





Realidad virtual aumentada. Futuro del entrenamiento policial.

Valdivia Monzón, Pablo

Universidad Católica de Chile, Chile.

Correspondencia Pablo Valdivia Monzón

e-mail: [**pnvaldivia@uc.cl**](mailto:pnvaldivia@uc.cl)

Argumented virtual reality. Future of police training.

RESUMEN

El entrenamiento policial a través de la exposición inmersiva a entornos virtuales permite aprender a controlar, de mejor forma, el estrés generado por crisis de alto impacto. Su alta validez ecológica permite replicar escenarios similares a los de la vida real (imágenes, sonidos e interacciones) incorporando eventos y consecuencias imposibles de reproducir mediante entrenamiento tradicional. El objetivo de esta investigación es identificar la utilidad del entrenamiento a través de exposición inmersiva a entornos virtuales por parte de personal policial chileno, con el fin de controlar el estrés que se produce frente a una crisis (allanamiento de inmuebles, enfrentamiento armado o el rescate de víctimas entre otros). Los resultados muestran que el entrenamiento con realidad virtual proporciona técnicas válidas para preparar policías, permitiendo mantener un estándar de capacitación constante, independientemente del lugar donde se desempeñe y sin necesidad de pertenecer a un grupo de trabajo presencial.

PALABRAS CLAVES

Realidad virtual inmersiva, mundos virtuales, simulaciones, entrenamiento policial.

ABSTRACT

Police training through immersive exposure to virtual environments allows learning to better control the stress generated by high-impact crises. Its high ecological validity allows replicating scenarios similar to those of real life (images, sounds and interactions) incorporating events and consequences impossible to reproduce through traditional training. The objective of this research is to identify the usefulness of training through immersive exposure to virtual environments by Chilean police personnel, in order to control the stress that occurs in the face of a crisis (building raids, armed confrontation, or the rescue of victims, among others). The results show that virtual reality training provides valid techniques to prepare police officers, allowing them to maintain a constant training standard, regardless of where they work and without the need to rely on a face-to-face work group.

KEYWORDS

Immersive virtual reality, virtual worlds, simulations, police training.

INTRODUCCIÓN

Existen pocos escenarios que vengan a la mente cuando se busca crear entornos de estrés extremos, como ocurre ante un accidente o un desastre natural, pero ciertamente el enfrentamiento armado sea este militar o policial, corresponde a una de las situaciones más hostiles en las que los seres humanos pueden intervenir (Deahl, Srinivasan, Jones, Thomas, Neblett & Jolly, 2000). Los estresores inherentes al ambiente de combate como el miedo a ser herido, determinados ruidos, la presión de tiempo, la necesidad de garantizar la vida tanto de las víctimas como de los posibles victimarios, el honor, el resguardo de la propia vida y el cumplimiento del deber, entre otros, suscitan muchos efectos debilitadores del desempeño, que además resultan ser muy difíciles de generar mediante el entrenamiento tradicional, mientras que al utilizar la simulación a través de realidad virtual es posible inducir o generar estrés a partir de un sinnúmero variado de situaciones o escenarios (Connelly, Suss, & DiBello, 2019).

En general, la ansiedad es la más común y universal de las emociones básicas del ser humano, encontrándose presente a lo largo de toda la vida. Es una reacción emocional automática ante la percepción de una amenaza o peligro, cuya finalidad es la de brindar protección, pero que por su propia naturaleza conlleva un estado de malestar psicofísico, caracterizado por una sensación de inquietud, intranquilidad, inseguridad o desasosiego ante lo que se vivencia como una amenaza inminente e indefinida, que interfiere en la realización de una tarea o el cumplimiento de un objetivo (Beck, Palyo, Winer, Schwagler & Ang, 2007).

Para Beck et al (2007), la ansiedad producida por el estrés de combate constituye una entidad nosológica que ha estado sometida a lo largo de toda la historia de la psiquiatría y psicología militar y policial, a continuos estudios y revisiones, con el fin de detectar los factores precipitantes de su aparición y poder implementar medidas preventivas y de tratamiento adecuadas para mitigar sus efectos. El estrés de combate se define como la tensión emocional, mental o física, que deriva de la participación en situaciones de alto riesgo vital, para la propia integridad o la de otros, mantenida o recurrente a través del tiempo (Difede, Cukor, Patt, Giosan, & Hoffman, 2006). Dadas las particularidades de la función policial, el estrés de combate tiene como consecuencia no sólo el malestar de la persona con la aparición de un sinnúmero de signos y síntomas tanto físicos como psíquicos, sino que en ocasiones le puede llevar a poner en riesgo su propia vida, la de terceros inocentes y la del propio grupo al que pertenece, afectando así el buen desarrollo de la misión (Miyahira, Hoffman & Folen, 2006).

