

# Aplicaciones de la realidad virtual en psicología clínica

José Gutiérrez Maldonado

Departamento de Personalidad, Evaluación y Tratamientos Psicológicos  
Universidad de Barcelona

jgutierrezm@ub.edu

## Introducción

La informática, como otras disciplinas tecnológicas, avanza a gran velocidad. Cada año se dobla la velocidad de los procesadores y la capacidad de las memorias. Recursos gráficos que hace poco requerían la utilización de equipos muy costosos se encuentran ahora en equipos domésticos.

Al principio los ordenadores aceptaban entradas numéricas y textuales, con el tiempo se ha ido progresando hacia una interfaz ergonómica que facilitara la interacción entre usuario y ordenador. Las interfaces actuales son propiamente de realidad virtual, puesto que simulan escritorios y oficinas. Favorecen la inmersión y la interacción del usuario con las aplicaciones, y con ello la sensación de presencia en un entorno virtual.

De hecho la realidad cotidiana está llena de entornos virtuales: el teatro, el cine, la televisión, la lectura, son ambientes o actividades que disminuyen la sensación de presencia en el entorno real e incrementan la de encontrarse en otra parte. La realidad virtual que se obtiene por procedimientos informáticos es, pues, una más de tantas, y no ha sido la primera. Aunque tampoco es la única capaz de proporcionarla, uno de los sellos distintivos de la realidad virtual informática es la posibilidad de interacción (1). El sujeto ya no se encuentra en una posición pasiva, puede moverse por el entorno e interactuar con él de diferentes maneras.

A medida que la interfaz entre la máquina y el usuario se haga más íntima, se ganará ergonomía. En el futuro el ordenador se desvanecerá. Seguirá ahí, pero sus componentes serán mucho más pequeños y se distribuirán entre la ropa, entre los muebles y los objetos. La interfaz entre la persona y el ordenador se hará tan íntima que será difícil saber dónde acaban las capacidades de uno y empiezan las del otro. Al igual que se ha asimilado una determinada forma de percibir el tiempo con el reloj, se incorporarán capacidades de almacenamiento de datos en memoria, de cálculo y de percepción difíciles de imaginar en la actualidad. Probablemente serán interfaces que faciliten el acceso al ordenador y a las redes sin necesidad de inmovilizar físicamente al usuario. Interfaces de realidad virtual mediante las que será difícil distinguir la ilusión de la realidad. El *cyborg*, resultado de la integración de hombres y máquinas, tendrá capacidades que serán producto de la interacción de las actuales capacidades humanas y las de los ordenadores, y no una simple suma de ambas.

## Características de la realidad virtual

Aunque una definición amplia de realidad virtual incluye gran cantidad de ámbitos y aplicaciones, usualmente se reserva tal denominación para aquella tecnología informática que genera entornos tridimensionales con los que el sujeto interactúa en tiempo real, produciéndose de esa manera una sensación de inmersión semejante a la de presencia en el mundo real. Tales creaciones no tienen por qué limitarse a la reproducción más o menos fidedigna de entornos reales, pueden construirse entornos sintéticos mediante los que se manipulan determinadas propiedades de manera que se obtienen resultados improbables o imposibles en la realidad.

Presencia e interacción son dos propiedades fundamentales de los sistemas de realidad virtual. Se denomina presencia a la sensación de “estar en” el entorno virtual. Los sujetos que pasan por entornos de realidad virtual no tienen la sensación de observar éstos desde fuera, sino de formar parte de ellos. Esta característica ha hecho pensar a los investigadores que la simulación de situaciones fóbicas mediante realidad virtual podría ser empleada como una forma de exposición a medio camino entre la exposición en vivo y la imaginaria. Como se verá más adelante, la realidad virtual permite incluso

alcanzar un grado de exposición superior al que sería posible en vivo, dado que la manipulación del entorno virtual facilita resaltar aquellas dimensiones clínicamente significativas de la situación temida por el paciente.

Hay diferentes factores que contribuyen a incrementar la sensación de presencia en un entorno virtual. Algunos de ellos son de carácter perceptivo y otros motores. Aquellos equipos que limitan la entrada de estímulos del ambiente real y potencian la correspondiente al entorno virtual disminuyen, por mecanismos perceptivos, la sensación de presencia en el mundo real e incrementan la presencia en el entorno virtual. Los cascos de realidad virtual son el componente más conocido de este tipo; con ellos el campo visual del sujeto queda prácticamente cubierto por la información que proviene del entorno virtual. La presencia también depende de variables motoras. Si el sujeto tiene posibilidades de interacción con el entorno virtual (desplazarse, tocar objetos, moverlos, etc) su sensación de presencia será mayor que si debe limitarse a observar lo que ocurre. Una variable central en este punto es la velocidad de respuesta del sistema; una elevada velocidad de respuesta, o de manera ideal una respuesta en tiempo real, es determinante para que la interacción lleve a un aumento de la presencia.

Los componentes de un sistema de realidad virtual pueden ser muy diversos. Todavía no se ha llegado a un sistema estándar, de manera que muchos de ellos tienen aspecto de prototipos. Se suelen construir con un objetivo particular y eso hace que los productos de diferentes grupos de investigación sean difícilmente exportables a otros. La falta de estándares en este campo complica también notablemente los intentos de replicación de resultados por parte de diferentes grupos. No obstante, se va avanzando en ese sentido; en la actualidad ya hay algunos elementos que suelen ser comunes. Uno de ellos es el casco de realidad virtual, mencionado anteriormente. Forma parte de los dispositivos de salida, encargados de presentar la información al observador. Existe gran variedad de modelos, con diferentes características técnicas (resolución, frecuencia de refresco, ángulo visual, etc) Cuanto mayor sea el ángulo visual, más inmersiva será la experiencia del observador. Otros dispositivos visuales de salida, menos inmersivos pero que también resultan útiles para determinadas aplicaciones, son los monitores tradicionales. También se pueden emplear proyectores. Uno de los dispositivos de salida más inmersivos, y que elimina algunos inconvenientes de los cascos (como su incomodidad), es el *CAVE*. Un *CAVE* es una habitación en la que paredes y suelo son pantallas sobre

las que se proyectan partes del entorno virtual. En un *CAVE* el observador está rodeado por proyecciones, lo que incrementa notablemente su sensación de presencia, sin necesidad de llevar pesados e incómodos artilugios como los cascos de realidad virtual.

Los sistemas de sonido han sido relativamente ignorados hasta la fecha, limitándose a proporcionar salidas estereofónicas. Esta situación va a cambiar pronto, a medida que se vayan incorporando técnicas de registro de efectos que permitan aprovechar las posibilidades de los equipos de audio de canales múltiples. Con ellos se proporciona al observador señales que le llevan a experimentar de manera precisa la localización de fuentes de sonido en el espacio, incrementando así notablemente su sensación de presencia.

Existen dispositivos de salida para otras modalidades sensoriales, como el tacto y el olfato. Con guantes especiales se consigue transmitir al usuario sensaciones táctiles, y con mezcladores químicos se transmiten olores.

Los dispositivos de entrada son igualmente diversos. Desde sencillos ratones o “*trackballs*” hasta sofisticados sensores de posición y rastreadores electromagnéticos. Con ellos el sistema reconoce la posición del observador y adapta la señal de salida en los sistemas correspondientes a las diferentes modalidades sensoriales.

