

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y JURÍDICAS
GRADO EN SEGURIDAD PÚBLICA Y PRIVADA
TRABAJO FIN DE GRADO



Curso Académico 2021-2022.

Título: Revisión Bibliográfica sobre la efectividad de la realidad virtual inmersiva aplicada al entrenamiento policial.

Autor: Aurelio Delicado Vílchez.

Tutora: Ainhoa Coloma Carmona.

Convocatoria: junio.



Índice

Resumen o Abstract	4
1. Introducción	6
2. Objetivos	8
3. Material y Método	9
3.1. Fuentes de información	9
3.2. Estrategia de búsqueda	9
3.3. Criterios de inclusión y exclusión	9
4. Resultados	12
4.1. Selección y características de los Estudios	12
4.2. Estudios excluidos	13
4.3. Síntesis de resultados	15
4.3.1. Descripción de los participantes	15
4.3.2. Diseños y metodología de los estudios	15
4.3.3. Información recogida por los investigadores	16
4.3.3.1. Variables analizadas	16
4.3.3.2. Recogida de los resultados de las variables analizadas	17
4.3.3.3. Métodos de entrenamiento	17
4.3.3.4. Resultados de las diferentes pruebas analizadas	20
4.3.4. Características generales de las publicaciones seleccionadas	23
5. Discusión	27
6. Conclusiones	31
7. Referencias	33

RESUMEN

Introducción: Aunque el uso de la fuerza letal por parte de la policía, se utiliza en escasas ocasiones, cuando es preciso ejecutarla, el manejo del arma debe haber sido entrenado con plenas garantías. Sin embargo, se detectan errores relacionados con situaciones de sometimiento ante amenazas de alta peligrosidad y que obligan a los responsables de las distintas Fuerzas y Cuerpos de Seguridad españolas a modificar sus técnicas de entrenamiento con pistola, orientándolas por una parte a mejorar la capacidad de respuesta ante esos eventuales ataques y por otra a reducir las bajas entre sus efectivos. Esas técnicas de entrenamiento, empiezan a verse complementadas por la introducción de nuevos desarrollos tecnológicos muy novedosos, como el empleo de simuladores de realidad virtual inmersiva.

Objetivos: El objetivo general pretendió elaborar una revisión bibliográfica sobre estudios que abordasen estas técnicas de entrenamiento policial con pistola.

Método: Los estudios se identificaron a través de las Bases de Datos ProQuest, Web of Science y Scopus. La búsqueda se restringió a artículos en inglés y/o español publicados desde el 1 de enero de 2017 hasta el 31 de diciembre de 2021. Se consideraron artículos científicos, revisiones por expertos y tesis doctorales y tesinas. Se elaboró un esquema de la operativa utilizada para depurar de forma secuencial los artículos mediante criterios claramente definidos (Método Prisma).

Resultados: Tras la aplicación de los criterios de inclusión-exclusión, 9 artículos fueron seleccionados. 1 evaluó la fuerza de agarre y presión en el disparador y su relación con el rendimiento de tiro; 3 analizaron los estresores que afectaron al rendimiento de tiro y sus diferentes efectos en los policías que los sufrieron; 1 estudió la mejoría en el comportamiento de la búsqueda visual de objetivos a través del entrenamiento de realidad virtual; 1 elaboró un estudio sobre los niveles de respuesta neurofisiológicas y cardiovasculares ante situaciones altamente estresantes; 2 compararon la efectividad de estos desarrollos tecnológicos en relación con los entrenamientos en vivo y 1 analizó las fortalezas y debilidades de los sistemas de capacitación mediante estas técnicas, dirigidos a personal de los distintos servicios de emergencias en general, incluyendo policías.

Conclusiones: Estos sistemas de entrenamiento, resultan efectivos y por tanto, útiles e interesantes como mecanismos complementarios a los tradicionales, pero requieren gran fidelidad psicológica, una mayor inversión y desarrollo en sus aplicaciones y más investigación, motivadas por la escasa literatura y estudios publicados hasta la fecha.

Palabras clave: Entrenamiento, policial, realidad, virtual.

ABSTRACT

Introduction: Although the use of lethal force by the police is rarely used, when it is necessary to execute it, the handling of the weapon must have been trained with full guarantees. However, errors related to situations of submission to highly dangerous threats are detected and that force those responsible for the different Spanish Security Forces and Corps to modify their pistol training techniques, guiding them on the one hand to improve response capacity in the face of these possible attacks and, on the other hand, to reduce casualties among its troops. These training techniques are beginning to be complemented by the introduction of new very innovative technological developments, such as the use of immersive virtual reality simulators.

Objectives: The general objective was to prepare a bibliographical review on studies that addressed these police training techniques with a pistol.

Method: Studies were identified through the ProQuest, Web of Science, and Scopus Databases. The search was restricted to articles in English and/or Spanish published from January 1, 2017 to December 31, 2021. Scientific articles, peer reviews, and doctoral theses and dissertations were considered. A scheme of the operation used to sequentially purge the articles using clearly defined criteria (Prism Method) was drawn up.

Results: After applying the inclusion-exclusion criteria, 9 articles were selected. 1 evaluated the grip strength and pressure on the trigger and its relationship with shooting performance; 3 analyzed the stressors that affected shooting performance and their different effects on the police officers who suffered them; 1 studied improvement in visual goal-seeking behavior through virtual reality training; 1 conducted a study on neurophysiological and cardiovascular response levels in highly stressful situations; 2 compared the effectiveness of these technological developments in relation to live training and 1 analyzed the strengths and weaknesses of training systems using these techniques, aimed at personnel from the different emergency services in general, including police.

Conclusions: These training systems are effective and therefore, useful and interesting as complementary mechanisms to the traditional ones, but they require great psychological fidelity, greater investment and development in their applications and more research, motivated by the limited literature and studies published to date.

Keywords: Police, training, virtual, reality.

1. INTRODUCCIÓN

Si bien es cierto que el uso de la capacidad letal por parte de las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad, se utiliza en escasas ocasiones (Baldwin et al., 2018; Bozeman et al., 2018; Parent, 2011; White, 2006) cuando esta se produce, los funcionarios deben haber interiorizado el manejo de la pistola con solvencia, habilidad suficiente y precisión efectiva.

Pero lo cierto es que el rendimiento de los policías ante las agresiones que comprometen su vida, resulta deficiente (Donner & Popovich, 2018; Lewinski et al., 2015; Morrison & Vila, 1998) y las consecuencias de estas carencias suelen ser dramáticas en algunos casos o dejan secuelas de por vida en otros (O'Neill et al., 2018).

Algunos ejemplos que evidencian los déficits descritos son aquellos recogidos en nuestro país en casos tales como el del Policía Local de la Vall d'Uixó que es condenado por matar a su compañero que se sitúa delante de él en un atraco, de un tiro en la cabeza cuando efectúa un disparo contra el ladrón a corta distancia (Europapress, 2006) o los tres policías nacionales que resultan heridos de diversa consideración por arma blanca, por un atracador dentro de la propia sucursal en la ciudad de Murcia, cuando acuden ante la llamada de la sala del 091 (Europapress, 2021).

Estos tipo de sucesos, ponen de manifiesto que las tácticas policiales utilizadas en determinados casos, no resultan útiles para repeler con éxito ataques de fuerzas dotadas de capacidades superiores o simplemente, con un nivel de agresividad muy alto y empujan a los responsables de la Seguridad Pública a evaluar aquellos factores decisivos y asociados a la labor policial para mejorar esos resultados (Bertilsson et al., 2020; James et al., 2019; Johnson et al., 2014).

Así, el entrenamiento reiterado, la mejora de habilidades y el control del estrés, suponen variaciones notables en el tiro efectivo y su respuesta operativa (Andersen et al., 2018; Andersen & Gustafsberg, 2016; Landman et al., 2016; Vickers & Lewinski, 2012).

Se hace patente que aquellos policías más entrenados, evidencian mejor puntería y menos errores de decisión (Vickers & Lewinski, 2012) aunque también otros factores fisiológicos, como la resistencia y la fuerza aplicada al disparador, afectan el rendimiento en situaciones de peligro (Anderson & Plecas, 2000; Kayihan et al., 2013; Muirhead et al., 2019).

Todas estas cuestiones aconsejan modificar los sistemas tácticos de entrenamiento y dotar a los efectivos de armamento adecuado a las necesidades reales.

Comenzando con la segunda cuestión, se provee a los Cuerpos Policiales de armas idóneas a las nuevas necesidades de respuesta y en relación a la primera, se pasa del adiestramiento en galería de tiro de tipo estático de precisión a ejercicios dinámicos con desplazamiento y búsqueda de coberturas y abrigos trabajados de 1 a 10 metros, que es el rango donde según las estadísticas se producen el mayor número de enfrentamientos armados (Federal Bureau of Investigation, 2012). Esta instrucción policial, por tanto, se asimila a situaciones cotidianas en el trabajo y cumple la premisa de “entrena como trabajas”.

Hasta la fecha, en España, las prácticas por parte de las distintas Fuerzas y Cuerpos de Seguridad, se realizan en galerías de tiro, con armamento y munición real, lo que comporta un coste económico muy elevado y en general, difícil de asumir por las distintas administraciones (Vieira et al., 2014). Como consecuencia de ello, las fuerzas policiales se someten anualmente y con carácter general a no más de uno o dos entrenamientos de esta naturaleza, lo que por razones fácilmente entendibles, hacen insuficiente dicha formación para convertirla en útil y eficaz ante ese tipo de amenazas.

Igualmente plantean un problema de impacto ambiental y sanitario, resultante de la contaminación por la nube de pólvora que se produce cuando se dispara un arma de fuego (Rui & Silva, 1999; Oliveira, 2016).