Las reacciones al estrés del combate, según Difede et al. (2006) corresponden a las manifestaciones físicas y psíquicas predecibles y negativas, que ocurren en personas normales sometidas a situaciones “anormales”, que pueden ser tratadas de acuerdo con los principios generales de intervención, con la diferencia que, por las características del cargo o función laboral, en este caso militares y policías, la anormalidad puede ser permanente. En lo que se refiere a las causas que dan lugar a la ansiedad por estrés de combate, estas son el resultado de la acción de muchos factores estresantes, entendiendo como tal cualquier evento o situación que requiere un esfuerzo adaptativo importante de la persona y su comportamiento, lo que genera conflictos internos en la persona que son percibidos como amenazantes para su integridad física o psíquica, o bien, afectan a otros cercanos o con vínculos emocionales (Rizzo et al., 2005).

El entrenamiento y la simulación, son el componente crucial para el mantenimiento de la ejecución eficiente de tareas u objetivos del personal en ambientes de estrés, al proporcionar práctica y ejercicios de tareas críticas bajo condiciones operacionales similares a aquellas que probablemente encontraría en un entorno real, dado que en general los procedimientos de entrenamiento normales (bajo condiciones no estresantes) no mejoran la calidad de la tarea cuando esta debe ser ejecutada bajo condiciones de estrés (Fejdyš et al., 2022; Garcia, Ware, & Baker, 2019; Murtinger, Jaspaert, Schrom-Feiertag, & Egger-Lampl, 2021; Wiederhold & Wiederhold, 2008). Bajo ciertas situaciones, la transferencia del entrenamiento desde condiciones ordinarias a condiciones de estrés puede ser muy pobre, mientras que la simulación de condiciones ambientales de estrés alto o novedoso, ha sido exitosa en una variedad de aplicaciones militares y policiales, incluyendo supervivencia acuática, rescate en montaña, combate urbano y rural, toma de rehenes, cirugía de alta complejidad, rescates de bomberos, etc. (Binsch, Bottenheft, Landman, Roijendijk, & Vermetten, 2021; Ready, Pollack, Rothbaum, & Alarcon, 2006; Regal et al., 2022). Por ejemplo, el uso de un simulador de entrenamiento basado en realidad virtual diseñado para provocar cambios psicofisiológicos, con escenarios de dificultad variable (fáciles, moderadas y frustrantes), demostró ser de gran utilidad especialmente para el entrenamiento policial en el uso de armas de fuego, dado que en situaciones de alto estrés a consecuencia de las respuestas autonómicas del sistema nervioso simpático, la habilidad y destreza se puede ver gravemente afectada, cambios neuroendocrinos que además pueden ser monitoreados a través de parámetros electroencefalográficos y la variabilidad de la frecuencia cardíaca (Connelly et al., 2019).

Entre los fundamentos de la utilidad del entrenamiento y simulación realista a través de realidad virtual, se encuentra que, en general el ser humano deja de temer aquello a lo que está habituado por exposición previa (Rizzo, Rothbaum, & Graap, 2007). Proveer pre exposición realista a ambientes de estrés no es algo nuevo para producir respuestas ritualizadas o altamente instruidas, ya que, a esta práctica subyace el concepto de que las tareas bien ensayadas son menos propensas a interrupciones por estrés, así al automatizarse demandan menos esfuerzo atencional, además de aumentar la predictibilidad y el control (Logan, 1985; Murtinger et al., 2021; Regal et al., 2022). El uso de la exposición realista de escenarios para el entrenamiento no es un tema nuevo, por ejemplo, Krahenbuhl, Marett y Reid (1978), ya habían encontrado que el preentrenamiento de pilotos redujo el estrés de vuelo experimentado en las prácticas de vuelo, mientras que Hammerton y Tickner (1969) también habían afirmado que la cantidad de entrenamiento disminuía las reacciones de estrés en paracaidistas. Además, el uso de la realidad virtual no es exclusivo del ámbito militar o policial, sino que se utiliza en diversas profesiones, por ejemplo, según Vázquez-Mata y Guillamet-LLoveras (2009) el entrenamiento basado en la simulación es una innovación imprescindible en la formación médica.