## Historia de la realidad virtual

Cuando se buscan en la Historia antecedentes de los actuales desarrollos en realidad virtual, suele retrocederse hasta los años sesenta. Se reconoce a Sutherland como uno de los principales impulsores de los ordenadores gráficos Su tesis doctoral, leída en 1963 y titulada “*Sketchpad: a man-machine graphical communication system*” puso de manifiesto que era posible utilizar ordenadores para la realización de gráficos interactivos. Poco después, en 1968, publicó “*A head-mounted three dimensional display*”, con el que sentaría las bases que guiarían el desarrollo de los actuales cascos de realidad virtual.

En 1959 los laboratorios Lincoln, del MIT, ensamblaron un ordenador conocido como TX-2. Se trataba de una máquina con la que se quería ensayar la posibilidad de utilizar transistores para construir ordenadores de gran capacidad. TX-2 disponía de una pantalla de nueve pulgadas, un lápiz óptico y un panel de interruptores. Sutherland trabajó con este ordenador para elaborar su tesis consistente en la utilización del lápiz óptico para dibujar planos directamente sobre la pantalla. Esta fue la primera GUI (interfaz gráfica), mucho antes incluso de que se acuñara tal denominación.

Los primeros experimentos con cascos de realidad virtual utilizaron sistemas que proyectaban ante los ojos la señal que recibían desde cámaras controladas mediante servomecanismos. Con esta técnica la compañía Bell Helicopter desarrolló en los años sesenta un casco conectado a una cámara de visión nocturna que permitía al piloto aterrizar en la oscuridad. En 1966, Ivan Sutherland y un estudiante colaborador, Bob Sproull, convirtieron el sistema de visión remota de la Bell Helicopter en un sistema de realidad virtual reemplazando la cámara con imágenes generadas por ordenador. Este primer escenario virtual consistía en un sencillo cubículo de cuatro paredes con los puntos cardinales anotados sobre ellas. El sujeto podía “entrar” en la habitación, mover la cabeza y ver las diferentes direcciones.

Las aportaciones de Sutherland sentaron las bases para el desarrollo de la informática gráfica, hasta llegar a la actual realidad virtual. Pero esta expresión fue propuesta por primera vez por Jaron Lanier en los años ochenta, y a él se deben algunas de las más importantes innovaciones técnicas y conceptuales en este campo desde entonces. Lanier es una persona excepcional en muchos sentidos. Comenzó sus estudios universitarios a la edad de 14 años. En 1983 fundó la compañía VPL Research con la finalidad de producir componentes de sistemas de realidad virtual. Como pasa normalmente en EE.UU. estas iniciativas empresariales fueron el resultado de la transferencia de tecnología desarrollada a partir de la investigación. En la actualidad Lanier no sólo se ocupa de tareas empresariales, también se mantiene activo como investigador, participando en proyectos relacionados con *Internet2*, y otros que se vienen desarrollando en CalTech. También goza de cierto prestigio en campos aparentemente alejados de la empresa y la investigación, como son la música y la pintura. En su papel de pianista ha colaborado con otros ampliamente reconocidos como Philip Glass. Ha compuesto música de cámara, sinfonías y óperas. También ha hecho incursiones

filosóficas con reflexiones sobre la conciencia, la información y el impacto social de la tecnología, publicadas en periódicos, revistas y libros.

## Primeras aplicaciones de la realidad virtual en psicología

Las aplicaciones de la realidad virtual se hallan presentes en la actualidad en gran cantidad de campos, desde el entretenimiento hasta las simulaciones con las que se entrena en el manejo de diferentes tipos de máquinas, pasando por sistemas de visualización que ayudan a comprender complejos sistemas conceptuales matemáticos. En medicina se dispone ya desde hace varios años de sistemas de realidad virtual mediante los que es posible aprender y practicar técnicas quirúrgicas, e incluso aplicarlas a distancia. En psicología, las aplicaciones principales que se han desarrollado hasta el momento tienen que ver con técnicas de exposición empleadas habitualmente para el tratamiento de las fobias, pero se ha avanzado también en otros campos como los trastornos alimentarios. También, aunque no se hablará de ello en este artículo, existen ya numerosas aplicaciones de la realidad virtual para la rehabilitación psíquica y psicomotora; el lector interesado en ellas puede consultar las monografías de Riva (2-3); así como el trabajo, recientemente publicado, de Schultheis, M., y Rizzo, A. (4).

Nuestro departamento (Personalidad, Evaluación y Tratamientos Psicológicos) de la Universidad de Barcelona ha constituido un grupo formado por José Gutiérrez, Marta Ferrer, Rut Salat, Patricia Edipo y otros colaboradores que ha iniciado en los últimos años diferentes líneas de investigación en este campo. Actualmente está produciendo prototipos de sistemas de formación, evaluación y tratamiento en los que aparecen componentes de realidad virtual. En los próximos meses se publicarán los primeros resultados de las aplicaciones de estos sistemas.

Es difícil localizar en el tiempo con precisión las aportaciones pioneras sobre aplicaciones de la realidad virtual en salud mental. No obstante, entre los antecedentes cabría considerar estudios en los que se sometía a prueba la eficacia de algún tipo de herramienta rudimentaria, como unas gafas especiales que alteraban la percepción de profundidad y que fueron utilizadas por Schneider en 1982 (5) para magnificar la

sensación de altura durante un procedimiento de exposición en vivo. También es posible encontrar en la literatura antecedentes en trabajos que consideran la posible utilidad de la realidad virtual para el tratamiento psicológico en general (6) y para el tratamiento de la ansiedad de ejecución de los estudiantes (7).

Algunos de los primeros estudios publicados, pese a tener el mérito de ser pioneros en este campo, adolecen de falta de control que documente su eficacia o su validez. Kijima y Hirose, por ejemplo, describieron en 1993 la utilización de realidad virtual para simular una prueba proyectiva de juego con arena en niños con autismo (8). Existe también una noticia periodística (*CyberEdge*) acerca de un estudio en el que se utilizó realidad virtual para el tratamiento de la acrofobia en 1994 (9). Los 32 pacientes sobre los que se realizó el estudio debían atravesar un profundo barranco pasando por un puente colgante y una tabla de madera. Strickland et al., por otro lado, informaron en 1995 que dos niños con autismo fueron capaces de identificar objetos familiares en un entorno virtual (10).

## Tratamiento de fobias mediante realidad virtual

Probablemente el área de mayor desarrollo de las aplicaciones actuales de la realidad virtual sobre trastornos mentales es el de las fobias. Entre los pioneros de la investigación en este campo, que han continuado haciendo aportaciones hasta la actualidad, se encuentran M.M. North, y S.M. North, en Clark Atlanta University; Barbara Rothbaum y Larry Hodges, del Georgia Institute of Technology; y el grupo de Cristina Botella, de la Universidad Jaime I de Castellón. M.M. North y B. Rothbaum han realizado investigaciones por separado, pero también algunas de forma conjunta.

