

TESIS DOCTORAL



UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO

Programa de Doctorado de Ciencias de la Salud

*Realidad virtual y aprendizaje combinado en la enseñanza de la reanimación
cardiopulmonar: efectividad, aceptación y retención en adolescentes, universitarios y
personas mayores*

Autor/a:

Ana Belén Ocampo Cervantes

Directores/as:

Dr. D. Manuel Pardo Ríos

Dr. D. Robert Greif

Dr. D. Rafael Castro Delgado

Murcia, febrero de 2026

TESIS DOCTORAL



UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO

Programa de Doctorado de Ciencias de la Salud

Realidad virtual y aprendizaje combinado en la enseñanza de la reanimación cardiopulmonar: efectividad, aceptación y retención en adolescentes, universitarios y personas mayores

Autor/a:

Ana Belén Ocampo Cervantes

Directores/as:

Dr. D. Manuel Pardo Ríos

Dr. D. Robert Greif

Dr. D. Rafael Castro Delgado

Murcia, febrero de 2026



AUTORIZACIÓN DEL DIRECTOR DE LA TESIS PARA SU PRESENTACIÓN

El Dr. D. Manuel Pardo Ríos, Dr. D. Robert Greif y Dr. D. Rafael Castro Delgado como Directores⁽¹⁾ de la Tesis Doctoral titulada “Realidad virtual y aprendizaje combinado en la enseñanza de la reanimación cardiopulmonar: efectividad, aceptación y retención en adolescentes, universitarios y personas mayores” realizada por Dña. Ana Belén Ocampo Cervantes en el Programa de Doctorado de ciencias de la salud, **autoriza su presentación a trámite** dado que reúne las condiciones necesarias para su defensa.

Lo que firmo, para dar cumplimiento al Real Decreto 99/2011 de 28 de enero, en Murcia a 29 de enero de 2026.

Dr. D. Manuel Pardo Ríos

Dr. D. Robert Greif

Dr. D. Rafael Castro Delgado

RESUMEN

Introducción: La parada cardiaca extrahospitalaria constituye un desafío crítico de salud pública a nivel mundial por su elevada incidencia y mortalidad. La Realidad Virtual surge como una herramienta complementaria que ofrece nuevas oportunidades para optimizar el entrenamiento mediante entornos seguros, repetibles y emocionalmente motivadores

Objetivo: Evaluar la eficiencia educativa de la Realidad Virtual integrada en un modelo de aprendizaje mixto (*blended learning*) en comparación con el método de enseñanza clásico, en la adquisición y retención de competencias de Soporte Vital Básico, analizando su impacto en la autoeficacia, la usabilidad y la estabilidad del conocimiento a largo plazo en diversos grupos poblacionales

Metodología: La presente tesis es un compendio de publicaciones indexadas en el Journal Citation Report (JCR). Se compone de 3 artículos científicos indexados en JCR en el cuartil Q2.

Resultados: La Realidad Virtual bajo la metodología de *blended learning* demostró una mayor retención a largo plazo de los conocimientos y habilidades en RCP básica y DEA frente al método clásico; una satisfacción elevada y aceptación tecnológica óptima y un aumento significativo de la autoeficacia y la usabilidad transgeneracional.

Conclusiones: La integración de la Realidad Virtual en un modelo de aprendizaje mixto (*blended learning*) constituye una estrategia de alta eficiencia educativa que supera al método de enseñanza clásico en la adquisición de conocimientos teóricos. El uso de la Realidad Virtual dentro de un enfoque híbrido se consolida como una estrategia educativa de alta usabilidad y aceptación transgeneracional, logrando niveles de retención de conocimientos superiores al método teórico clásico.

PALABRAS CLAVE

Reanimación cardiopulmonar, Realidad virtual, Autoeficacia , Aprendizaje inmersivo, Soporte Vital Básico, Usabilidad , Aprendizaje mixto, Métodos de enseñanza.

ABSTRACT

Introduction: Out-of-hospital cardiac arrest represents a critical public health challenge worldwide due to its high incidence and mortality rates. Virtual Reality (VR) emerges as a complementary tool that offers new opportunities to optimize training through safe, repeatable, and emotionally motivating environments.

Objective: To evaluate the educational efficiency of Virtual Reality integrated into a blended learning model compared to the classical teaching method in the acquisition and retention of Basic Life Support competencies, analyzing its impact on self-efficacy, usability, and long-term knowledge stability across diverse population groups.

Methodology: This thesis is a compendium of publications indexed in the Journal Citation Report (JCR). It consists of 3 scientific articles indexed in JCR within the second quartile (Q2).

Results: Virtual Reality under the blended learning methodology demonstrated greater long-term retention of both knowledge and skills in basic CPR and AED compared to the classical; high satisfaction and optimal technological acceptance; and a significant increase in self-efficacy and transgenerational usability.

Conclusions: The integration of Virtual Reality (VR) into a blended learning model constitutes a highly efficient educational strategy that surpasses the classical teaching method in the acquisition of theoretical knowledge. The use of Virtual Reality within a hybrid approach is consolidated as an educational strategy with high usability and transgenerational acceptance, achieving knowledge retention levels superior to the classical theoretical method.

KEYWORDS

Cardiopulmonary resuscitation, Virtual reality, Self-efficacy, Immersive learning, Basic Life Support, Usability, Blended Learning, Teaching methods.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero expresar mi más profunda y sincera gratitud a mi director de tesis, **Manuel**. Gracias por tu respaldo incondicional a lo largo de todo este proceso y, sobre todo, por haber creído en mí. Tu compromiso ha sido el regalo más valioso de este camino; has sido mucho más que un director: has sido un guía, un mentor y la figura clave a la que acudir en los momentos de mayor incertidumbre. Gracias por tus consejos siempre acertados, por tu paciencia infinita y por esa capacidad única de empujarme a dar lo mejor de mí con entusiasmo y comprensión. Este camino ha sido largo y exigente, pero recorrerlo bajo tu dirección ha sido un auténtico privilegio y un aprendizaje que llevaré conmigo siempre. Gracias, Manuel, por estar a mi lado en cada paso de esta travesía académica y personal.

A mis tutores de tesis, **Rafa y Robert**. Gracias por vuestra generosidad al compartir vuestra sabiduría y por ser grandes referentes en el ámbito científico. Vuestros consejos han sido fundamentales para dar forma a este trabajo, y vuestra visión crítica y experta ha enriquecido cada página de esta tesis. Gracias por vuestro tiempo, por vuestra cercanía y por enseñarme que el rigor y la excelencia se construyen con dedicación y grandes referentes a los que seguir.

A mi familia, especialmente a **mis padres y a mi hermana**. Sin vosotros, nada de esto habría sido posible. Gracias por vuestra confianza ciega en mi capacidad, incluso cuando yo misma dudaba. Gracias por acompañarme en todas las etapas de mi vida, celebrando mis éxitos y sosteniéndome en los momentos de flaqueza. Vuestro amor incondicional y vuestro sacrificio son los cimientos sobre los que se construye esta tesis. Sois mi motor y mi mayor orgullo; este logro es tanto vuestro como mío.

A **Santi**, por ser mi refugio y mi mayor apoyo. Gracias por tu amor incondicional y por involucrarte en este proyecto como si fuese tuyo, estando presente en cada parte de este proceso. Gracias por haber creído en mí por encima de todo, por tu fe inquebrantable en mis posibilidades y por ser la persona que siempre, sin dudarle un segundo, ha sabido ver de lo que soy capaz. Un trocito de esta tesis es suyo, porque has estado en el día a día, dándome la fuerza necesaria para seguir adelante cuando el camino se hacía cuesta arriba. Gracias por caminar a mi lado.

A todos mis compañeros del **equipo de investigación (Carmen, Dani, Alex, Javi, Alberto, Andrés, Lucía, Cristina, Belén, Miriam...)**. Gracias por haber creado un ambiente tan sano, bonito y enriquecedor. En este mundo académico y de investigación, vuestra cooperación, ayuda y alegría han sido fundamentales, especialmente porque nada de esto hubiera sido posible sin vuestras largas jornadas de recogida de datos. Gracias por compartir conocimientos, pero sobre todo por compartir vuestro apoyo incondicional; ha sido un placer formar y seguir formado parte de este equipo.

A mis amigos y a mis compañeros de trabajo, quienes han sido el soporte fundamental fuera del ámbito puramente académico. A mis amigos de siempre, gracias por ser el desahogo necesario; vuestra lealtad ha sido mi vitamina. De igual manera, quiero agradecer a mis compañeros de trabajo por su flexibilidad, por su ánimo diario y por haber hecho posible la conciliación entre mi labor profesional y esta investigación. Gracias por los cafés compartidos, por cubrirme en los momentos críticos y por celebrar cada pequeño avance como si fuera vuestro. Sin vuestra comprensión y compañerismo, el peso de este proceso habría sido infinitamente más difícil de llevar.

Mi gratitud a la Enfermería y a **Florence Nightingale**, por enseñarnos que cuidar es investigar y que el rigor científico es el pilar de nuestra profesión. Su legado, junto al de tantas científicas pioneras, me ha permitido estar hoy aquí, demostrando que la ciencia nace de la determinación. Asimismo, rindo homenaje a las madres y abuelas que, sin ser científicas, sacrificaron sus propias aspiraciones para que nosotras pudiéramos soñar. Esta tesis es un tributo a su lucha invisible y a esa semilla de libertad que hoy florece en mi carrera.

A todas aquellas personas que, de una forma u otra, han aportado su granito de arena para que este sueño se hiciera realidad. Gracias a todos.

"Lo que importa no es lo que nos haga el destino sino lo que nosotros hagamos con él". Florence Nightingale (1820-1910).

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	7
I - INTRODUCCIÓN	25
1.1 La parada cardiorrespiratoria extrahospitalaria.....	25
1.1.1 Epidemiología e Incidencia de la PCEH.....	25
1.1.2 Supervivencia tras una PCR Extrahospitalaria (PCR-EH).....	26
1.1.3 Cadena de supervivencia.....	28
1.1.4. Prevención de la Parada Cardiorrespiratoria	29
1.1.4.1. Identificación de Causas y Grupos de Riesgo.	30
1.1.4.2. Reconocimiento de Síntomas Prodrómicos:.....	30
1.1.4.3. Prevención Secundaria y Cribado Familia	30
1.1.4.4. Medidas en Entornos y Situaciones Específicas	31
1.1.5 El Papel del Reanimador Lego y Barreras para no realizar RCP	31
1.1.5.1. Barreras Técnicas y de Conocimiento	31
1.1.5.2. Barreras de Género y Sesgos Psicológicos.....	32
1.1.5.3. Barreras Socioeconómicas y Étnicas.....	32
1.1.5.4. Barreras Contextuales y Geográficas	33
1.1.5.5. Barreras Legales y de Seguridad	33
1.2 Paradigma Educativo en RCP: Métodos, Población y Nuevas Tecnologías	33
1.2.1 Perspectiva transgeneracional de la formación en RCP.....	34
1.2.1.1. Adolescentes y el Ámbito Escolar	34
1.2.1.2. Estudiantes Universitarios de Ciencias de la Salud.....	36
1.2.1.3. Población mayor.....	37

1.2.2 Evolución Pedagógica: Del Método Tradicional a la Realidad Virtual	37
1.2.3. Aprendizaje Mixto (Blended Learning): El Enfoque Híbrido en la formación en RCP	38
1.2.3.1. La Realidad Virtual y la Gamificación en el Aprendizaje Mixto (Blended Learning)	39
1.2.3.2. El Rol de las Redes Sociales en el Blended Learning	40
II - JUSTIFICACIÓN	45
III - OBJETIVOS	49
IV - ESTUDIO I	53
V - ESTUDIO II	63
VI - ESTUDIO III	75
VII - DISCUSIÓN	86
VIII - CONCLUSIONES	93
8.1. CONCLUSIÓN GENERAL	93
8.2. CONCLUSIÓN ESTUDIO I	93
8.3. CONCLUSIÓN ESTUDIO II	94
8.4. CONCLUSIÓN ESTUDIO III	94
IX- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
X - ANEXOS	105

SIGLAS Y ABREVIATURAS

AHA, American Heart Association

CERCP, Consejo Español de Resucitación Cardiopulmonar

DEA, Desfibrilador Externo Automático

ERC, European Resuscitation Council

ILCOR, International Liaison Committee on Resuscitation

MSC, Muerte Súbita Cardíaca

OHSCAR, Out-Of-Hospital Spanish Cardiac Arrest Registry

OMS, Organización Mundial de la Salud

PCR, Parada Cardiorespiratoria

PCR-EH o PCEH, Parada Cardíaca Extrahospitalaria

PIB, Producto Interior Bruto

RA, Realidad Aumentada

RCE, Recuperación de la Circulación Espontánea

RCP, Resucitación Cardiopulmonar

RV, Realidad Virtual

SVA, Soporte Vital Avanzado

SVB, Soporte Vital Básico

ÍNDICE DE FIGURAS, DE TABLAS Y DE ANEXOS

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Eslabones de la cadena de supervivencia según las recomendaciones del <i>European Resuscitation Council</i> 2021 y 2025.	29
---	----

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. DOCUMENTO DE APROBACIÓN DE LOS ESTUDIOS POR EL COMITÉ DE ÉTICA DE LA UNIVERSIDAD SAN ANTONIO DE MURCIA.	105
ANEXO 2. CONSENTIMIENTO INFORMADO DE PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA EN LOS ESTUDIOS.....	107
ANEXO 3. DOCUMENTOS PARA LA RECOGIDA DE DATOS EN LOS ESTUDIOS.....	108
ANEXO 4. INVITACIÓN A EXPERTOS PARA EL DISEÑO DE UN ÁRBOL DE DECISIONES EN RCP BÁSICA Y DEA	109
ANEXO 5. ÁRBOL DE DECISIÓN EN RCP BÁSICA Y DEA PARA ADULTOS CON REPRESENTACIÓN VISUAL EN LA PLATAFORMA WONDA VR	115
ANEXO 6. ÁRBOL DE DECISIÓN EN RCP BÁSICA Y DEA PARA NIÑOS CON REPRESENTACIÓN VISUAL EN LA PLATAFORMA WONDA VR.....	116

COMPENDIO DE PUBLICACIONES

A continuación, se presentan las citas completas de las cuatro publicaciones que constituyen esta tesis doctoral por compendio de artículos.

ARTÍCULO I

Autores: Ana Belen Ocampo Cervantes, Carmen Amalia López López, Robert Greif, Federico Semeraro, Manuel Pardo Rios, Nino Fijac̃ko.

Título: *“Acceptance and feasibility of virtual reality for teaching adult basic life support in older populations”*

Fecha de Publicación: Septiembre 2025

Revista: Resuscitation Plus

ISSN: 2666-5204

Ranking: Q2

Journal Impact Factor: 2,4

Categoría

Emergency Medicine

ARTÍCULO II

Autores: Ana Belen Ocampo Cervantes, Carmen Amalia López López, Cristina Cerezo Espinosa, Robert Greif, Manuel Pardo Rios, Daniel Guillén Martínez

Título: *“Virtual reality versus theoretical training in CPR among adolescents: a randomized trial with a one-year longitudinal follow-up”*

Fecha de Publicación: Noviembre 2025

Revista: Resuscitation Plus

ISSN: 2666-5204

Ranking: Q2

Journal Impact Factor: 2,4

Categoría

Emergency Medicine

ARTÍCULO III

Autores: Ana Belen Ocampo Cervantes, Robert Greif, Rafael Castro Delgado, Carmen Amalia López López, Eduardo Carrión García y Manuel Pardo Ríos.

Título: *“Aprendizaje combinado frente a realidad virtual y métodos tradicionales en la formación en reanimación cardiopulmonar: un ensayo aleatorizado en estudiantes universitarios”*

Fecha de Publicación: Septiembre	2025
Revista: Atención Primaria	ISSN: 1578-1275
Ranking: Q2	Journal Impact Factor: 1,6
Categoría	Medicine, General and Internal

I – INTRODUCCIÓN

I - INTRODUCCIÓN

1.1 LA PARADA CARDIORRESPIRATORIA EXTRAHOSPITALARIA

La parada cardiorrespiratoria extrahospitalaria (PCR-EH o PCEH) constituye un desafío crítico de salud pública a nivel mundial por su elevada incidencia y mortalidad. Se define clínicamente como la interrupción súbita e inesperada de la circulación espontánea pero potencialmente reversible de la actividad mecánica del corazón fuera del entorno hospitalario, representando una de las emergencias médicas de mayor prioridad a nivel global (1,2). De esta forma requiere de intervención inmediata para garantizar la supervivencia y la calidad de vida del individuo (3-5).

En este contexto, el primer interviniente es una pieza clave, su intervención constituye un factor determinante en la supervivencia y recuperación de la víctima. El inicio temprano de las maniobras de reanimación se trata de un pilar fundamental para mitigar el daño, optimizar el pronóstico neurológico y elevar la supervivencia. A pesar de esta evidencia, las tasas de inicio de reanimación por parte de ciudadanos legos siguen siendo alarmantemente insuficientes (3-5).

1.1.1 Epidemiología e Incidencia de la PCEH

La PCEH supone una incidencia global promedio de aproximadamente 55 casos por cada 100.000 personas al año en todo el mundo (6). Sin embargo, esta cifra presenta una alta variabilidad geográfica y metodológica. En el continente europeo, la incidencia de PCEH varía significativamente entre 67 y 170 casos por cada 100.000 habitantes/año en función de la región estudiada, aunque la media tratada por servicios de emergencia se mantiene cercana a los 55,7 por cada 100.000 habitantes (7-10).

En el contexto específico de España, los datos más recientes del Registro Español de Parada Cardíaca Extrahospitalaria (OHSCAR) y el Consejo Español de Resucitación Cardiopulmonar (CERCP) sitúan la incidencia media en 24,8 casos por cada 100.000 habitantes, una cifra inferior a la media europea que podría estar

vinculada a factores de registro y variabilidad en la respuesta de los sistemas de emergencia regionales (11)

Por su parte, la American Heart Association (AHA) reporta para 2025 una incidencia notablemente mayor en los Estados Unidos, alcanzando los 378,7 casos por cada 100.000 habitantes, lo que representa aproximadamente 263.711 casos anuales no traumáticos tratados por el Servicio de Emergencias Médicas (SEM) (1).

1.1.2 Supervivencia tras una PCR Extrahospitalaria (PCR-EH)

La supervivencia tras una PCR-EH presenta una variabilidad internacional considerable, situándose el promedio en Europa en un 7,5%, con rangos que oscilan entre el 3,1% y el 35% según el país (2,12-16).

Un indicador clave de éxito es el "grupo Utstein" (paradas presenciadas con ritmo inicial desfibrilable), donde la supervivencia media en Europa se eleva al 30%, alcanzando incluso más del 40% en países como Noruega, Dinamarca y los Países Bajos(1-3, 15). Sin embargo, existen diversos factores que determinan las probabilidades de supervivencia y recuperación funcional del paciente (12-16):

- **Factores del evento:** Las paradas que ocurren en lugares públicos tienen una supervivencia mucho mayor (21,1%) en comparación con las ocurridas en domicilios (8,9%). Asimismo, el hecho de que la parada sea presenciada y que los testigos inicien la RCP de inmediato eleva la supervivencia al 13% frente al 7,6% en casos no presenciados.

- **Reanimador lego:** En Europa, la tasa media de RCP iniciada por estos reanimadores es del 58%, aunque existe una variabilidad regional extrema que oscila entre el 13% y el 82%. Asimismo, el uso de un desfibrilador externo automatizado (DEA) por parte de testigos antes de la llegada de los servicios de emergencia sigue siendo muy dispar, con rangos que van del 2,6% al 59% en diferentes países europeos.

- **Ritmo inicial:** La presencia de un ritmo desfibrilable (fibrilación ventricular o taquicardia ventricular sin pulso) es uno de los factores de pronóstico más importantes. En adultos, aproximadamente el 20% de las paradas cardíacas extrahospitalarias tratadas presentan un ritmo inicial desfibrilable.

- Características del paciente: La edad avanzada, el género femenino (Las mujeres reciben un 27% menos de RCP por parte de testigos en comparación con los hombres) y la presencia de comorbilidades influyen negativamente.

- Organización del sistema: El tiempo de respuesta de los servicios de emergencia, la disponibilidad de centros de parada cardiaca y la calidad de los cuidados posresucitación (como la intervención coronaria percutánea) son determinantes críticos.