Además, en los programas de entrenamiento reales, se vuelve extremadamente difícil simular o demostrar los desafíos mentales y físicos a los que está expuesto el personal en su trabajo diario (Lele, 2013) y aunque permite la repetición del entrenamiento en vacío, fijando las técnicas enseñadas para mejorar ese conocimiento (Netto, 2015), igualmente comporta la posibilidad de recibir un impacto accidental cuando se trabaja con fuego real, debido a una mala gestión del estrés, la fatiga y otros condicionantes ambientales que pretenden acercarse a situaciones creíbles.

Casos que ilustran las consecuencias de tales factores en las galerías de tiro, son el policía local de El Campello que resulta herido de bala durante unas prácticas efectuadas en la propia Comisaría, cuando se cruza por error en la línea de fuego (Información de Alicante, 2010) o el policía nacional de Ciudad Real que se dispara accidentalmente en un pie, también en las Dependencias policiales y que como en el caso anterior, sólo se pronostican como heridas de escasa gravedad (La Tribuna de Ciudad Real, 2015).

Sin embargo, desgraciadamente también se producen casos graves en el que se lamenta la pérdida de vidas, como el del policía nacional de Sevilla que se dispara

accidentalmente, cuando finaliza sus prácticas de tiro en la propia galería de entrenamiento y recibe un impacto en el cráneo, mientras manipula el arma durante la tarea de limpieza y que acaba con el fatal desenlace (La Vanguardia de Sevilla, 2015).

En este contexto, se plantea la conveniencia de aplicar desarrollos mediante técnicas de realidad virtual inmersiva que generan ahorros de dinero importantes y también de tiempo, permiten alta disponibilidad y repetitividad, la posibilidad de estandarización y personalización de los procesos de entrenamiento, así como mecanismos de evaluación más adecuados (Pinheiro et al., 2016).

Estas aplicaciones, revolucionan la formación del personal en entornos de alta presión y críticos en el campo de la seguridad (Lele, 2013) y pueden aportar mayores beneficios (Netto, 2015), y enfatizan que el éxito de cualquier forma de entrenamiento con simulación, viene respaldado si la práctica en la misma se transfiere a mejoras en el comportamiento correspondiente en el mundo real (Barnett & Ceci 2002; Gray 2019).

No obstante, resulta interesante y se destaca que las características perceptivas inusuales de los entornos virtuales, pueden afectar cómo se aprenden las habilidades que se pretenden adquirir (Harris et al. 2019a, 2020b) y muy pocos estudios abordan esta cuestión acerca de los cambios en dichas habilidades durante el entrenamiento (Gray 2019; Tirp et al. 2015).

2. OBJETIVOS

El objetivo general del presente trabajo, es realizar una Revisión Sistemática de la evidencia científica actual de la utilidad del uso de las técnicas de realidad virtual inmersiva, relacionadas con su empleo en el entrenamiento policial y que pretende ser un resumen de la efectividad de dichas aplicaciones.

Como objetivos específicos, se plantean:

1. Analizar la efectividad del uso de las técnicas de RV en la mejoría del número de impactos acertados.
2. Analizar la efectividad del uso de las técnicas de RV en la reducción del estrés y analizar las variables psicológicas o las características del usuario que influyen en esa efectividad.
3. Analizar si la accesibilidad y disponibilidad de estos recursos facilitan la repetición de su uso y si el realismo de los ejercicios mejora los niveles de transferencia de aprendizaje.

3. MATERIAL Y MÉTODO

El siguiente estudio se centró en una revisión bibliográfica exhaustiva y pormenorizada de la información aportada por distintas fuentes, publicadas en un lapso de tiempo determinado y sobre un tema específico.

3.1. Fuentes de información

La compilación de información se llevó a cabo en el mes de febrero de 2022, recurriendo a las bases de datos de artículos y publicaciones de investigación siguientes:

- ProQuest.
- Web of Science.
- Scopus.

3.2. Estrategia de búsqueda

El proceso de sondeo de la información, se dio a través de la estrategia de búsqueda de cada una de las bases de datos consultadas. *TITLE-ABS-KEY (police AND training AND virtual reality)*. De manera referencial se usaron las guías PRISMA (esenciales en los procesos de revisiones bibliográficas) para la identificación de elementos clave dentro de las investigaciones durante la búsqueda y, además, se utilizó como criterio de evaluación de resultados, la estrategia simple de discriminación que propusieron Maglione y Varlotta (2016).

3.3. Criterios de inclusión y exclusión

La presente revisión bibliográfica, se rigió por los criterios de inclusión determinados en los siguientes aspectos:

- Se consideraron artículos completos, publicados en inglés y/o español, en cualquier país, que estuvieran dotados de un resumen y que no tuvieran acceso restringido o de pago.
- Las fechas determinadas en la búsqueda, fueron las comprendidas en el periodo situado desde el 01/01/2017 y hasta el 31/12/2021 de dichas bases de datos.
- Se comprobaron artículos científicos, revisiones por expertos y tesis doctorales y tesinas.
- La población objeto de estudio, se centró mayoritariamente en policías de distintos Cuerpos y países y en una mínima proporción, en personal de servicios de emergencias, militares y voluntarios universitarios, siendo los participantes mayores de 18 años.

La extracción de datos se desarrolló en varias fases, que integraron de forma secuencial la presencia de distintos criterios de exclusión, entre los que se encontraron:

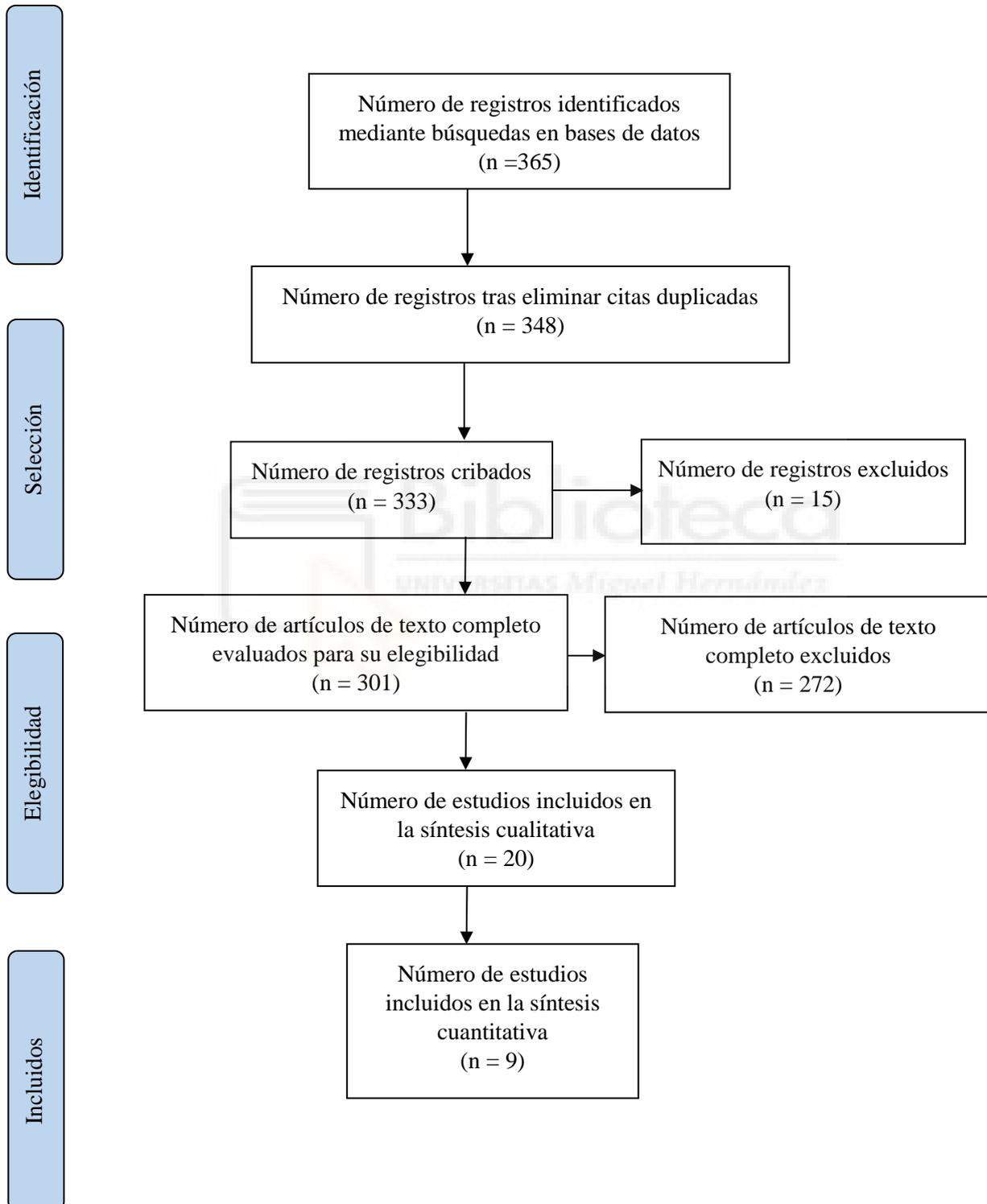
- Que no se pudiera recuperar el Estudio.
- Publicaciones cuyo tema, campo, área de intervención o enfoque de estudio fue distinto a los objetivos de esta revisión.
- Publicaciones que no contenían datos originales como informes, estudios de opinión, ensayos o comentarios, estudios de casos, reseñas y ninguna investigación.
- Que la población de estudio no fuera mayor de edad, ni personal perteneciente a cuerpos policiales o servicios de emergencias, militares y excepcionalmente voluntarios o efectuaran ensayos no relacionados con adiestramiento policial.



A continuación, se presentó un esquema general que agrupó todos los procesos previamente señalados:

Figura 1

Diagrama Prisma que ilustra el proceso de selección de los Estudios



Nota. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, The PRISMA Group (2009).