North, M.M.; North, S.M. y Coble, J.B. afirman que su grupo fue el primero en concebir la idea de utilizar la realidad virtual para el tratamiento de trastornos psicológicos, en el año 1992 (11). North, M.M. y North, S.M. comenzaron ocupándose de la fobia a volar (12). Se trata de una de las fobias más frecuentes y que tiene consecuencias negativas más importantes para las personas que la sufren, por cuanto limita sus desplazamientos y disminuye sus posibilidades

sociales y laborales. En algunos pacientes la fobia a volar tiene características de fobia específica, mientras que en otros es debida a una agorafobia. Los primeros temen una avería o algún otro tipo de accidente; los segundos tienen miedo a sufrir un ataque de pánico en el avión. Las características de la fobia a volar hacen a este trastorno adecuarse especialmente bien a algunas peculiaridades de la realidad virtual. En primer lugar el sujeto se encuentra sentado en un espacio reducido, por lo que resulta más fácil reproducir su comportamiento en un entorno virtual. En segundo lugar, la diferencia de costes entre una exposición real y una exposición virtual se hace especialmente grande en este trastorno a favor del procedimiento virtual. El entorno virtual para el tratamiento de la fobia a volar, no obstante, tiene cierta complejidad, puesto que hay que introducir efectos de sonido, reproducir la cabina de pasajeros, el paisaje del trayecto y modelos de aeropuertos.

En un primer experimento, realizado en noviembre de 1992, North, M.M. y North, S.M. trataron a una mujer de 32 años. El entorno virtual consistía en la representación de una ciudad vista desde el aire. Durante ocho sesiones de 30 minutos, la paciente fue expuesta al entorno virtual. Al principio de cada sesión las medidas de ansiedad eran elevadas, pero disminuían progresivamente tras los primeros minutos de exposición y llegaron a alcanzar el valor de cero (12). Klein, R., posteriormente, publicaría los resultados de otra experiencia de tratamiento de fobia a volar mediante realidad virtual. Se trataba de una paciente de 66 años que pasó por siete sesiones de exposición mediante realidad virtual a lo largo de cuatro meses, obteniéndose una reducción significativa de los síntomas del trastorno (13). En el mismo año se publicaría una nueva experiencia, esta vez de Wiederhold, B., Gevirtz, R., y Wiederhold, M. En ella se examinaron los efectos fisiológicos de un tratamiento mediante realidad virtual. Las medidas de *arousal* fisiológico disminuyeron significativamente en una paciente que recibió ese tratamiento durante cuatro sesiones (14). En el año 2000, Kahan, M., et al, publicaron un estudio más sobre miedo a volar. Examinaron la eficacia de una intervención mediante realidad virtual aplicada sobre 31 pacientes con edades comprendidas entre los 20 y los 68 años. En algunos de ellos el miedo se debía a una fobia específica (miedo a chocar), en otros se debía a claustrofobia, en otros a miedo a las alturas y en otros a un trastorno de pánico con agorafobia. Tras el tratamiento, 21 pacientes fueron capaces de volar, y no se encontraron diferencias entre los efectos del

tratamiento en función del diagnóstico (15). En el último estudio publicado hasta la fecha (Muehlberger, A, et al,) se evaluó la eficacia de un tratamiento del miedo a volar mediante realidad virtual comparándolo con un tratamiento de relajación. Los 15 sujetos del grupo experimental realizaron cuatro vuelos virtuales en una sesión. Los 15 sujetos del grupo control pasaron el mismo tiempo en una sesión de relajación. Los vuelos virtuales provocaron respuestas de ansiedad, que iban disminuyendo a medida que avanzaba la sesión. El miedo a volar disminuyó en ambos grupos tras pasar por los tratamientos respectivos, pero lo hizo de manera más intensa y prolongada en el grupo experimental (16).

En febrero de 1993 el grupo de North puso en marcha un nuevo experimento, esta vez sobre agorafobia. De los 60 sujetos que participaron, 30 fueron asignados al grupo experimental y 30 al grupo control, que permanecía en lista de espera. Los resultados mostraron que las actitudes negativas hacia situaciones agorafóbicas disminuyeron en el grupo que fue tratado con exposición a ese tipo de situaciones mediante entornos virtuales, mientras que se mantuvieron constantes en el grupo control. Lo mismo podía decirse de las diferentes medidas de ansiedad que se tomaron. Sin embargo, un 20% de los pacientes del grupo experimental mostró una pequeña o nula reducción de ansiedad (12).

Las razones de ello podrían tener que ver con el hecho de que no todos los individuos experimentaron el mismo grado de realismo de las escenas. Por tanto, una de las consecuencias importantes de este estudio para la investigación posterior, que desgraciadamente no se ha tenido en cuenta todavía con la importancia que merece, es que factores de presencia y motivación, relacionados con diferencias individuales (sexo, edad, personalidad, etc.) deberían ser considerados y estudiados en profundidad, por cuanto pueden modular notablemente la eficacia de los tratamientos basados en realidad virtual.

Una investigación posterior sobre agorafobia corresponde a Jang, D., et al (17). Este es el único estudio hasta la fecha en el que la aplicación de la realidad virtual no ha sido eficaz para reducir síntomas fóbicos. Se tomaron tanto medidas subjetivas de ansiedad y temor como mediadas objetivas de frecuencia cardiaca y frecuencia respiratoria. La escena consistía en una retención de tráfico en el interior de un túnel. Participaron siete pacientes diagnosticados con trastornos de pánico con agorafobia. Los autores sugieren

que la falta de efecto de la intervención que llevaron a cabo se debió a un grado de inmersión insuficiente, y proponen realizar una nueva experiencia realizando algunas modificaciones técnicas en el sistema que utilizaron, con la finalidad de incrementar el grado de inmersión de los pacientes en el entorno virtual.

El siguiente tipo de trastorno sobre el que North y sus colaboradores aplicaron tratamiento mediante realidad virtual fue la acrofobia (18). En un estudio de caso, durante ocho sesiones de 20 minutos un paciente recorrió entornos que producían diferentes niveles de ansiedad: desde las cercanías de un puente hasta espacios situados a gran altura. Las medidas subjetivas de ansiedad evitación disminuyeron progresivamente al avanzar en el tratamiento. A continuación realizaron un estudio de grupos, que se describe más adelante, junto con Rothbaum y otros colaboradores (19).

North, M.M., North, S.M. y Coble, J.B. han aplicado también entornos virtuales en el tratamiento de algunos síntomas característicos de la fobia social, como el miedo a hablar en público. Para ello construyeron un auditorio virtual con capacidad para 100 personas. Los pacientes participaban en una sesión semanal de 15 minutos durante 5 semanas, tras las cuales se redujeron significativamente las medidas subjetivas de ansiedad y mejoraron las actitudes hacia las situaciones que implican hablar en público. Se observó, así mismo, que los sujetos transferían correctamente el aprendizaje realizado en el entorno virtual a situaciones reales, puesto que podían afrontar la necesidad de hablar ante una audiencia numerosa con suficiente comodidad (11).

Además de las investigaciones sobre fobia social de North en EE.UU., desde 1998 se vienen desarrollando estudios similares en el University College de Londres. Experimentos de Pertaud (20); Slater, Pertaud y Steed (21); Pertaud, D.P., Slater, M., y Barker, C. (22), muestran que se reacciona ante una audiencia virtual de manera similar a como se hace ante una audiencia real. Algunos sujetos de sus experimentos actuaban ante una audiencia virtual programada para responder negativamente ante su ejecución, mientras que otros lo hacían ante audiencias programadas para hacerlo positivamente. Los sujetos del primer grupo mostraron más ansiedad y calificaron su propia ejecución de forma más negativa que los sujetos del segundo grupo.