- Disparidad geográfica: Los tiempos de respuesta son significativamente más largos en áreas rurales y remotas, lo que reduce drásticamente las probabilidades de recuperación de la circulación espontánea y de supervivencia (17).

- Disparidades socioeconómicas: Las áreas rurales presentan hasta un 50% menos de probabilidades de supervivencia que las zonas metropolitanas. Además, grupos étnicos minoritarios y personas de bajo nivel socioeconómico suelen recibir menos intervenciones por testigos y presentan peores resultados.

Sin embargo, sobrevivir al evento es solo el primer paso, ya que el impacto en la calidad de vida post-PCR es significativo. En aquellos países europeos donde se practica la retirada del soporte vital, menos del 10% de los supervivientes presentan secuelas neurológicas graves (18-20).

En general la mayoría de supervivientes ante un evento de PCR va a precisar seguimiento al alta por un equipo multidisciplinar y por varios motivos(18-20):

- Deterioro neurocognitivo: Es la secuela más frecuente, afectando hasta al 50% de los supervivientes a largo plazo, manifestándose generalmente de forma leve a moderada.

- Limitaciones funcionales: Aproximadamente el 50% de los supervivientes experimentan dificultades en sus roles laborales y actividades cotidianas debido a limitaciones físicas, y un 35% debido a problemas emocionales.

- Salud mental: Son comunes la fatiga, la ansiedad, la depresión y el trastorno de estrés postraumático, tanto en el paciente como en sus familiares y testigos.

- Necesidades de rehabilitación: Uno de cada tres supervivientes recibe rehabilitación cardiaca, mientras que uno de cada diez recibe rehabilitación específica por lesión cerebral.

1.1.3 Cadena de supervivencia

El pronóstico de supervivencia y la recuperación funcional tras una PCEH dependen de la ejecución sistemática de acciones críticas bajo el concepto de "cadena de supervivencia" (1,2). La cadena de supervivencia es el conjunto de acciones sucesivas y coordinadas que permiten aumentar la posibilidad de supervivencia de la persona en parada cardíaca. Este modelo conceptual postula que el factor más crítico para el éxito de la reanimación es el tiempo transcurrido hasta la atención inicial, donde cada eslabón interconectado potencia las probabilidades de recuperación si se ejecutan de manera precoz (1,2).

En las directrices del European Resuscitation Council (ERC) de 2025, el diseño de esta cadena se redefine en cuatro pilares fundamentales que introducen ajustes estratégicos destinados a simplificar la respuesta ciudadana y profesional (2):

- Prevención y reconocimiento temprano: Se traslada el foco hacia la identificación proactiva del deterioro clínico y los signos de alarma prodrómicos, con el objetivo de activar el sistema de respuesta antes de que se consuma la parada cardíaca.

- RCP (Reanimación Cardiopulmonar) y desfibrilación integradas: Supone la principal innovación técnica. Al fusionar ambos eslabones, el ERC enfatiza que la RCP de alta calidad y el uso del desfibrilador externo automático (DEA) son procesos inseparables. Esta integración busca reducir las interrupciones en las compresiones torácicas durante el análisis y carga del dispositivo.

- Soporte vital avanzado (SVA) y cuidados post-resucitación: Comprende las intervenciones especializadas dirigidas a la reversión de causas subyacentes y el mantenimiento de la estabilidad hemodinámica una vez recuperada la circulación espontánea (RCE).

- Recuperación y calidad de vida: Este eslabón consolida la visión del proceso asistencial a largo plazo, integrando la rehabilitación física, el apoyo neuropsicológico y la evaluación de la calidad de vida post-evento.



Figura 1. Eslabones de la cadena de supervivencia según las recomendaciones del European Resuscitation Council 2021 y 2025. (2, 7).

El ERC 2025 se desmarca al proponer una integración técnica de la RCP y la desfibrilación, basándose en la evidencia de que el reanimador lego percibe ambas acciones como un único bloque. Por el contrario, la AHA 2025 mantiene una estructura de seis eslabones donde la desfibrilación conserva su identidad propia (1, 21). No obstante, existe un consenso universal en los parámetros de calidad: profundidad de 5-6 cm y frecuencia de 100-120 lpm, minimizando las pausas, así como un inicio precoz de RCP antes de los 4 minutos del inicio de la PCR y desfibrilación temprana, antes de los 5 minutos (1,2).

1.1.4. Prevención de la Parada Cardiorrespiratoria

La prevención de la parada cardíaca extrahospitalaria (PCR-EH) en el adulto ha adquirido un protagonismo renovado en las guías internacionales de 2025. Mientras que el ERC ha trasladado el concepto de prevención al encabezado del

primer eslabón de su cadena de supervivencia para resaltar su importancia crítica, la AHA reconoce su valor fundamental (1-2).

La evidencia más reciente subraya que la reducción de la mortalidad no solo depende de la respuesta ante el evento, sino de estrategias preventivas. En el entorno extrahospitalario, la prevención debe focalizarse en la identificación de signos de alarma, grupos de riesgo, reconocimiento de síntomas, así como prevención secundaria (cribado familiar) y medidas específicas en diferentes entornos (2).

A continuación, se detallan los pilares de la prevención en el adulto (1,2):

1.1.4.1. Identificación de Causas y Grupos de Riesgo. Las estrategias preventivas varían significativamente según la edad del paciente:

- **Mayores de 50 años:** La enfermedad coronaria es la causa del 80% de los casos de muerte súbita cardíaca (MSC). La prevención aquí se centra en el manejo de los factores de riesgo cardiovascular clásicos.

- **Adultos jóvenes:** En la población joven predominan las miocardiopatías estructurales y las arritmias genéticas. Las causas suelen ser miocardiopatías hereditarias (hipertrófica, dilatada), cardiopatías congénitas o miocarditis. En este grupo, la estratificación del riesgo permite aplicar tratamientos preventivos eficaces.

1.1.4.2. Reconocimiento de Síntomas Prodrómicos: Un aspecto clave es no ignorar los signos de alerta que a menudo preceden al evento, incluso en personas aparentemente sanas. Se recomienda investigar activamente el síncope, especialmente si ocurre durante el ejercicio o en posición sentada o supina y otros síntomas como el dolor torácico, palpitaciones, mareos o disnea súbita compatibles con isquemia o arritmias.

1.1.4.3. Prevención Secundaria y Cribado Familia: Cuando ocurre una muerte súbita inexplicada, la prevención se traslada a los familiares:

- **Autopsia Molecular:** En el 25% de los casos de MSC en menores de 50 años se identifica una variante genética patogénica.

- **Cribado de familiares:** Se recomienda la evaluación sistemática de los familiares de primer grado en centros especializados para prevenir futuros eventos en la familia. El ERC recomienda realizar estas autopsias y análisis genéticos en todas las víctimas inesperadas menores de 50 años.

1.1.4.4. Medidas en Entornos y Situaciones Específicas

- Prevención de sobredosis: La AHA enfatiza la distribución pública de naloxona y el entrenamiento de reanimadores legos para administrarla ante la sospecha de sobredosis por opioides, evitando así la progresión a parada respiratoria y cardiaca.
- Instalaciones deportivas: Los gimnasios y centros deportivos deben realizar evaluaciones de riesgos y tener estrategias claras para reducir la probabilidad de MSC.
- Anafilaxia: El tratamiento precoz con adrenalina intramuscular (0,5 mg) ante los primeros síntomas de compromiso respiratorio o circulatorio es la medida preventiva más eficaz en estos casos

1.1.5 El Papel del Reanimador Lego y Barreras para no realizar RCP.

El papel del ciudadano es el eslabón más crítico para la supervivencia en PCREH. En las Guías 2025 de la AHA, se ha adoptado formalmente el término "reanimador lego" (lay rescuer) en lugar de "transeúnte" o "testigo", con el fin de fomentar una actitud proactiva y clarificar que su función no es solo presenciar, sino actuar decididamente. Por su parte, el ERC utiliza los términos reanimadores legos o primeros intervinientes comunitarios, integrándolos como piezas fundamentales de los "Sistemas que Salvan Vidas" (1,2, 7,21).

A pesar de la importancia de su intervención, la disposición para actuar se ve limitada por barreras significativas. Las Guías 2025 del ERC y la AHA identifican una red compleja de barreras que impiden que los testigos o reanimadores legos intervengan ante una parada cardiaca. Estas barreras no son solo técnicas, sino que están profundamente influenciadas por factores psicológicos, sociales, geográficos y económicos (1,2).

1.1.5.1. Barreras Técnicas y de Conocimiento

- **Falta de conocimientos técnicos**: Es la barrera principal, reportada por el 29,9% de los ciudadanos, quienes a menudo desconocen las acciones específicas requeridas a pesar de tener una noción general de la RCP.

- **Acceso a la formación:** El estatus educativo bajo y la pertenencia a grupos marginados actúan como barreras para participar en entrenamientos de RCP y manejo de DEA.

- **Uso de la tecnología:** En entornos de bajos recursos, el coste y la falta de información sobre centros de formación limitan el acceso a la capacitación técnica.

1.1.5.2. Barreras de Género y Sesgos Psicológicos

- **Disparidades de género:** Tanto el ERC como la AHA resaltan que las mujeres tienen un 27% menos de probabilidades de recibir RCP por parte de testigos en comparación con los hombres. Esto se debe a conceptos erróneos sobre posibles lesiones y al miedo de los reanimadores a ser acusados de contacto inapropiado al exponer el tórax femenino.

- **Impacto psicológico en el reanimador:** El impacto emocional de intervenir puede ser severo, especialmente en reanimadores jóvenes, mujeres o personas sin entrenamiento previo.

1.1.5.3. Barreras Socioeconómicas y Étnicas

- **Disparidades raciales:** En Estados Unidos, los residentes de barrios negros e hispanos tienen menos probabilidades de estar capacitados o de recibir RCP en comparación con los barrios de población blanca. Las tasas de supervivencia en grupos históricamente marginados (afroamericanos hispanos y asiáticos) son significativamente peores.

- **Nivel de ingresos:** Existe una correlación directa entre el Producto Interior Bruto (PIB) per cápita de un país y las tasas de RCP iniciada por testigos. Las áreas socialmente desfavorecidas tienen una menor probabilidad de recibir ayuda comunitaria.

- **Barreras lingüísticas:** Las comunidades lingüísticamente aisladas enfrentan dificultades críticas para comunicarse con los centros coordinadores y recibir instrucciones telefónicas.

1.1.5.4. Barreras Contextuales y Geográficas

- **Ubicación del evento:** Las paradas cardiacas en domicilios privados presentan tasas mucho menores de RCP por testigos que las ocurridas en lugares públicos.

- **Brecha rural-urbana:** Las probabilidades de supervivencia en áreas rurales son un 50% menores que en áreas metropolitanas, debido en parte a tiempos de respuesta más largos y menor densidad de DEAs públicos.

- **Pandemias (COVID-19):** La disposición del ciudadano para actuar se vio comprometida por el riesgo de contagio, actuando como un inhibidor psicológico y técnico. La tasa de RCP por transeúntes disminuyó de forma proporcional a la incidencia del virus. Como medida de mitigación de riesgo, aumentó la prevalencia de la RCP solo con compresiones, evitando las ventilaciones de rescate por miedo a la transmisión aérea

1.1.5.5. Barreras Legales y de Seguridad

- **Miedo a consecuencias legales:** Muchos ciudadanos temen responsabilidades legales derivadas de su intervención.

- **Seguridad personal:** El miedo a infecciones o riesgos ambientales (como en casos de intoxicación por agentes químicos) detiene a los intervinientes, especialmente en maniobras de ventilación boca a boca.

1.2 PARADIGMA EDUCATIVO EN RCP: MÉTODOS, POBLACIÓN Y NUEVAS TECNOLOGÍAS

Las Guías del ERC y de la AHA históricamente han ido incrementando la importancia de la formación del reanimador lego. Recientemente, en las últimas recomendaciones publicadas en 2025 introducen innovaciones pedagógicas basadas en la "eficiencia educativa" de la Fórmula de Utstein, que se basan en (1,2):

- **Dispositivos de retroalimentación (Feedback):** Se recomienda el uso de dispositivos que proporcionen datos objetivos en tiempo real sobre la profundidad y frecuencia de las compresiones durante el entrenamiento, ya que la observación visual por instructores ha demostrado ser poco fiable.

- **Aprendizaje espaciado y gamificación:** En lugar de una única sesión larga, se promueven sesiones breves y repetitivas para mejorar la retención de habilidades. El uso de elementos de juego (gamificación), como sistemas de puntos y tablas de clasificación, busca aumentar el compromiso del alumno.
- **Tecnologías emergentes:** Se sugiere el uso de Realidad Aumentada (RA) para proporcionar retroalimentación visual durante la práctica. Respecto a la Realidad Virtual (RV), aunque es útil para adquirir conocimientos teóricos, las fuentes advierten que no debe usarse como único método para enseñar habilidades técnicas de compresión, ya que puede derivar en una técnica deficiente.
- **"Los Niños Salvan Vidas" (Kids Save Lives):** El ERC recomienda iniciar la formación en RCP desde la educación infantil temprana (4-6 años) con un enfoque lúdico de "Comprobar-Llamar-Comprimir", progresando hacia la formación técnica completa entre los 10 y 12 años.
- **Práctica deliberada de ciclo rápido:** Esta técnica consiste en realizar ciclos cortos de práctica seguidos de retroalimentación inmediata hasta alcanzar la maestría de la habilidad, demostrando una adquisición de competencias más rápida en profesionales y legos.

1.2.1 Perspectiva transgeneracional de la formación en RCP

1.2.1.1. Adolescentes y el Ámbito Escolar

La integración de la enseñanza de la Reanimación Cardiopulmonar (RCP) en el currículo escolar representa una de las estrategias de salud pública con mayor impacto potencial en la supervivencia global tras una parada cardíaca extrahospitalaria (PCEH). La Organización Mundial de la Salud (OMS), a través de la declaración "Kids Save Lives", establece que los centros educativos son un lugar estratégico para la formación de ciudadanos capacitados en reanimación cardiopulmonar (22,23). Además, se activa un "efecto multiplicador" donde los menores transfieren sus conocimientos a su entorno familiar y social, ampliando exponencialmente la red de potenciales reanimadores (22, 24).

Las recomendaciones internacionales de 2025, publicadas por el European Resuscitation Council (ERC) y la American Heart Association (AHA), convergen en la necesidad de iniciar esta formación de manera temprana (1, 2, 25). El modelo pedagógico ha evolucionado hacia una educación integral basada en la "fórmula de la supervivencia" de Utstein, donde la educación eficiente es tan crítica como la calidad técnica (1, 3).

El documento específico de Educación del ERC 2025 enfatiza que la formación escolar debe ser obligatoria por ley y sistemática. Se postula que, si bien la capacidad física para realizar compresiones torácicas con profundidad óptima suele alcanzarse al final de la pubertad, los niños desde los 4 o 5 años pueden comprender conceptos fundamentales (23,25). Un aspecto clave de las nuevas directrices es el fomento de una "cultura de la resucitación" desde la infancia, utilizando la escuela para normalizar el auxilio y reducir el estigma o el miedo al error (25).

La eficacia de la educación en RCP en escolares depende de la metodología de entrega. Las directrices actuales sugieren una transición hacia modelos de "microaprendizaje" y formación recurrente, adaptando los contenidos al desarrollo físico y cognitivo para mejorar la autoeficacia y la disposición a actuar del alumno (26, 27).

En este sentido, las guías del ERC y la AHA 2025 promueven activamente el uso de metodologías híbridas o *blended learning* para proporcionar mayor flexibilidad y accesibilidad (1,2, 25). Este modelo utiliza plataformas digitales para la enseñanza teórica y el desarrollo de la conciencia situacional, habiéndose demostrado que el aprendizaje virtual y a distancia es al menos tan efectivo como el entrenamiento presencial para la adquisición de conocimientos (28, 29). Como complemento, se recomienda integrar aplicaciones móviles y redes sociales para fomentar el aprendizaje asincrónico a través de contenidos interactivos y vídeos cortos, adaptándose a los entornos digitales habituales de los jóvenes (25).

Dentro de este ecosistema tecnológico, la realidad virtual (RV) permite a los alumnos interactuar con escenarios complejos y realistas en un entorno seguro, facilitando el desarrollo de habilidades técnicas y no técnicas. No obstante, debido a que la evidencia muestra resultados mixtos, las fuentes subrayan que la RV no debe emplearse como el único método de instrucción, sino como un complemento a otros formatos de entrenamiento (30- 32).

Aunque la gamificación se considera un componente valioso para mejorar el conocimiento y la actitud de los alumnos, la ERC 2025 establece que el enfoque principal debe seguir siendo el inicio precoz del entrenamiento (entre los 4 y 6 años) y su repetición anual (25-27). Esta combinación de tecnología y práctica recurrente es la que garantiza la competencia técnica y la confianza necesaria para intervenir en una situación real.

En definitiva, la formación en RCP escolar ha trascendido para convertirse en una competencia cívica. Las metodologías activas, el soporte en redes sociales y la simulación virtual avanzada son los pilares que permiten transformar las escuelas en centros de vida, asegurando una formación eficiente y accesible para todos los estudiantes (1, 24,25).

1.2.1.2. Estudiantes Universitarios de Ciencias de la Salud

La transición desde la formación escolar hacia la educación superior representa una oportunidad crítica para consolidar las competencias en resucitación, especialmente en aquellos individuos que formarán parte del sistema sanitario. La formación en Soporte Vital Básico (SVB) y Avanzado (SVA) debe ser obligatoria y estar acreditada para todos los estudiantes de ciencias de la salud, ya que estos futuros profesionales estarán en contacto regular con pacientes con alto riesgo de parada cardíaca (1, 2). El Consejo Europeo de Resucitación (ERC) subraya la importancia de integrar estas competencias de forma transversal en los planes de estudio universitarios, adaptando el nivel de instrucción a las responsabilidades clínicas que el alumno asumirá en su futuro entorno laboral (25).

Un aspecto pedagógico innovador en este grupo es su rol como docentes y multiplicadores. Se ha demostrado que los estudiantes de ciencias de la salud alcanzan resultados educativos comparables a los de los profesionales sanitarios cuando enseñan resucitación a escolares (24). Este enfoque no solo optimiza los recursos docentes de la comunidad, sino que produce un beneficio bidireccional: el proceso de enseñar a otros mejora significativamente la retención del conocimiento y las habilidades prácticas de los propios estudiantes universitarios (22, 23). Además, se recomienda que esta formación incluya no solo habilidades técnicas,

sino también competencias de trabajo en equipo, liderazgo y comunicación estructurada, esenciales para la seguridad del paciente en el entorno hospitalario real (25, 33).

1.2.1.3. Población mayor

La formación en resucitación orientada a la población mayor es de vital importancia dada la realidad epidemiológica de la parada cardiaca. La edad media de las víctimas de parada cardiaca extrahospitalaria se sitúa en los 67 ± 17 años, siendo la enfermedad coronaria la etiología predominante en este grupo (1, 2). A pesar de ser la población con mayor probabilidad de sufrir un evento o de ser testigos de uno en sus cónyuges, el acceso de los adultos mayores a programas de entrenamiento formal es frecuentemente limitado (25).

Para abordar esta brecha, las guías sugieren utilizar estrategias de "efecto multiplicador" a través de las generaciones más jóvenes. Los programas escolares (como KIDS SAVE LIVES) motivan a los niños a entrenar a sus familiares; estudios demuestran que este método es capaz de alcanzar eficazmente a segmentos de la población que superan los 50 años (22, 24). Aunque existe escasa evidencia sobre cursos diseñados exclusivamente para personas con discapacidades o edad avanzada, el ILCOR recomienda que la instrucción sea adaptativa e individualizada, abordando posibles limitaciones físicas o sensoriales y centrándose en el reconocimiento precoz (25, 34).

1.2.2 Evolución Pedagógica: Del Método Tradicional a la Realidad Virtual

Una vez determinada la importancia de la formación, ahora el resto es seleccionar el sistema pedagógico que genere mejor aprendizaje, más operativo (más formación y menos información), más realista, en menor tiempo, más duradero y con menor coste. El modelo clásico o tradicional presenta desafíos logísticos y una eficacia variable en la retención de habilidades a largo plazo (1-3). Además, a menudo no logra generar el compromiso emocional necesario para preparar al reanimador ante el estrés de una emergencia real.