Para Gómez (2004) a través de la realidad virtual se facilita la interacción con el suceso, se activa la impresión de inmersión del usuario dentro del escenario y se facilita la creación de una falsa realidad, vivida a nivel cerebral como verdadera, creándose así una posibilidad de entrenamiento real de gran desarrollo y que se vislumbra como un pilar importante en el futuro de la simulación, al posibilitar el control de las variables, garantía de validez interna, pero a la vez posibilitando la inmersión en un escenario igual a la realidad, otorgando validez ecológica y haciendo posible la medición de los cambios fisiológicos producidos ante el estrés (Binsch et al., 2021).

Entonces el uso de realidad virtual incrementaría los beneficios, además de permitir utilizar y crear situaciones que no pueden ser simuladas en la vida real, especialmente en formación policial, como puede ocurrir con la muerte de un compañero (Fejdyš et al., 2022; Murtinger et al., 2021), o el enfrentamiento de una crisis mundial generada por una nueva pandemia (Frenkel, Giessing, Jaspaert, & Staller, 2021). Así, aunque por realidad virtual se incluye una 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 del mundo real, incluso pueden construirse entornos sintéticos de manera que se obtienen resultados improbables o imposibles en la realidad (Gutiérrez, 2002).

Para Gutiérrez (2002), la presencia e interacción son dos propiedades fundamentales de los sistemas de realidad virtual, correspondiendo la 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, lo que permite que la simulación de situaciones de alto impacto emocional productoras de estrés, creadas mediante realidad virtual podría ser empleada como una forma de exposición más vivencial que la exposición en vivo, con sus limitaciones logísticas y la imaginaria, alcanzando un grado de exposición superior al que sería posible incluso al estar en vivo, dado que la manipulación del entorno virtual facilita resaltar aquellas dimensiones significativas de cada escenario (Gutiérrez, 2002).

Las aplicaciones de la realidad virtual en el entrenamiento de profesionales han experimentado un crecimiento notable en los últimos años (Roy, Sticha, Kraus, & Olsen, 2006). Uno de los tantos ámbitos emergentes de aplicación es el policial y militar, donde se utiliza como estrategia para disminuir la ansiedad por estrés de combate o intervenir en situaciones de estrés post traumático por combate, manejo de crisis o desarrollo de habilidades (Binsch et al., 2021; Tarnanas & Manos, 2001).

La simulación de entornos de crisis mediante realidad virtual es una prueba de laboratorio, donde es posible garantizar el control de variables extrañas, con lo cual se incrementa la validez interna de los resultados. Pero por esa misma razón, su validez externa o ecológica puede verse afectada negativamente, por lo que resulta muy importante simular situaciones naturales semejantes a la realidad, mejorando la validez externa, sin reducir por ello la validez interna, posibilitándose la exposición a altos montos de ansiedad bajo condiciones controladas (Binsch et al., 2021; Fejdyš et al., 2022; Saraiva et al., 2007).

La exposición mediante entornos de realidad virtual parece ser especialmente adecuada para lograr la habituación a altos montos de ansiedad y realizar la tarea eficientemente, ya que el entrenamiento en situación de realidad presenta una serie de limitaciones que pueden ser superadas mediante el uso de esta tecnología. En primer lugar, no se puede llevar a cabo una exposición controlada en vivo, ya que no es posible simular todas las posibles consecuencias derivadas de una situación de crisis, con lo cual resulta difícil habitar la respuesta de ansiedad. Tampoco es posible realizar simulaciones en vivo, puesto que ello requeriría la movilización de una gran cantidad de recursos cada vez que el policía tuviera que exponerse a la situación productora de ansiedad, aun cuando es la forma como se realiza el entrenamiento tradicional (Binsch et al., 2021).

La exposición mediante realidad virtual puede ser una alternativa ventajosa, puesto que permite reproducir un sinnúmero de posibilidades, proporcionando además un mayor grado de inmersión al hacer posible la estimulación de más modalidades sensoriales (vista, oído y tacto). Ello implica, que esta técnica puede ser útil para policías con dificultades para imaginar el estímulo productor de ansiedad, o en los que éste no genera la suficiente ansiedad. Además, permite que el instructor pueda saber, en cada momento, qué es lo que está viendo el entrenado, lo cual, facilita la identificación de los estímulos que le causan más ansiedad (Binsch et al., 2021). La exposición mediante realidad virtual puede realizarse en todas aquellas situaciones en que la exposición en vivo no es posible, alcanzando un mayor grado de realismo que la exposición mediante imaginación, evitando los riesgos de prácticas extremas y complejas, pero con una alta capacidad de traspaso de lo aprendido hacia situaciones reales, tal como si ya hubiese sido vivido (Alsina-Jurnet, Carvallo-Beciu, & Gutiérrez-Maldonado, 2007).