Como los North, Rothbaum y Hodges se encuentran entre los investigadores principales de algunos de los primeros estudios publicados en los que se aplicó un procedimiento de exposición mediante realidad virtual para el tratamiento de fobias (19 y 23). En el primero de ellos, un estudiante de 19 años con miedo a las alturas recibió tratamiento dos veces por semana durante tres semanas. Se tomaron medidas de ansiedad, evitación, y se realizó un test de evitación conductual. En todas las medidas se encontraron efectos beneficiosos del tratamiento mediante realidad virtual. En el segundo de los estudios citados, con mejores niveles de calidad metodológica, participaron 17 sujetos con miedo a las alturas. Se tomaron medidas de ansiedad pre-tratamiento en el grupo experimental y en un grupo que permaneció en lista de espera. El tratamiento consistió en una sesión semanal (35-45 minutos) de exposición mediante realidad virtual, y se prolongó durante siete semanas. Ocho semanas después de tomar las medidas pre-tratamiento se obtuvieron las medidas post-tratamiento utilizando la misma batería de cuestionarios. En los entornos virtuales se presentaban situaciones en el orden en que cada sujeto las había graduado durante la evaluación previa al tratamiento. Los sujetos recibían la consigna de pasar todo el tiempo necesario en cada situación hasta que los niveles de ansiedad disminuyeran significativamente, y que fueran progresando a su propio ritmo. Los entornos simulados eran un ascensor con paredes de cristal, balcones exteriores y puentes a diferentes alturas. No se encontraron diferencias en las medidas pre-tratamiento entre los sujetos del grupo experimental y del grupo en lista de espera. Las medidas de ansiedad y evitación disminuyeron significativamente en el grupo experimental tras recibir el tratamiento; en cambio, se mantuvieron constantes en el grupo que permaneció en lista de espera.

Un estudio más reciente sobre acrofobia es el de Emmelkamp et al. (24), en el que se compara la eficacia de una intervención mediante realidad virtual con la de un procedimiento de exposición en vivo en pacientes con miedo a las alturas y se realiza un seguimiento de seis meses. Se concluye que ambos procedimientos llevan a resultados similares. Del mismo año (2001) es la publicación de Choi, Y., et al, en la que se describe la intervención que llevaron a cabo sobre un paciente de 61 años. El tratamiento se desarrolló a lo largo de seis sesiones, tres veces por semana. Los

resultados mostraron una reducción significativa de los síntomas del trastorno tras el tratamiento (25).

El grupo de Rothbaum ha elaborado también entornos para el tratamiento de la fobia a volar. En un estudio de caso informan que un tratamiento de exposición mediante realidad virtual, aplicado a una mujer de 42 años, se llevó a cabo durante seis sesiones de 35-45 minutos, tras las cuales se obtuvieron reducciones significativas de los niveles de ansiedad producidos por la situación de vuelo. La paciente tomó un vuelo real tras el tratamiento sin experimentar niveles desagradables de ansiedad(26). En una investigación posterior asignaron aleatoriamente a cada uno de los 49 pacientes que participaron en ella a un grupo de terapia mediante realidad virtual, un grupo de terapia estándar por exposición, o un grupo control en lista de espera. El tratamiento del primer grupo consistió en cuatro sesiones de entrenamiento en control de ansiedad y cuatro sesiones de exposición mediante un avión virtual. El tratamiento del segundo grupo se llevó a cabo mediante cuatro sesiones de entrenamiento en control de ansiedad más cuatro sesiones de exposición en un avión real que no llegaba a volar. Una vez finalizado el tratamiento, los pacientes realizaban un vuelo en un avión real para examinar sus respuestas de ansiedad. No hubo diferencias entre los dos grupos de tratamiento, y ambos fueron superiores al grupo control (27).

Este mismo grupo de investigadores ha utilizado realidad virtual en el tratamiento del estrés postraumático (28-30). Una de sus aportaciones es un entorno para el tratamiento de veteranos de la guerra de Vietnam que sufren ese trastorno. Las experiencias traumáticas pueden tener orígenes muy diferentes: asaltos sexuales, robos con violencia, desastres naturales, accidentes laborales o de tráfico. No es necesario ser víctima directa de esas situaciones para que aparezca un trastorno por estrés postraumático, puesto que basta para ello, en algunos casos, con la experiencia vicaria; de manera que profesionales como socorristas, policías y bomberos se encuentran entre los grupos de riesgo de este trastorno. La exposición mediante imaginación es una técnica eficaz para este trastorno, pero no en todos los casos, posiblemente debido a dificultades para imaginar o describir con el detalle necesario las situaciones traumáticas. La inmersión del paciente en un entorno virtual que reproduzca esas situaciones podría superar tales dificultades.

La mayor parte de los veteranos de la guerra de Vietnam que sufren estrés postraumático asocian sus experiencias traumáticas con helicópteros, por lo que éstos juegan un papel fundamental en el entorno virtual desarrollado por Rothbaum y sus colaboradores. La sesión comienza con el sonido de helicópteros que se encuentran a cierta distancia y se van acercando progresivamente, luego entran en el campo visual y siguen acercándose hasta que aterrizan junto al paciente. Éste es animado a aproximarse a uno de los aparatos, sube al mismo y despegando sobrevolando un paisaje de selva tropical.

En su estudio inicial de 1999 (29) se expuso al entorno virtual a un paciente de 50 años de edad, veterano de la guerra de Vietnam. Obtuvieron una reducción significativa de la intensidad de los síntomas del trastorno tras el tratamiento, que se mantuvo seis meses después. En su estudio de 2001 (30) participaron 10 pacientes varones con una media de edad de 51 años. Se obtuvieron reducciones significativas de la intensidad de los síntomas del trastorno tras un tratamiento de 16 sesiones. Ocho de los pacientes fueron evaluados de nuevo seis meses después, registrándose reducciones en la intensidad de los síntomas respecto a la línea base que iban del 16 al 67% .

En nuestra sociedad, una de las causas más importantes de trastornos por estrés postraumático son los accidentes de tráfico. Entre sus consecuencias se encuentra la aparición de un intenso temor a conducir. Entornos virtuales que simulen la conducción pueden ser apropiados para reducir ese miedo. El entorno virtual permite reproducir diferentes condiciones de tráfico y climatológicas sin el riesgo que supone la conducción real, por lo que el tratamiento del miedo se hace más sencillo y conlleva menos riesgo. Wald, J., y Taylor, S. trataron de esta manera a una paciente de 35 años. A lo largo de tres sesiones, que se realizaron en 10 días, la paciente practicó la conducción en cuatro tipos de escenarios. La ansiedad era alta al principio de cada sesión, pero cada vez menos a lo largo de éstas. Las medidas de ansiedad y evitación post-tratamiento fueron mejores que las medidas obtenidas antes del tratamiento. Esta mejoría se mantuvo siete meses después (31).

La fobia a las arañas también recibió pronto atención por parte de investigadores interesados en la realidad virtual. Vince, en 1995, diseñó un procedimiento mediante el cual se observaba una araña cuyo realismo se iba incrementando progresivamente (32).

Una publicación posterior corresponde a Albert Carlin, Hunter Hoffman, y Suzanne Weghorst, de la Universidad de Washington, quienes informan de un estudio de caso en el que se trató con éxito la fobia a las arañas de una paciente mediante realidad virtual y técnicas de realidad aumentada. Durante un período de tres meses, la paciente acudió a 12 sesiones (una cada semana) de 50 minutos. Cada sesión se dividía en cinco ensayos de cinco minutos separados por pausas de 2-3 minutos. Se animaba a la paciente a interactuar con la araña hasta que la ansiedad disminuyera lo suficiente como para pasar a una situación más amenazadora. Se dejó que la paciente progresara a su propio ritmo. Los terapeutas observaban el mismo entorno que la paciente a través de un monitor y realizaban comentarios como los que se suelen incluir en las técnicas de exposición en vivo (33). Goettestam, K.G., Hollup, S. y Graave, R.W; y Hollup, S.A. han realizado también investigación sobre aplicaciones de la realidad virtual en el tratamiento de la fobia a las arañas (34 y 35).