La Realidad Virtual (RV) representa un cambio de paradigma al ofrecer entornos inmersivos de alta fidelidad. Permite una simulación controlada pero

emocionalmente atractiva, favoreciendo el "aprendizaje situado". El sentido de "presencia virtual" influye en la codificación emocional, lo que mejora la estabilidad de la habilidad adquirida en situaciones de alto estrés y aumenta la autoeficacia del alumno (32, 35).

Las tecnologías inmersivas, incluyendo la RV, han mostrado resultados variables en el entrenamiento de habilidades de reanimación cardiopulmonar. Específicamente, la evidencia respecto a la RV es mixta, y algunos estudios sugieren que los resultados de aprendizaje pueden ser inferiores cuando se utiliza la RV como único método en comparación con otras formas de entrenamiento tradicional (30, 31).

Debido a esta variabilidad, la RV puede utilizarse para la enseñanza, pero enfatizan que no debe emplearse como el único método de instrucción, sino que se recomienda su integración dentro de un enfoque de aprendizaje combinado (*blended learning*) (25, 28).

En este sentido, en cuanto a sus ventajas metodológicas, la RV permite a los alumnos interactuar con escenarios complejos y realistas dentro de un entorno que es, a la vez, seguro y controlado. Esto facilita el desarrollo de habilidades tanto técnicas como no técnicas, como la toma de decisiones y la conciencia de la situación (30, 32).

Sin embargo, a pesar de su potencial para transformar la educación, existen obstáculos significativos como los costes del hardware, la fiabilidad del software, el acceso limitado y los niveles variables de competencia tecnológica de los usuarios (30, 31).

En definitiva, la realidad virtual como una herramienta complementaria valiosa pero que, por ahora, no sustituye la práctica física supervisada.

1.2.3. Aprendizaje Mixto (Blended Learning): El Enfoque Híbrido en la formación en RCP

La educación en resucitación ha experimentado una evolución crítica, impulsada por la necesidad de maximizar la "eficiencia educativa" (1, 2, 15). En este contexto, el aprendizaje mixto o *blended learning* (BL) se define como la integración

estratégica de recursos digitales y entornos virtuales con la enseñanza presencial y la práctica psicomotora física (25,28).

Esta metodología no solo representa una alternativa logística, sino un cambio pedagógico que permite una formación más flexible, accesible y personalizada, buscando maximizar las ventajas de ambos entornos mediante una sinergia pedagógica. En este sentido, el aprendizaje combinado ha mostrado ser eficaz para mejorar la retención del conocimiento, optimizar los tiempos formativos y, fundamentalmente, aumentar la motivación del estudiante (22,28,36,37). En comparación con la enseñanza clásica y/o tradicional (modelo teórico), el *blended learning* (modelo híbrido) muestra una efectividad superior o equivalente en la adquisición de competencias críticas (28,36).

El núcleo del *blended learning* se apoya frecuentemente en el enfoque de "aula invertida" (*flipped classroom*), el cual invierte el entorno de aprendizaje convencional (28,29). Bajo este esquema, los contenidos teóricos sobre soporte vital básico (SVB) y el uso de desfibriladores externos automáticos (DEA) se introducen fuera del aula mediante podcasts, vídeos en línea y recursos en entornos virtuales de aprendizaje (25,28,29). Esta fase digital no solo optimiza el tiempo presencial para la práctica deliberada, sino que fomenta la autonomía del alumno y permite un aprendizaje asincrónico adaptado al ritmo individual (23,37). Organismos internacionales como el ILCOR y la AHA reconocen que esta combinación de simulación y aprendizaje híbrido aporta beneficios claros en la adquisición de habilidades técnicas, la toma de decisiones y la autoconfianza (1, 22, 26, 38).

1.2.3.1. La Realidad Virtual y la Gamificación en el Aprendizaje Mixto (Blended Learning)

La innovación central del *blended learning* en RCP consiste en sustituir la clase teórica convencional por metodologías inmersivas y gamificadas para iniciar el proceso formativo (22, 26). Como señala Gorshkov (2024), el uso de la simulación mediante realidad virtual (RV) permite a los alumnos interactuar con escenarios complejos y realistas en un entorno seguro y controlado, facilitando el desarrollo de la conciencia situacional sin los riesgos asociados a una emergencia real (28,39).

Aunque la inclusión de estas herramientas innovadoras representa un enfoque poderoso para los escolares, su efectividad aún se subestima (23,37,40).

- Realidad Virtual (RV) y Aumentada (RA): Estas tecnologías permiten a los alumnos interactuar con escenarios complejos y de alta fidelidad en un entorno seguro y controlado (30, 41). El uso de RV y RA en la educación SVB produce una mejora en las habilidades comparable a la de los métodos de aula tradicionales (41). La RV no solo transmite datos; entrena al cerebro en la gestión del error y el reconocimiento de la situación en un entorno de gran realismo psicológico (39). No obstante, las guías del ERC 2025 y la AHA advierten que la RV es excelente para la transferencia de conocimientos teóricos, pero los resultados sobre la calidad física de la RCP son mixtos (25, 26, 41). Por ello, se establece que la RV no debe emplearse como el único método de instrucción, sino como un complemento inmersivo que preceda o acompañe a la práctica física con dispositivos de feedback (25,26).

- Gamificación: El uso de elementos de juego (sistemas de puntos, niveles y tablas de clasificación) actúa como un motor motivacional (22, 26, 28). Los "juegos serios" han demostrado ser tan eficaces en escolares como la enseñanza presencial dirigida por un instructor (40). La gamificación mejora el compromiso y la retención del conocimiento al convertir el aprendizaje en una experiencia intuitiva y atractiva, mejorando el conocimiento y las actitudes, especialmente en lo que respecta al trabajo en equipo y la resolución de problemas bajo presión (26,40).

1.2.3.2. El Rol de las Redes Sociales en el Blended Learning

En los últimos años, el uso de aplicaciones para teléfonos y las redes sociales para la educación en Soporte Vital Básico (SVB) ha experimentado un incremento significativo (42). Estas plataformas no son meros soportes informativos, sino catalizadores que permiten alcanzar a los escolares y nativos digitales en sus entornos habituales conforme a las recomendaciones del ILCOR (22). Las lecciones en video, integradas en estas redes, se utilizan actualmente para complementar o sustituir la transferencia teórica presencial, permitiendo una difusión masiva de conocimientos de resucitación (43).

Se sugiere la utilización estratégica de las redes sociales para involucrar, motivar y educar de forma continua, facilitando el aprendizaje espaciado y la retención del conocimiento mediante contenidos breves y atractivos (42). Estas

herramientas son particularmente valiosas cuando las limitaciones de tiempo o recursos impiden realizar sesiones formales dirigidas por un instructor, permitiendo que la educación en resucitación sea accesible y democrática (43). Los cursos de SVB y desfibrilación en modalidad combinada logran resultados comparables a los programas tradicionales (25, 28). Al trasladar la formación a un formato virtual y conectado, la tecnología transforma una lección pasiva en una actitud proactiva, elevando la disposición de la comunidad a actuar (42, 44).

El modelo de *blended learning* permite que la tecnología inmersiva fortalezca el reconocimiento situacional y los algoritmos de respuesta cognitiva, mientras que la simulación física presencial consolida la competencia psicomotora y la precisión técnica de las maniobras (28,36). El futuro de la educación en Soporte Vital Básico (SVB) reside en esta sinergia entre la tecnología inmersiva y la práctica deliberada, garantizando que cada reanimador posea no solo el conocimiento, sino la confianza necesaria para actuar y salvar vidas (40,41).

II – JUSTIFICACIÓN

II - JUSTIFICACIÓN

La parada cardiorrespiratoria extrahospitalaria (PCR-EH o PCEH) constituye una de las emergencias tiempo-dependientes con mayor impacto clínico y social. Su aparición súbita, fuera del entorno sanitario y con un margen de actuación muy limitado, convierte los primeros minutos en un periodo decisivo para el pronóstico vital y neurológico. En este contexto, la respuesta comunitaria adquiere un valor estratégico: la activación precoz del sistema de emergencias, el inicio inmediato de maniobras de reanimación y el uso temprano de desfibrilación cuando está disponible representan intervenciones de alto valor, potencialmente determinantes antes de la llegada de los servicios profesionales.

A pesar del consenso sobre la importancia del primer interviniente, persiste una brecha relevante entre lo que los sistemas recomiendan y lo que ocurre en la práctica cotidiana. La intervención de la ciudadanía continúa viéndose limitada por barreras de distinta naturaleza: insuficiente formación práctica, pérdida de habilidades con el tiempo, baja autoeficacia para actuar en situaciones de estrés, miedo a causar daño, dudas sobre el marco legal o dificultades para reconocer la gravedad del evento. Estas barreras son especialmente sensibles en colectivos específicos, por razones de desarrollo madurativo, rol profesional o condicionantes asociados a la edad, lo que refuerza la necesidad de diseñar estrategias educativas adaptadas a cada población.

Desde una perspectiva pedagógica, la formación tradicional en reanimación, centrada en sesiones presenciales puntuales y altamente dependientes del instructor, muestra limitaciones para garantizar aprendizaje duradero, entrenamiento recurrente y preparación emocional ante escenarios reales. En paralelo, la transformación digital de la educación sanitaria ha abierto la posibilidad de combinar formatos y recursos para optimizar la accesibilidad, la estandarización de contenidos y la práctica deliberada. En este marco, el aprendizaje mixto (blended learning) ofrece una vía especialmente pertinente: permite desplazar parte de la adquisición conceptual a entornos virtuales, liberar tiempo presencial para la práctica psicomotora con retroalimentación objetiva y

facilitar modelos de refuerzo periódico que favorezcan la retención y la transferencia de lo aprendido.

Dentro de estas metodologías, la realidad virtual (RV) se plantea como un recurso con potencial añadido para el entrenamiento: aporta exposición segura a situaciones complejas, incrementa el realismo percibido y permite entrenar componentes no técnicos, como la toma de decisiones, la conciencia situacional y la gestión del estrés, que raramente se trabajan de forma sistemática en el modelo clásico. No obstante, su valor educativo debe analizarse de forma crítica y contextualizada, entendiendo la tecnología no como un sustituto de la práctica física, sino como un complemento integrado dentro de un diseño didáctico coherente, medible y orientado a competencias.

Esta tesis doctoral se justifica, por tanto, en la necesidad de generar evidencia aplicada sobre cómo diseñar e implementar estrategias formativas más eficientes y escalables en reanimación cardiopulmonar, comparando un modelo de aprendizaje combinado que incorpora realidad virtual inmersiva frente a enfoques tradicionales. La investigación adopta una perspectiva segmentada y transgeneracional al analizar su impacto en tres grupos con relevancia social y educativa: (1) adolescentes, como etapa clave para instaurar una cultura de ayuda y consolidar competencias cívicas; (2) estudiantes universitarios de ciencias de la salud, por su responsabilidad futura y su potencial papel multiplicador como formadores; y (3) personas mayores, por su mayor probabilidad de presenciar o vivir situaciones críticas y por la necesidad de adaptar los diseños formativos a sus características y contextos.

En conjunto, este trabajo pretende contribuir a la mejora de la cadena de supervivencia desde el eje educativo, ofreciendo conocimiento útil para la planificación de programas de formación más accesibles, motivadores y sostenibles. El objetivo final no es únicamente mejorar el rendimiento técnico en un entorno de entrenamiento, sino fortalecer la disposición a actuar y la confianza del ciudadano ante una emergencia real, conectando la ciencia de la resucitación con su implementación efectiva en la comunidad.

III – OBJETIVOS

III - OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la eficiencia educativa de la Realidad Virtual integrada en un modelo de aprendizaje mixto (blended learning) en comparación con el método de enseñanza clásico, en la adquisición y retención de competencias de Soporte Vital Básico, analizando su impacto en la autoeficacia, la usabilidad y la estabilidad del conocimiento a largo plazo en diversos grupos poblacionales

3.2. OBJETIVO ESTUDIO I

Este estudio tuvo como objetivo desarrollar y validar contenido de Soporte Vital Básico (SVB) de adulto, validados por expertos para formatos de Realidad Virtual (RV) y ordenador, así como evaluar la viabilidad, usabilidad, adquisición de conocimientos, satisfacción y la incidencia de "*cybersickness*" de estas plataformas en adultos mayores.

3.3. OBJETIVO ESTUDIO II

El objetivo del presente estudio fue evaluar la eficacia de una intervención educativa en reanimación cardiopulmonar (RCP) mediante realidad virtual inmersiva, en comparación con una formación teórica convencional y un grupo control sin intervención, sobre los conocimientos, la actitud y la autoeficacia en estudiantes de educación secundaria, con un seguimiento de un año.

3.4. OBJETIVO ESTUDIO III

Este estudio tiene como objetivo analizar la eficacia de un programa de aprendizaje combinado para la enseñanza del soporte vital básico (SVB) en estudiantes de Enfermería. Asimismo, se pretende valorar su impacto sobre la adquisición de competencias prácticas en SVB y en la calidad de la reanimación cardiopulmonar (RCP).

IV – ESTUDIO I

*Acceptance and feasibility of virtual reality for teaching adult basic life support
in older populations.*

IV - ESTUDIO I

ACEPTACIÓN Y VIABILIDAD DE LA REALIDAD VIRTUAL PARA LA ENSEÑANZA DE SOPORTE VITAL BÁSICO EN ADULTOS MAYORES

RESUSCITATION PLUS 26 (2025) 101111



Available online at www.sciencedirect.com

Resuscitation Plus

journal homepage: www.elsevier.com/locate/resuscitation-plus



Original Article

Acceptance and feasibility of virtual reality for teaching adult basic life support in older populations



Ana Belen Ocampo Cervantes^{a,b}, Carmen Amalia Lopez Lopez^{a,b}, Robert Greif^c, Federico Semeraro^d, Manuel Pardo Rios^{a,b,*}, Nino Fijačko^{e,#}

Abstract

Background: Virtual reality (VR) is emerging in adult Basic Life Support (BLS) training, but its acceptance among older adults has not been fully studied. This study aimed to develop expert-informed BLS content for both VR and laptop formats, and to evaluate the feasibility, usability, knowledge acquisition, satisfaction, and cybersickness of these platforms among older adult learners.

Methods: A two-phase mixed-methods study was conducted. Five experts co-developed and validated a VR/laptop-compatible adult BLS scenario based on the 2021 European Resuscitation Council guidelines. This scenario was then tested by older adults who voluntarily participated in either VR- or laptop-based training at a public technology event in Spain. Post-training, we measured knowledge acquisition, usability, satisfaction, user experience, and cybersickness. Comparative statistics and regression analyses were performed to evaluate learning outcomes and predictors.

Results: Five experts developed a consensus-based adult BLS decision tree with 10 scenes and six questions. A total of 583 adults (mean age 72.3 ± 4.8 years) took part in the BLS training evaluation. Those in the VR group (n = 415) outperformed those in the laptop group (n = 168) in key steps, including initiating CPR (58 % vs 41 %, p < 0.001) and using an AED (49 % vs 23 %, p < 0.001). VR participants rated usability of VR-training as excellent (73.8 ± 4.2), expressed high satisfaction and realism. Cybersickness was low (13.1 %). VR training predicted higher knowledge scores ($\beta = 5.8$, p < 0.001), and increased scores by 5.8 points over laptop training. VR participants were 2.3 times more likely to answer BLS questions correctly (OR = 2.3, 95 % CI: 1.6–3.2, p < 0.001).

Conclusion: VR could improve adult BLS knowledge in older adults, with high levels of acceptance and positive user experience. Future work should enhance accessibility and reduce discomfort.

Keywords: Older adults, Training methods, Virtual reality, Cardiopulmonary resuscitation, Basic Life Support, Knowledge, Usability

Introduction

Basic Life Support (BLS) remains a cornerstone of lifesaving measures after cardiac arrest aiming to improve survival rate.^{1,2} The International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR) and international resuscitation councils, like the European Resuscitation Council (ERC) or the American Heart Association (AHA) have emphasized the need for widespread adult BLS training across diverse populations, including high-risk groups such as older adults.^{1,3} The ERC guidelines particularly emphasise the importance

of accessible and tailored training methods to bridge gaps in readiness for Cardiopulmonary Resuscitation (CPR) among vulnerable populations.² Additionally, the American Heart Association (AHA) underscores the pivotal role of lay rescuers in early initiation of CPR and highlights virtual reality as a complement to CPR training for laypeople.⁴

With the global demographic shift toward an ageing population, the proportion of elderly patients seeking medical care continues to rise.^{5–8} Older adults face a higher risk of stroke or cardiac arrest^{5,7} due to physiological changes associated with age and a higher prevalence of comorbidities.⁹ Training older adults in BLS can

* Corresponding author at: Faculty of Health Sciences, Catholic University of Murcia, Campus de los Jerónimos, N° 135, Guadalupe 30107, Murcia, Spain.

E-mail address: mpardo@ucam.edu (M. Pardo Rios).

Both share the last authorship.

<https://doi.org/10.1016/j.resplu.2025.101111>

Received 20 April 2025; Received in revised form 15 September 2025; Accepted 18 September 2025

2666-5204/© 2025 The Author(s). Published by Elsevier B.V. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

enhance community emergency response, given that they often function as the primary caregivers in households.^{9,10}

Even efficient traditional instructor-led adult BLS training faces often logistical challenges, physical barriers and accessibility issues for older adults.¹¹ Virtual Reality (VR) has emerged as a transformative educational tool, offering immersive, scalable, and interactive environments for skill acquisition.¹²

Systematic reviews have shown variable outcomes regarding VR-based adult BLS training.^{13,14} The 2024 ILCOR consensus¹ acknowledges the potential of immersive technologies in resuscitation training, while emphasising the necessity for further high-quality evidence. However, VR allows for adaptive, individualized learning experiences, thereby supporting older adults who may require additional practice or adjustments to meet competency thresholds.¹⁵

The integration of VR in adult BLS training for older adults remains underexplored. Limited research examines how age-related challenges, such as reduced technological familiarity, influence the acceptance and effectiveness of VR-based training.¹⁵ This study aimed to develop and validate content for adult BLS in VR and laptop-based formats. Furthermore, the study sought to evaluate the feasibility and multidimensional of this content among older adults, by evaluating knowledge acquisition, usability, user satisfaction, user experience, and cybersickness. Additionally, we explored predictors of learning outcomes to inform future instructional strategies tailored to older adults.

Methods

The present study is comprised of two phases. Phase 1 developed the VR adult BLS content, ensuring alignment with expert consensus and resuscitation guidelines,² while Phase 2 assessed older adults knowledge acquisition, acceptance, and usability after BLS training (Fig. 1).

Phase 1. Development of the adult BLS content

The objective of Phase 1 was to develop adult BLS content for VR and laptop learning formats. It was a collaborative effort by four physicians practising in-hospital and prehospital emergency services, and a health sciences researcher with expertise in educational technologies, all members of the Spanish research network in emergency medicine RINVEMER (Red de Investigación en Emergencias), an initiative of the Spanish emergency medicine Society "SEMES" (Sociedad Española de Medicina de Urgencias y Emergencias). The RINVEMER study group comprised four men and one woman, with 46.8 ± 7.1 years of age. Their average teaching experience in adult BLS was 12.7 ± 3.6 years, and their professional experience in real-life resuscitation was 10.4 ± 4.8 years. On an adult BLS self-assessment knowledge scale (1 – no knowledge to 10 – full knowledge), experts rated themselves with a mean score of 9.4 ± 0.5 . The content of the VR-programme was developed through a structured three-round process:

A. Initial round: The lead investigator (AB OC) provided instructions to the experts on the development of the content, which was based on the 2021 ERC Adult BLS Guidelines,² in a decision tree format applicable for both VR and laptop-based learning platforms. The decision tree was composed of a scenario with different scenes. The multiple-choice questions

were designed to guide to the subsequent stage of the scenario incorporating both accurate and inaccurate response.

B. Consensus round: The lead investigator merged the various decision trees from the experts into a single, unified version. A survey was created in Google Forms (Google LLC, USA), featuring the unified version of the decision tree. This served to evaluate the created scenes and the questions on a scale from 1 to 5 (totally disagree – totally agree) by the experts. Open questions asked to indicate any modifications and the rationale or a proposal for alternative options.