Este esquema, representó de forma elocuente la operativa utilizada para depurar de forma secuencial los artículos mediante criterios claramente definidos. En el mismo se presentaron cuatro fases que tenían correlación con procesos para discriminar y reducir el número de artículos que resultaron esenciales para fundamentar la revisión bibliográfica presentada.

4. RESULTADOS

4.1 Selección y características de los Estudios

En la siguiente Tabla, se representó de modo individualizado el número de Registros identificados en cada una de las Bases de Datos, a las que se recurrió mediante la búsqueda pertinente y que sirvieron para la selección de los Estudios.

Así, se pudo observar cómo la cantidad de registros hallados en ProQuest, representaron el 83% del total, en Web of Science fueron el 8% y en Scopus resultaron el 9% de dicha cifra.

Tabla 1

Distribución de las publicaciones identificadas en las respectivas bases de datos

Bases de datos	Número de publicaciones
ProQuest	303
Web of Science	28
Scopus	34

Nota. Elaboración propia.

En la Tabla representada a continuación, se pusieron de manifiesto el número de Registros hallados en las distintas Bases de Datos y que fueron detallados, en relación al año de su publicación, comenzando por el más antiguo y finalizando por el último que se estimó.

De esta forma, en el año 2017, se encontraron el 17% de las publicaciones revisadas, en el año 2018 resultaron el 15%, en el año 2019 fueron el 16%, en el año 2020 representaron el 18% y en el año 2021 supusieron el 24% del total, lo que puso de manifiesto el mayor promedio en número de publicaciones, con respecto al resto de años que formaron parte del periodo seleccionado.

Tabla 2

Distribución de las publicaciones detalladas por el año de publicación en las respectivas bases de datos

Año de publicación	Número de publicaciones
2017	63
2018	56
2019	58
2020	67
2021	89

Nota. Elaboración propia.

4.2. Estudios Excluidos

Con la finalidad de que esta descripción fuese detallada y secuenciada, se usó el Esquema de procesos utilizados en los criterios de exclusión previamente expuesto.

En una primera fase se implementó un filtro para depurar la cantidad de artículos que poseían la característica de haberse publicado en más de una ocasión de manera literal, y por tanto, se les categorizó como “duplicados” y que resultaron ser 17.

En una segunda fase se excluyeron 15 artículos, resultando 10 de ellos, sujetos a licencia de pago previo para su utilización o simplemente, no recuperables y otros 5 publicados en idioma coreano.

La última fase que se correspondió con la más esencial y que funcionó como el filtro para la selección de las investigaciones definitivas de este trabajo, contó con las características de ser investigaciones con relación al tema focal, que no fue otro que la efectividad de la realidad virtual inmersiva aplicada al entrenamiento policial y su utilidad.

Sin embargo, esto no significó que compartieron enfoques y criterios similares y en muchos casos, ni siquiera afrontaron la temática pretendida.

Por las razones sintetizadas en la Tabla que se representa en la página siguiente, el desarrollo de ideas y contenidos tomó rutas distintas al objetivo de esta revisión, y por ello, fueron excluidas un total de 272 investigaciones, conforme a los siguientes contenidos y tal y como se detallan en la misma:

Tabla 3*Distribución de las investigaciones eliminadas por su contenido y temática*

Temática	Número de investigaciones
Arquitectura	4
Big Data	7
Cibercrimen	13
Criminalística	4
Criminología	15
Comunicación	14
Covid-19	4
Defensa Personal	1
Drones	3
Economía y Marketing	13
Educación y Formación	23
Emergencias	22
Entrenamiento animales	3
Industria	8
Inmigración	4
Inmobiliarias	2
Medicina Forense	6
Medicina y Enfermería	15
Minería	1
Políticas Seguridad	33
Psiquiatría	19
Racismo	7
Religión	1
Tecnología y videojuegos	14
Terrorismo	11
Tráfico vehículos y aéreo	12
Tratamiento de alcohol y drogas	6
Violencia familiar	7

Nota. Elaboración propia.

4.3. Síntesis de Resultados

4.3.1. Descripción de participantes

La muestra de los 9 Estudios seleccionados que formaron parte de esta Revisión, se encontraba entre los 9 y los 118 participantes. En 8, estuvo formada por policías, en 2 de ellos, además participaron militares, en 1 también formó parte personal de Servicios de Emergencias que interactuó de forma habitual con policías y militares en situaciones de esa naturaleza y en 1 de ellos, la muestra se compuso de voluntarios universitarios y sin formación policial previa.

La edad media de los participantes en los Estudios seleccionados fue de 29,5 años, con un rango de 21 a 62 años y con un promedio de permanencia en su respectivos Cuerpos de 6,4 años, lo que indicó que la mayoría de los participantes eran jóvenes.

El sexo de los participantes estuvo formado por 165 hombres, lo que se tradujo en un 63% de la muestra y 97 mujeres, lo que comportó el 37% de la muestra.

En lo concerniente al número de Agentes y de Mandos, se distribuyó en 207 Agentes, es decir, el 79% y 55 Mandos de distintas categorías sin especificar que se tradujo en el 21% de la muestra.

Esta información se pudo extraer de 4 de los Estudios, en concreto, los publicados por Saunders et al. (2019), Muñoz et al. (2020), Brown et al. (2021) y Harris et al. (2021) puesto que los otros 5, De Armas et al. (2020), Brammer et al. (2021), Nguyen et al. (2021), Corrigan et al. (2021) y Murtinger et al. (2021), no proporcionaron características sociodemográficas.

4.3.2. Diseños y metodología de los estudios

De los estudios que se incluyeron en este trabajo, 7 fueron estudios de corte transversal y 2, Revisiones Sistemáticas. En relación con los Estudios transversales, se destacaron las siguientes características de los mismos:

Se basaron en el examen del entrenamiento mediante técnicas de realidad virtual a fin de contrastar los resultados obtenidos y poder corroborar de este modo, si realmente su utilidad resultaba similar a la de los ejercicios de entrenamiento convencional que se efectuaban en galerías o campos de tiro.

Por otra parte, a los tiradores se les sometió a cambios psicofisiológicos con diferentes grados de dificultad, destinados a valorar cómo influyeron los mismos en los resultados de los ejercicios.

También, se presentaron conclusiones sobre el uso de un sistema de entrenamiento basado en la biorretroalimentación por exposición al estrés en escenarios simulados (la

bioalimentación permitía la reorientación de procesos fisiológicos internos con el propósito de reducir la ansiedad y controlar el estrés).

Igualmente, se pretendió identificar las señales de estrés que sufrían los policías, con el propósito de poder adaptarlas convenientemente a estos sistemas de entrenamiento.

Esa adaptación, se produjo a través de su incorporación a los programas de capacitación, en forma de estímulos audiovisuales, olfativos y táctiles y que permitieron su manipulación intencional.

Se analizó la influencia de la fuerza de agarre y presión en el disparador de la pistola, su repercusión en los resultados de los ejercicios y la relación de esos resultados con el sexo de los participantes.

Se desarrolló una prueba mediante un programa de entrenamiento, a través de cuyas técnicas se pretendió valorar la mejora de la búsqueda visual de objetivos y el nivel en la transferencia de habilidades.

Y por último, se aplicó un Programa de adiestramiento y respuesta ante amenazas NRBQ dirigido a personal policial y de emergencias y que interactuaban con los primeros y pretendió determinar las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas de dichos sistemas.

4.3.3. Información recogida por los investigadores

4.3.3.1. Variables analizadas

Las variables analizadas, se describieron a continuación:

El número de disparos realizados, diferenciando los acertados de los fallados.

Las medidas psicofisiológicas, relativas a la tensión arterial, frecuencia cardiaca, respiración y capacidad de recuperación de los participantes en relación a esas variables.

Las señales de estrés y ansiedad y evaluación de modelos para su manipulación, control y mejora.

La fuerza de agarre y presión en el disparador de las armas que se utilizaron para las distintas pruebas.

La mejora de la búsqueda visual de objetivos y nivel de transferencia de las habilidades aprendidas.

La calidad, fortalezas y debilidades de los sistemas de RV que se utilizaron para las pruebas.

4.3.3.2. Recogida de los resultados de las variables analizadas

La recogida de los resultados de las variables anteriormente descritas se llevó a efecto a través de distintos desarrollos, que fueron:

La Plataforma AUGGMED, que fue creada dentro del proyecto Horizonte 2020 de la Unión europea y se concibió a fin de evaluar respuestas psicofisiológicas, adaptando los niveles de dificultad a las capacidades de los evaluados.

El Sistema BIOPHYS, que fue destinado a valorar las respuestas psicofisiológicas de los participantes durante el entrenamiento y posteriormente con un estado asociado a la concentración y la calma.

El Proyecto SHOTPROS, cuyo diseño sirvió como instrumento de análisis de la influencia de los factores humanos en la toma de decisiones y las acciones de los policías sometidos a estrés y situaciones de alto riesgo, sus índices de mejora y también la calidad de los sistemas de entrenamiento mediante RV.

La fuerza de presión de la mano dominante de cada participante en los ejercicios analizados, se midió tres veces consecutivas con un dinamómetro de mano JAMAR. Estas medidas luego se promediaron.

El programa de entrenamiento UNITY, se utilizó para evaluar las pruebas de búsqueda visual y tamizaje visual de estereogudeza (Stereo Optical Inc., Chicago, Illinois, Estados Unidos).

4.3.3.3. Métodos de entrenamiento

Los métodos de entrenamiento, se describieron a continuación:

La prueba de Saunders et al. (2019), tuvo una duración de dos días. Los participantes fueron asignados aleatoriamente en parejas, luego divididos en cuatro grupos, cada uno preseleccionado para entrenar dentro de un conjunto específico de entornos reales o virtuales.