Otro grupo que no tardaría en publicar los resultados de sus investigaciones sobre aplicación de la realidad virtual en el tratamiento de fobias fue el coordinado por Cristina Botella, de la Universidad Jaime I de Castellón. En un estudio de caso sobre el que se aplicó un tratamiento de exposición para la claustrofobia mediante realidad virtual, observaron que la paciente, de 48 años de edad, redujo significativamente su ansiedad ante espacios cerrados, y esta mejoría se mantuvo en medidas de seguimiento realizadas un mes después de finalizar el tratamiento (36)

La claustrofobia puede tener efectos muy negativos para la persona que la sufre, debido a la gran cantidad de espacios cerrados presentes en toda clase de actividades cotidianas y laborales. En circunstancias en las que el paciente debe someterse, por otros motivos, a pruebas diagnósticas como la tomografía axial computerizada, resonancia magnética, cámaras hiperbáricas, etc. la claustrofobia puede llevarle a evitar tales pruebas, con lo que se compromete seriamente su salud.

En el estudio mencionado (36) el procedimiento llevado a cabo constaba de ocho sesiones de exposición graduada que se prolongaban durante 35-45 minutos. El terapeuta observaba en un monitor el mismo entorno al que se exponía a la paciente y le hacía comentarios similares a los que se incluyen en los procedimientos usuales de exposición en vivo. La paciente era animada a interactuar con cada entorno hasta que su

ansiedad disminuyera. Los niveles de ansiedad subjetiva (SUDS) eran evaluados cada cinco minutos. Con la finalidad de graduar apropiadamente el nivel ansiedad que se provocaría, se construyeron tres entornos. En el primero había un jardín de 2 x 5 m. En el segundo una habitación de 4 x 5 m. que comunicaba con el jardín. En esta habitación, una gran ventana podía ser abierta o cerrada por la paciente en tres posiciones. El tercer entorno consistía en una habitación de 3 x 3 m que comunicaba con la anterior. No había muebles ni ventanas, el techo y el suelo eran oscuros. Una vez que se cerraba la puerta, la paciente podía bloquearla. Una de las paredes, además, podía moverse, de acuerdo con la voluntad de la paciente, mientras hacía un gran ruido. Cuando la pared avanzaba hasta el máximo, dejaba a la paciente en un espacio de un metro cuadrado de superficie.

Este experimento sirve para ilustrar una de las posibilidades de la realidad virtual, que la hacen diferenciarse de otros procedimientos y no limitarse a una simple reproducción en un ambiente controlado de los procedimientos de exposición en vivo. Se trata de la capacidad que proporciona para configurar entornos cuyas propiedades van más allá de la realidad. Una habitación virtual con paredes móviles puede provocar un miedo más intenso incluso que una habitación real en el paciente con claustrofobia. De igual manera, otras propiedades de los estímulos fóbicos pueden ser manipuladas para conseguir que éstos sean clínicamente más significativos que los estímulos reales y, por tanto, de mayor utilidad terapéutica. Como proponen Botella, C. et al. (36), estas características de la realidad virtual son especialmente útiles para mejorar la percepción de autoeficacia y para promover la generalización de los aprendizajes.

En un estudio posterior (37) aplicaron un diseño de línea base múltiple sobre cuatro pacientes con claustrofobia de edades comprendidas entre los 24 y los 36 años. Los pacientes participaban en ocho sesiones (una por semana) en las que eran expuestos a entornos claustrofóbicos de intensidad graduada. Se tomaron diferentes medidas de la intensidad del trastorno antes y después del tratamiento, así como durante un período de seguimiento. La intensidad de la fobia disminuyó significativamente tras el tratamiento y la mejoría se mantuvo tres meses después.

La fobia a volar ha sido objeto de aplicación preferente de la realidad virtual por parte de diferentes grupos, puesto que sus características, como se exponía anteriormente, la

hacen especialmente indicada para ello. Botella y sus colaboradores también han iniciado la investigación en esta línea (38). Su sistema consta de tres escenarios.

El primero de ellos simula una habitación en la que se recrean los preparativos del viaje. De acuerdo con la jerarquía de ansiedad del paciente, puede manipularse la hora del día en la que se hace el equipaje y el tiempo atmosférico. La vista del exterior a través del ventanal, así como las noticias que se escuchan en la radio son congruentes con la situación elegida por el terapeuta (se ven cielos despejados y se escuchan previsiones de buen tiempo en la radio en un caso, y se ven cielos nublados y se escuchan previsiones de mal tiempo en otro). En este escenario el paciente puede interactuar con diferentes elementos: la puerta, los cajones de la cómoda, las puertas del armario, la maleta y la ropa que hay sobre la cama, el billete de avión y la radio.

El segundo escenario es una representación del aeropuerto, en el que el paciente espera la salida de su avión. No hay posibilidades de interacción con objetos, pero el paciente puede recorrer varias estancias. Los autores del estudio no informan de las razones por las que decidieron eliminar las posibilidades de interacción en este segundo escenario. El terapeuta puede manipular de nuevo la hora del día y el tiempo atmosférico. Los sucesos que tienen lugar son: la actualización periódica del panel de vuelos, hasta que aparece el anuncio del vuelo del paciente; el despegue de aviones, que pueden ser observados por los ventanales del aeropuerto; la escucha de conversaciones que mantienen otros viajeros; y la entrada en el avión.

En el tercer escenario el paciente permanece sentado en su asiento, puede interactuar con algunos objetos (persiana, bandeja, revista y radio), puede girar la cabeza pero no levantarse ni desplazarse por el interior del avión. El terapeuta controla la secuencia y cualidad de los siguientes sucesos: despegue, turbulencias y aterrizaje, así como la hora del día y el tiempo atmosférico. Los sonidos que se presentan (avisos por megafonía, ruido de motores, etc) son congruentes con la situación.

Evaluación y tratamiento de trastornos alimentarios mediante realidad virtual

Gran parte del desarrollo de la investigación sobre aplicaciones de la realidad virtual se ha realizado, como se acaba de exponer, en relación con distintos tipos de fobia. Otra clase de trastornos sobre la que se están aplicando estas técnicas actualmente son los alimentarios, en particular mediante procedimientos encaminados a corregir las alteraciones del esquema corporal presentes en los pacientes que sufren este tipo de trastornos.