RESULTADOS

A través de la creación de un sistema de entrenamiento de realidad virtual, es posible generar entornos que garanticen la presencia, es decir, que éstos produzcan tanto inmersión como interacción, de tal forma que los sujetos se sientan y comporten igual que si fuese un escenario real incorporando estímulos significativos productores de implicación emocional, es decir, que al ser presentados generan respuestas neurofisiológicas de ansiedad (Binsch et al., 2021; Fejdyš et al., 2022).

Beneficios

- a.- Exposición en vivo sin los costos logísticos.
- b.- Se garantiza la equivalencia estándar del desarrollo y mantención de habilidades a nivel país, independientemente la zona del territorio en que se encuentre el personal.
- c.- El entrenamiento puede ser desarrollado de manera individual, sin necesidad de tener equipos completos entrenando. La interacción y trabajo en equipo es parte de la programación del escenario, lo que permite diversificar los momentos de práctica o entrenamiento.
- d.- Permite aumentar la frecuencia de la práctica, mucho más que si fuese real.
- e.- No interfiere el resto del trabajo diario.
- f.- Hay mayor control de variables, sin perder la validez ecológica.
- g.- Permite lograr situaciones de alto impacto que en la práctica real no es

posible realizar.

h.- Se puede ascender en los niveles de exposición hasta llegar a la sobreexposición.

Validez

Alta validez interna, al existir control de las variables. Control que garantiza la manipulación y medición de cada variable y cómo ella produce el cambio.

Validez ecológica: La simulación se realiza en entornos definidos a partir de las características físicas, visuales y auditivas de cada situación, considerando las diversas variaciones que cada una puede tener, en base a la información entregada por los propios especialistas.

Validez de constructo

Con la finalidad de demostrar que los entornos discriminan, antes de su uso como técnica de exposición para lograr habituación y así disminuir los niveles de ansiedad, se propone utilizar el Inventario de Ansiedad Estado-Rasgo (STAI-Y) de Charles Spielberger, adaptado a la población chilena por Jimenez y Piña (1993). Este inventario es autoadministrado, económico, de fácil aplicación y tabulación. El inventario STAI-Y fue diseñado para evaluar la variable ansiedad en sus formas de estado y rasgo para adultos, por lo que logra la diferenciación de un tipo de ansiedad momentánea y situacional, y un tipo de ansiedad más global y estable. La confiabilidad del instrumento alcanzada por la adaptación chilena fue de 0,90 respecto a la ansiedad de estado, y de 0,88 para la ansiedad de rasgo. La evaluación incluiría grupo experimental y control, tanto antes del entrenamiento como después de este.

Entornos

Los entornos pueden ser desarrollados siguiendo un orden narrativo lógico, obtenidos al modificar motores de video juegos con el fin de adaptarlos a los escenarios deseados. Los entornos seleccionados corresponden: a) casas y edificios (rescate de víctimas por toma de rehenes, secuestro o la detención de criminales peligrosos), b) aviones c) trenes y d) vehículos. Los hechos que más ansiedad pueden producir en orden de importancia decreciente, corresponden a la posibilidad de:

- a.- Lesionar o herir por error a un inocente, especialmente a un niño.
- b.- Ver un compañero gravemente lesionado o muerto.
- c.- Tener que enfrentar de manera directa a un delincuente que amenaza a un rehén con un arma de fuego.
- d.- La presencia de armas automáticas.
- e.- La muerte de la o las víctimas.

- f.- El sonido que hacen las armas cuando las preparan antes de disparar.
- g.- El ataque de perros.
- h.- El enfrentamiento armado directo con los delincuentes.
- i.- El ingresar y no escuchar nada.
- j.- Los gritos de mujeres o niños.
- k.- El tiempo de espera, después de recibir las instrucciones antes de actuar.
- l.- La ausencia de luz.
- m.- Escuchar disparos.

En cada entorno se incorporan los hechos productores de ansiedad, según programación y bajo un criterio ascendente de dificultad, de tal forma de lograr una exposición ascendente de ansiedad. Las consecuencias y la resolución serán parte de la programación, variable por parte del supervisor o instructor, para alternar los resultados (positivos y negativos), y que cada sujeto que es sometido al entrenamiento enfrente cada situación como un hecho nuevo, del cual desconoce su término, a partir de las combinaciones de eventos. De igual forma, la posición y función que deberá desarrollar, será asignada aleatoriamente por parte del programa, pudiendo el supervisor modificar tanto la ubicación como la función a realizar.