El grupo 1, realizó dos ejercicios de entrenamiento en vivo, en dos lugares diferentes y sirvió como grupo de control.

El grupo 2, realizó dos ejercicios de realidad virtual en dos escenarios distintos. Además, se crearon otros dos grupos para analizar si los métodos de aprendizaje combinados eran preferenciales y si el orden en que se administraba la capacitación podía tener un efecto en los resultados del aprendizaje.

Al grupo 3, se le prescribió un ejercicio inicial de entrenamiento en vivo en dos escenarios distintos y luego un ejercicio virtual en uno de esos escenarios.

El grupo 4, comenzó con un ejercicio inicial de realidad virtual en uno de los escenarios.

Para evaluar la eficacia de la capacitación, se pidió a los participantes que completaran un test de conocimientos previos, de 20 preguntas que se orientaron a saber el conocimiento básico y 1, de post-capacitación. A cada grupo se le asignó un evaluador.

Para la siguiente prueba, Muñoz et al. (2020), propusieron valorar las respuestas psicofisiológicas de los participantes durante el entrenamiento y posteriormente con un estado asociado a la concentración y la calma.

La investigación se centró en cómo las ondas cerebrales oscilatorias frontales y las respuestas cardiovasculares de los Agentes se veían afectadas durante un entrenamiento de RV y en particular cuantificaron las respuestas neurofisiológicas y cardiovasculares, investigaron el mareo por el movimiento que percibían y la experiencia del usuario, mientras usaban sensores fisiológicos y establecieron un modelo psicofisiológico de entrenamiento con armas de fuego reales utilizando HMD-RV.

Por último, ilustraron una solución simplificada para la integración y adaptación de estas tecnologías de software y elementos de diseño de biorretroalimentación.

El protocolo de entrenamiento, incluyó tres modelos de dificultad: fácil, medio y difícil, cada uno de ellos con una duración de 3 minutos. El modelo fácil dispuso 10 objetivos estáticos distribuidos aleatoriamente, el medio dispuso de 10 objetivos en movimiento a una velocidad de 0,5 m/s y el difícil dispuso de 20 objetivos en movimiento a 1 m/s.

Se analizaron el número de disparos efectuados, los aciertos conseguidos y los disparos a la cabeza de los objetivos (recordemos que en Estados Unidos, el concepto de neutralización del objetivo, no valora de modo significativo, la menor lesividad posible), entendiendo como métrica de rendimiento de tiro efectivo, el número de balas disparadas en relación con el número de objetivos destruidos.

En la prueba de Brammer et al. (2021), cada individuo completó 10 sesiones de entrenamiento en el transcurso de tres semanas. Cada sesión duró 15 minutos y se concluyeron con y sin biorretroalimentación. Se alternaron sesiones con y sin biorretroalimentación, para obtener una impresión de la transferencia de la habilidad de regulación fisiológica.

Nguyen et al. (2021) se orientaron a desarrollar un marco formativo y un sistema de RV relacionado con la mejora del rendimiento en situaciones de alto riesgo y estrés.

Con base en los talleres elaborados al efecto y una sesión conjunta de día y medio, se creó una lista de 40 factores estresantes que fueron clasificados según su prioridad por un experto instructor de cada entidad participante y posteriormente, estos elementos se clasificaron para desarrollar iterativamente las señales de estrés.

Los niveles de estrés, se determinaron a través de un bioarnés Zephyr que proporcionó mediciones fiables y válidas en tiempo real de la frecuencia cardíaca y cuyos resultados, se mostraron en un formato legible, mediante el Stress Cue Live Editor que facilitó la evaluación de las señales de estrés individuales y los efectos en cascada de las combinaciones de dichas señales.

Estos datos ayudaron a los entrenadores a modificar los escenarios que mejoraron la efectividad del entrenamiento.

En la evaluación de Brown et al. (2021), la fuerza de presión de la mano dominante de cada participante se midió en varias ocasiones con el dinamómetro del que ya se facilitaron datos.

Las cinco tandas de puntería consistieron en:

Primera tanda. Los participantes dispararon 14 rondas a un objetivo situado a 25 metros, mientras estaban de pie (siete rondas), arrodillados (cinco rondas) y boca abajo (dos rondas) debiendo obtener una puntuación mínima de 46/70 para superar esa fase.

Segunda tanda. Los participantes dispararon ocho rondas a un objetivo situado a 15 metros, mientras estaban de pie (cuatro rondas) y de rodillas (cuatro rondas) debiendo obtener una puntuación mínima de 26/40 para superar esa fase.

Las tres últimas etapas, se centraron en fuego instintivo-reactivo:

Tercera tanda. Los participantes dispararon ocho rondas en total a un objetivo colocado a 7 metros. Comenzaron con la pistola desenfundada, dispararon dos rondas en posición estática a su carril derecho y dos a su carril izquierdo y repitieron esta rutina hasta completar el total de rondas indicadas, debiendo obtener una puntuación mínima de 26/40 para superar esa fase.

Cuarta tanda. Los participantes dispararon tres rondas (dos dirigidas al centro de la masa y una a la cabeza) a 5 metros de distancia durante cuatro intervalos de 5 segundos, completando 12 rondas en total, debiendo obtener una puntuación mínima de 40/60 para superar esa fase.

Quinta tanda. Los participantes dispararon ocho rondas (cuatro solo con la mano dominante y cuatro solo con la mano de apoyo) a 3 metros de distancia, debiendo

completar esta fase en 15 segundos cada una de ellas y obtener una puntuación mínima de 26/40 para superar esa fase.

En la investigación de Harris et al. (2021), el programa de entrenamiento, asignó al azar mediante sorteo automático a los tres grupos de 18 personas cada uno. Se efectuaron 10 pruebas por participante que debían discriminar 18 elementos de búsqueda, de los que 13 eran distractores.

En la primera prueba, se sometieron a un tamizaje visual de estereoagudeza. Luego, completaron una tarea de búsqueda visual, seguida de una evaluación de referencia sobre la tarea de capacitación completa (una prueba de familiarización, de más de 10 pruebas).

A continuación, fueron asignados aleatoriamente a una de las tres condiciones de entrenamiento. Todos completaron tres bloques de 33 ensayos y regresaron para la segunda prueba después de un intervalo de 3 o 4 días hasta alcanzar los 198 ensayos en total.

A posteriori, todos realizaron una prueba de 10 intentos y repitieron la tarea de transferencia de búsqueda visual. Finalmente, completaron 10 repeticiones de la nueva tarea de manera exhaustiva, pero rápida.

Corrigan et al. (2021), resolvieron las cuestiones relativas a la variabilidad de la frecuencia cardíaca, en relación con los turnos de trabajo y las distintas tareas ocupacionales, los cambios de dicha frecuencia desde la línea de base hasta la finalización, en relación a los diferentes estresores, la capacidad de recuperación después de la finalización de esas pruebas con los estresores incorporados y las respuestas en la frecuencia, a través de la repetición de exposiciones a factores estresantes.

Murtinger et al. (2021) evaluaron la calidad de los sistemas de entrenamiento mediante RV en situaciones de alto riesgo y estrés, como eran las amenazas NRBQ. Estos talleres, se realizaron de modo intensivo en un día y medio y permitieron crear una gran base de datos, enriquecida con 10 entrevistas en profundidad, evaluadas por 14 expertos del campo de la capacitación policial e instructores de Fuerzas Especiales.

4.3.3.4. Resultados de las diferentes pruebas analizadas

Los resultados relacionados con las distintas pruebas en las que se utilizaron estos desarrollos, señalaron que se manifestaron como interesantes por su efectividad y utilidad el uso de esa tecnología como un complemento en los procesos de capacitación profesional y destacaron una mayor practicidad y una buena rentabilidad económica

debido a los costes de su instalación y si tenemos en cuenta que tanto la adquisición de munición real como la construcción de galerías de tiro, resultan recursos muy caros (Saunders et al., 2019).

Por otro lado y en lo relativo a la disponibilidad de estos recursos y en contraposición a la metodología convencional desplegada en galerías de tiro, se puso de manifiesto una mejor accesibilidad a estos avances, lo que permitió un incremento exponencial en la repetición de los entrenamientos, una mayor implicación psicológica de los actores sometidos al uso de estos simuladores, como consecuencia de su calidad y realismo, un fomento de la doctrina orientada a reducir el uso letal de la fuerza y un mejor control de las reacciones ante situaciones provistas de demandas de alto riesgo (De Armas et al., 2020).

Igualmente, se encontraron que las cuestiones derivadas de la influencia de estresores, podían deberse al incremento en la dificultad de los ejercicios que a su vez influía en el rendimiento de tiro de modo inverso, es decir, a mayor dificultad peores resultados, así como en un aumento de las respuestas neuronales y cardíacas (ondas cerebrales theta frontales y de los ritmos cardíaco y respiratorio) y que sugirieron la conveniencia de integrar la inteligencia fisiológica en los propios simuladores (Muñoz et al., 2020).

En esa línea, los hallazgos determinaron que los individuos sometidos a métodos de RV y orientadas a modelos de biorretroalimentación conseguían disminuir la frecuencia respiratoria, regularon la excitación fisiológica y mejoraron los resultados de las distintas pruebas (Brammer et al., 2021).

De la misma forma, concluyeron que la mejoría ecológica de estos sistemas de entrenamiento, resultó beneficiosa al permitir una estrecha interacción entre los Instructores y los alumnos y además, facilitó la personalización de los entrenamientos en función de los objetivos propuestos y redujo los efectos adversos del estrés mediante un mejor control (Nguyen et al., 2021).