Uno de estos programas de intervención sobre el esquema corporal ha sido desarrollado por Riva y sus colaboradores en Italia (39-43) . Consta de cinco sesiones. En la primera de ellas se obtiene información sobre los síntomas de ansiedad que aparecen como respuesta a la exposición ante la comida, para ello el paciente pasa por tres habitaciones virtuales en las que se representan situaciones cotidianas relacionadas con la comida. Estas medidas iniciales conforman la línea base con la que luego se compararán los efectos del tratamiento. En la segunda sesión el paciente pasa por la cocina, el baño y el dormitorio; en algunas de estas habitaciones puede tomar alimentos y bebidas, momento en el cual aparece un texto que le informa del aporte calórico del alimento que acaba de ingerir. Al final de la sesión se le informa de las calorías totales obtenidas y del correspondiente aumento de peso que se deriva de ello. Los pensamientos disfuncionales que aparecen a consecuencia de lo anterior son discutidos con el terapeuta. En la tercera sesión se encuentra en un entorno en el que debe escoger, de entre siete figuras de diferentes tamaños, aquella que mejor se ajusta a su tamaño corporal y aquella que corresponde a su tamaño ideal. La discrepancia entre estas dos figuras se toma como una medida del grado de insatisfacción del paciente con su propio cuerpo. La cuarta sesión reproduce el procedimiento de la segunda, pero esta vez en lugar de tratarse de entornos que simulan habitaciones de una vivienda, se trata de simulaciones de entornos laborales. En la quinta sesión se expone al paciente ante un espejo que reproduce su imagen, previamente digitalizada; los pensamientos que esta confrontación elicitó son discutidos con el terapeuta. A continuación se encuentra en una habitación con cinco puertas de diferente tamaño, y sólo puede salir si pasa por la puerta que corresponde a su tamaño corporal.

Aplicando este procedimiento a una paciente con anorexia de 22 años, Riva et al. (41) concluyen que resultó eficaz para corregir ciertas distorsiones presentes en su esquema corporal, así como para incrementar su motivación de cambio. Este último efecto es especialmente importante, por cuanto este tipo de motivación suele ser muy baja y difícil de modificar en los pacientes con anorexia. Un procedimiento similar fue utilizado en un estudio realizado sobre 28 pacientes obesas (44). Se comparó la eficacia de un tratamiento mediante realidad virtual con la de un tratamiento cognitivo-conductual clásico, observando que aquel llevó a un mayor incremento de la satisfacción por el propio cuerpo, mayores niveles de percepción de autoeficacia y incremento más importante de la motivación por el cambio.

Un procedimiento para la evaluación del esquema corporal basado en gráficos computerizados, que guarda cierta similitud con la evaluación del esquema corporal llevada a cabo en la tercera sesión del procedimiento de Riva, fue propuesto por Benson, P., et al (45). Se presenta al sujeto una imagen real de su cuerpo, previamente digitalizada, con la que puede interactuar modificándola de diferentes maneras. El sujeto estima el tamaño de partes de su propio cuerpo manipulando las dimensiones de las imágenes que le son presentadas. Años antes, en 1993, Schlundt, D., y Bell, C., ya habían desarrollado un sistema informatizado de evaluación del esquema corporal. En un estudio de validez del mismo, obtuvieron datos de 402 mujeres estudiantes y 87 hombres, encontrando que las medidas ofrecidas por su sistema explicaban entre el 15 y el 60% de la varianza de las medidas correspondientes a alteraciones alimentarias (46).

Los mecanismos responsables de la modificación del esquema corporal, como resultado de la inmersión en un entorno virtual, son múltiples. Entre ellos se encuentran las alteraciones en las conexiones sensoriomotoras debidas a la presencia de distorsiones, retardos y ruido. La correspondencia entre las señales del sistema propioceptivo y las señales del ambiente se ven alteradas en los entornos virtuales, lo que lleva a reorganizar el esquema corporal. Algunos sujetos explican, tras pasar por un entorno virtual, que tienen la sensación de que su cuerpo se ha desmaterializado; otros hacen referencia a sensaciones de ingravidez. Es posible que esta “descomposición” del esquema corporal permita su recomposición posterior más realista. En cualquier caso, estudios como los realizados hasta el momento por Riva no permiten someter a prueba esta hipótesis, por cuanto en su procedimiento se introduce una variedad de técnicas

cognitivo-conductuales clásicas, aunque adaptadas al entorno virtual, que pueden ser responsables en cierta medida de las modificaciones observadas en el esquema corporal.

En España, el grupo de Cristina Botella ha realizado importantes aportaciones también en lo que se refiere a las aplicaciones de la realidad virtual sobre trastornos alimentarios. En un estudio reciente sobre 13 pacientes, compararon la eficacia de un tratamiento mediante realidad virtual con un tratamiento sin realidad virtual. Para ello, asignaron aleatoriamente a cada paciente a uno de los dos grupos de tratamiento. Los resultados mostraron que los pacientes del grupo de realidad virtual mejoraron más que los del otro grupo en medidas de sintomatología depresiva, ansiedad y esquema corporal (47).

El programa que diseñaron para el tratamiento de la distorsión de la imagen corporal constaba de tres componentes: 1) tratamiento de la imagen corporal mediante información, exposición y discusión cognitiva; 2) entrenamiento en relajación; y 3) realidad virtual. Este último componente consistía en un procedimiento similar al utilizado por Riva, descrito previamente. La diferencia más notable entre ambos programas es que aquí las pacientes tenían dos espejos, en el primero aparecía una figura humana tridimensional que la paciente podía manipular hasta que representara su cuerpo; en el segundo aparecía la imagen actual de la paciente en dos dimensiones, con el fin de superponerla a la imagen en 3D. Si las figuras no coincidían, la paciente tenía que corregir la figura tridimensional.

Recientemente los grupos de Giuseppe Riva y Cristina Botella se han unido en un proyecto que pretende profundizar en el estudio de las aplicaciones psicológicas clínicas de la realidad virtual (48). Su objetivo es desarrollar entornos para la evaluación y el tratamiento que sean utilizables en equipos de baja potencia. Las patologías objeto de aplicación de estos entornos serán: trastornos de ansiedad, impotencia y eyaculación precoz, y trastornos alimentarios.

## Conclusiones

Si los primeros estudios realizados en este campo adolecían de una clara falta de control metodológico, y hasta de cierta ingenuidad en sus procedimientos, gran parte de los estudios posteriores, hasta nuestros días, tampoco han alcanzado niveles de control que permitan afirmar haber llegado a un grado óptimo de calidad metodológica. Los participantes de muchas de las experiencias realizadas hasta el momento son sujetos subclínicos, personas cuyo problema no es tan importante ni tan molesto como para pedir asistencia clínica. Una cantidad notable de esas experiencias consisten en estudios de caso único, con un diseño simple A-B. Otras, pese a realizarse sobre grupos de sujetos, no han tenido en cuenta requisitos metodológicos básicos relacionados con el control de los efectos inespecíficos de la relación terapéutica y de las remisiones espontáneas. En otras, la combinación de técnicas sin los correspondientes grupos de comparación hace difícil saber en qué medida los efectos positivos encontrados se deben a la incorporación de realidad virtual. La falta de seguimiento, con lo que no es posible evaluar la duración de los efectos positivos de la terapia, es otro aspecto a mejorar. No obstante, la calidad metodológica de los estudios que se van publicando en este campo crece con el tiempo, comienzan a aparecer estudios controlados que superan algunas de las anteriores críticas.

Para que el tratamiento mediante realidad virtual sea un éxito es necesario que el paciente generalice el aprendizaje obtenido a las situaciones reales. Cabe pensar inicialmente, como propuso Thorndike ya en 1931, que cuanto más similar a la realidad sea el entorno de aprendizaje, mayor será la probabilidad de que lo adquirido en el ambiente virtual se transfiera a la situación real (49). Sin embargo, esa presuposición puede requerir matizaciones. Es posible que un entorno virtual muy realista sea incluso perjudicial para el aprendizaje y que, en cambio, reproducciones más esquemáticas, como las ahora disponibles debido a limitaciones técnicas, consigan centrar más la atención del sujeto en los aspectos relevantes de la tarea, promoviendo un mejor aprendizaje.