En cada entorno, también pueden incorporarse los siguientes distractores: Auditivos: gritos de hombres, mujeres, niños, pidiendo auxilio, amenazando o de descontrol, pisadas, disparos, apertura y cierre de puertas y ventanas, ladridos de perros, llantos de bebés, etc. Visuales: luces encendidas, apagadas, en oscuridad absoluta, iluminación parcial, luz del sol, focos que encandilan, figuras de hombre, mujer, niños o animales, sombras, ver a la distancia a alguien correr, caminar, etc. Mixtos: la suma de los anteriores, así como la variación en los momentos horarios del día, la noche y las condiciones ambientales. Además, modificar en cada situación la cantidad de delincuentes, víctimas, armas, etc.

Para el control del programa, así como para el modelado y la programación de las interacciones se pueden utilizar aplicaciones 3d Studio Max y Virtual Reality Tools, para modificar y adaptar motores de video juego, lo que requiere de permisos y licencias correspondientes. Se empleó también Visual Basic y Microsoft Access para desarrollar un módulo que permitiera controlar los programas y misiones a ejecutar, así como almacenar los datos del resultado de cada entrenamiento, además de contar con una interfaz que facilitara la administración de cada una de las tareas (figura 1).

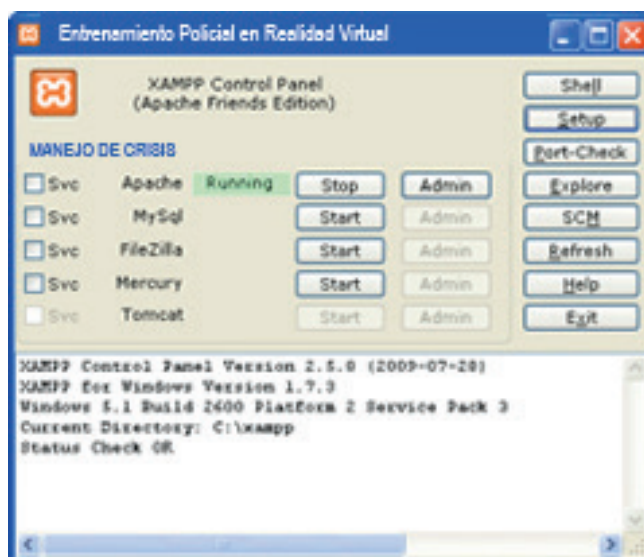


Figura 1. Aplicación desarrollada con Visual Basic y Microsoft Access para la administración de las tareas y gestión de datos por parte del entrenador o monitor. Permite seguimiento de casos, desempeño e historial de cada sujeto.

En el inicio de cada entorno, un instructor explica los objetivos de la misión a desarrollar. La presentación de los estímulos tiene una duración variada dependiendo de la pauta de acciones previamente planificadas por el supervisor del entrenamiento. La duración total de la tarea que se realiza en cada entorno es de 45 minutos como máximo.

Entorno 1. Casa

El escenario representa una casa conformada por 9 habitaciones y tres baños conectados por un pasillo central. La vista inicial, corresponde al antejardín, patio posterior o accesos laterales, dependiendo de la acción seleccionada para cada sujeto. Cada policía elige el equipo a utilizar, sean estos chalecos antibalas, cascos, antiparras, tipo de armas, iluminación artificial, máscaras antigases, elementos para romper cerraduras, etc.

La selección de la situación será realizada por el supervisor, entrenador o monitor, lo que determinará el tipo de evento (secuestro, niños, adultos, número de delincuentes, tipo de armas, cantidad y tipo de víctimas, etc.) y las interacciones se irán modificando de acuerdo con las consecuencias que se incluyan en la respectiva secuencia o a partir de la elección realizada por el supervisor (figura 2 y 3).

Figura 2. Vista de la distribución general sin definición de los posibles eventos.



Figura 3. Disposición de todos los posibles eventos a seleccionar por el supervisor.



Entorno 2. Edificio

El interior presenta una distribución similar a lo descrito para la casa, lo que cambia son las posibilidades de ingreso, ya sea por la vía aérea, paredes o escaleras (figura 4).