C. Final validation round: Ratings of 4 or 5 were maintained, while those of 3 or less were excluded. Based on the selected content, both the VR and laptop-based simulation of an adult BLS scenario was developed that started with a person collapsing in front of bystanders.

An Insta360 X4 camera (Arashi Vision Inc., China) recorded the scenario, the interactive multiple-choice questions were developed using Wonda software (Wonda VR, France).

Phase 2. Evaluation of the adult BLS scenario

From February 2023 to May 2024, data was collected during five technology promotion events organised by a non-profit organisation (Fundación Integra) dedicated to advancement and dissemination of new technologies among older adults in Spain, for example initiatives like "eXPeriencia 6.0," took place in Murcia, Spain. In line with the Medical Subject Headings definition, this study defined older adults as individuals aged 65 years or older.¹⁶

Participants and ethical conduct of the study

Attendees of these events were invited to participate in the study on a voluntary basis and to provide written informed consent. We included retired individuals willing to learn adult BLS, and excluded person with medical contraindications for VR use, severe motion sickness, epilepsy, visual impairments, or any incompatibility with VR devices. Participants were assigned to either the VR or laptop-based groups based on their learning preferences.

The present study was conducted in accordance with the ethical standards outlined in the Declaration of Helsinki. The study was approved by the research ethics committee of the Universidad Católica de Murcia (UCAM), Spain (code CE112309).

Data collection

Adult BLS knowledge

VR users provided their answers utilising a VR headset with a controllers (Meta Quest Pro or a Meta Quest 3 VR, Meta Platforms, Inc., California, USA), while laptop users responded via a laptop (MacBook Pro with Magic Mouse, Apple Inc., Cupertino, California, USA). The key adult BLS steps, from checking for safety to using an Automated External Defibrillator (AED) were recorded. Knowledge, including both correct and incorrect answer, were extracted from the Wonda VR platform and the laptops, which automatically assigned one point for each correct response and zero points for each incorrect response, with a maximum total score of six points.

Usability, satisfaction, user experience and cybersickness

The System Usability Scale (SUS) assessed users' experience. SUS consists of 10 statements that are scored on a Likert-type scale ranging from 1 (strongly disagree) to 5 (strongly agree). The SUS total

Step-by-step summary of the study methods

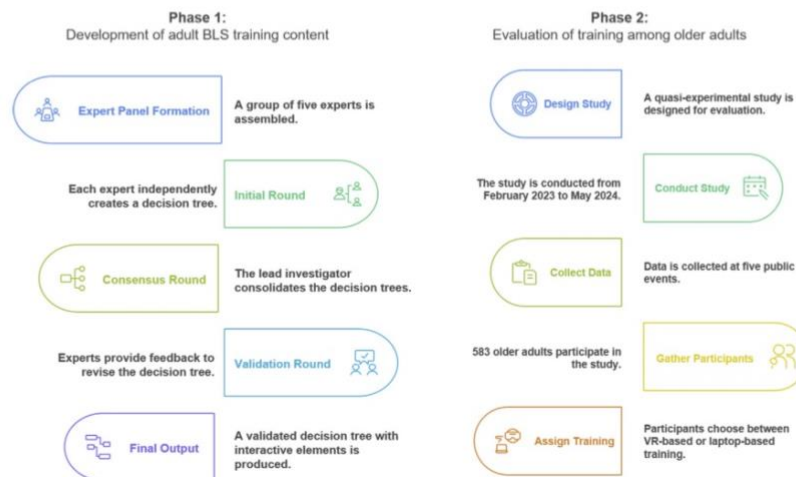


Fig. 1 – Step-by-step summary of the study methods.

points rate the user-friendliness as follows: Worst imaginable (0–25), poor (25.1–51.6), acceptable (51.7–62.6), good (62.7–72.5), excellent (72.6–84.0), and best imaginable (84.1–100).¹⁷

Additionally, we assessed on a 5-point Likert scale (1 = lowest possible rating, 5 = highest possible rating) overall satisfaction, realism quality, comfort with technology, and learning confidence.¹⁸

Cybersickness was assessed by means of a short questionnaire administered immediately after the VR adult BLS training (the options were: no, slight or high cybersickness).

Only participants of the VR group assessed SUS, satisfaction and cybersickness to evaluate specifically the virtual reality technology, as the laptop interface is widely familiar.

Statistics

The Wilcoxon signed-rank test was used to analyse pre- and post-training differences in SUS scores within the VR group, while the Mann-Whitney *U* test was used to compare adult BLS knowledge scores between groups. For continuous variables with approximately normal distribution (e.g., age), Student's *t*-test was used for between-group comparisons. Spearman's correlation was conducted to examine relationships between age, SUS improvement, and adult BLS knowledge. Linear and logistic regression models were used to identify predictors of adult BLS knowledge performance, including age, prior VR experience, and training group. We report the results for each primary and secondary outcome for each group, along with the estimated effect size and its precision (e.g. 95 % confidence interval). Continuous variables were summarized as either the mean and standard deviation (SD) or the median with interquartile range (IQR). Categorical variables were reported as frequencies and percentages. Data were exported to Microsoft Excel (Microsoft Corporation, USA), analysed using SPSS v26 statistical software (SPSS Inc,

USA), and visualised with figures created in Microsoft PowerPoint (Microsoft Corporation, USA). A significance level of $p < 0.05$ was applied.

Results

Phase 1. The development of the adult BLS content took place between November 2022 and April 2023:

- A. **Initial round:** Five preliminary versions of the decision tree (Supplement material 1) were collated. The number of scenes proposed was 6.5 (IQR: 6.0–9.0; range: 6–12) and for multiple-choice questions 2.0 (IQR: 2.0–3.0; range: 2–4).
- B. **Consensus round:** The unified decision tree resulted in 10 scenes and six multiple-choice questions and achieved 100 % responses from all five experts.
- C. **Final validation round:** Seven (85 %) of the proposed scenes were accepted, the remaining three (15 %) were revised to improve the clarity, terminology, and alignment with current adult BLS guidelines (e.g. the prompt "We check if the victim is conscious, we ask if they are okay" was modified to "Gently shake the shoulders and ask aloud, are you OK?"). The final adult BLS decision tree (Fig. 2) includes ten scenes (blue boxes), and includes four multiple-choice questions and two single-choice questions (green for correct answers and red for incorrect answers).

The final version of the adult BLS training content, developed using the Wonda VR platform, is available at: <https://youtu.be/Gpy-f5Equ6HE>. Although the video is available to view at no cost and

Table 1 – Sociodemographic characteristics by groups.

Variable	Total	VR- based group	Laptop- based group	p-value	Statistical test
Age (years, mean \pm SD)	71.63 \pm 5.04	72.06 \pm 5.18	71.46 \pm 4.98	0.202	t-test
Female (%)	48.5 %	44.6 %	50.1 %	0.268	Chi-square
Prior VR experience (%)	10.1 %	8.9 %	10.6 %	0.649	Chi-square

SD: Standard Deviation; VR: Virtual Reality.

**Fig. 3 – Setting of the adult BLS training with VR (left) and on a laptop (right) adult BLS knowledge.**

gency services, differences in performance were less pronounced. Performance data across all BLS steps is detailed in Table 2.

Linear regression analysis revealed that participants in the VR group scored on average 0.34 points higher in post-training knowledge compared to the laptop-based group (95 % CI: -0.06 to 0.75). Although this difference was not statistically significant, logistic regression analysis indicated that VR participants had increased odds of answering BLS questions correctly (OR = 2.3, 95 % CI: 1.6–3.2, $p < 0.001$). Moreover, prior VR experience showed a modest positive association (OR = 1.4, 95 % CI: 1.0–2.0, $p = 0.04$).

Usability, satisfaction, user experience and cybersickness

Post-training SUS mean score for the VR-based group was 73.8 ± 4.2 points, corresponding to “excellent” usability. Ratings of realism in the training, comfort with technology, learning confidence, and overall satisfaction are presented in Table 3.

Participants in the VR group reported no cybersickness in 89.6 % ((372/415). Only 7 % of participants reported slight (29/415) or 3.4 % higher (14/415) levels of discomfort during the training. No side effects were reported in the laptop-based group.

Discussion

This study describes the successful development of an expert-informed adult BLS scenario for two learning formats: a VR and a laptop-based decision tree with questions. Older adults (about 72 years of age) trained with VR performed better in key adult BLS steps compared to those trained with laptops. These findings highlighting the effectiveness of immersive learning for enhancing knowledge acquisition. Furthermore, the VR training was well received, with high usability scores, strong participant satisfaction, and little

Table 2 – Post-training percentage of correct responses for adult BLS steps, comparing VR-based and laptop-based groups.

Adult BLS steps	VR-based group % (95 % CI)	Laptop-based group % (95 % CI)	p-value
Check if the environment is safe	38 (31–44)	46 (42–51)	0.083
Call out to victim & shake victim's shoulders	58 (51–64)	41 (36–45)	<0.001
Check ventilation	42 (35–48)	31 (26–35)	0.010
Call 112 and request an AED	60 (53–66)	50 (45–54)	0.028
Start CPR	58 (51–64)	41 (36–45)	<0.001
Place the AED and apply a shock	49 (42–56)	23 (18–27)	<0.001

BLS: Basic life support; VR: Virtual reality; CI: Confidence interval; CPR: Cardiopulmonary resuscitation; AED: Automated external defibrillator.

Table 3 – Descriptive statistics for satisfaction and user experience with VR-based training.

Variable	Median (IQR)	Mode (n)	Range (min–max)
Realism quality	8.0 (7.0–9.0)	6 (n = 122)	6–10
Comfort technology	4.0 (3.0–5.0)	4 (n = 201)	3–5
Learning confidence	5.0 (4.0–5.0)	5 (n = 300)	4–5
Overall satisfaction	5.0 (4.0–5.0)	5 (n = 319)	4–5

IQR – Interquartile range.

cybersickness, despite most participants having no prior experience with VR. These findings support the feasibility and acceptability of VR-based BLS training among older adults.

Globally, there is a need to improve public awareness and preparedness for adult BLS, given that less than 20 % of bystanders witnessing a cardiac arrest, initiate resuscitation efforts in out-of-hospital cardiac arrest.¹⁹ Therefore, BLS training in laypersons is an important step to improve survival in cardiac arrest.

In recent years, technological innovations have been implemented to acquire BLS skills. Multiple studies suggest that high-fidelity VR simulations can serve a valuable educational tool for immersing layperson in a realistic environment to prepare them better to respond in a real emergency.^{2,20}

However, the vast majority of studies on the use of technologies in adult BLS training focused on younger participants, such as university or school students.²¹ Furthermore, younger people tend to be more familiar with these new technologies, which could influence a more favourable perception of these tools.²² In contrast, this younger population does not reflect the reality of cardiac arrest at home where more than seventy percentage of cardiac arrests happened and are witnesses by older adults.^{23,24} Barriers such as limited technological familiarity with VR use among older adults, highlight the need for user-friendly interfaces and supportive onboarding sessions to facilitate wider adoption of new teaching tool.¹¹ As older adults are frequently not reached by adult BLS education strategies,^{25,26} this study was implemented to promote involvement in adult BLS training sessions for older adults, increase accessibility through the provision of training sites, and build awareness regarding adult BLS. In this regard, numerous ways to teach adult BLS to laypersons have been developed.²² The most recent ILCOR recommendations already suggested that VR should not be the exclusive approach for BLS training for laypersons.¹ This could be a result of the heterogeneity of intervention in the studies involving VR, augmented reality, or traditional teaching, the type of VR hardware, the degree of gamification and interactivity, the complexity of the cases, and the outcome measures.¹⁵

To optimize the learning impact of VR in adult BLS training, it is essential that the training adheres to established adult BLS guidelines and incorporate validated content.⁹ By incorporating These strategies were incorporated in the development of the expert-validated content, and our findings demonstrate that VR learning can effectively facilitate adult BLS knowledge acquisition by older adults, in contrast to traditional computer screening of the same content.

Assessment of adult BLS decision-making tasks, conducted during the interactive training sessions, revealed notable differences between participants in the VR and laptop-based groups. The study found that older adults in the VR group performed superior than the laptop group in most critical actions required during a cardiac arrest

scenario, particularly those related to immediate life-saving interventions, which suggests the effectiveness of learning with immersive technology. Linear regression analysis showed that participants in the VR group scored on average higher in post-training knowledge compared to the laptop-based group, although this difference was not statistically significant. However, VR participants had increased probability of answering BLS questions correctly (OR = 2.3, 95 % CI: 1.6–3.2), and a modest enhancement in performance was noted in those with prior VR experience (OR = 1.4, 95 % CI: 1.0–2.0).

Interestingly, far less participants initially chose laptop-based training, as opposed to VR-based training, despite the paucity of prior experience with immersive technologies. These findings suggests that older adults may be willing among to explore innovative educational methods. Reducing barriers to VR use and enhancing digital literacy might help not only older adults but also other populations unfamiliar with immersive technologies.^{20,22,27}

Nevertheless, areas such as the check of environmental safety and the request for an AED still require improvement in both groups, pointing to a possible lack in BLS education. This suggests that while VR training excels in dynamic and procedural steps, further optimization may be required to enhance recognition and initial safety assessment actions within virtual environments. Various initiatives, including Gorshkov's discussion of educators' digital roles in immersive learning environments,²⁸ have underscored the relevance of equipping educators with the necessary skills to integrate VR and AI technologies into teaching practice.

Usability played a pivotal role in participant experience, as shown with SUS improvements post-training in the VR group. High satisfaction, excellent usability scores, and low rates of cybersickness further support the feasibility of VR-based BLS training in this population. However, approximately 15 % of participants reported motion sickness or discomfort, highlighting a key limitation in VR adoption for broader educational purposes.^{28,29} Addressing issues such as cybersickness through ergonomic improvements and individualized calibration could enhance user satisfaction and engagement.²⁸

VR was perceived as "excellent" according to the SUS scale, and the virtual environment dimensions were perceived positively. This finding aligns with other studies where VR users reported greater self-confidence, attitude and willingness to perform CPR than in traditional teaching.^{22,28–31}

The findings of this study call into question the notions that age is a limiting factor for adopting advanced technologies in education, and the value of integrating digital literacy initiatives into public health education programs.^{3,7,10}

The most recent ILCOR CoSTR 2024 indicates that while VR can be a complementary tool in CPR training, its use is not recommended as the sole training method. This suggests that virtual reality should be used as a supplementary training tool alongside established training strategies, such as instructor-led sessions, hands-on

practice, and real-time feedback, to improve overall skill acquisition and retention (1). Likewise, gamified learning was suggested as a component of resuscitation training. In this sense, the BLS training delivered to older adults can be defined conceptualised as a blended learning approach integrating VR and gamified teaching. Such a training involves simulation with interactive decision-making, provides real-time feedback, and explains the consequences of each CPR action, with the aim of enhancing participant retention and engagement.

Limitations and future lines of work

This study has several limitations, as it relies on self-reported data, which may introduce bias, and the follow-up period was not sufficient long enough to assess long-term retention. The high percentage of participants without prior VR experience highlights the need for tailored onboarding strategies. There is high probability of a selection bias, as participants self-assigned to either the VR or laptop-based groups, which could reflect unmeasured differences such as technological affinity or motivation.

The adult BLS content was developed by only five experts and did not follow a standardised methodology such as the Delphi process, which may limit its generalisability. However, the internationally standardized BLS algorithm guided the experts along a very narrow corridor.

The usability (SUS) data were exclusively collected for the VR group. This decision was based on the study aim to evaluate the feasibility of immersive technologies, where usability is a critical factor. Given the ubiquity of the laptop interface and its lack of novelty, we prioritized assessing the VR platform. Nonetheless, future studies should include usability comparisons across different training modalities.

We could not collect data on participants' previous BLS or CPR training, which limits our ability to control for prior knowledge as a confounding factor. This may have influenced post-training performance and the observed differences between groups.

Future research in form of randomized controlled trials, should assess long-term patients outcomes to fully realize the potential of this technology in saving lives, and exploring adaptive and inclusive VR tools to improve learning outcomes and accessibility across diverse populations.

Conclusion

This study shows that VR is an effective and feasible method for adult BLS training for older adults. Participants using VR performed better in key resuscitation tasks compared to those using laptops, even without prior VR experience. Persistent disparities in performance highlight the need for targeted reinforcement strategies and further research to optimize immersive training across diverse populations.

CRedit authorship contribution statement

Ana Belen Ocampo Cervantes: Writing – review & editing, Writing – original draft, Methodology, Formal analysis, Conceptualization.
Carmen Amalia Lopez Lopez: Resources, Investigation, Data

curation. **Robert Greif:** Writing – review & editing, Writing – original draft, Supervision. **Federico Semeraro:** Writing – review & editing, Conceptualization. **Manuel Pardo Rios:** Writing – original draft, Supervision, Project administration, Funding acquisition, Conceptualization. **Nino Fijačko:** Writing – original draft, Visualization, Methodology, Conceptualization.

Funding

This work has been funded by the Ministry of Science, Innovation, and Universities in the research project titled *Design of a Metaverse for Higher Education in Health Sciences* (PID2022-138884NA-I00), reference MCIN/AEI/10.13039/501100011033/FEDER, EU.

Declaration of competing interest

The authors declare the following financial interests/personal relationships which may be considered as potential competing interests: The authors declare that this work has received funding from the Spanish Ministry of Science, Innovation, and Universities, and the collaboration of Fundación Integra and RINEMER study group (Network for Prehospital Emergency Research). Federico Semeraro is the Chair of the European Resuscitation Council and a member of the Italian Resuscitation Council Foundation. Nino Fijačko is a member of the ERC BLS Science and Education Committee. Robert Greif is ERC Director of Guidelines and ILCOR, and ILCOR Task Force chair for Education Implementation and Team. Other authors declare that they have no conflict of interest.

Acknowledgments

The authors wish to express their gratitude to the Fundación Integra for their collaboration in organizing the events where this work was carried out. The authors also want to thank the professionals from the Universidad Católica de Murcia (UCAM) Virtual Reality Lab for their invaluable assistance.

Data Availability

The data are available upon justified request.

Appendix A. Supplementary material

Supplementary data to this article can be found online at <https://doi.org/10.1016/j.resplu.2025.101111>.

