan a tres conclusiones centrales: en primer lugar, dadas las limitaciones en el SSQ planteadas por estos estudios, la prevalencia real de cibermareos podría ser mucho menor al hacer los cambios sugeridos en el cuestionario. Esto podría generar una mayor confianza y certeza para los clínicos que se muestran reacios a utilizar la RV con personas que padecen ansiedad. Otro aspecto a destacar, es que los usuarios que presentan cibermareos experimentan los efectos

secundarios principalmente a corto plazo, además de que los síntomas parecen ser menos intensos después de unas cuantas inmersiones en los ambientes de RV (Kennedy, Stanney, y Dunlap, 2000). Por último, la aprehensión de los participantes antes de las sesiones de exposición podría predisponer a la persona a experimentar cibermareos, debido a que los confunde con la ansiedad, y no porque se deban a la propia inmersión.

En segundo lugar, el SSQ parece ser una herramienta de evaluación que debe ser revisada y modificada con el propósito de reforzar su validez de constructo.

En tercer lugar, muy pocos estudios se han centrado en los efectos de los cibermareos en poblaciones clínicas, por lo tanto, es importante realizar más estudios en este campo. Con este fin, sería importante caracterizar aún mejor la presencia de cibermareos en los estudios con RV, estandarizar el procedimiento de corrección del cuestionario, y también evitar tareas realizadas en RV que susciten la confusión con síntomas de ansiedad. Además de poblaciones clínicas con ansiedad, también sería útil reproducir estos trabajos con otras poblaciones clínicas en donde se podría utilizar RV, como por ejemplo, personas que sufren de adicciones, provocando efectos relacionados con la abstinencia, o en personas mayores con déficits cognitivos.

Para concluir, ciertas prácticas preventivas podrían ser de utilidad para mitigar la incidencia y las consecuencias negativas asociadas con los cibermareos: es aconsejable esperar al menos 15 minutos después de la inmersión ante la posibilidad de que los cibermareos pudieran poner en peligro a la persona (p.ej., si tiene que conducir); aunque la mayor parte del tiempo, estos aparecen en los primeros 15 minutos de inmersión y disminuyen bruscamente después de la inmersión (Bouchard et al., 2011; Howarth y Finch, 1999). Por otra parte, algunos autores (p.ej., Chang et al., 2013; LaViola, 2000) sugieren usar “plataformas de movimiento” permitiendo al usuario dentro del ambiente de RV conseguir tanto estimulación vestibular como estimulación visual. Otras posibilidades sugeridas son, realizar diversas tareas de entrenamiento y adaptación dentro del ambiente de

RV antes de utilizarlo; estas tareas podrían requerir la aceleración lineal o rotacional y ser activadas gradualmente durante la inmersión, para no provocar un impacto negativo en los sistemas vestibular y visual de los usuarios. Por otro lado, es importante proporcionar a los usuarios información previa sobre los cibermareos antes de la inmersión con RV. O incluso utilizar ordenadores más potentes con cascos de RV de mejor calidad podría ser beneficioso para prevenir la aparición de los efectos secundarios por el uso de RV.

REFERENCIAS

- Bos, J.E., Bles, W., & Groen, E.L. (2008). A theory on visually induced motion sickness. *Displays*, 29, 47-57. doi: 10.1016/j.displa.2007.09.002.
- Botella, C., García-Palacios, A., Baños, R.M., & Quero, S. (2009). Cybertherapy: Advantages, limitations, and ethical issues. *PsychNology Journal*, 7, 77-100.
- Bouchard, S., Robillard, G., & Renaud, P. (2007). Revising the factor structure of the Simulator Sickness Questionnaire. *Annual Review of CyberTherapy and Telemedicine*, 5, 128-137.
- Bouchard, S., Robillard, G., Renaud, P., & Bernier, F. (2011). Exploring new dimensions in the assessment of virtual reality induced side effects. *Journal of computer and information technology*, 1, 20-32.
- Bouchard, S., St-Jacques, J., Renaud, P., & Wiederhold, B.K. (2009). Side effects of immersions in virtual reality for people suffering from anxiety disorders. *Journal of CyberTherapy and Rehabilitation*, 2, 127-137.
- Bruck, S., & Watters, P. (2009a). Cybersickness and anxiety during simulated motion: Implications for VRET. *Annual Review of CyberTherapy and Telemedicine*, 7, 169-173.
- Bruck, S., & Watters, P.A. (2009b). *Estimating cybersickness of simulated motion using the Simulator Sickness Questionnaire (SSQ): A controlled study*. Computer Graphics, Imaging and Visualization, 2009. CGIV'09. Sixth International Conference (pp. 486-488).
- Bruck, S., & Watters, P.A. (2009c). *Autonomic nervous system factors underlying anxiety in virtual environments: A regression model for cybersickness*. Virtual Systems and Multimedia, 2009. VSMM'09. 15th International Conference (pp. 67-72).
- Chang, E., Hwang, I., Jeon, H., Chun, Y., Kim, H.T., & Park, C. (2013). *Effects of rest frames on cybersickness and oscillatory brain activity*. Trabajo presentado en