Sin embargo, algunos resultados sugirieron que eran necesarias más pruebas para relacionar los cambios en la frecuencia cardíaca y su relación con el estrés y la capacidad de recuperación de los sujetos investigados (Corrigan et al., 2021).

Por otra parte y en un campo diferente, algunos resultados concluyeron que la fuerza de agarre del arma y la presión ejercida en el disparador (estos factores derivan de la capacidad física de la persona y también de cómo manejan las situaciones de peligro), estaban relacionados con el rendimiento de tiro y que dicha relación cobraba un

significado esencial con respecto al género de los participantes en las pruebas (Brown et al., 2021).

Se encontraron igualmente que algunos autores, destacaron el hecho de que para que los efectos relacionados con los niveles de fidelidad psicológica y la mejoría en el aprendizaje y transferencia de conocimientos fueran efectivos y útiles, se requerían unos altos niveles de realismo en los escenarios representados (Harris et al., 2021).

Por último y en relación con las fortalezas y debilidades de estas aplicaciones, los resultados subrayaron entre las primeras, la posibilidad de registrar automáticamente todas las métricas relevantes para evaluar el rendimiento, aumentaron la motivación de aquellos participantes menos motivados, lo que resultó positivo en su rendimiento posterior y permiten adaptar los niveles de dificultad en consonancia con la capacidad de los alumnos (Murtinger et al., 2021).

Las debilidades más notorias que se resaltaron, derivaron de la novedad de estos desarrollos, la alta dependencia de sus productores y la escasa oferta de los recursos disponibles en el mercado.



4.3.4. Características generales de las publicaciones seleccionadas

En la Tabla siguiente, se pusieron de relieve, aquellas características de cada uno de los Estudios que sirvieron para elaborar esta Revisión.

Tabla 4

Características generales de las publicaciones seleccionadas

Autor/es	Título	Descripción General	Población	Resultados
Saunders et al. (2019)	Validating Virtual Reality as an Effective Training Medium in the Security Domain	Verificaron si los sistemas de entrenamiento de realidad virtual eran tan efectivos como los entrenamientos en vivo, así como sus beneficios.	80 policías del Reino Unido.	Se estimaron útiles como entrenamientos complementarios y más rentables y disponibles que los tradicionales.
De Armas et al. (2020)	Use of virtual reality simulators for training programs in the areas of security and defense: a systematic review	Revisión sistemática de investigaciones previas dirigidas al análisis del rendimiento mediante técnicas virtuales, tanto inmersivas como no inmersivas.	Policías y militares.	Destacaron las enormes posibilidades de repetición de los entrenamientos y una mayor implicación psicológica de los actores.

Muñoz et al. (2020)	A Psychophysiological Model of Firearms Training in Police Officers: A Virtual Reality Experiment for Biocybernetic Adaptation	Sistema inmersivo de entrenamiento adaptado al estudio de respuestas neurofisiológicas y cardiovasculares, para su mejor autorregulación.	10 policías de la División Policial de Hampton (Estados Unidos)	El factor de dificultad en las pruebas, ofreció peores resultados y aumentó los valores analizados.
Brammer et al. (2021)	Breathing Biofeedback for Police Officers in a Stressful Virtual Environment: Challenges and Opportunities	Programa de entrenamiento orientado a reducir el impacto del estrés agudo en el rendimiento y las secuelas para la salud mental, mediante la biorretroalimentación.	9 Instructores de Tiro Policial de Países Bajos.	La población analizada reguló satisfactoriamente la excitación fisiológica mediante este sistema.
Nguyen et al. (2021)	Stress Out: Translating Real-World Stressors into Audio-Visual Stress Cues in VR for Police Training	Los objetivos del Proyecto pretendieron identificar los estresores reales para adaptarlos a los programas de entrenamiento mediante realidad virtual.	60 Policías e Instructores de tiro de Bélgica, Países Bajos, Rumanía, Suecia y Alemania.	Se demostraron mejorías ecológicas de los sistemas mediante su personalización que redujeron el estrés.

Brown et al. (2021)	Examining the impact of grip strength and officer gender on shooting performance	Se analizó la relación entre la fuerza de agarre del arma y el rendimiento de tiro y qué fuerza de agarre era necesaria para lograr mejores resultados.	118 policías de una Academia de Estados Unidos.	La fuerza de agarre del arma, estaba relacionada con los resultados de tiro, siendo mejores en hombres que en mujeres.
Harris et al. (2021)	Assessing the learning and transfer of gaze behaviours in immersive virtual reality	Programa orientado a mejorar la búsqueda visual de objetivos, el aprendizaje y la transferencia de habilidades.	54 universitarios sin formación policial previa.	Concluyeron que había una relación directa entre los niveles de fidelidad psicológica de los escenarios y el aprendizaje.

Corrigan et al. (2021)	Monitoring stress and allostatic load in first responders and tactical operators using heart rate variability: a systematic review.	Revisión sistemática dirigida a investigar las alteraciones de la frecuencia cardiaca y su relación con el estrés y la capacidad de recuperación.	Policías y personal de servicios de emergencias que interactuaban con los primeros.	Eran necesarias más pruebas para relacionar estos marcadores con la carga alostática.
Murtinger et al. (2021)	Cbrne training in virtual environments: Swot analysis & practical guidelines	Programa de adiestramiento y respuesta ante amenazas NRBQ, para personal policial y de emergencias, dirigido a evaluar las fortalezas y debilidades.	60 Policías e Instructores de tiro de Bélgica, Países Bajos, Rumanía, Suecia y Alemania.	Las fortalezas destacaron mayores niveles de aprendizaje y motivación y las debilidades, alta dependencia de sus creadores.

Nota. Elaboración propia.

5. DISCUSIÓN

El objetivo general de este estudio fue analizar la literatura científica disponible, concerniente a la efectividad del uso de sistemas de entrenamiento policial mediante realidad virtual inmersiva, a través de una revisión bibliográfica que profundizase en ese conocimiento y cuyo campo, se presenta como poco conocido en muchos aspectos e investigado en otros tantos.

Esto permite obtener una idea global sobre el interés y utilidad que dichos sistemas pueden aportar a la instrucción de las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad.

Las evidencias encontradas en los 9 Estudios analizados, resultan interesantes, pues orientan sus resultados a la efectividad y practicidad de los sistemas de entrenamiento mediante RV.

Estos simuladores, se crean para el entrenamiento táctico mediante la representación de escenarios de alta calidad y adaptados a aquellos operadores en los que los errores pueden costar vidas humanas y cuyo uso es cada vez más frecuente (Fowlkes et al., 2010) y además, permiten asumir dificultades y riesgos que no se pueden practicar con ejercicios reales, lo que está relacionado con las aportaciones de (Saunders et al., 2019).

Por otro lado, los resultados que avalan su alta disponibilidad, accesibilidad y calidad (De Armas et al., 2020) explica aquello que otro autores destacan de estos sistemas y es, que permiten simular situaciones que no pueden ser entrenadas en entornos naturales, por la dificultad de su construcción (Grabowski et al., 2009), acercan la capacitación a los métodos de aprendizaje tradicionales (Göllner et al., 2019; Lamb et al., 2020; Haskins et al., 2020), y resultan útiles ante escenarios de entrenamientos complejos y difíciles de controlar (Huang et al., 2010; Bossard et al., 2008).

Del mismo modo, estos equipos se dividen en diferentes módulos de entrenamientos y son asistidos en todo momento por un instructor cualificado, que puede variar los parámetros y evaluar el comportamiento en el uso de las herramientas mediante la observación directa en el transcurso del ejercicio y a través de los cuadros de información de valor extraídos del software, lo que permite adquirir mejores competencias en diversas situaciones y adaptarse a otras nuevas o imprevistas (Martin et al., 2009).

Esos ejercicios, se pueden configurar con carácter general de forma aleatoria, para que ninguno sea igual al anterior, evitando así que el uso cotidiano de estas herramientas contribuyan a una respuesta mecánica, lo que está relacionado con que lleva a los

practicantes a una mejor retención de conocimientos (Chittaro & Buttussi, 2015) ya que en un escenario no simulado, las capacitaciones son muy limitativas (Kim & Jung, 2020; Van Gelder et al., 2014). Los datos proporcionados permiten evaluar y mejorar aspectos como: tiempos de reacción, rapidez, capacidad de respuesta ante incidencias, etc.

A su vez, los resultados obtenidos en relación a la influencia de los estresores y su influencia en las respuestas psicofisiológicas (Muñoz et al., 2020), el control de las mismas (Brammer et al., 2021) y la mejor regulación de los efectos adversos del estrés (Nguyen et al., 2021), tienen notoria conexión con lo que otros autores ponen de manifiesto acerca de que el estrés que sufren los policías ante enfrentamientos violentos, afecta a su estabilidad física y psicológica (Mitchell, 2020), y destacan que hasta la fecha, se han dedicado mayores esfuerzos a identificar factores que contribuyen al estrés laboral general (Abdollahi, 2002; Slate et al., 2007) que a factores estresantes situacionales agudos (tiroteos o agresiones con armas blancas y que requieren respuestas rápidas y contundentes).

Así se ha encontrado que el estrés fisiológico agudo, afecta al rendimiento provocando afecciones en el control motor, la cognición o la percepción (Nieuwenhuys et al., 2009; Nieuwenhuys & Oudejans, 2010; Andersen & Gustafsberg, 2016) y puede repercutir seriamente en la salud mental a largo plazo (Maguen et al., 2009).

Por otra parte, algunos resultados concluyen que la fuerza de agarre del arma y la presión ejercida en el disparador derivan de la capacidad física de la persona y también de cómo manejan las situaciones concretas (Brown et al., 2021).