Author details

^aNew Health Technologies Research Group, Catholic University of Murcia, Region of Murcia, Murcia, Spain ^b061 Health Emergency and Urgency Management of the Region of Murcia, Murcia, Spain ^cFaculty of Medicine, University of Bern, Bern, Switzerland ^dDepartment of Anaesthesia, Intensive Care and EMS, Maggiore Hospital Bologna, Bologna, Italy ^eUniversity of Maribor, Faculty of Health Sciences, Maribor, Slovenia

REFERENCES

- Greif R, Bray JE, Djärv T, et al. 2024 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations: summary from the basic life support; advanced life support; pediatric life support; neonatal life support; education, implementation, and teams; and first aid task forces. *Resuscitation* 2024;205:110414. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2024.110414>.
- Olasveengen TM, Semeraro F, Ristagno G, et al. European Resuscitation Council guidelines 2021: basic life support. *Resuscitation* 2021;161:98–114. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.02.009>.
- Schnaubelt S, Veigl C, Snijders E, et al. International Liaison Committee on Resuscitation Education, Implementation and Teams Task Force. Tailored basic life support training for specific layperson populations—a scoping review. *J Clin Med* 2024;13(14):4032. <https://doi.org/10.3390/jcm1314032>.
- Merchant RM, Topjian AA, Panchal AR, et al. Adult basic and advanced life support, pediatric basic and advanced life support, neonatal life support, resuscitation education science, and systems of care writing groups. Part 5: adult basic life support and cardiopulmonary resuscitation quality: 2020 American Heart Association guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. *Circulation* 2020;142(Suppl 2):S337–57. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000918>.
- Dolenc Šparovec E, Slabe D, Eržen I, et al. The importance of elderly people knowing basic first-aid measures. *BMC Emerg Med* 2022;22:128. <https://doi.org/10.1186/s12873-022-00675-9>.
- Trevi R, Chiappinotto S, Palese A, Galazzi A. Virtual reality for cardiopulmonary resuscitation healthcare professionals training: a systematic review. *J Med Syst* 2024;48(1):50. <https://doi.org/10.1007/s10916-024-02063-1>. PMID: 38748244; PMCID: PMC11096216.
- World Health Organization. World report on ageing and health. 2015. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241565042>.
- Smith BJ, Lim MH. How the COVID-19 pandemic is focusing attention on loneliness and social isolation. *Public Health Res Pract* 2020;30(2):3022008. <https://doi.org/10.17061/phrp3022008>.
- Liu Z, Fan X, Liu Y, Ye X. Effects of immersive virtual reality cardiopulmonary resuscitation training on prospective kindergarten teachers' learning achievements, attitudes and self-efficacy. *Br J Educ Technol* 2022;53:2050–70. <https://doi.org/10.1111/bjet.13237>.
- Nas J et al. Long-term effects of face-to-face vs. virtual reality CPR training on willingness to perform CPR: a randomized clinical trial. *JAMA Netw Open* 2022;5:e2212964. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2022.12964>.
- Castillo J et al. Efficacy of virtual reality simulation in teaching basic life support. *Int J Environ Res Public Health* 2023;20:4095. <https://doi.org/10.3390/ijerph20054095>.
- Gorshkov M. To err is human, to teach VR: virtual reality and artificial intelligence in medical education. *Stuttgart: Euromedsim* 2024;272. <https://doi.org/10.46594/9783000777363>.
- Mergen M, Graf N, Meyerheim M. Reviewing the current state of virtual reality integration in medical education - a scoping review. *BMC Med Educ* 2024;24:788. <https://doi.org/10.1186/s12909-024-05777-5>.
- Sun R, Wang Y, Wu Q, et al. Effectiveness of virtual and augmented reality for cardiopulmonary resuscitation training: a systematic review and meta-analysis. *BMC Med Educ* 2024;24:730. <https://doi.org/10.1186/s12909-024-05720-8>.
- Cheng A, Fijačko N, Lockey A, et al. Education Implementation Team Task Force of the International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR). Use of augmented and virtual reality in resuscitation training: a systematic review. *Resusc Plus* 2024;18. <https://doi.org/10.1016/j.resplu.2024.100643>. PMID: 38681058; PMCID: PMC11053298.
- National Center for Biotechnology Information (US). NCBI [Internet]. Bethesda (MD): National Library of Medicine (US). Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>.
- Brooke J et al. SUS—a quick and dirty usability scale. In: *Usability evaluation in industry*. p. 4–7.
- Hsieh YW, Howe TH, Lee MT, Tai RY, Chen CC. Design and usability evaluation of an immersive virtual reality mirrored hand system for upper limb stroke rehabilitation. *Sci Rep* 2025;15(1):5781. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-90698-6>.
- Monsieurs KG et al. Barriers to public engagement in CPR training. *Resuscitation* 2019;135:5–12. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.03.012>.
- Gorshkov M. Practical recommendations for the use of AI and VR in medical education. In: *To err is human, to teach VR: virtual reality and artificial intelligence in medical education*. Stuttgart: EuroMedSim; 2024. p. 256–61. <https://doi.org/10.46594/9783000777363>.
- Fijačko N, Metličar Š, Janžekovič B, et al. Extended reality technologies in adult basic life support education: a scoping review. *Resusc Plus* 2025;23:100927. <https://doi.org/10.1016/j.resplu.2025.100927>.
- Schipper AE, Sloane CSM, Shimelis LB, Kim RT. Technological innovations in layperson CPR education: a scoping review. *Resusc Plus* 2025;23:100924. <https://doi.org/10.1016/j.resplu.2025.100924>.
- Battin E, Brown T, Couper K. Outcomes from out-of-hospital cardiac arrest in nursing and care homes: a cohort study. *Emerg Med J* 2025;42(4):243–8.
- Bray JE, Grasner JT, Nolan JP, et al. International Liaison Committee on Resuscitation. Cardiac arrest and cardiopulmonary resuscitation outcome reports: 2024 update of the Utstein out-of-hospital cardiac arrest registry template. *Circulation* 2024;150(9):e203–23. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000001243>. Epub 2024 Jul 24. PMID: 39045706.
- Berg KM, Bray JE, Ng KC, et al. 2023 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations: summary from the basic life support; advanced life support; pediatric life support; neonatal life support; education, implementation, and teams; and first aid task forces. *Resuscitation* 2024;195:109992. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2023.109992>.
- Vaillancourt C, Charette M, Kasaboski A, et al. Barriers and facilitators to CPR knowledge transfer in an older population most likely to witness cardiac arrest: a theory-informed interview approach. *Emerg Med J* 2014;31:700–5. <https://doi.org/10.1136/emered-2012-202192>.
- Fijačko N, Rios MP, Semeraro F, Nadkarni VM, Greif R. Resuscitation education science meets virtual and augmented reality: evolution from potential concept to recommendations. *Resusc Plus* 2025;100950. <https://doi.org/10.1016/j.resplu.2025.100950>.
- Gorshkov M. Digital world and 12 roles of medical teacher. In: *To err is human, to teach VR: virtual reality and artificial intelligence in medical education*. Stuttgart: EuroMedSim; 2024. p. 146–69. <https://doi.org/10.46594/9783000777363>.
- Nolan JP et al. Advances in Cognitive Aspects of Resuscitation Education. *Resuscitation* 2020;163:25–33. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2020.05.007>.
- VR Usability Studies. Motion sickness challenges in health education. *J Med Simul* 2022;14:60–72. <https://doi.org/10.1016/j.jms.2022.02.004>.
- Barsom E, Duijm R, Dusseljee-Peute L. Cardiopulmonary resuscitation training for high school students using an immersive 360-degree virtual reality environment. *Br J Educ Technol* 2020;51:2050–62. <https://doi.org/10.1111/bjet.13025>.

V – ESTUDIO II

Virtual reality versus theoretical training in CPR among adolescents: a randomized trial with a one-year longitudinal follow-up

V - ESTUDIO II

REALIDAD VIRTUAL VERSUS ENTRENAMIENTO TEÓRICO EN RCP EN ADOLESCENTES: UN ENSAYO ALEATORIZADO CON SEGUIMIENTO LONGITUDINAL AL AÑO.

RESUSCITATION PLUS 27 (2026) 101178



Available online at www.sciencedirect.com

Resuscitation Plus

journal homepage: www.elsevier.com/locate/resuscitation-plus



Simulation and education

Virtual reality versus theoretical training in CPR among adolescents: a randomized trial with a one-year longitudinal follow-up



Ana Belén Ocampo Cervantes^{a,b}, Carmen Amalia López López^{a,c},
Cristina Cerezo Espinosa^b, Robert Greif^d,
Manuel Pardo Rios^{a,b,e}, Daniel Guillén Martínez^a

Abstract

Objective: This study evaluated the effectiveness of a virtual reality (VR)-based cardiopulmonary resuscitation (CPR) training program compared with traditional theoretical instruction and a non-intervention control group, on improving and retaining knowledge, attitudes, and self-efficacy of secondary school students. **Design**

Randomized trial with three parallel groups and longitudinal follow-up at baseline (T0), immediate post-intervention (T-Immediate), one-month follow-up (T-Month), and twelve-month follow-up (T-Year). Participants: 102 secondary school students (aged 14–15 years) from the Region of Murcia, Spain were randomly assigned to three groups ($n = 34$ each). Intervention: Group 1: immersive VR training (interactive 360° video); Group 2: Traditional theoretical training; Group 3: control (no intervention). The primary outcome was the objective CPR knowledge. The secondary outcomes were attitude towards CPR, perceived self-efficacy, and system usability (only in the VR group), and correlations between motivational variables and knowledge.

Results: All groups showed changes after the intervention, but improvements were significantly greater in the two instructional groups. The VR group achieved the highest scores in knowledge, attitude, and self-efficacy immediately after the intervention ($p < 0.001$), and maintained more stable results at 1-month and 1-year follow-ups as compared to the theoretical group, whose initial gains declined over time. The control group did not show relevant changes in any of the variables. Additionally, the System Usability Scale (SUS) (0–100) of the VR system was rated positively ($SUS = 75.3 \pm 4.5$), supporting its applicability in educational contexts.

Conclusions: Both virtual reality training and theoretical instruction were effective in improving cardiopulmonary resuscitation knowledge, attitudes, and self-efficacy among adolescents. However, virtual reality showed a greater long-term retention of effects and received high usability ratings, reinforcing its potential as an educational tool in school settings.

Keywords: Cardiopulmonary resuscitation, Virtual reality, Secondary education, Self-efficacy, Attitude, Immersive learning

Introduction

Cardiopulmonary resuscitation (CPR) training is an essential pillar in the global strategy for improving survival after a cardiac arrest. Many international initiatives, such as the *Kids Save Lives* program, backed by the *International Liaison Committee on Resuscitation* (ILCOR), promotes the systematic teaching of basic resuscitation

maneuvers at schools from early ages, in order to create a population that is better prepared and able to act in emergency situations.¹

Traditionally, CPR training has been taught through theoretical and demonstrative sessions, with a variable efficacy in terms of long-term retention, attitude towards helping, and self-confidence to act. In the last few decades, the incorporation of digital technologies has opened new possibilities in health education. Virtual reality (VR) has been shown to be a promising tool to create emotionally-

* Corresponding author at: Facultad de Ciencias de la Salud, UCAM Universidad Católica de Murcia, Campus de los Jerónimos, N° 135 Guadalquivir, Murcia, Spain.

E-mail address: mpardo@ucam.edu (M. Pardo Rios).

<https://doi.org/10.1016/j.resplu.2025.101178>

Received 16 September 2025; Received in revised form 12 November 2025; Accepted 21 November 2025

2666-5204/© 2025 The Author(s). Published by Elsevier B.V. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

engaging and technically-controlled immersive learning experiences.²

The use of virtual environments has been associated to improvements in clinical performance, adherence to guides, and retention of contents, especially in youth and students without previous experience.³ According to the *European Resuscitation Council* (ERC) guides, educational methodologies must combine pedagogic effectiveness, accessibility, and sustainability, to achieve a real impact on the acquisition of resuscitation skills.⁴ The accumulated evidence supports the idea that VR can favor these objectives, as it increases motivation, facilitates situated learning, and allows for deliberate repetitions in safe environments.⁵⁻⁷

However, despite its potential, the superiority of VR as compared to traditional methods in adolescent populations is still being debated.^{8,9} Some studies have shown positive effects on knowledge and attitude, while others did not find sustained differences in the long term.^{10,11} Due to the above, it is necessary to design rigorous studies, with a longitudinal follow-up that not only assesses the knowledge acquired, but also key psychological variables such as attitude and self-efficacy, associated with the intention to act in real emergencies.¹² Adolescence is a key stage for the internalization of civil and health skills, and effective educational interventions during this phase can create a lasting impact on the preparation of the community when facing emergencies.¹³

The aim of the present study was to assess the efficacy of an educational intervention in cardiopulmonary resuscitation (CPR) through immersive virtual reality, as compared to conventional theoretical training and a control group without an intervention, on knowledge, attitude, and self-efficacy among secondary school students, with a one-year follow-up. The hypothesis is that the virtual reality training will produce more improvements that are sustained in the three dimensions assessed, as compared to the other two groups.

Materials and methods

Study design

A randomized trial was designed with three parallel lines and longitudinal follow-up at four different time points: pre-intervention (T-0), immediate assessment after the intervention (T-Immediate), follow-up after a month (T-Month), and after twelve months (T-Year). The study followed the guidelines from the CONSORT 2025 declaration for parallel randomized trials.¹⁴

Participants and sample

The study population was composed of 3rd-year Compulsory Secondary Education (ESO) students, aged between 14 and 15 years old from the Region of Murcia, Spain. The inclusion criteria were: being enrolled in the corresponding year, having the informed consent from their parents or legal tutors, and regularly attending school. The students who declined to voluntarily participate or who had visual or neurological disorders that could make it difficult to safely use the virtual reality devices were excluded. The random assignment was performed individually, in a 1:1:1 ratio, through a sequence of random numbers generated by a computer (RAND function in Excel). The sequence was applied by an independent researcher, unrelated to the intervention and the collection of data, to maintain the allocation concealed. No blinding was applied due to the evident character of the interventions.

The sample size was estimated to detect a moderate-high effect size ($f = 0.30$), with a statistical power of 80 %, and a level of significance of 5 %. A total of 89 students was deemed necessary, and the sample was expanded to 102 students ($n = 34$ per group) to include all the eligible students and to anticipate a drop-out rate of 12 %. After the follow-up, the data from 92 participants were analyzed (Fig. 1): Virtual Reality Group (VRG) ($n = 31$), Traditional theoretical Training Group (TG) ($n = 30$) and Control group (CG) ($n = 31$).

Interventions

The study groups and the interventions performed were the following:

- Group 1: Virtual Reality Group.** The participants took part in an immersive experience with Quest 3[®] goggles and an interactive 360° video in the Wonda VR[®] platform. A 2D version of the video used in the 3D VR intervention can be watched in the following link: <https://www.youtube.com/watch?v=GLZ1VgjmXKQ>. The experience simulated a Basic Life Support (BLS) scenario where an adult suffered a cardiac arrest on school grounds. The participant assumed the role of the principal lay rescuer (a student), who, although supported by classmates and teachers, was the sole decision-maker throughout the scenario. The scenario was structured with specific decision points closely aligned with the key steps of the chain of survival. The feedback mechanism was organized as follows: Immediate feedback and correction were provided for critical procedural errors (e.g., failing to verify scene safety or attempting CPR without activating emergency services). This correction was delivered via a 3D superimposed hologram within the scenario, which clearly explained the correct action and its rationale to the user. Summative feedback was given at the end of the scenario, summarizing overall performance and displaying the score obtained from the integrated knowledge questions. The scenario lasted approximately 10 min and covered key learning objectives, including safety assessment, consciousness and breathing checks, activation of Emergency Medical Services (EMS), chest compressions, and correct AED application (Supplementary Material 1).
- Group 2: Traditional theoretical training Group.** The students received a 10-minute in-person theoretical class about how to act during emergencies, with content that was equivalent to the VR group. This training was performed with the same model as the article by Cristina Cerezo et al. for a theoretical class,¹⁵ and included the following contents: (1) Chain of survival; (2) Approach to choking, (3) Basic Life Support (BLS) algorithm, and (4) use of the automated external defibrillator (AED).
- Group 3: Control Group.** This group did not receive training during the study but was assessed at the same time points.

Variables and instruments

The sociodemographic variables were analyzed through an initial self-administered questionnaire. The variables included were: age, sex, previous experience with CPR training or first aid, previous use of virtual reality goggles, level of familiarity with videogames, self-evaluation of digital skills (scale from 1 to 5). In the other groups, the questionnaires were given digitally at T-0, as well as just after the intervention (T-Immediate), and the follow-ups (T-Month and T-Year).

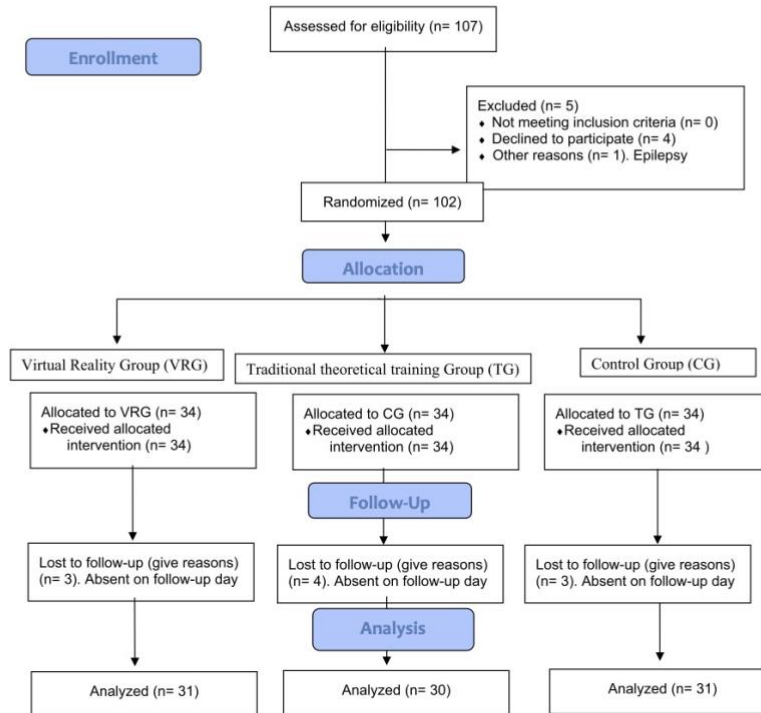


Fig. 1 – CONSORT¹⁴ flow diagram, with a three-group assignment: Virtual Reality Group (VRG), Traditional theoretical Training Group (TG), and Control Group (CG).

- **Knowledge.** This is the main study variable. The same ten multiple-choice questions were used in all groups, with identical wording and scoring.
- The only difference was the delivery format: in the VR group, questions were integrated within the Wonda VR[®] scenario (Supplementary Material 1), whereas in the theoretical and control groups they were answered as a digital questionnaire.
- Both formats used the same 0–10 scoring scale, ensuring direct comparability.
- Although no separate validation study was conducted, all items were reviewed by experts in CPR education to confirm content equivalence. The scenario simulated a situation of basic life support with the use of an AED, including key steps such as safety, consciousness assessment, and breathing, calling 112, chest compressions, and application of the AED. The content and the scoring system were validated by a panel of experts in emergencies and instructional design.¹⁶
- **Usability.** This variable was only measured in the Virtual Reality group right after the first intervention. It was performed

through the use of the *System Usability Scale* (SUS), a validated tool that is widely used in the field of educational and health technology.¹⁷ The scale is composed of 10 items that explore the perceptions of the user on the ease of use, the complexity, the consistency, and the confidence with the system. Each item is answered with a 5-point Likert-type scale (from 1 = “complete disagreement” to 5 = “complete agreement”), and the total score is converted to a 0–100 scale. Examples of the items include statements such as: “I believe that I would like the use this system frequently”, or “I thought it was unnecessarily complex”.

- **Attitude.** This variable was assessed in all the groups at the four different data collection time points. The attitudes towards the resuscitation were assessed with a Likert-type scale of 5 points, composed of 3 items centered on the willingness of students to act during emergencies, the perception on CPR training, and its usefulness in a school environment.¹⁸ The items were: “I believe it is important to teach CPR at schools”, “I would like my teachers to teach me CPR”, and “I would be willing to help someone who needs CPR”.

• **Self-efficacy.** The self-efficacy perceived in resuscitation was assessed through a 6-point Likert scale (from 1 = not sure at all to 6 = completely sure), based on an instrument validated by Navalpotro et al., specifically designed for life support training.¹⁹ For this study, six items centered on key BLS maneuvers and the use of the automated defibrillator (AED) were selected. The participants assessed their level of confidence to perform different actions, such as verifying consciousness and breathing, performing adequate compressions and breaths, and the correct application of an electrical discharge with the AED.

Statistical analysis

An initial descriptive analysis was performed through means, standard deviations, and 95 % confidence intervals. The normality of the variables was assessed through the Shapiro-Wilk test. For the categorical variables, the Chi-square (χ^2) test was used to compare the distribution between the three groups. To analyze the changes within each group over time (T0, T-Immediate, T-Month, and T-Year), a repeated measures ANOVA (RM-ANOVA) was used. To compare the three groups at each time point, a one-way ANOVA was used, followed by a post-hoc Tukey's test. The effect sizes were expressed as an F value, associated p and partial η^2 . The usability scores (SUS) was analyzed with a descriptive statistic. A level of statistical significance of $p < 0.05$ was established. All the analyses were performed with the SPSS v.28 software (IBM Corp.).

Ethical considerations

All the parents or legal tutors, as well as the school management teams, signed the informed consent. The study was approved by the Research Ethics Committee of the Catholic University of Murcia (UCAM), with code CE112309. Generative Artificial Intelligence tools (OpenAI Data Analyst[®]) were used exclusively as technical support under the authors' supervision. Their functions were limited to data organization, verification of descriptive statistics, and assistance in language editing and formatting.

The interpretation of results, statistical analyses, and all scientific conclusions were entirely performed and verified by the research team. No personal or sensitive data were introduced into the AI systems, ensuring compliance with ethical and confidentiality standards. The collection of data was performed between February 6th, 2024, and February 14th, 2025. The T0 and T-Immediate assessments were performed during the Week of Science and Technology of the Floridablanca High School from February 6th to the 9th in 2024, T-Month between March 5th and 9th, 2024, and T-Year during the same Week of Science and Technology of the following year (February 11th to the 14th, 2025).