En el diseño de los programas de tratamiento debe reflexionarse cuidadosamente acerca del balance entre intensidad del aprendizaje y transferencia de éste. Muy probablemente entornos esquemáticos faciliten la modificación del comportamiento, por cuanto se suprimen posibles estímulos distractores y ayudan al paciente a centrar la atención en aquellos aspectos del ambiente relevantes para su trastorno. No obstante, cabe pensar

que a medida que el entorno virtual así construido se distancie de la realidad, se va a dificultar más la generalización del aprendizaje. Al igual que ocurre con el balance entre validez interna y validez externa que debe haber en cualquier investigación experimental, en las aplicaciones de la realidad virtual en los tratamientos psicológicos debe encontrarse el punto de equilibrio adecuado para cada caso entre la intensidad de la modificación de conducta conseguida y sus posibilidades de generalización.

Una estrategia adecuada, por tanto, podría ser avanzar en el grado de realismo de los entornos a medida que progresa la terapia. En las sesiones iniciales, de acuerdo con ese procedimiento, deberían emplearse entornos esquemáticos, en los que la ausencia de estímulos distractores facilitaría al paciente centrar la atención en aquellas dimensiones de la situación significativas para su trastorno. Una vez adquirido así el aprendizaje relevante, en sesiones posteriores se incrementaría el grado de detalle y el realismo de las escenas con la finalidad de favorecer la transferencia del aprendizaje a las situaciones reales.

El futuro de la realidad virtual como técnica de intervención psicológica es prometedor. Algunas de sus ventajas respecto a otros procedimientos hacen augurar una implantación creciente en los ámbitos clínicos. Entre ellas se encuentran las siguientes.

- Ofrece un mayor grado de privacidad que la exposición en vivo. En algunas situaciones el paciente puede negarse a someterse a una exposición en vivo por no querer comprometer la confidencialidad de su trastorno. La realidad virtual le ofrece un entorno totalmente privado para llevar a cabo la exposición.
- El coste también es menor, al no ser necesarias operaciones “logísticas” complicadas como las que deben desarrollarse para llevar a cabo la exposición en vivo.
- Permite llevar a cabo tratamientos sobre pacientes en los que no es posible o muy difícil aplicar exposición en vivo (por ejemplo en fobias a volar) y que tampoco disponen de capacidades que hagan posible realizar una exposición imaginaria.
- Proporciona mayor control de los parámetros de la situación, con lo cual es posible aislar o resaltar aquellas dimensiones ambientales clínicamente significativas para el paciente.
- Permite crear situaciones que van más allá de lo que se puede encontrar en la propia realidad.

- Facilita el autoentrenamiento y el sobreaprendizaje, puesto que el paciente no ha de esperar a que los sucesos tengan lugar en la vida real sino que puede producirlos y reproducirlos cuando lo desee.
- Permite al terapeuta ver en cada momento lo mismo que el paciente está viendo, lo que facilita localizar las dimensiones situacionales relevantes para cada caso y trastorno.
- Hace posible diseñar “a medida” las jerarquías de exposición, con lo que el paciente puede exponerse a todas las situaciones posibles.
- Es segura, por cuanto terapeuta y paciente controlan en todo momento lo que ocurre.
- Se trata de una actividad que en gran medida es dirigida por el propio paciente. Son conocidas las teorías que ponen énfasis en la actividad dirigida por uno mismo como motor del aprendizaje y, por tanto, de la modificación de conducta: Bruner, Vygotsky, Piaget, etc. La realidad virtual ha de favorecer el desarrollo del pensamiento operacional y formal al facilitar la exploración de diferentes posibilidades.

La informática ha transformado ya multitud de campos de conocimiento e intervención. El impulso que proporcionarán a la psicología la realidad virtual y otras aplicaciones informáticas será sin duda importante, a juzgar por los resultados de los primeros ensayos que se están haciendo en estos años. Hay quien todavía, partiendo de un mal entendido humanismo, percibe peligros inexistentes en la incorporación de este tipo de aplicaciones a la práctica clínica cotidiana. La frialdad de los ordenadores sólo es tal cuando están apagados. En realidad son herramientas de comunicación muy potentes (50), que no harán sino mejorar la eficacia de las técnicas actuales de evaluación y tratamiento psicológico. Conviene modificar cuanto antes esas actitudes negativas ante la tecnología. Son precisamente las innovaciones y desarrollos tecnológicos los principales responsables e impulsores del progreso de cualquier disciplina, y también lo han sido hasta ahora en psicología. Bienvenido sea, pues, cualquier avance que permita ofrecer cada vez mejores tratamientos y mejorar la calidad de vida de los pacientes que ponen su confianza en el psicólogo y en el resto de los profesionales de la salud mental.

## Bibliografía

1. Gutiérrez, J., y Quintana, J. Internet y Psicología. *Anuario de Psicología*, 2001; 32 (2), 3-12
2. Riva G (ed.). *Virtual Reality in Neuro-Psycho-Physiology*. Amsterdam. IOS Press; 1997.
3. Riva G, Wiederhold BK y Molinari E (eds.): *Virtual Environments in Clinical Psychology and Neuroscience*. Amsterdam. IOS Press; 1998.
4. Schultheis M y Rizzo A. The application of virtual reality technology in rehabilitation. *Rehabilitation and Psychology* 2001; 46 (3), 296-311.
5. Schneider JW. Lens-assisted in vivo desensitization to heights. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry* 1982; 13, 333-336.
6. Tart CT. Multiple personality, altered states and virtual reality: the world simulation process approach. *Dissociation* 1991; 3, 222-233.
7. Knox D, Schacht C y Turner J. Virtual reality: A proposal for treating test anxiety in college students. *College Student Journal* 1993; 27, 294-296.
8. Kijima R, y Hirose M. *Virtual sand box: A development of an application of virtual environment for the clinical medicine*. Comunicación presentada en: Third International Conference on Artificial Reality and Tele-Existence, Tokyo; 1993.
9. Lamson RJ. Virtual therapy of anxiety disorders. *Cyberedge Journal*, 1994; 4 (1), 6-8.
10. Strickland D, Marcus L, Hogan K, Mesibov G, y McAllister D. Using virtual reality as a learning aid for autistic children. *Proceedings of the Autism France Third International Conference on Computers and Autism*, 119-132; 1995.
11. North, M., North, M. y Coble, J. Virtual Reality Therapy: An Effective Treatment for Phobias. En Riva, G., Wiederhold, B.K. y Molinari, E. (eds.): *Virtual Environments in Clinical Psychology and Neuroscience*. Amsterdam. IOS Press; 1998.
12. North MM y North SM. Virtual environments and psychological disorders. *Electronic Journal of Virtual Culture*, 1994; 2 (4), 37-42.
13. Klein, R. Virtual reality exposure therapy (fear of flying): From a private practice perspective. *CyberPsychology and Behavior*. 1998; 1 (3), 311-316
14. Wiederhold, B., Gevirtz, R., y Wiederhold, M. Fear of flying: A case report using virtual reality therapy with physiological monitoring. *CyberPsychology and Behavior*. 1998; 1 (2), 97-103.