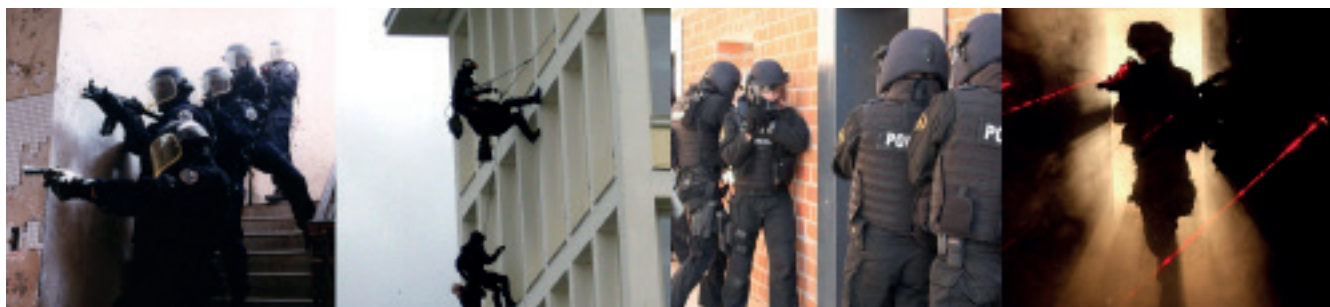


Figura 4. Vista posibles ingresos: con luz natural por escaleras, paredes, ascensor y sin luz natural.

Entorno. 3. Avión

En este escenario está representada una parte de la losa de aterrizaje del aeropuerto de Santiago de Chile donde se encuentra posado un avión con pasajeros. La vista inicial corresponde al grupo policial acercándose a la escalera de ascenso a la puerta del avión. Las variaciones pueden significar la presencia visual de un delincuente en el exterior, con o sin un rehén, la puerta cerrada, abierta o la escalera puesta en la puerta trasera, delantera o en ambas, con o sin desplazamiento por el interior de la aeronave. Las variantes del acceso a pie pueden involucrar el descenso desde un helicóptero o el acercamiento en un vehículo blindado, etc. (figura 5).



Figura 5. Vista liberación de rehenes con luz día, en losa del aeropuerto.

Entorno 4. Tren o metro

En este escenario se representa una parte de una línea del metro o tren de Santiago de Chile. La vista inicial corresponde a la parte superior de la estación. Se encuentra en las líneas un carro con pasajeros. Las posibilidades de acceso son variadas, desde las líneas férreas, atrás o adelante o por las plataformas de las estaciones. Al igual que en los casos anteriores la interacción cambiará según la planificación de la secuencia de acontecimientos o la selección que haga el supervisor (figura 6).

Entorno 5. Vehículo

En este escenario, las posibilidades consideran el abordaje sobre un automóvil, una camioneta, un mini bus, un bus o un camión. Se representa el vehículo estacionado en una vía urbana o rural, junto a otros coches o estacionado en un lugar abierto. La vista inicial corresponde al acercamiento y toma de contacto con la estructura del vehículo, en cuyo interior siempre habrá víctimas y delincuentes. Al igual que en los casos anteriores, la interacción cambiará según la planificación de la secuencia de acontecimientos o la selección que haga el supervisor (figura 7).



Figura 6. Vista acercamiento del grupo policial al delincuente con rehén.



Figura 7. Vista del inicio de intervención a través de contacto directo con autobús.

DISCUSIÓN

La reacción del personal policial debe ser rápida y precisa, especialmente ante las situaciones más peligrosas y complejas, ahí es donde la simulación, utilizando entornos virtuales permite practicar aquello que en la vida real no resulta posible debido a los altos costos, el riesgo para la vida, el tiempo requerido, las distancias físicas o la falta de personal suficiente (Fejdyš et al., 2022). La capacitación frecuente y variada de la policía es crucial para prepararlos de manera óptima ante los diversos desafíos que a diario enfrentan en el desempeño de su trabajo policial (Frenkel et al., 2021). La realidad virtual, aunque no sustituye el entrenamiento tradicional, se puede utilizar para apoyarlo y complementarlo, especialmente porque permite cometer errores sin consecuencias graves y ayuda a acumular experiencias que permiten tomar mejores decisiones en el futuro (Caserman, Zhang, Zinnäcker, & Göbel, 2019), especialmente en incidentes que requieren

de la toma de decisiones críticas o letales en forma rápida y efectiva, permitiendo maximizar el rendimiento y acelerar el proceso de formación (Connelly et al., 2019).

El uso de entornos virtuales de simulación ha resultado extraordinariamente útil para la adquisición de habilidades y competencias policiales asociadas a técnicas especialmente complejas, como el uso de armas, intervenciones en crisis y la aplicación de fuerza debida, demostrando cada vez mejores niveles de rendimiento (García et al., 2019). La realidad virtual se utiliza cada vez más en el área de la capacitación, especialmente para profesiones donde los errores pueden costar vidas humanas, así los puntos fuertes de la realidad virtual para el entrenamiento son la capacidad de simular de manera realista situaciones peligrosas que son difíciles de organizar en la vida, la posibilidad de que los aprendices entrenen regularmente y en cualquier lugar, los entrenamientos pueden ser registrados y revisados exhaustivamente para corregir errores (Murtinger et al., 2021).