Results

Sample characteristics

Table 1 shows the sociodemographic characteristics of the participating students. No significant differences were observed between the groups in neither the sociodemographic variables nor the previous experience with CPR or technologies.

Changes over time

In the intra-group analysis of the variable knowledge (Fig. 2A), significant differences were observed over time in the groups that received

the intervention. In the Virtual Reality group, the repeated measures analysis showed a significant variation in the knowledge scores between the different assessment time points ($F(3, 90) = 223.56, p < 0.001$). Similarly, the traditional theoretical training Group also showed significant differences in the change in knowledge throughout the study ($F(3, 87) = 184.82, p < 0.001$). In contrast, the Control group did not show statistically significant changes in their levels of knowledge between the different assessment points ($F(3, 90) = 0.50, p = 0.685$).

With respect to the variable attitude (Fig. 2B), the repeated measures analysis showed significant differences over time in the groups that received the intervention. In the Virtual Reality group, a significant variation was observed between the different assessment times ($F(3, 90) = 29.86, p < 0.001$). The traditional theoretical training Group also showed significant changes in the attitude scores throughout the study ($F(3, 87) = 10.20, p < 0.001$). In turn, the Control group did not show statistically significant differences between the time points assessed ($F(3, 90) = 0.60, p = 0.615$).

No adverse events or incidences related with the intervention were observed in any of the groups. All the analyses were performed according to the protocol, excluding the cases that did not meet the inclusion criteria or had incomplete data during the follow-ups (Fig. 1).

As for the variable self-efficacy (Fig. 2C), the repeated measures analysis revealed significant differences over time in the intervention groups. In the Virtual Reality group, significant variations were identified between the different time points ($F(3, 90) = 39.16, p < 0.001$), and the traditional theoretical training Group also showed significant differences in the levels of self-efficacy throughout the study ($F(3, 87) = 7.943, p < 0.001$). On the contrary, the Control group did not show statistically significant differences between the different assessment times ($F(3, 90) = 0.58, p = 0.627$).

Comparison between groups at each time point

The differences between groups were observed after the intervention, and were consistent in the three variables analyzed, as shown in Supplementary Material 2. The Virtual Reality group obtained higher scores than the other groups in knowledge, attitude, and self-efficacy, immediately after the intervention, as well as in the follow-ups after a month and a year. In all the cases, the traditional theoretical training Group showed comparable initial improvements, although with a progressive decline over time, while the Control group did not show relevant changes.

Both intervention groups showed a marked increase in the scores after the intervention. In knowledge, for example, the mean score in the Virtual Reality group increased from 3 to 8.5 at T-Immediate, and was maintained at 5.8 after a year, while the traditional theoretical training Group increased from 3.1 to 8.8, and remained at 4.3 after the same period of time. A similar pattern was observed in attitude and self-efficacy, in which the Virtual Reality group practically conserved the improvements obtained after the intervention, while in the traditional theoretical training Group, a more acute decrease was observed during the long-term follow-up.

In this study, the partial η^2 values observed in the repeated measures analysis were especially high in the Virtual Reality group, reaching 0.882 for the variable knowledge, 0.499 in attitude, and 0.566 for self-efficacy, which indicates a large effect size in all cases. In the traditional theoretical training Group, high values were also found, with a partial η^2 of 0.854 in knowledge, 0.260 in attitude, and 0.215 in self-efficacy, confirming the equally considerable effect

Table 1 – Sociodemographic characteristics of the sample.

Variable	Categories n (%)/ Mean ± SD	Virtual Reality (n = 31)	Traditional theoretical training group (n = 30)	Control (n = 31)	Test	p value
Age	Mean	14.5 ± 0.6	14.7 ± 0.7	14.8 ± 0.7	ANOVA	0.609
Sex	Male	13 (41.9 %)	12 (40.0 %)	12 (38.7 %)	Chi ²	0.961
	Female	18 (58.1 %)	18 (60.0 %)	19 (61.3 %)		
Previous CPR experience	Yes	12 (38.7 %)	13 (43.3 %)	14 (45.2 %)	Chi ²	0.888
	No	19 (61.3 %)	17 (56.7 %)	17 (54.8 %)		
Previous use of VR	Yes	17 (54.8 %)	16 (53.3 %)	16 (51.6 %)	Chi ²	0.961
	No	14 (45.2 %)	14 (46.7 %)	15 (48.4 %)		
Frequency of videogame use	Never	8 (25.8 %)	6 (20.0 %)	7 (22.6 %)	Chi ²	0.899
	Occasional	9 (29.0 %)	8 (26.7 %)	7 (22.6 %)		
	Frequent	14 (45.2 %)	16 (53.3 %)	17 (54.8 %)		
Perceived digital skills	Scale 1–5	3.7 ± 0.7	3.7 ± 0.8	3.7 ± 0.8	ANOVA	0.983

SD: Standard Deviation.

of the theoretical intervention. In contrast, the values corresponding to the Control group were very low (between 0.016 and 0.02), which suggests a minimum variation explained by the passage of time in absence of the intervention.

Perceived usability by the Virtual Reality group

In the Virtual Reality group, the perception of usability was assessed with the SUS (*System Usability Scale*). The mean score obtained was 75.3 ± 4.5 , based on the answers from 31 participants. This score was higher than the acceptable threshold of acceptable usability (68 points), and corresponded to a qualitative assessment of "good" to "excellent", according to the international standards for the interpretation of the SUS.¹⁷

Discussion

Main results and interpretation

The present study shows that both intervention methods used in cardiopulmonary resuscitation (CPR) training were efficient in improving the knowledge, attitudes, and self-efficacy of adolescents. The results between virtual reality training and traditional theoretical classes were comparable immediately after the intervention and at the three-month follow-up, but the VR group showed slightly superior outcomes at one year. The effects observed were partially maintained during the follow-up periods, especially self-efficacy, which suggests that VR could contribute to a more lasting internalization of the knowledge.¹⁸

The results support the initial hypothesis: the VR training was not only efficient in the short-term but also showed a higher retention of

the perception of personal skills (self-efficacy), a key aspect in young populations in which subjective confidence has an influence on the willingness to act during emergencies.¹⁹ The self-efficacy reported by the Virtual Reality group is strongly related to Self-Determination Theory, where VR promotes intrinsic motivation by satisfying the student's psychological needs for autonomy and competence, derived from their role as the sole decision-maker in the simulated scenario.²⁰

The most notable difference was observed in the attitude towards resuscitation, in which both intervention groups significantly exceeded the control group, which reinforces the need to include structured training contents even when advanced technology is not available. With respect to the perception of the usability of the virtual reality environment, the results from the *System Usability Scale* (SUS) showed an overall positive score given by the participants, with a mean score of 75 points obtained, which is higher than the acceptability threshold of 68 points established, and corresponding, according to international standards, to a qualitative qualification of "good" and "excellent".¹⁷ This high level of usability and positive experience is vital because recent studies confirm that the achievement of immersion is a critical predictors of engagement and learning outcomes in VR/AR medical training.²⁰

Comparison with the literature

In the specific context of BLS training at schools, the ERC² and *Kids Save Lives*³ guidelines recommend starting the training at early ages with innovative, accessible, and student-centered methods. The current evidence supports the growing role of immersive technologies in health education. Recent studies have demonstrated that VR can

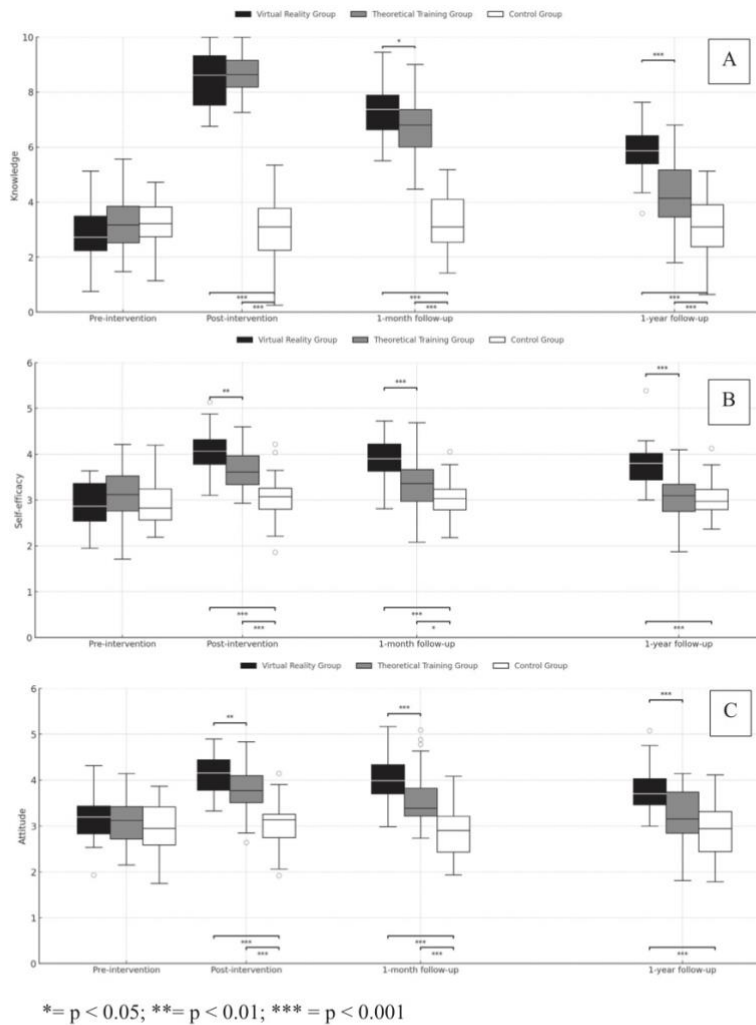


Fig. 2 - Distribution of results by group and assessment time point. * = $p < 0.05$; ** = $p < 0.01$; * = $p < 0.001$.**

improve motivation, emotional involvement, and the retention of knowledge, as compared the traditional methods.²²⁻²⁴

Our findings coincide with those reported by Jorge-Soto et al., who demonstrated that practical interventions with adolescents significantly improved their attitude and self-confidence when faced with cardiac arrest situations.¹⁹ Likewise, the improvement observed in self-efficacy in our intervention groups coincides with that described

by Navalpotro et al., who validated specific scales to measure this construct in health training settings, and underlined its predictive value on future behavior.²¹

It must be underlined that although the theoretical teaching produced improvements in all the variables studied, the immersive format was associated with a more sustained subjective perception over time, which is in line with studies that showed that VR facilitates

meaningful learning, the mental repetition of the actions, and the making of decisions in real time.²⁵

Strengths and limitations

The present study has methodological limitations that must be considered. Firstly, it was conducted in a single school, which benefitted the follow-up, but restricted the generalization of the findings to other contexts, levels of education, or regions. In addition, although the assignment to the groups was random and managed by an independent researcher, it was not possible to blind for the participants or the personnel, given the evident nature of the interventions, which could have introduced expectation biases.

The variables assessed (attitude and self-efficacy) were measured through self-reported scales, which reflects perceptions rather than real practical skills. No objective measurements were included in the performance of CPR, and no individual factors were controlled for that could have an influence on the learning, such as motivation or the cognitive style. In addition, 5 participants were excluded from the final analysis, 4 of them due to not providing their consent to participate in the study, and 1 of the participants due to having epilepsy. In addition, no variables on practical performance and/or quality of the chest compressions were included. The occurrence of adverse effects related to the use of virtual reality, such as nausea or motion sickness, was also not documented. This is a crucial aspect that needs to be factored into the design of future interventions.²⁶

One of the strengths of the study was its longitudinal design, which allowed observing the changes of the participants throughout an entire year. This perspective is particularly relevant in an adolescent population, as adolescents can experience significant changes in their perception, maturity, and attitude, with regard to topics such as resuscitation. In this sense, the control group showed a generalized stability in the three variables assessed, while the groups that received training showed sustained improvements, which suggests that the differences observed were more attributable to the educational intervention, as opposed to a natural maturational process. After the end of the study, the control group was offered the same CPR training intervention, thus ensuring the educational equity among all the participating groups.

Implications and future lines

The results from the study are aligned with the recommendation found in the Kids Save Lives¹ document, which promotes the early teaching of resuscitation in school settings, underlining the motivational value of active methodologies and the use of technologies that are attractive to the adolescent population. Virtual reality, in this sense, represents a useful tool for increasing the commitment of students and to facilitate the retention of the knowledge acquired.

The immersive format offers an effective framework for experiential learning that facilitates situated cognition, a mechanism key to long-term retention. Recent literature confirms that the active, body-involved nature of VR training, where knowledge is encoded multisensorially and contextually, is superior to theoretical formats for enhancing long-term retrieval.²⁷ Furthermore, the high sense of virtual presence achieved in the VR environment directly influences the emotional encoding of memory, which significantly improves the stability and accessibility of the acquired skill, especially in high-stress medical simulations.²⁸

Likewise, the study contributes to reducing the gap in knowledge identified in the ILCOR 2024 review, which underlined the lack of robust data on the effectiveness of virtual reality in CPR training, especially in terms of long-term retention and combination with other methods.^{9,29} Cardiac arrest research has historically received very limited investment, despite its high disease burden.³⁰ The results obtained here, with a one-year follow-up and a sustained improvement in the variables assessed, reinforce the potential of these types of instruments as part of blended learning strategies that integrate immersive technology with guided practice and in-person interaction. In this study, the partial η^2 obtained for the variables knowledge, attitude, and self-efficacy in the intervention groups were higher than 0.20 in most of the cases, which reflects a large effect of the education interventions on the variables analyzed. Future studies should incorporate objective measurements of practical skills on CPR and AED use, explore retention in a longer term, and validate these findings with broader and multi-center samples. It would also be valuable to compare different virtual reality formats and assess their relationship with motivational, emotional, and cognitive variables that could mediate the educational impact.

Conclusion

This study demonstrates that both immersive virtual reality training, as well as conventional theoretical training, are efficient strategies for improving the knowledge, attitude, and self-efficacy perceived on cardiopulmonary resuscitation in the adolescent population. Both interventions generated significant improvements in the short-term, with marked results especially in the Virtual Reality group.

Throughout the one-year follow-up, the virtual reality training group showed a higher stability in the scores, particularly in the perception of personal competence, which suggests a possible advantage in knowledge retention. In addition, the high usability scores reinforce the acceptance and viability in school contexts.

These findings support the use of immersive technologies as a complement to traditional methodologies, in line with the international recommendations with regard to basic life support education from an early age. Future studies must include objective measurements of performance, explore its integration with practical components, and validate these results with broader samples and diverse educational settings.

CRedit authorship contribution statement

Ana Belén Ocampo Cervantes: Writing – review & editing, Writing – original draft, Validation, Investigation, Funding acquisition, Formal analysis, Conceptualization. **Carmen Amalia López López:** Writing – original draft, Methodology, Investigation, Formal analysis, Data curation, Conceptualization. **Cristina Cerezo Espinosa:** Writing – review & editing, Writing – original draft, Investigation, Formal analysis, Data curation. **Robert Greif:** Writing – review & editing, Writing – original draft, Supervision, Methodology, Investigation, Formal analysis, Conceptualization. **Manuel Pardo Ríos:** Writing – review & editing, Writing – original draft, Supervision, Project administration, Methodology, Investigation, Funding acquisition, Conceptualization.

Daniel Guillén Martínez: Writing – review & editing, Writing – original draft, Software, Project administration, Methodology, Investigation, Funding acquisition, Formal analysis.

Funding

This work was funded by the Ministry of Science, Innovation and Universities in the research project entitled “*Design of a Metaverse for Higher Education in Health Sciences* (PID2022-138884NA-I00), reference MCIN/AEI/10.13039/501100011033/FEDER, UE.

Data availability

Data is available upon justified request.

Declaration of competing interest

Robert Greif is the Director of ERC Guidelines and ILCOR, and chair of the ILCOR working group on Education, Implementation, and Teamwork and he is a member of the editorial board of Resuscitation Plus. Manuel Pardo Ríos is a member ILCOR working group on Education, Implementation, and Teamwork and he also is a member of the Prehospital Emergency Research Network (RINVE-MER) of SEMES, a member of the Spanish Society of Family and Community Medicine (semFYC), and a member of the European Resuscitation Council (ERC). The remaining authors declare no conflicts of interest relevant to the content of this article.

Acknowledgments

The authors also wish to thank the professionals at the UCAM Virtual Reality Center, whose members are M. Pardo, P. Guardiola, D. Guillen, A. Lanchares, A. Pedreño, J. Alonso and Alejandro Fernández.

Appendix A. Supplementary material

Supplementary material to this article can be found online at <https://doi.org/10.1016/j.resplu.2025.101178>.

Author details

^aGrupo de Investigación de Nuevas Tecnologías para la Salud, UCAM Universidad Católica de Murcia, Región de Murcia, Spain ^bHospital Universitario Santa Lucía, Cartagena, Murcia, Spain ^cGerencia de Urgencias y Emergencias Sanitarias 061 de la Región de Murcia, Spain ^dFaculty of Medicine, University of Bern, Bern, Switzerland

REFERENCES

- KIDS SAVE LIVES: Basic Life Support Education for Schoolchildren: A Narrative Review and Scientific Statement from the International Liaison Committee on Resuscitation, Schroeder DC, Semeraro F, Greif R, Bray J, Morley P, Parr M, Kondo Nakagawa N, Iwami T, Finke SR, Malta Hansen C, Lockey A, Del Rios M, Bhanji F, Sasson C, Schexnayder SM, Scquizzato T, Wetsch WA, Böttiger BW, International liaison committee on resuscitation. *Resuscitation* 2023;188:109772. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2023.109772>. Epub 2023 May 17. PMID: 37190748.
- Perkins GD, Graesner J-T, Semeraro F, Olasveengen T, Soar J, Lott C, Van de Voorde P, Madar J, Zideman D, Mentzelopoulos S, Bossaert L, Greif R, Monsieurs K, Svavarsdóttir H, Nolan JP. European Resuscitation Council guidelines 2021: executive summary. *Resuscitation* 2021;161:1–60. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.02.003>.
- Greif R, Lockey A, Breckwoldt J, Carmona F, Conaghan P, Kuzovlev A, et al. European Resuscitation Council guidelines 2021: education for resuscitation. *Resuscitation* 2021;161:388–407. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.02.016>.
- Radianji J, Majchrzak TA, Fromm J, Wohlgenannt I. A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: design elements, lessons learned, and research agenda. *Comput Educ* 2020;147. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>.
- Moro C, Phelps C, Redmond P, Stromberga Z. HoloLens and mobile augmented reality in medical and health science education: a randomised controlled trial. *Br J Educ Technol* 2021;52(2):680–94. <https://doi.org/10.1111/bjet.13028>.
- Fiaschenberger I, Lee D, Palmer E. Immersive opportunities: a systematic review of virtual reality in the classroom. In: Barbieri W, Palmer E, editors. *Risks and opportunities in using educational technologies*. Singapore: Springer; 2025. p. 87–95.
- Palmer E, editor. *Risks and opportunities in using educational technologies*. Singapore: Springer; 2025. p. 71–81.
- Cheng A, Fijacko N, Lockey A, Greif R, Abelairas-Gomez C, Gosak L, Lin Y, Education Implementation Team Task Force of the International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR). Use of augmented and virtual reality in resuscitation training: a systematic review. *Resusc Plus* 2024;18. <https://doi.org/10.1016/j.resplu.2024.100643>.
- Greif R, Bray JE, Djärv T, Drennan IR, Liley HG, Ng KC, Cheng A, Douma MJ, Schofield BF, Smyth M, Weiner G, Abelairas-Gómez C, Acworth J, Anderson N, Atkins DL, Berry DC, Bhanji F, Böttiger BW, Bradley RN, et al. 2024 International consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations: summary from the Basic Life Support; Advanced Life Support; Pediatric Life Support; Neonatal Life Support; Education, Implementation, and Teams; and First Aid Task Forces. *Resuscitation* 2024;205. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2024.110414>.
- Fijačko N, Pardo Ríos M, Semeraro F, Nadkarni VM, Greif R. Resuscitation education science meets virtual and augmented reality: evolution from potential concept to recommendations. *Resusc Plus* 2025;100950. <https://doi.org/10.1016/j.resplu.2025.100950>.
- Chan E, Lee J, Cheng M. Benefits and limitations of virtual reality in education: a meta-analysis. *Educ Res Rev* 2022;35. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2021.100406>.
- Yeung J, Ong G, Davies RP, Gao F, Perkins GD. Factors affecting team leadership skills and their relationship with quality of cardiopulmonary resuscitation. *Crit Care Med* 2012;40(9):2617–21. <https://doi.org/10.1097/CCM.0b013e31825b91be>.
- Issenberg SB, McGaghie WC, Petrusa ER, Gordon DL, Scalese RJ. Features and uses of high-fidelity medical simulations that lead to effective learning: a BEME systematic review. *Med Teach* 2005;27(1):10–28. <https://doi.org/10.1080/01421590500046924>.
- Hopewell S, Chan AW, Collins GS, Hróbjartsson A, Moher D, Schulz KF, Tunn R, Aggarwal R, Berkwits M, Berlin JA, Bhandari N, Butcher NJ, Campbell MK, Chidebe RCW, Elbourne D, Farmer A, Fergusson DA, Golub RM, Goodman SN, Hoffmann TC, et al. CONSORT 2025 statement: updated guideline for reporting randomised trials. *Lancet* (London, England) 2025. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(25\)00672-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(25)00672-5). S0140-6736(25)00672-5.
- Cerezo Espinosa C, Nieto Caballero S, Juguera Rodríguez L, Castejón-Mochón JF, Segura Melgarejo F, Sánchez Martínez CM,