Se ha encontrado igualmente que algunos autores, destacan la calidad de estos recursos y sus niveles de fidelidad (Harris et al., 2021), lo que explica que estos simuladores permiten que los alumnos se vuelvan psicológica y físicamente más involucrados con el entorno y les da un mayor sentido de naturalidad (Netto, 2015) y si bien existe cierto debate en psicología sobre la facilidad con que las habilidades aprendidas en determinado contexto pueden transferirse a nuevas tareas (Barnett & Ceci 2002; Sala & Gobet 2017) la validez ecológica de estas técnicas virtuales (Parsons, 2015) sugiere que dicho potencial de transferencia es alto.

En todo caso y en la misma línea, aquellas simulaciones que pretenden ser efectivas a fin de adquirir habilidades psicológicas, deben de ofrecer una impronta lo más cercana a la realidad (Gray 2019; Harris et al. 2020a; Slater 2009) lo cual puede relacionarse con entrenar habilidades perceptivo-cognitivas, como la atención, anticipación o predicción (Gray, 2019).

A pesar de esas evidencias hay poca literatura de cómo se desarrollan mediante estas aplicaciones (Gray 2017; Michalski et al. 2019).

Del mismo modo, se afirma que la transferencia ocurre cuando las experiencias previas pueden adaptarse a contextos similares o diferentes (Barnett & Ceci 2002), pero requiere la correspondencia de ciertas claves entre el entrenamiento y el objetivo (Barnett & Ceci 2002; Braun et al. 2010).

Otros autores, destacan la importancia de estos factores de calidad (Lele, 2013) orientados a su practicidad (Berger & Davelaar, 2018) que se materializan en las mejoras del rendimiento de puntería (Pereira et al., 2018) y destacan la necesidad de incorporar la medición psicofisiológica a estas investigaciones (Pugnetti et al., 2001).

A su vez, un entorno de capacitación virtual más dinámico, atractivo y menos predecible (Iatsyshyn et al., 2019) resulta más recomendable, y en un análisis del estado de desarrollo y las características de esta tecnología (Zhang et al., 2019), se afirma que estas aplicaciones son beneficiosas de cara a mejorar el bienestar psicológico y ayudan a adaptarse a los entornos hostiles.

Algunos autores, describen que inducen reacciones cognitivas, emocionales y afectivas similares a las que mostrarían los practicantes en situaciones reales similares (Toet & van Schaik, 2012) que además deben de ser manipulables, añaden complejidad al escenario (Martin, 2012) y ofrecen la posibilidad de inoculación de estrés a fin de incrementar la resistencia a tales factores (Wiederhold & Wiederhold, 2008).

De este modo, los entrenamientos son llevados a efecto con réplicas de armas reales, así como el resto de elementos de trabajo diario de los policías, se incorpora sonido envolvente con gran capacidad de aislamiento mediante auriculares, lo que hace que el entrenamiento sea totalmente inmersivo y se introducen factores sonoros para generar desconcierto o estrés.

En la misma línea, los sistemas permiten al usuario desplazarse físicamente en el entorno simulado, permiten acciones en las que se requirieren adoptar posiciones o movimientos concretos y además completan tareas físicas muy exigentes y prolongadas en el tiempo (Foulis et al., 2017; Kaikkonen et al., 2017) que de esta forma, exacerbaban los efectos fisiológicos, cognitivos y estresores experimentados (Vrijkotte et al., 2018; Nibbeling et al., 2014).

La visibilidad 3D en 360°, además del sonido envolvente, suponen poder trabajar el control del estrés y la tensión en las acciones, de modo adaptado, pues la exposición repetida al estrés sin la debida recuperación, se manifiesta en fatiga y agotamiento

acumulativo (Vrijkotte et al., 2018) lo que provoca mayores errores de omisión, es decir falta de accionamiento del disparador cuando corresponde o accionamiento del mismo cuando no corresponde (Nibbeling et al., 2014) e influye de modo negativo en la salud si no es debidamente gestionado.

Es necesario tener en consideración que este estudio presenta algunas limitaciones.

En primer lugar, se disponen de escasas publicaciones que contengan resultados científicos en relación con la temática elegida para este trabajo y algunas de ellas, son revisiones sistemáticas.

En segundo lugar, los estudios transversales recogidos, no tratan algunos aspectos interesantes que por tanto, quedan inexplorados o son poco conocidos, como los datos relativos a mejoras de determinados comportamientos profesionales (mejoras cuantificables de la resistencia a la fatiga física y mental y/o mejora en el control de esas variables y relaciones de mejora en los resultados de las prácticas efectuadas en galerías de RV) y solo uno de ellos, utiliza un grupo de control que limita la generalización de resultados.

Resultan necesarios más estudios transversales, pero también longitudinales y por tanto, con tamaños muestrales más amplios, con los que observar la evolución de los resultados en periodos de tiempo más prolongados de esas investigaciones, atendiendo al desarrollo actual de estas aplicaciones y sus enormes posibilidades de implementación en los Estamentos de la Seguridad Pública y Privada.

Nadie tiene duda ya de que en otras áreas profesionales, la RV, hace un tiempo que tiene una importante relevancia como sistema de instrucción adicional a la formación en entornos reales. Así pilotos, ingenieros, mecánicos, técnicos, cirujanos, enfermeros, psiquiatras o terapeutas, entre otros, reciben un complemento esencial a su formación y trabajo que evita altos costes de desplazamientos e infraestructuras.

Resulta llamativo que en un campo como el de la seguridad, haya tan escaso recorrido en la investigación, cuando en los pocos estudios que se han podido constatar, sin embargo, los resultados han sido descritos como eficaces y prometedores.

Es conocido, que el periodo de formación y cualificación de un miembro de las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad, es largo, costoso y exigente y también que las Administraciones públicas, observan el capítulo de gastos e inversiones como una tarea restrictiva muy a tener en cuenta, a la hora de afrontar estas obligaciones.

La opinión pública es especialmente sensible ante los errores de los policías, incluso aunque éstos sean involuntarios, lo que demanda una alta profesionalización.

La Comisaría de la Policía Local de Villajoyosa, es la primera en España que adapta un sistema de entrenamiento mediante estas técnicas a su rutina de adiestramiento.

Esta iniciativa desarrollada por la Start Up “Last Monkey Studio” con sede en la Comunidad Valenciana, revoluciona esta formación profesional y resulta atractiva a otros Cuerpos de Policía y Fuerzas Armadas de nuestro país e incluso, algunos extranjeros.

Una recentísima publicación, se hace eco de los resultados de las prácticas llevadas a cabo por sus miembros (H50, 2022) y destaca las mejoras del nivel de capacitación del personal (10% de promedio en la mejora en el rendimiento de tiro de todo el personal de la Comisaría en el último año) y las ventajas económicas del uso de estos desarrollos (el total de los disparos virtuales efectuados por la plantilla en sus prácticas, suponen un ahorro de gasto en compra de munición de más de 20.000 euros en el último año) lo que sugiere que se planteen líneas futuras de Estudios que analicen la costoefectividad de estos sistemas.

Se anima a los equipos de investigadores de esta Universidad a que desarrolle un estudio desde la visión de la Ciencia y sustentado por expertos que pongan de relieve el enorme potencial y valor de tales avances y refuercen la efectividad y utilidad de los mismos.

5. CONCLUSIONES

Las conclusiones de esta revisión, son las que a continuación se detallan:

En primer lugar, se subraya el carácter práctico y útil de estas aplicaciones, como sistemas efectivos y complementarios de entrenamiento policial, así como la rentabilidad de éstas.

Como segunda conclusión, destaca su magnífica disponibilidad, lo que se traduce en la posibilidad de realizar un número mucho mayor de sesiones de capacitación y a su vez comporta, una mejora en la implicación psicológica de los sujetos.

La tercera conclusión, resalta las condiciones de adaptabilidad, manipulabilidad y controlabilidad de estos desarrollos y que por tanto, permiten su personalización en función de las capacidades, necesidades u objetivos marcados, en contraposición a los escenarios que plantean recursos complejos y a veces poco accesibles.

La siguiente conclusión, describe la capacidad de estos sistemas para identificar y aislar elementos estresores y desarrollar métodos de control y mejora de sus efectos psicofísicos.

La quinta conclusión refuerza la idea de su alto valor ecológico, lo que garantiza una transferencia efectiva de las capacidades aprendidas al mundo real.

La última conclusión, determina algunas fortalezas de estos mecanismos como la posibilidad de recoger los registros automáticos de resultados y su evaluación permanente pero también debilidades, como la reciente irrupción en el mercado de estos productos, su todavía limitada oferta y su estrecha dependencia de las empresas comercializadoras.



REFERENCIAS

- Abdollahi, M.K. (2002). Understanding police stress research. *Journal of Forensic Psychology*, 2 (2), 1–24. https://doi-org.publicaciones.umh.es/10.1300/J158v02n02_01
- Andersen, J. P., & Gustafsberg, H. (2016). A training method to improve police use of force decision making: a randomized controlled trial. *Sage Journals*, 6(2), 1-13. <https://doi.org/10.1177/2158244016638708>
- Andersen, J.P., Di Nota, P.M., Beston, B. Boychuk, E.C., Gustafsberg, H. Poplawski, S. Arpaia, J. (2018). Reducing lethal force errors by modulating police physiology. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 60(1), 867 – 874. <http://doi:10.1097/jom.0000000000001401>
- Anderson, G.S. and Plecas, D.B. (2000). Predicting shooting scores from physical performance data. *Policing: An International Journal*, 23(4), 525 – 537. <https://doi.org/10.1108/13639510010355611>
- Baldwin, S., Hall, C., Blaskovits, B., Bennell, C., Lawrence, C., Semple, T. (2018). Excited delirium syndrome (ExDS): situational factors and risks to officer safety in non-fatal use of force encounters. *International Journal of Law and Psychiatry*, 60(9-10), 26–34. <http://doi:10.1016/j.ijlp.2018.06.011>
- Barnett, S.M., Ceci S.J. (2002). When and where do we apply what we learn? A taxonomy for far transfer. *Psychological Bulletin*, 128(4), 612–637. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.128.4.612>
- Berger, A. M., and Davelaar, E. J. (2018). Frontal alpha oscillations and attentional control: a virtual reality neurofeedback study. *Neuroscience Journal*, 378(5), 189–197. <https://doi.org/10.1016/j.neurociencia.2017.06.007>
- Bertilsson, J. Niehorster, D.C. Fredriksson, P.J. Dahl, M. Granér, S. Fredriksson, O. Nyström, M. (2020). Towards systematic and objective evaluation of police officer performance in stressful situations. *Police Practice and Research*, 21(6), 655 – 669. <http://doi:10.1080/15614263.2019.1666006>
- Bossard, C., Kermarrec, G., Buche, C., Tisseau, J. (2008). Transfer of learning in virtual environments: A new challenge? *Virtual Reality*, 12(3), 11-161.