- International Winter Workshop on Brain-Computer Interface, 62-64. doi: 10.1109/IWW-BCI.2013.6506631.
- Cobb, S., Nichols, S., Ramsey, A., & Wilson, J. (1999). Virtual reality-induced symptoms and effects (VRISE). *Presence*, 8, 169-186. doi: 10.1016/j.displa.2007.09.005.
- Frey, A., Harting, J., Ketzler, A., Zinkernagel, A., & Moosbrugger, H. (2007). The use of virtual environments based on a modification of the computer game Quake III Arena in psychological experimenting. *Computers in Human Behavior*, 23, 2026-2039. doi: 10.1016/j.chb.2006.02.010.
- Harm, D.L. (2002). Motion sickness neurophysiology, physiological correlates, and treatment. En K. M. Stanney (Ed.), *Handbook of virtual environments: Design, implementation, and applications* (pp. 631-661). Mahwah: IEA.
- Howarth, P.A., & Finch, M. (1999). The nauseogenicity of two methods of navigating within a virtual environment. *Applied Ergonomics*, 30, 39-45. doi: 10.1016/S0003-6870(98)00041-6.
- Jaeger, B.K., & Mourant, R.R. (2001). Comparison of simulator sickness using static and dynamic walking simulators. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 45, 1896-1900.
- Kennedy, R.S., Drexler, J., & Kennedy, R.C. (2010). Research in visually induced motion sickness. *Applied Ergonomics*, 41, 494-503. doi: 10.1016/j.apergo.2009.11.006
- Kennedy, R.S., Lane, N.E., Berbaum, K.S., & Lilienthal, M.G. (1993). Simulator Sickness Questionnaire: An enhanced method for quantifying simulator sickness. *The international journal of aviation psychology*, 3, 203-220. doi: 10.1207/s15327108ijap0303_3.
- Kennedy, R.S., Lane, N.E., Lilienthal, M.G., Berbaum, K.S., & Hettlinger, L.J. (1992). Profile analysis of simulator sickness symptoms: Application to virtual environment systems. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 1, 295-301.
- Kennedy, R.S., Stanney, K.M., & Dunlap, W.P. (2000). Duration and exposure to virtual environments: Sickness curves during and across sessions. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 9, 463-472.
- Kirschbaum, C., Pirke, K.M., & Hellhammer, D.H. (1993). The Trier Social Stress Test - a tool for investigating psychobiological stress responses in a laboratory setting. *Neuropsychobiology*, 28, 76-81.
- LaViola, J. (2000). A discussion of cybersickness in virtual environments. *ACM SIGCHI Bulletin*, 32, 47-56. doi: 10.1145/333329.333344.
- Lawson, B.D., Graeber, D.A., Mead, A.M., & Muth, E.R. (2002). Signs and symptoms of human syndromes associated with synthetic experiences. *Handbook of virtual environments: Design, implementation, and applications* (pp. 589-618).
- Ling, Y., Brinkman, W., Nefs, H.T., Qu, C., & Heynderickx, I. (2011). *Cybersickness and anxiety in virtual environments*. VTT Symposium (Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus), 269, 80-82.
- Ling, Y., Nefs, H.T., Brinkman, W.P., Qu, C., & Heynderickx, I. (2013). The relationship between individual characteristics and experienced presence. *Computers in Human Behavior*, 29, 1519-1530. doi: 10.1016/j.chb.2012.12.010.
- McCauley, M.E., & Sharkey, T.J. (1992). Cybersickness: Perception of self-motion in virtual environments. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 1, 311-318.
- Nichols, S., & Patel, H. (2002). Health and safety implications of virtual reality: A review of empirical evidence. *Applied Ergonomics*, 33, 251-271. doi: 10.1016/S0003-6870(02)00020-0.
- Reason, J.T., & Brand, J.J. (1975). *Motion sickness*. New York: Academic press.
- Reschke, M.F., Harm, D.L., Parker, D.E., Sandoz, G.R., Homick, J.L., & Vanderploeg, J.M. (1994). Neurophysiologic aspects: Space motion sickness. En C.L. Huntoon, A.E. Nicogossian, & S.L. Pool (Eds.), *Space physiology and medicine* (pp. 228-260). Philadelphia: Lea y Febiger.
- Riccio, G.E., & Stoffregen, T.A. (1991). An ecological theory of motion sickness and postural instability. *Ecological Psychology*, 3, 195-240. doi: 10.1207/s15326969eco0303_2.
- Robillard, G., Bouchard, S., & Forget, H. (2014). Assessing the overlap between cybersickness and anxiety symptoms by using a non VR immersive task. Trabajo presentado en 19th annual CyberPsychology, CyberTherapy & Social Networking Conference, Washington (DC), 18-20 junio.
- Sharples, S., Cobb, S., Moody, A., & Wilson, J.R. (2008). Virtual reality induced symptoms and effects (VRISE): Comparison of head mounted display (HMD), desktop and projection display systems. *Displays*, 29, 58-69. doi: 10.1016/j.displa.2007.09.005.
- Spielberger, C.D., Gorsuch, R.L., Lushene, R., Vagg, P.R., & Jacobs, G.A. (1983). *Manual for the State-Trait Anxiety Inventory*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press.
- Stanney, K.M., & Kennedy, R.S. (2009). Simulation Sickness. En J.W. Vincenzi, M. Mouloua, & P.A. Hancock (Eds.), *Human factors in simulation and training*. Boca Raton: CRC Press.
- Stanney, K.M., Kingdon, K.S., Graeber, D., & Kennedy, R.S. (2002). Human performance in immersive virtual environments: Effects of exposure duration, user control, and scene complexity. *Human Performance*, 15, 339-366. doi: 10.1207/S15327043HUP1504_03.

Viirre, E., & Bush, D. (2002). Direct effects of virtual environments on users. In K.M. Stanney (Ed.), *Handbook of virtual environments: Design, implementation and applications* (pp. 581-588). New Jersey: Lawrence Erlbaum.

Wiederhold, B.K., & Bouchard, S. (2014). *Advances in virtual reality and anxiety disorders*. New York: Springer.