- López López CA, Pardo Ríos M. Learning cardiopulmonary resuscitation theory with face-to-face versus audiovisual instruction for secondary school students: a randomized controlled trial. *Emergencias* 2018;30(1):28–34.
16. Fundación MAPFRE. *Aprendiendo Juntos a Salvar Vidas* [citado 12 de abril de 2025]. Madrid: Fundación MAPFRE; 2025. Available from: <https://www.fundacionmapfre.org/educacion-divulgacion/salud-bienestar/aprendiendo-juntos-salvar-vidas/>.
 17. Brooke J. SUS: a quick and dirty usability scale. In: Jordan PW, Thomas B, Weerdmeester BA, McClelland IL, editors. *Usability evaluation in industry*. London: Taylor and Francis; 1996. p. 189–94 (Nota: aunque no tiene DOI, es la cita estándar para SUS).
 18. Zhang N, Ye G, Yang C, Zeng P, Gong T, Tao L, Zheng Y, Liu Y. Benefits of virtual reality training for cardiopulmonary resuscitation skill acquisition and maintenance. *Prehosp Emerg Care* 2024;1–7. <https://doi.org/10.1080/10903127.2024.2416971>. Epub ahead of print. PMID: 39432710.
 19. Jorge-Soto C, Abilleira-González M, Otero-Agra M, Barcala-Furelos R, Abelairas-Gómez C, Szarpak Ł, Rodríguez-Núñez A. Schoolteachers as candidates to be basic life support trainers: a simulation trial. *Cardiol J* 2019;26(5):536–42. <https://doi.org/10.5603/CJ.a2018.0073>.
 20. Parma Dewi I, Aditya Fiandra Y, Fadillah R, Marta R, Rosalina L, Azima Noordin N, et al. Explaining VR/AR learning in medical education: a comparative PLS-SEM analysis of TAM, SDT, TTF, and flow theory. *Semin Med Writing Educ* 2025;4:799. <https://doi.org/10.56294/mw2025799>.
 21. Navalpotro Pascual S, Blanco-Blanco Á, Torre Puente JC. Autoeficacia en reanimación cardiopulmonar (RCP) básica y avanzada: diseño y validación de una escala. *Educ Med* 2019;20(5):272–9.
 22. Radianti J, Majchrzak TA, Fromm J, Wohlgenannt I. A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: design elements, lessons learned, and research agenda. *Comput Educ* 2020;147. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>.
 23. Moro C, Phelps C, Redmond P, Stromberga Z. HoloLens and mobile augmented reality in medical and health science education: a randomised controlled trial. *Br J Educ Technol* 2021;52(2):680–94. <https://doi.org/10.1111/bjet.13028>.
 24. Loszczyński PK, Jeódral KW, Malm M, Muraczyńska B, Kobuszewski G. Effectiveness of teaching basic life support resuscitation using virtual reality – a randomized controlled trial. *BMC Med Educ* 2025;25(1):1260. <https://doi.org/10.1186/s12909-025-07827-y>. PMID: 40999522; PMCID: PMC12465371.
 25. Chan E, Lee J, Cheng M. Benefits and limitations of virtual reality in education: a meta-analysis. *Educ Res Rev* 2022;35. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2021.100406>.
 26. Cossio S, Chiappinotto S, Dentice S, Moreal C, Magro G, Dussi G, Palese A, Galazzi A. Cybersickness and discomfort from head-mounted displays delivering fully immersive virtual reality: a systematic review. *Nurse Educ Pract* 2025;85. <https://doi.org/10.1016/j.nepr.2025.104376>. Epub 2025 Apr 19 PMID: 40267853.
 27. Kim S, Lee JH, Jung HJ, Kim M, Lee SK, Yu J. Effects of virtual reality simulation on medical students' emotional and subjective experience compared to high-fidelity simulation in pediatrics clerkship. *PLoS One* 2025;20(10). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0323150>.
 28. Lebert A, Vilarroya Ó. The links between experiential learning and 4E cognition. *Ann N Y Acad Sci* 2024;1541(1):37–52. <https://doi.org/10.1111/nyas.15238>.
 29. Trevi R, Chiappinotto S, Palese A, Galazzi A. Virtual reality for cardiopulmonary resuscitation healthcare professionals training: a systematic review. *J Med Syst* 2024;48(1):50. <https://doi.org/10.1007/s10916-024-02063-1>. PMID: 38748244; PMCID: PMC11096216.
 30. Coute RA, Panchal AR, Mader TJ, Neumar RW. National Institutes of Health-funded cardiac arrest research: a 10-year trend analysis. *J Am Heart Assoc* 2017;6(7). <https://doi.org/10.1161/JAHA.116.005239>.

VI – ESTUDIO III

Aprendizaje combinado frente a realidad virtual y métodos tradicionales en la formación en reanimación cardiopulmonar: un ensayo aleatorizado en estudiantes universitarios

VI - ESTUDIO III

APRENDIZAJE COMBINADO FRENTE A REALIDAD VIRTUAL Y MÉTODOS TRADICIONALES EN LA FORMACIÓN EN REANIMACIÓN CARDIOPULMONAR: UN ENSAYO ALEATORIZADO EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS

Atención Primaria 58 (2026) 103413



ORIGINAL

Aprendizaje combinado frente a realidad virtual y métodos tradicionales en la formación en reanimación cardiopulmonar: un ensayo aleatorizado en estudiantes universitarios



Ana Belén Ocampo Cervantes^{a,b}, Robert Greif^c, Rafael Castro Delgado^{d,e,f}, Carmen Amalia López López^{a,g}, Eduardo Carrión García^b y Manuel Pardo Ríos^{a,g,*}

^a Grupo de Investigación de Nuevas Tecnologías para la Salud, UCAM Universidad Católica de Murcia, Región de Murcia, España

^b Hospital Universitario Santa Lucía, Servicio Murciano de Salud, Cartagena, Murcia, España

^c Faculty of Medicine, University of Bern, Bern, Suiza

^d Departamento de Medicina, Universidad de Oviedo, Oviedo, España

^e Servicio de Salud del Principado de Asturias (SAMU-Asturias), España

^f Instituto de Investigación Sanitaria del Principado de Asturias (ISPA). Grupo de Investigación en Asistencia Prehospitalaria y Desastres (GIAPREDE), Oviedo, España

^g Gerencia de Urgencias y Emergencias Sanitarias de la Región de Murcia, España

Recibido el 1 de septiembre de 2025; aceptado el 28 de septiembre de 2025

PALABRAS CLAVE

Educación en Enfermería;
Reanimación cardiopulmonar;
Métodos de enseñanza;
Aprendizaje combinado;
Realidad virtual;
Simulación clínica

Resumen

Objetivo: La parada cardiorrespiratoria extrahospitalaria es la principal causa de muerte súbita. La formación en soporte vital básico (SVB) es una competencia esencial en Enfermería. Las metodologías de enseñanza activa como el *blended learning* podrían mejorar los resultados formativos.

Diseño: Ensayo controlado aleatorizado con 4 grupos paralelos (n = 160). Participantes: estudiantes de primer curso del Grado en Enfermería. Lugar: en una universidad de la Región de Murcia, España. Intervenciones: se compararon 4 metodologías: formación tradicional, realidad virtual (RV), aprendizaje mixto (*blended*) y grupo control sin intervención. Se evaluó la competencia práctica mediante una escala de 8 ítems de los pasos clave de la cadena de supervivencia y se analizaron parámetros técnicos con maniqués Laerdal Q CPR[®], midiendo porcentaje de calidad, profundidad, ritmo, compresión y descompresión. Se emplearon ANOVA, chi-cuadrado y modelos de correlación (p < 0,05).

Resultados: Los resultados de la competencia práctica fueron significativamente diferentes entre grupos (p < 0,001). Mediciones principales: los grupos mixto (*blended*) y tradicional alcanzaron las puntuaciones más altas (6,6 ± 1,7 y 6,6 ± 1,5, respectivamente), seguidos por el grupo

* Autor para correspondencia.
Correo electrónico: mpardo@ucam.edu (M. Pardo Ríos).

<https://doi.org/10.1016/j.aprim.2025.103413>

0212-6567/© 2025 Los Autores. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

A.B. Ocampo Cervantes, R. Greif, R. Castro Delgado et al.

KEYWORDSNursing Education;
Cardiopulmonary
Resuscitation;
Teaching Methods;
Blended Learning;
Virtual Reality;
Clinical Simulation

RV ($6,3 \pm 1,5$) y el grupo control ($3,1 \pm 1,5$). La calidad media de la RCP también mostró diferencias significativas ($p = 0,0045$), siendo mayor en el grupo *blended* (72,3%), seguido por el grupo tradicional (65,4%), RV (63,4%) y control (46,9%). En cuanto a la profundidad media de las compresiones ($p = 0,0011$), los grupos *blended* y RV obtuvieron resultados similares (6,1 cm), superiores al tradicional (5,5 cm) y control (4,8 cm). La percepción de usabilidad del sistema de RV fue alta (78/100).

Conclusiones: El aprendizaje mixto mostró un rendimiento global más favorable en la mayoría de las variables analizadas, con puntuaciones superiores en calidad de la RCP y resultados igualados o mejores en competencia práctica y profundidad de compresiones, en comparación con los modelos tradicional o inmersivo. Estos hallazgos respaldan su utilidad como estrategia docente eficaz para la adquisición de competencias en SVB.

© 2025 Los Autores. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Blended learning versus virtual reality and traditional methods in cardiopulmonary resuscitation training: a randomized trial in university students**Abstract**

Objective: Out-of-hospital cardiac arrest is the leading cause of sudden death. Basic Life Support (BLS) training is an essential competency in Nursing. Active learning methodologies such as blended learning may improve educational outcomes.

Design: A randomized controlled trial with four parallel groups ($n = 160$). Participants: was conducted among first-year undergraduate nursing students. Site: At a university in the Region of Murcia, Spain. Interventions: Four methodologies were compared: traditional training, virtual reality (VR), blended learning, and a control group with no intervention. Practical competence was assessed using an 8-item checklist covering key steps in the chain of survival. Technical parameters were measured using Laerdal QCPR® manikins, including percentage of high-quality CPR, compression depth, rate, and full chest recoil. ANOVA, chi-square tests, and correlation models were applied ($p < 0.05$).

Results: Practical competence differed significantly between groups ($p < 0.001$). Main measurements: The blended and traditional groups achieved the highest scores (6.6 ± 1.7 and 6.6 ± 1.5 , respectively), followed by the VR group (6.3 ± 1.5) and the control group (3.1 ± 1.5). Mean CPR quality also differed significantly ($p = 0.0045$), with the blended group showing the highest percentage (72.3%), followed by traditional (65.4%), VR (63.4%), and control (46.9%). Regarding compression depth ($p = 0.0011$), the blended and VR groups achieved similar results (6.1 cm), outperforming the traditional (5.5 cm) and control (4.8 cm) groups. Perceived usability of the VR system was high (78/100).

Conclusions: Blended learning showed overall better performance in most variables analyzed, with higher CPR quality and equal or superior results in practical competence and compression depth compared to the traditional and immersive models. These findings support its effectiveness as a teaching strategy for acquiring BLS competencies.

© 2025 The Authors. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

La parada cardíaca extrahospitalaria sigue siendo una de las principales causas de muerte súbita en Europa, con tasas de reanimación por testigos aún insuficientes a pesar de ser un factor clave para la supervivencia¹⁻³.

Las recomendaciones del *European Resuscitation Council* (ERC) de 2021 destacan la necesidad de programas de formación basados en metodologías activas, adaptadas al alumnado, que integren componentes digitales con prácticas presenciales³. En este sentido, el aprendizaje combinado o *blended learning* ha mostrado ser eficaz para mejorar la retención del conocimiento, optimizar tiempos

formativos y aumentar la motivación del estudiante⁴⁻⁷. Además, este enfoque permite integrar tecnologías emergentes como la realidad virtual (RV), que ofrece escenarios inmersivos con alto nivel de fidelidad y aplicabilidad clínica⁸⁻¹⁰.

Numerosos estudios han identificado beneficios del uso de simulación, RV y aprendizaje híbrido sobre variables como la adquisición de habilidades técnicas, la toma de decisiones, y la autoconfianza del alumnado^{11,12}. Sin embargo, es conveniente seguir trabajando en analizar de forma específica el impacto del *blended learning* en la formación en SVB, comparado con métodos presenciales tradicionales, en población universitaria.

Este estudio tiene como objetivo analizar la eficacia de un programa de aprendizaje combinado para la enseñanza del soporte vital básico (SVB) en estudiantes de Enfermería. Asimismo, se pretende valorar su impacto sobre la adquisición de competencias prácticas en SVB y en la calidad de la reanimación cardiopulmonar (RCP). Planteamos la hipótesis de que el modelo de aprendizaje mixto (*blended learning*) es más efectivo que el modelo tradicional y la RV para la adquisición de competencias en SVB en estudiantes de Enfermería.

estudio se desarrolló en la Universidad Católica de Murcia (UCAM) durante el curso académico 2024-2025.

El diseño, ejecución y análisis del estudio siguieron las directrices establecidas en la Declaración *Consolidated Standards of Reporting Trials* (CONSORT), recomendadas internacionalmente para la comunicación de ensayos clínicos aleatorizados (fig. 1)¹³. Asimismo, el análisis y presentación de los datos se ha realizado siguiendo las recomendaciones de las directrices *Statistical Analyses and Methods in the Published Literature* (SAMPL) para la comunicación transparente de resultados estadísticos en investigaciones biomédicas¹⁴.

Todos los participantes fueron informados del objetivo del estudio y firmaron un consentimiento informado por escrito antes de su inclusión. La aprobación ética queda recogida en el plan de investigación, en el apartado *Anexo 1: Informe del Comité de Ética de la UCAM* (código CE112309).

Material y métodos

Diseño del estudio

Se realizó un ensayo controlado aleatorizado con 4 grupos paralelos, diseñado para evaluar el efecto de distintas metodologías formativas sobre la adquisición de competencias prácticas en SVB y en la calidad de la RCP en estudiantes universitarios de primer curso del Grado en Enfermería. El

Participantes

La muestra estuvo compuesta por 160 estudiantes de primer curso, distribuidos equitativamente en 4 grupos (Control,

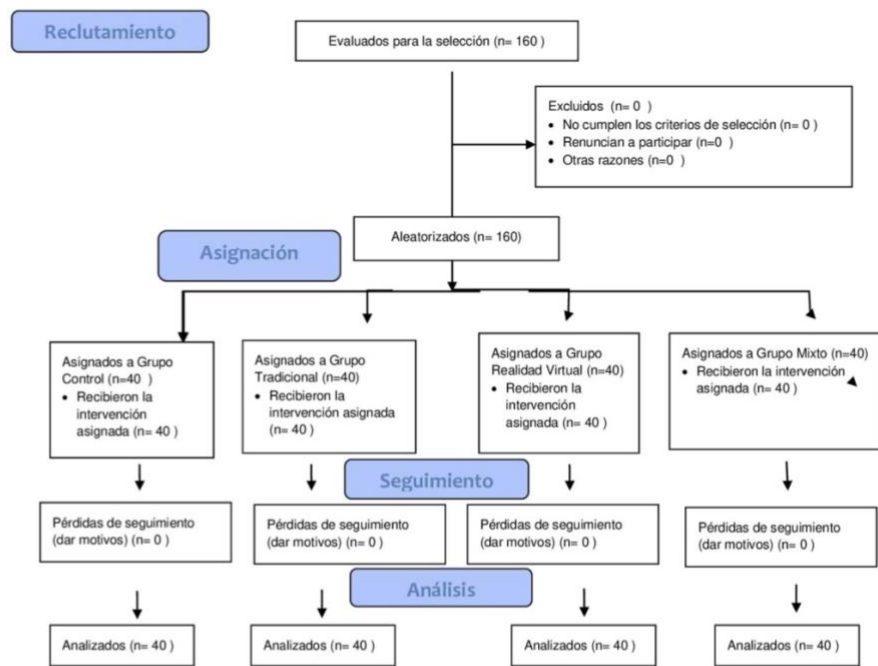


Figura 1 Diagrama de flujo CONSORT, con asignación a 4 grupos: grupo control, grupo realidad virtual, grupo tradicional, grupo mixto. *** p < 0,001.

A.B. Ocampo Cervantes, R. Greif, R. Castro Delgado et al.

Tradicional, RV y Mixto). Los criterios de inclusión fueron: estar matriculado en la asignatura de Fisiología durante el curso 2024-2025 y hacerlo en primera matrícula. Se excluyeron aquellos participantes que no quisieron participar en el estudio, que no firmaron el consentimiento informado, además de aquellos con antecedentes de fotosensibilidad, epilepsia, o cualquier condición física que pudiera interferir con la realización de maniobras de RCP o con el uso de gafas de RV.

El reclutamiento se realizó mediante convocatoria voluntaria, y los estudiantes que aceptaron participar fueron aleatorizados en los 4 grupos experimentales. El cálculo del tamaño muestral se realizó a priori, asumiendo un tamaño del efecto moderado-alto ($f = 0,30$), un nivel de significación del 5% y una potencia estadística del 80%, lo que determinó la necesidad de al menos 31 participantes por grupo ($n = 124$ en total). Para garantizar la validez del análisis y prever posibles pérdidas, se incluyeron finalmente 40 estudiantes por grupo ($n = 160$).

Asignación y aleatorización

La aleatorización se realizó mediante un procedimiento de asignación aleatoria simple. Por razones logísticas y para facilitar la organización de las sesiones, la asignación se realizó a partir de los grupos de clase ya existentes, procurando una distribución equitativa en cada brazo del estudio. Esta asignación se completó utilizando una hoja de cálculo (Microsoft Excel, Microsoft Corp., EE.UU.) con funciones de aleatorización integradas (=RAND), lo que permitió generar secuencias aleatorias para garantizar la imparcialidad. El estudio se llevó a cabo bajo un diseño con cegado de los evaluadores, que desconocían la asignación de los participantes a los distintos grupos.

Intervenciones

La intervención se dividió en dos partes dentro de una misma sesión de 2 h de duración: una parte de la sesión basada en la formación y una segunda parte basada en la evaluación práctica individual.

- Grupo 1 (control): No recibió ninguna intervención formativa y fue evaluado directamente bajo las mismas condiciones que el resto de los participantes. Esta condición permite disponer de un estado basal de referencia para comparar con los grupos que sí recibieron intervenciones.
- Grupo 2 (tradicional): Recibió una formación teórica basada en una presentación con soporte visual (PowerPoint) (45 min), seguida de una práctica guiada en maniquí Little Anne QCPR (75 min), basada en las recomendaciones del ERC 2021, vigentes en el momento del estudio. Aunque en 2025 está prevista la publicación de nuevas guías, actualmente no todas las secciones están en su versión definitiva.
- Grupo 3 (realidad virtual): Recibió una formación completamente inmersiva mediante gafas de RV con un escenario grabado en video 360°. El contenido abordaba un caso clínico de SVB con toma de decisiones, retroalimentación y preguntas integradas. El escenario se repitió hasta com-

pletar el tiempo formativo de esta metodología (45 min). A esta sesión le seguía una formación práctica en SVB y desfibrilador externo automático (DEA) de 75 min con un maniquí Little Anne QCPR® (Laerdal Medical, Stavanger, Noruega, 2023), también basadas en las últimas recomendaciones del ERC (2021).