<https://10.1007/s10055-008-0093-y>

- Bozeman, W.P., Stopyra, J.P., Klinger, D.A., Martin, B.P., Graham, D.D., Johnson, J.C.I., Vail, S.J. (2018). Injuries associated with police use of force. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 84(3), 466 – 472. <http://doi:10.1097/ta.0000000000001783>
- Brammer, J.C., van Peer, J.M., Michela, A., Granic, I., and Roelofs, K. (2021). Breathing Biofeedback for Police Officers in a Stressful Virtual Environment: Challenges and Opportunities. *Frontiers in Psychology*, 12(3), 586553. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.586553>
- Braun D.A., Mehring C., Wolpert D.M. (2010). Getting your game on: Using virtual reality to improve real table tennis skills. *Behavioural Brain Research*, 206(2), 157–165. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0222351>
- Brown, A., Baldwin, S., Blaskovits, B., and Bennell, C. (2021). Examining the impact of grip strength and officer gender on shooting performance. *Applied Ergonomics*, 97(11), 103536. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2021.103536>
- Chittaro, L., Buttussi, F. (2015). Assessing knowledge retention of an immersive serious game vs. a traditional education method in aviation safety. *IEEE transactions on visualization and computer graphics*, 21(4), 529-538. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2015.2391853>
- Corrigan, S., Roberts, S., Warmington, S., Drain, J. and Main, L. (2021). Monitoring stress and allostatic load in first responders and tactical operators using heart rate variability: a systematic review. *BMC Public Health*. <https://doi.org/10.1186/s12889-021-11595-x>
- De Armas, C., Romero, and Valerio, A. Netto2 (2020). Use of virtual reality simulators for training programs in the areas of security and defense: a systematic review. *Multimedia Tools and Applications*, 79(9), 3495–3515. <https://doi.org/10.1007/s11042-019-08141-8>
- Donner, C.M. and Popovich, N. (2018). Hitting (or missing) the mark: an examination of police shooting accuracy in officer-involved shooting incidents. *Policing: An International Journal*, 42(3), 474 – 489. <http://doi:10.1108/PIJPSM-05-2018-0060>
- El TS condena a un policía de Vall d'Uixó (Castellón) a 1 año y 6 meses de prisión por la muerte de un compañero en un atraco (30 de marzo de 2006), *Europapress/Comunidad Valenciana*.

<https://www.europapress.es/comunitat-valenciana/noticia-ts-condena-policia-vall-duixo-castellon-ano-meses-prision-muerte-companero-atraco-20060330163313.html>

Éxito en el uso combinado de la realidad virtual y el tiro en galería. (14 de mayo de 2022). *H 50*.

<https://www.h50.es/exito-en-el-uso-combinado-de-la-realidad-virtual-y-el-tiro-en-galeria/>

Foulis SA, Redmond JE, Frykman PN, Warr BJ, Zambraski EJ, Sharp MA, et al. (2017). US Army physical demands study: reliability of simulations of physically demanding tasks performed by combat arms soldiers. *The Journal Strength and Conditioning Research* 31(12), 3245–52. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001894>.

Fowlkes, J., Schatz, S., & Stagl, K.C. (2010). Instructional strategies for scenario-based training: insights from applied research. *SpringSim '10: Proceedings of the 2010 Spring Simulation Multiconference*. <https://doi.org/10.1145/1878537.1878571>

Göllner, J., Peer, A., Meurers, C., Wurzer, G., Schönauer, C., Kaufmann, H., Bösch, C. (2019). Virtual reality CBRN defense. *Meeting Proceedings of the Simulation and Modelling Group Symposium 171*, 1-25. <https://doi.org/www.10.3389/fpsyg.2017.02183>

Grabowski, M., Lepak, G., Kulick, G. (2009). Collaborative technology impacts in distributed learning environments. *Innovative Mobile Learning: Techniques and Technologies*, 1-22. <https://doi.org/10.4018/978-1-60566-062-2.ch007>

Gray, R. (2017). Transfer of training from virtual to real baseball batting. *Frontiers in Psychology*, 8(12), 2183. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.02183>

Gray, R. (2019). Virtual environments and their role in developing perceptual-cognitive skills in sports. *In: Anticipation and Decision Making in Sport*. Taylor and Francis, Routledge, 342-358. <https://doi-org.publicaciones.umh.es/10.4324/9781315146270-19>

Harris, D.J., Bird, J.M., Smart, A.P., Wilson, M.R., Vine, S.J. (2020a). A framework for the testing and validation of simulated environments in experimentation and training. *Frontiers in Psychology*, 11(3), 1-10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00605>

Harris, D.J., Buckingham, G., Wilson, M.R., and Vine, S.J. (2019a). Virtually the same? How impaired sensory information in virtual reality may disrupt vision for action. *Experimental Brain Research*, 237, (11) 2761-2766. <https://doi.org/10.1007/s00221-019-05642-8>

- Harris, D.J., Buckingham, G., Wilson, M.R., Brookes, J., Mushtaq, F., Mon-Williams, M., Vine, S.J., (2020b). The effect of a virtual reality environment on gaze behaviour and motor skill learning. *Psychology Sport Exercise*, 50(9), 101721.
<https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2020.101721>
- Harris, D.J., Hardcastle, K.J., Wilson, M.R., and Vine, S.J. (2021). Assessing the learning and transfer of gaze behaviours in immersive virtual reality. *Virtual Reality*, 25 (4), 961 – 973.
<https://doi.org/10.1007/s10055-021-00501-w>.
- Haskins, J., Zhu, B., Gainer, S., et al. (2020). Exploring VR training for first responders. *IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops*.
<https://doi.org/10.1109/VRW50115.2020.00018>
- Herido leve de bala un policía en unas prácticas de tiro (15 de enero de 2010). *Diario Información de Alicante*.
<https://www.informacion.es/alicanti/2010/01/15/herido-leve-bala-policia-practicas-7227472.html>
- Huang, H.M, Rauch, U., Liaw, S.S. (2010). Investigating learners' attitudes toward virtual reality learning environments: based on a constructivist approach. *Computers & Education*, 55(3), 1171-1182. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.05.014>
- Iatsyshyn, A., Valeriia, K., Romanenko, Y. O., Deinega, I. I., Andrii, I., Popov, O., (2019). Application of augmented reality technologies for preparation of specialists of new technological era. *Proceedings of the 2nd International Workshop on Augmented Reality in Education*, 14(3), 181-200.
https://www.researchgate.net/publication/339944436_Application_of_augmented_reality_technologies_for_preparation_of_specialists_of_new_technological_era
- James, L., James, S., Davis, R., Dotson, E. (2019). Using interval-level metrics to investigate situational-, suspect-, and officer-level predictors of police performance during encounters with the public. *Sage Journals*, 22(4), 452 – 480.
<http://doi:10.1177/1098611119857559>
- Johnson, R.R., Stone, B.T., Miranda, C.M., Vila, B., James, L., James, S.M., Berka, C. (2014). Identifying psychophysiological indices of expert vs. novice performance in deadly force judgment and decision making. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8(7), 512.
<http://doi:10.3389/fnhum.2014.00512>

- Kaikkonen P, Lindholm H, Lusa S. (2017) Physiological load and psychological stress during a 24-hour work shift among Finnish firefighters. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 59(1), 41–6. <https://doi.org/10.1097/JOM.0000000000000912>.
- Kayihan, G., Ersöz, G., Özkan, A., Mitat K. (2013). Relationship between efficiency of pistol shooting and selected physical-physiological parameters of police. *Policing: An International Journal*, 36(4), 819 – 832. <https://doi.org/10.1108/PIJPSM-03-2013-0034>
- Kim, D., Jung, S. (2020). Using eye-tracking technology to measure environmental factors affecting street robbery decision-making in virtual environments. *Sustainability*, 12(18), 7419. <https://doi.org/10.3390/su12187419>
- Lamb, R., Lin, J., Firestone, J.B. (2020). Virtual reality laboratories: A way forward for schools? *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 16(6), 1856. <https://doi.org/10.29333/ejmste/8206>
- Landman, A., Nieuwenhuys, A. Oudejans, R.R.D. (2016). The impact of personality traits and professional experience on police officers' shooting performance under pressure, *Applied Ergonomics*, 59 (7), 950-912. <http://doi:10.1080/00140139.2015.1107625>
- Lele, A. (2013). Virtual reality and its military utility. *Journal of Ambient Intelligence and Human Computing*, 4(1), 17–26. <http://dx.doi.org/10.1007/s12652-011-0052-4>
- Lewinski, W.J. Avery, R., Dysterheft, J., Dicks, N.D., Bushey, J. (2015). The real risks during deadly police shootouts: Accuracy of the naive shooter. *International Journal of Police Science and Management*, 17 (2), 117 – 127. <https://doi.org/10.1177/1461355715582975>
- Maguen, S., Metzler, T. J., McCaslin, S. E., Inslicht, S. S., Henn-Haase, C., and Neylan, T. C., et al. (2009). Routine work environment stress and PTSD symptoms in police officers. *The Journal of Nervous and Mental Disease*, 197(10), 754–760. https://journals.lww.com/jonmd/Abstract/2009/10000/Routine_Work_Environment_Stress_and_PTSD_Symptoms.7.aspx
- Manuel R., Silva D.A. (1999). Simulation as part of operational training. *Instituto de Estudos Militares de Brasil*, 1 (12), 1-102.
- Martin, G.A. (2012). Automatic Scenario Generation Using Procedural Modeling Techniques. *Sage Journals*, 53(10), 1888-1892. <https://doi.org/10.1177/154193120905302615>