La realidad virtual ofrece grandes oportunidades para simular diversos entornos y situaciones a partir de la creación de escenarios de entrenamiento reproducibles y controlables (Regal et al., 2022). El entrenamiento utilizando escenarios virtuales no sólo permite evaluar, medir y modificar los niveles de riesgo, incluyendo o sacando estímulos, sino que además permite verificar el grado de dificultad y la valoración de la realización según el nivel de habilidad esperado por parte de la institución policial (Fejdyš et al., 2022).

Actualmente el entrenamiento en realidad virtual incluye la evaluación del estrés fisiológico que se genera en los entrenados a través de las variaciones que experimentan en su electrocardiograma, la presión arterial, la actividad electrodérmica, el cortisol y la valoración subjetiva de la amenaza, con lo cual ya no sólo es posible medir los cambios en las habilidades y destrezas ante diversos factores estresantes (dificultad de la tarea, ruido, cambios de iluminación, evaluaciones sociales, estimulación muscular eléctrica y un ataque simulado) sino como el propio cuerpo se adapta y reacciona ante estas situaciones (Binsch et al., 2021).

La simulación de estrés estandarizada Highrise a través de realidad virtual se creó para inducir el estrés de manera coherente en función de las demandas emocionales, sociales, cognitivas y físicas. La simulación induce estrés al exigir hacer frente a la demanda emocional (miedo innato) de estar en una crisis policial, en combate, a una altura simulada, ante el escrutinio público, los estándares legales, la demanda cognitiva y física

que esto supone, resultando posible su medición a través de biomarcadores como frecuencia cardíaca y cortisol salival, lo que demuestra la utilidad de continuar con la investigación de los mecanismos subyacentes de la reactividad fisiológica al estrés (Connelly et al., 2019).

La única limitación que involucra el uso de simulación y realidad virtual para el entrenamiento policial, está relacionado con los recursos económicos suficientes que permitan su instalación y mantención, debiendo considerar que una vez instalado el uso remoto es prácticamente ilimitado (Murtinger et al., 2021).

Financiamiento: Esta investigación ha sido financiada con fondos propios.

Conflicto de interés: El autor de este artículo declara que no tiene ningún conflicto de interés.

Recibido: 21 de febrero de 2022.

Aprobado: 25 de mayo de 2022.

REFERENCIAS

- Alsina-Jurnet, I., Carvallo-Beciu C., & Gutiérrez-Maldonado J., (2007) Validity of virtual reality as a method of exposure in the treatment of test anxiety. *Behavior Research Methods*, 39 (4), 844-851.
- Beck, J.G., Palyo, S.A., Winer, E.H., Schwagler, B.E., & Ang, E.J. (2007). Virtual reality exposure therapy for PTSD symptoms after a road accident: An uncontrolled case series. *Behavior Therapy*, 38(1), 39-48.
- Binsch, O., Bottenheft, C., Landman, A., Roijendijk, L., & Vermetten, E. H. (2021). Testing the applicability of a virtual reality simulation platform for stress training of first responders. *Military Psychology*, 33(3), 182-196.
- Caserman, P., Zhang, H., Zinnäcker, J., & Göbel, S. (2019). *Development of a directed teleport function for immersive training in virtual reality*. In 2019 11th International Conference on Virtual Worlds and Games for Serious Applications (VS-Games) (pp. 1-8). IEEE. Recuperado de <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8864599>
- Connelly, M., Suss, J., & DiBello, L. (2019). *Improving expertise in local law enforcement: utilizing virtual environments to assess officer performance and standardize training procedures*. In Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting (2144-2148). Sage CA: Los Angeles, CA: SAGE Publications. Recuperado de <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/1071181319631387>
- Deahl, M.P., Srinivasan, M., Jones, N., Thomas, J., Neblett, C., & Jolly, A. (2000). Preventing psychological trauma in soldiers: The role of operational stress training and psychological debriefing. *British Journal of Medical Psychology*, 73(1), 77-85.
- Difede, J., Cukor, J., Patt, I., Giosan, C., & Hoffman, H. (2006). The application of virtual reality to the treatment of PTSD following the WTC attack. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1071, 500-501.
- Fejdyś, M., Wlazeł, S., Kusiak, E., Kaczmarek, K., Nepelski, M., Lubiewski, P., ... & Petniunas, M. (2022). Mathematical algorithm for risk assessment of police officer in VR training simulation. *Applied Sciences*, 12(4), 2169, 1-15.
- Frenkel, M. O., Giessing, L., Jaspaert, E., & Staller, M. S. (2021). Mapping demands: How to prepare police officers to cope with pandemic-specific stressors. *European Law Enforcement Research Bulletin*, 21, 11-22.
- Garcia, E. T., Ware, S. G., & Baker, L. J. (2019). *Measuring presence and performance in a virtual reality police use of force training simulation prototype*. In The Thirty-Second International Flairs Conference. Recuperado de <https://www.aaai.org/ocs/index.php/FLAIRS/FLAIRS19/paper/viewPDFInterstitial/18223/17341>
- Gomez, L.M., (2004), Entrenamiento basado en la simulación, una herramienta de enseñanza y aprendizaje. *Revista Colombiana de Anestesiología*, 32(3), 201-208.
- Gutiérrez, J. (2002): Aplicaciones de la realidad virtual en Psicología clínica. *Aula médica psiquiatría*, 4 (2), 92-126.
- Hammerton, M. & Tickner, A.H. (1969). An investigation into the effects of stress upon skilled performance. *Ergonomics*, 12, 851-855.