15. Kahan, M., Tanzer, J., Darvin, D., y Borer, F. Virtual reality assisted cognitive behavioral treatment for fear of flying: Acute treatment and follow-up. *CyberPsychology and Behavior*. 2000; 3 (3), 387-392.
16. Muehlberger, A., Herrmann, M., Wiedemann, G., Ellgring, H., y Pauli, P. Repeated exposure of flight phobics to flights in virtual reality. *Behaviour Research and Therapy*. 2001; 39 (9), 1033-1050.
17. Jang, D., Ku, J., Shin, M., Choi, Y., y Kim, S. Objective validation of the effectiveness of virtual reality psychotherapy. *CyberPsychology and Behavior*. 2000; 3 (3), 369-374.
18. North MM y North SM. Virtual psychotherapy. *Journal of Medicine and Virtual Reality* 1996; 1 (2), 28-32.
19. Rothbaum B, Hodges L, Kooper R, Opdyke D, Williford J y North M. Effectiveness of computer generated (Virtual reality) graded exposure in the treatment of acrophobia. *American Journal of Psychiatry* 1995; 152, 626-628.
20. Pertaub DP. Virtual exposure therapy for public speech anxiety. MSc thesis, Department of Computer Science, University College London; 1998.
21. Slater M, Pertaub DP y Steed A. Public Speaking in Virtual Reality: Facing and Audience of Avatars, *IEEE Computer Graphics and Applications* 1999; 19(2), 6-9
22. Pertaub DP, Slater M, y Barker C. An Experiment on Fear of Public Speaking in Virtual Reality. En Westwood et al. (eds): *Medicine Meets Virtual Reality*, pp372-378, Amsterdam, IOS Press; 2001.
23. Rothbaum B, Hodges L, Kooper R, Opdyke D, Williford J y North M. Virtual-Reality Graded Exposure in the Treatment of Acrophobia - A Case Report. *Behaviour Research and Therapy* 1995; 26 (3), 547-554.
24. Emmelkamp P, Bruynzeel M, y Van-Der-Mast Ch. Virtual reality treatment in acrophobia: A comparison with exposure in vivo. *Cyber Psychology and Behavior* 2001; 4 (3), 335-339.
25. Choi, Y., Jang, D., Ku, J., Shin, M. y Kim, S. Short-term treatment of acrophobia with virtual reality therapy (VRT): A case report. *CyberPsychology and Behavior*. 2001; 4 (3), 349-354.
26. Rothbaum BO, Hodges LF, Watson BA, Kessler GD y Opdyke D. Virtual reality exposure therapy in the treatment of fear of flying: A case report. *Behavior Research and Therapy* 1996; 34, 477-481
27. Rothbaum, B., Hodges, L., Smith, S., Lee, J., y Price, L. A controlled study of virtual reality exposure therapy for the fear of flying. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*. 2000; 68 (6), 1020-1026

28. Rothbaum BO y Hodges LF. The use of virtual reality exposure in the treatment of anxiety disorders. *Behavior Modification* 1999; 23 (4), 507-525.
29. Rothbaum, B., Hodges, L., Alarcon, R., Ready, D., Shahar, F., Graap, K., Pair, J., Hebert, P., Gotz, D., Wills, B., y Baltzell, D., Virtual reality exposure therapy for PTSD Vietnam veterans: A case study. *Journal of Traumatic Stress*. 1999; 12 (2), 263-271.
30. Rothbaum, B., Hodges, L., Ready, D. Graap, K, y Alarcon, R. Virtual reality exposure therapy for Vietnam veterans with posttraumatic stress disorder. *Journal of Clinical Psychiatry*. 2001; 62 (8), 617-622.
31. Wald, J., y Taylor, S. Efficacy of virtual reality exposure therapy to treat driving phobia: A case report. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*. 2000; 31 (3-4), 249-257.
32. Vince J. Virtual reality systems. Cambridge. ACM Press; 1995.
33. Carlin A, Hoffman HG y Weghorst S. Virtual reality and tactile augmentation in the treatment of spider phobia: a case report. *Behaviour Research and Therapy* 1997; 35 (2), 153-158.
34. Goettestam KG, Hollup S y Graave RW. Virtual reality in the treatment of spider phobia. Comunicación presentada en el *Congreso Mundial de Psiquiatría*. Barcelona; 1996.
35. Hollup SA. Virtual reality therapy in the treatment of spider phobia. Tesis doctoral. Departamento de Psicología. Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway; 1996.
36. Botella C, Baños RM, Perpiñá C, Villa H, Alcañiz M y Rey A. Virtual reality treatment of claustrophobia: a case report. *Behaviour Research and Therapy* 1998; 36, 239-246.
37. Botella C, Villa H, Baños R, Perpiñá C y García-Palacios A. Virtual Reality in the treatment of claustrophobic fear: A controlled, multiple baseline design. *Behavior Therapy* 2000 ; 31, 583-595.
38. Botella C, Baños R, Perpiñá C, Villa H, Osma J y Crespo E. El diseño de escenarios clínicamente significativos para el tratamiento de la fobia a volar, *I Congreso Virtual de Psiquiatría*; 2000.
39. Riva G. Virtual reality as assessment tool in psychology. En Riva (ed.): *Virtual Reality in Neuro-Psycho-Physiology*. Amsterdam. IOS Press; 1997.
40. Riva G. Virtual Reality vs. Virtual Body. *CyberPsychology & Behaviour* 1998 ; 1, 129-137.
41. Riva G. Modifications of body image induced by virtual reality. *Perceptual and Motor Skills* 1998 ; 86, 163-170

42. Riva G, Bacchetta M, Baruffi M, Rinaldi S y Molinari E. Experiential cognitive therapy: A virtual reality based approach for the assessment and treatment of eating disorders. En Riva G, Wiederhold BK y Molinari E (eds.): *Virtual Environments in Clinical Psychology and Neuroscience*. Amsterdam. IOS Press; 1998.
43. Riva G, Bacchetta M, Baruffi M, Cirillo M., y Molinari E. Virtual reality environment for body image modification: A multidimensional therapy for the treatment of body image in obesity and related pathologies. *CyberPsychology & Behaviour* 2000; 3, 421-431
44. Riva G, Bacchetta M, Baruffi M, y Molinari E. Virtual reality-based multidimensional therapy for the treatment of body image disturbances in obesity: A controlled study. *CyberPsychology and Behavior*. 2001; 4 (4), 511-526.
45. Benson, P., Emery, J., Cohen-Tovée, E., y Tovée, M. A computer-graphic technique for the study of body size perception and body types. *Behavior Research Methods, Instruments and Computers*, 1999, 31 (3), 446-454
46. Schlundt, D., y Bell, C. Body Image Testing System: A microcomputer program for assessing body image. *Journal of Psychopathology and Behavioral Assessment*, 1993; 15 (3), 267-285.
47. Perpiñá C, Botella C, Baños RM, Marco H, Alcañiz M, y Quero S. Body image and virtual reality in eating disorders: Is exposure to virtual reality more effective than the classical body image treatment? *CyberPsychology-and-Behavior* 1999; 2 (2), 143-148.
48. Riva, G., Alcaniz, M., Anolli, L., Bacchetta, M., Baños, R., Beltrame, F., Botella, C., Galimberti, C., Gamberini, L., Gaggioli, A., Molinari, E., Mantovani, G., Nugues, P., Optale, G., Orsi, G., Perpina, C., y Troiani, R. The VEPSY Update Project: Virtual reality in clinical psychology. *CyberPsychology and Behavior*. 2001; 4 (4), 449-455.
49. Thorndike EL. Human Learning. N.Y.: The Century Co; 1931.
50. Gutiérrez, J., Mora, M., García, S., y Edipo, P., Personalidad, sexo y comunicación mediada por ordenador a través de Internet. *Anuario de Psicología*, 2001; 32 (2), 3-12