- Martin, G.A., Schatz, S., Bowers, C., Hughes, C.E., Fowlkes, J., Nicholson, D. (2009). Automatic scenario generation through procedural modelling for scenario based training. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 53(10), 1949-1953. <https://doi.org/10.1177/154193120905302615>
- Michalski, S.C., Szpak, A., Saredakis, D., Ross, T.J., Billingham, M., Loetscher, T. (2019). Getting your game on: Using virtual reality to improve real table tennis skills. *Public Library of Science ONE* 14(9), 0222351. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0222351>
- Mitchell, J.T. (2020). Critical incident stress management: a comprehensive, integrative, systematic, and multi-component program for supporting first responder psychological health. *Mental Health Intervention and Treatment of First Responders and Emergency Workers*, 103–128. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-9803-9.ch007>
- Morrison, G.B. and Vila, B.J. (1998). Police handgun qualification: practical measure or aimless activity? *Policing: An International Journal*, 21(3), 510 – 533. <https://doi:10.1108/13639519810228804>
- Muere un policía de un disparo accidental tras unas prácticas de tiro. (17 de Septiembre de 2015). *La Vanguardia de Sevilla*. <https://www.lavanguardia.com/politica/20150917/54436598166/muere-un-policia-de-un-disparo-accidental-tras-unas-practicas-de-tiro.html>
- Muirhead, H., Orr, R., Schram, B., Kornhauser, C. Holmes, R. Dawes, J.J. (2019). The relationship between fitness and marksmanship in police officers. *Safety*, 5(3), 54. <http://doi:10.3390/seguridad5030054>
- Muñoz, J., Quintero, L., Chad L. and Alan T. Pope (2020). A Psychophysiological Model of Firearms Training in Police Officers: A Virtual Reality Experiment for Biocybernetic Adaptation. *Frontiers in Psychology*, 11(4), 11-14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00683>
- Muñoz, P. (10 de Julio de 2015). Un policía resulta herido en el pie mientras hacía prácticas de tiro. *La Tribuna de Ciudad Real*. <https://www.latribunadeciudadreal.es/Noticia/Z8CD6733D-E0CA-6C27-468AA10DC7B51F96/201507/Un-policia-resulta-herido-en-el-pie-al-dispararse-el-arma-en-la-Comisaria-de-Ciudad-Real>

- Murtinger, M., Jaspert, E., Schrom-Feiertag, H., and Egger-Lampl, S. (2021) Cbrne training in virtual environments: Swot analysis & practical guidelines. *International Journal of Safety and Security Engineering*, 11(4), 295 – 303.
<https://doi.org/10.18280/ijssse.110402>
- Netto, A.V. (2015). Application of interactive technology for training in the security area. *XVII Symposium on Virtual and Augmented Reality*, 127–132.
- Nguyen, Q., Jaspert, E., Murtinger, M., Egger-Lampl, S., and Tscheligi, M. (2021). Stress Out: Translating Real-World Stressors into Audio-Visual Stress Cues in VR for Police Training. *XIII International Conference on Human-Computer Interaction*, 551 – 561.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-85616-8_32
- Nibbeling N, Oudejans RRD, Ubink EM, Daanen HAM (2014). The effects of anxiety and exercise-induced fatigue on shooting accuracy and cognitive performance in infantry soldiers. *Applied Ergonomics*, 57(9), 1366–1379.
<https://doi.org/10.1080/00140139.2014.924572>
- Nieuwenhuys, A., and Oudejans, R. R. D. (2010). Effects of anxiety on handgun shooting behavior of police officers: a pilot study. *Anxiety Stress Coping*, 23(2), 225–233.
<https://doi.org/10.1080/10615800902977494>
- Nieuwenhuys, A., Caljouw, S. R., Leijsen, M. R., Schmeits, B. A. J., and Oudejans, R. R. D. (2009). Quantifying police officers' arrest and self-defence skills: does performance decrease under pressure? *Applied Ergonomics*, 52(12), 1460–1468.
<https://doi.org/10.1080/00140139.2016.1205222>
- Oliveira, M. (2016). Approach simulator. *FAPESP*, 70–71.
- O'Neill, J., Hartman, M.E., O'Neill, D.A., Lewinski, W.J. (2018). Further analysis of the unintentional discharge of firearms in law enforcement. *Applied Ergonomics*, 68(4), 267 – 272. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2017.12.004>
- Parent, R. (2011). The police use of deadly force in British Columbia: mental illness and crisis intervention. *Journal of Police Crisis Negotiations*, 11(1), 57 – 71.
<http://doi:10.1080/15332586.2011.548144>

- Parsons, T.D. (2015). Virtual reality for enhanced ecological validity and experimental control in the clinical, affective and social neurosciences. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9(4), 1-19. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2015.00660>
- Pereira, M., Argelaguet, F., Millán, J., Del, R., and Lécuyer, A. (2018). Novice shooters with lower pre-shooting alpha power have better performance during competition in a virtual reality scenario. *Frontiers in Psychology*, 9(4), 1-5. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00527>
- Pinheiro, E.B., Gomes, G.A.M., Antonio, J.M.L., Coutinho, E.F., Vidal, C.A., Neto, J.B.C. (2016). Requirements for Development of a Low Cost Portable Simulator for Shooting Skill Training. *XVIII Symposium on Virtual and Augmented Reality*, 234–238. <https://doi.org/10.1109/SVR.2016.47>
- Pugnetti, L., Meehan, M., and Mendozzi, L. (2001). Psychophysiological correlates of virtual reality: a review. *Presence* 10, (4) 384 – 400. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00683>
- Sala, G., Gobet, F. (2017) Does far transfer exist? Negative evidence from chess, music, and working memory training. *Sage Journals*, 26(6), 515–520. <https://doi.org/10.1177/0963721417712760>
- Saunders, J., Davey, S., Bayerl, P., and Lohrmann P. (2019). Validating Virtual Reality as an Effective Training Medium in the *Security Domain*. *IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces*. <https://doi.org/10.1109/VR.2019.8798371>
- Slate, R.N., Johnson, W.W., Colbert, S.S. (2007). Police stress: a structural model. *J. Police Criminal Psychology*, 22(10), 102–112. <https://doi-org-publicaciones.umh.es/10.1007/s11896-007-9012-5>
- Slater, M. (2009). Place illusion and plausibility can lead to realistic behaviour in immersive virtual environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Science*, 364(1535), 3549–3557. <https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0138>
- Tirp, J., Steinröver, C., Wattie, N., Baker, J., Schorer, J. (2015). Virtual realities as optimal learning environments in sport—a transfer study of virtual and real dart throwing. *Psychological Test and Assessment Modeling*, 57(1), 57-69.

- Toet, A., van Schaik, M.G. (2012). Effects of signals of disorder on fear of crime in real and virtual environments. *Journal of Environmental Psychology*, 32(3), 260-276. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2012.04.001>
- Un hombre apuñala a varios agentes de la Policía Nacional en un intento de atraco a una sucursal en Murcia (1 de junio de 2021), *Europapress/Murcia*. <https://www.europapress.es/murcia/noticia-hombre-apunala-varios-agentes-policia-nacional-intento-atraco-sucursal-murcia-20210601100030.html>
- United States Department of Justice. Federal Bureau of Investigation. Criminal Justice Information. Services Division. *Law Enforcement Officers Killed and Assaulted*, 2012. <https://ucr.fbi.gov>
- Van Gelder, J.L., Otte, M., Luciano, E.C. (2014). Using virtual reality in criminological research. *Crime Scene*, 3(10), 1-12. <https://doi.org/0.1186/s40163-014-0010-5>
- Vickers, J.N. Lewinski, W. J. (2012). Performing under pressure: gaze control, decision making and shooting performance of elite and rookie police officers. *Human Movement Science*, 31(1), 101 – 117. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2011.04.004>
- Vieira dos Reis, A., Gonçalves, B., Santos Garci, F.L. (2014). A Study in Tangible Interfaces: Usability Assessment of a Firearms Simulator. *Human Factors* 3(5), 4–22.
- Vrijotte S, Roelands B, Pattyn N, Meeusen R. (2018). The overtraining syndrome in soldiers: insights from the sports domain. *Military Medicine*, 184(5), 192-200. <https://doi.org/10.1093/milmed/usy274>
- White, M.D. (2006). Hitting the target (or not): comparing the characteristics of fatal, injurious, and non-injurious police shootings. *Police Quarterly*, 9 (3), 303 – 330. <https://doi.org/10.1177/1098611105277199>
- Wiederhold, B.K., Wiederhold, M.D. (2008): Virtual reality for posttraumatic stress disorder and stress inoculation training. *Journal of Cyber Therapy and Rehabilitation* 1(1), 23–35.
- Zhang, M., Li, X., Yu, Z., Chen, Z., Sun, Y., and Li, Y. (2019). Virtual range training based on virtual reality. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 329(7), 1556-1561. <https://doi.org/10.2991/iccessh-19.2019.339>