- Jimenez, P. & Piña, C. (1993). *Adaptación y obtención de normas del inventario de ansiedad estado rasgo (STAI-Y) de Charles D. Spielberger en la población Chilena, Chile*. Tesis para optar al grado de psicólogo. Universidad Diego portales.
- Krahenbuhl, G. S., Marett, J. R., & Reid, G. B. (1978). Task-specific simulator pretraining and in flight stresses of student pilots. *Aviation, Space and environment medicine*, 49, 1107-1110.
- Logan, G.D., (1985). Skill and automaticity: Relations, implications, and future directions. *Canadian Journal of Psychology*, 9, 283-286.
- Miyahira, S.D., Hoffman, H., & Folen, R.A. (2006). Virtual reality in the treatment of combat-related post-traumatic stress disorder with warfighters. *CyberPsychology & Behavior* 9(6), 701-702.
- Murtinger, M., Jaspaert, E., Schrom-Feiertag, H., & Egger-Lampl, S. (2021). CBRNe training in virtual environments: SWOT analysis & practical guidelines. *International Journal of Safety and Security Engineering*, 11(4), 295-303.
- Ready, D.J., Pollack, S., Rothbaum, B.O., & Alarcon, R.D. (2006). Virtual reality exposure for veterans with posttraumatic stress disorder. *Journal of Aggression, Maltreatment & Trauma*, 12(1-2), 199-220.
- Regal, G., Schrom-Feiertag, H., Nguyen, Q., Aust, M., Murtinger, M., Smit, D., ... & Billinghamurst, M. (2022). VR [we are] Training-Workshop on Collaborative Virtual Training for Challenging Contexts. In CHI Conference on Human Factors in Computing Systems Extended Abstracts (pp. 1-6). Recuperado de https://xcelab.tech-experience.at/CR/Regal-et-al_VR_Training_preprint.pdf
- Rizzo, A., Pair, J., McNERney, P.J., Eastlund, E., Manson, B., Gratch, J., Hill, R., & Swartout, B. (2005). Development of a VR therapy application for Iraq war military personnel with PTSD. *Studies in health technology and informatics*, 111, 407-413.
- Rizzo, A., Rothbaum, B.O., & Graap, K. (2007). *Virtual reality applications for the treatment of combat-related PTSD*. In C.R. Figley & W.P. Nash (Eds.), *Combat stress injury: Theory, research, and management* (pp. 183-204). New York: Routledge.
- Roy, M.J., Sticha, D.L., Kraus, P.L., & Olsen, D.E. (2006). Simulation and virtual reality in medical education and therapy: a protocol. *CyberPsychology & Behavior*, 9(2): 245-247.
- Saraiva, T., Gamito, P., Oliveira, J., Morais, D., Pombal, M., Lopes, F., & Gamito, L. (2007). *VR exposure: Reducing acute stress disorder derived from motor vehicle accidents*. In B.K. Wiederhold, S. Bouchard & G. Riva (Eds.), *Annual Review of CyberTherapy and Telemedicine* (pp. 199-206). San Diego: Interactive Media Institute.
- Tarnanas, I., & Manos, G. (2001). Using virtual reality to teach special populations how to cope in crisis: The case of a virtual earthquake. *Studies in Health Technology and Informatics*, 81, 495-501.
- Vázquez-Mata, G. & Guillamet-Lloveras, A. (2009). El entrenamiento basado en la simulación como innovación imprescindible en la formación médica, Viguera Editores SL 2009. *Educación Médica*, 12 (3), 149-155.
- Wiederhold, B. & Wiederhold, M. (2008). Virtual Reality for Posttraumatic Stress Disorder and Stress Inoculation Training. *Journal of CyberTherapy & Rehabilitation*, 1(1), 23-36.