- Grupo 4 (mixto): Recibió una combinación de formación teórica (25 min de duración) y formación en RV (20 min de formación), teniendo, en este caso, una distribución de tiempo ajustada y combinada de las diferentes metodologías de aprendizaje. Finalmente se llevó a cabo una formación práctica en SVB y DEA (75 min de duración) manteniendo un tiempo total comparable al de los grupos 2 y 3 (2 h de duración en total).

En todos los casos, la formación fue estructurada en una única sesión de 2 h de duración por grupo, donde se llevó a cabo tanto formación (2 h) como evaluación posterior (10 min), bajo condiciones homogéneas para todos los participantes.

Variables del estudio

La variable principal del estudio fue la competencia práctica en RCP, evaluada mediante un conjunto de 8 ítems dicotómicos (correcto/incorrecto), diseñados para reflejar la correcta ejecución de los pasos clave de la cadena de supervivencia en una situación simulada de parada cardiorrespiratoria. Esta escala ya ha sido usada previamente en otros artículos científicos^{1,4}. Cada ítem puntuaba 1 punto si se realizaba correctamente, con una puntuación total posible de 0 a 8 puntos.

Las variables secundarias objetivas incluyeron parámetros técnicos de calidad de la RCP, recogidos de forma automática mediante los dispositivos Little Anne QCPR® de Laerdal (Laerdal Medical, Stavanger, Noruega, 2023), con el software configurado para evaluar solo las compresiones torácicas durante 2 min). Estas fueron: calidad de la RCP (%), ritmo de las compresiones (pulsaciones por minuto), profundidad de las compresiones (en centímetros), descompresiones (%) y compresiones correctas (%).

Las variables subjetivas se recogieron mediante cuestionarios autoadministrados tras la finalización de la intervención. Se aplicó la *System Usability Scale* (SUS) para valorar la percepción de usabilidad del sistema. La SUS es una herramienta de evaluación de usabilidad utilizada para medir la experiencia del usuario. Consiste en 10 afirmaciones que se puntúan en una escala tipo Likert del 1 al 5, donde 1 significa «totalmente en desacuerdo» y 5 significa «totalmente de acuerdo». La puntuación total de la SUS es de 100 puntos y se divide en 6 categorías: peor imaginable (0-25), pobre (25,1-51,6), aceptable (51,7-62,6), buena (62,7-72,5), excelente (72,6-84,0) y mejor imaginable (84,1-100).

Por otro lado, se administró una escala específica de experiencia en RCP con RV, compuesta por 5 ítems evaluados en escala Likert (1-10): «Claridad de las instrucciones», «Realismo y calidad de la simulación», «Comodidad con la tecnología», «Aprendizaje y confianza adquirida» y «Valoración general de la experiencia».

Tras la evaluación todos los participantes recibieron, por razones éticas y formativas, las experiencias formativas restantes que no habían recibido durante la intervención. De este modo, todos los alumnos completaron las tres modalidades formativas (tradicional y RV), lo que permitió también recoger las variables subjetivas de usabilidad y percepción en todos los casos. Además, se recogieron variables socio-demográficas: sexo, edad, peso y estatura, autorreportadas por los participantes. A partir de estos datos se calculó el índice de masa corporal (IMC), como variable adicional de control.

Procedimiento

El estudio se desarrolló en dos fases diferenciadas: una fase de intervención formativa y una fase posterior de evaluación práctica individual, desarrolladas ambas fases dentro de la misma sesión. En primer lugar, se realizó una convocatoria voluntaria entre los estudiantes de primer curso del Grado en Enfermería matriculados en la asignatura de Fisiología en primera matrícula. Los alumnos que aceptaron participar fueron incorporados a una lista de aleatorización simple, a partir de la cual fueron distribuidos en los 4 grupos experimentales utilizando un sistema informático de generación de secuencias aleatorias.

Cada grupo recibió su intervención correspondiente de forma independiente (fig. 1):

- El grupo control (1) no recibió ninguna formación previa y no participó en la fase de intervención formativa; únicamente fue sometido a la evaluación práctica estandarizada.
- El grupo tradicional (2) recibió una clase teórica apoyada con presentación PowerPoint y una práctica presencial en maniquí con tecnología QCPR.
- El grupo de RV (3) recibió una formación inmersiva mediante gafas RV, con video 360° y *debriefing* automático en tiempo real y una práctica presencial en maniquí con tecnología QCPR.
- El grupo mixto (4) recibió ambas intervenciones anteriores, de forma consecutiva, además de la práctica con maniquí anteriormente descrita.

En cuanto a la evaluación, todos los participantes fueron evaluados individualmente bajo las mismas condiciones estandarizadas: mismo espacio físico, materiales, duración, evaluadores y criterios. La competencia práctica en SVB fue valorada mediante observación directa estructurada, registrando los 8 ítems de la evaluación: «Habla o llama fuerte a la víctima»; «Mueve fuerte los hombros»; «Verifica que no respira»; «Pide un teléfono y realiza llamada»; «Realiza maniobras de RCP»; «Brazos posición correcta, centro del pecho»; «Pide un DEA»; «Coloca y usa correctamente el DEA».

Paralelamente, se recogieron las variables técnicas de calidad de la RCP mediante los maniquíes Little Anne QCPR® (Laerdal Medical, Stavanger, Noruega, 2023). Tras la evaluación práctica, los participantes completaron la escala SUS y la escala específica de experiencia con tecnología inmersiva. La escala está compuesta por 10 ítems que se responden mediante una escala tipo Likert de 5 puntos (1 = totalmente

en desacuerdo, 5 = totalmente de acuerdo). Los ítems se alternan entre formulaciones positivas y negativas para evitar sesgos de respuesta. Cada ítem puntúa entre 0 y 4, y la suma total se multiplica por 2,5 para obtener una puntuación final entre 0 y 100 puntos. La interpretación de la puntuación se basa en criterios estándar: < 51,6 = pobre usabilidad, 51,7-62,6 = aceptable, 62,7-72,5 = buena, 72,6-84,0 = excelente, 84,1 = mejor imaginable.

Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó utilizando los programas Python (versión 3.11) con bibliotecas especializadas para análisis científicos y la aplicación de algoritmos de *machine learning*. El nivel de significación estadística se fijó en $p \leq 0,05$ para todas las pruebas.

Se realizó una descripción inicial de la muestra mediante estadísticos de tendencia central y dispersión (media y desviación estándar) para variables cuantitativas, y frecuencias absolutas y relativas para las variables cualitativas.

Para la comparación de la variable principal (competencia práctica en RCP), se aplicó una ANOVA de un factor para comparar los 4 grupos, seguido de una prueba post-hoc de Tukey para identificar diferencias específicas entre pares de grupos. También se realizó una ANOVA factorial para explorar la posible interacción entre el tipo de intervención y la formación previa en RCP.

Las variables secundarias relacionadas con la calidad de la RCP se analizaron también mediante ANOVA o, en caso de no cumplir criterios de normalidad (según la prueba de Shapiro-Wilk), mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Para los ítems individuales de la evaluación práctica (binarios), se utilizó la prueba de chi-cuadrado de Pearson, incluyendo comparaciones específicas entre grupos de intervención.

Se calcularon además correlaciones de Pearson para evaluar la relación entre la competencia práctica y variables como calidad global de la RCP, profundidad, ritmo, compresión y descompresión. Finalmente, se aplicó un modelo predictivo basado en Random Forest, con el objetivo de explorar el valor de distintas variables como predictores de alta competencia en RCP. Se evaluó la precisión del modelo y se analizó la importancia de cada variable en la predicción.

Resultados

Características de la muestra

Estas variables se recogieron únicamente para verificar la homogeneidad entre grupos, sin aportar hallazgos relevantes en el análisis principal. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en ninguna de estas características de los participantes.

Competencia práctica en reanimación cardiopulmonar

El análisis de la competencia práctica en RCP (fig. 2) mostró diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ($p < 0,001$). Como era esperable, el grupo control, sin expo-

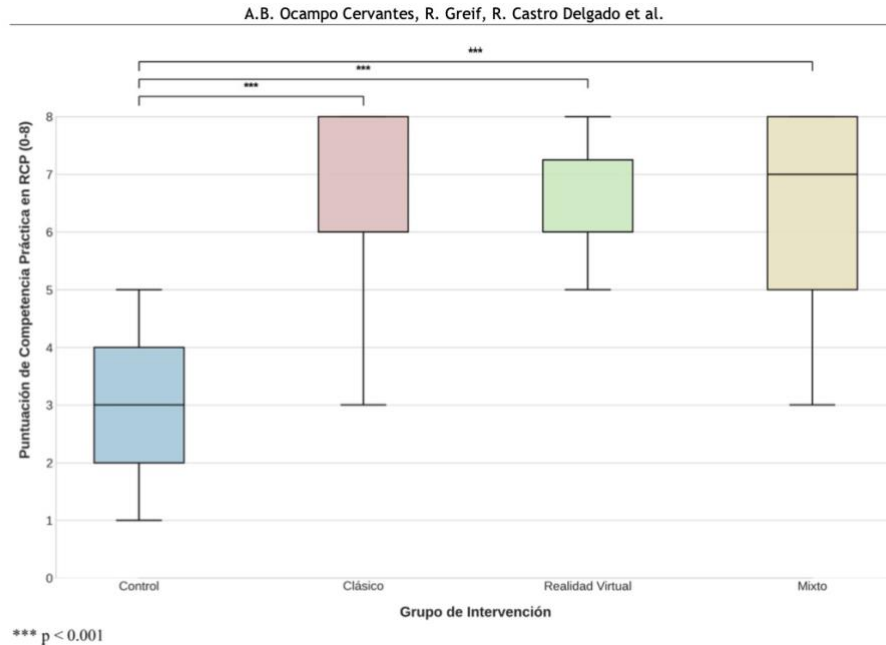


Figura 2 Diagrama de cajas de la competencia práctica en RCP según el grupo de intervención.

sición formativa, obtuvo puntuaciones inferiores al resto de grupos, con la media más baja ($3,2 \pm 1,6$), mientras que los grupos con algún tipo de intervención (tradicional, RV y mixto) mostraron medias más altas: grupo tradicional, $6,62 \pm 1,55$; grupo RV: $6,33 \pm 1,54$ y grupo mixto: $6,67 \pm 1,77$. Las comparaciones no encontraron diferencias significativas entre los grupos tradicional, RV y mMixto ($p > 0,05$; fig. 2).

La tabla 1 muestra el porcentaje de participantes que respondieron correctamente a cada uno de los ítems de la evaluación práctica de RCP. Se observaron diferencias relevantes en varios ítems, especialmente en los primeros pasos de la cadena de supervivencia (ítems 1 a 4), y en aquellos ítems relacionados con el uso y correcta colocación del DEA donde los grupos con intervención presentaron porcentajes de acierto considerablemente superiores al grupo control. Con respecto al ítem 5 («Realiza maniobras de RCP»), no se encontraron diferencias significativas en su ejecución entre el grupo control y los grupos que recibieron intervención. Sin embargo, la correcta posición de los brazos, en el centro del pecho (ítem 5.1), sí que mostró diferencias con el grupo control. Los ítems relacionados con la verificación de la respiración (ítem 3), la llamada de emergencia (ítem 4) y la colocación del DEA (ítem 6.1) mostraron las diferencias más marcadas entre grupos ($p < 0,05$ en varios casos).

En el análisis por ítems, se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en varios de los

pasos clave de la cadena de supervivencia, especialmente en los ítems iniciales relacionados con la evaluación de la conciencia, la respiración y la activación del sistema de emergencias (ítems 1 a 4), así como en el uso correcto del DEA (ítems 6 y 6.1). Estas diferencias se mantuvieron significativas tras aplicar la corrección de Bonferroni, lo que refuerza la validez de los resultados. En particular, el ítem «Verifica que no respira» mostró una mayor proporción de respuestas correctas en el grupo de RV, lo que sugiere un posible efecto positivo del componente inmersivo en la retención de pasos críticos. Por el contrario, no se observaron diferencias en la ejecución de las maniobras de RCP (ítem 5), donde todos los grupos con intervención alcanzaron niveles similares de desempeño.

Calidad de la reanimación cardiopulmonar

En la comparación entre grupos (tabla 2) se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en la mayoría de las variables, especialmente calidad, profundidad y compresión.

Al analizar únicamente los grupos que recibieron algún tipo de intervención (tradicional, RV y mixto), se observó que la mayoría de las variables de calidad de la RCP presentaron valores similares entre ellos. Sin embargo, la variable de porcentaje de calidad de la RCP en el grupo mixto

Atención Primaria 58 (2026) 103413

Tabla 1 Porcentaje de aciertos por ítem de la evaluación de RCP según el grupo

Ítem	Grupo				Estadístico (χ^2)	p	p (Bonferroni)
	Control	Tradicional	Realidad virtual	Mixto			
Ítem 1 Habla o llama fuerte a la víctima	35,0	62,5	65,0	75,0	14,59	0,0022	0,0176
Ítem 2 Mueve fuerte los hombros	25,0	60,0	65,0	72,5	21,55	< 0,001	< 0,001
Ítem 3 Verifica que no respira	67,5	82,5	97,5	95,0	18,43	< 0,001	0,0029
Ítem 4 Pide un teléfono y realiza llamada	30,0	77,5	72,5	82,5	30,89	< 0,001	< 0,001
Ítem 5 Realiza maniobras de RCP	97,5	100	100	100,0	3,02	0,3887	1,0000
Ítem 5.1 Brazos posición correcta, centro del pecho	35,0	85,0	80,0	82,5	32,87	< 0,001	< 0,001
Ítem 6 Pide un DEA	2,5	47,5	55,0	47,5	29,33	< 0,001	< 0,001
Ítem 6.1 Coloca y usa correctamente el DEA	10,0	75,0	62,5	75,0	46,67	< 0,001	< 0,001

Test chi-cuadrado (χ^2); p: significación estadística.

Tabla 2 Valores medios obtenidos por cada grupo de intervención para las principales variables de calidad de la RCP

Variable	Grupo				Estadístico (H)	p
	Control	Tradicional	Realidad virtual	Mixto		
Calidad RCP (%)	46,9	65,4	63,5	72,3	13,08	0,0045
Ritmo (puls/min)	111,2	111,1	121,9	111,3	7,07	0,0698
Profundidad (cm)	4,8	5,5	6,1	6,1	15,98	0,0011
Descompresión (%)	90,2	73,3	84,5	91,3	10,32	0,016
Compresión (%)	46,0	61,9	74,8	76,8	11,95	0,0075

Test de Kruskal-Wallis (H); p: significación estadística.

(grupo 4) mostró un porcentaje de calidad significativamente mayor (H = 6,76, p = 0,034, prueba de Kruskal-Wallis).

Usabilidad y percepción de la experiencia con realidad virtual

Todos los participantes realizaron la experiencia de RV, ya fuera antes o después de ser evaluados. Evaluaron su percepción mediante la escala SUS y una escala subjetiva diseñada para valorar la calidad de la experiencia con esta tecnología. La puntuación media en la escala SUS fue de 78,1 ± 11,2 puntos, lo que indica una percepción global de buena a excelente usabilidad del sistema de RV.

En relación con la valoración subjetiva de la experiencia con RV (escala de 1 a 10), los participantes otorgaron puntuaciones altas en todos los ítems evaluados: «Claridad de las instrucciones» (9,4 ± 1,1 puntos), «Realismo y calidad de la simulación» (9,1 ± 1,2 puntos), «Comodidad con la tecnología» (8,7 ± 1,3 puntos), «Aprendizaje y confianza

adquirida» (8,6 ± 1,3 puntos) y «Valoración general de la experiencia» (9,3 ± 0,8 puntos).

Discusión

Este estudio analiza la eficacia de tres metodologías formativas en la adquisición de competencias en RCP en estudiantes universitarios de Ciencias de la Salud. La comparación directa entre grupos permite identificar diferencias relevantes en el rendimiento práctico y técnico de las maniobras, con un comportamiento destacado del enfoque *blended* en calidad de RCP, y resultados comparables al resto de metodologías en otras variables clave como la competencia práctica o la profundidad de compresiones.

Principales hallazgos

El grupo de *blended learning* obtuvo una puntuación significativamente superior en la competencia global de RCP

A.B. Ocampo Cervantes, R. Greif, R. Castro Delgado et al.

en comparación con el grupo de RV y el grupo control ($p < 0,001$), y un resultado equivalente al grupo de formación clásica. La puntuación se midió mediante el número total de maniobras correctamente ejecutadas según los pasos clave de la cadena de supervivencia. Este resultado confirma la eficacia del enfoque combinado para integrar conocimientos y habilidades prácticas en maniobras críticas^{6,7,11}. Estos hallazgos apoyan la eficacia del *blended learning* como herramienta formativa sólida y alineada con las recomendaciones del ERC³ y el movimiento *Kids Save Lives*¹⁹. Si bien la literatura científica señala al aprendizaje combinado como una de las estrategias más efectivas en educación sanitaria, en nuestro estudio, las diferencias se limitaron a algunos ítems clave y a la calidad global de la RCP.

Los resultados concuerdan con estudios previos que muestran que el aprendizaje mixto favorece no solo el rendimiento académico, sino también la retención del conocimiento y la motivación del alumnado^{5,16,17}. La evidencia muestra que este enfoque potencia tanto la autonomía como la interacción, factores clave para el compromiso del estudiante con su proceso de aprendizaje¹⁸. En el caso específico de la formación en SVB, el *blended learning* parece ofrecer un equilibrio óptimo entre flexibilidad, accesibilidad y supervisión práctica¹¹.

Experiencias previas con escolares mostraron que el *blended learning* mejora la motivación, la autoeficacia y la adquisición técnica en RCP, incluso con tiempos de intervención cortos^{19,20}. En línea con esto, estudios recientes en la literatura han demostrado que el aprendizaje combinado es percibido como útil y sostenible por una amplia mayoría de participantes en cursos de RCP. La preferencia de los estudiantes por esta modalidad subraya su potencial como una metodología educativa relevante y eficaz para la capacitación en el ámbito de la salud²¹. Aunque se citan experiencias previas en escolares como marco comparativo, este estudio se centra en estudiantes universitarios de Enfermería, población con un perfil y necesidades formativas diferentes.

Además, estudios centrados en simulación educativa señalan que la implicación y la satisfacción del alumnado son mayores cuando se emplean estrategias combinadas, especialmente en contextos de alta carga cognitiva o emocional²²⁻²⁵. Las guías del ERC también recomiendan no depender de una única herramienta tecnológica, sino promover una formación adaptativa e interprofesional que refuerce los distintos eslabones de la cadena de supervivencia^{3,26}.

La implementación de un enfoque de aprendizaje combinado que incorpora tecnología como la RV ha demostrado aumentar la disposición y el conocimiento sobre RCP en escolares, además de mejorar su actitud, lo que sugiere que la combinación de métodos de enseñanza innovadores es efectiva para involucrar a los estudiantes jóvenes. Sin embargo, es importante destacar que, si bien estos programas mejoran la actitud y el conocimiento, la investigación longitudinal sobre la retención a largo plazo de las habilidades adquiridas sigue siendo un área que requiere mayor exploración²⁷.

El uso de simulación ha sido identificado como uno de los métodos más efectivos para el desarrollo de habilidades clínicas, especialmente cuando se combina con retroalimentación estructurada y objetivos claros²⁸⁻³². Esta combinación

parece optimizar tanto la adquisición como la transferencia del aprendizaje, y encaja plenamente en modelos de *blended learning*. A su vez, un metaanálisis reciente ha confirmado que los entornos de RV inmersiva pueden mejorar el aprendizaje cuando se usan con objetivos claros y evaluación estructurada³⁰.

De forma desglosada, se observaron diferencias estadísticamente significativas en ítems clave como la comprobación de consciencia ($p=0,031$), apertura de la vía aérea ($p=0,046$), y uso del DEA ($p=0,041$), donde *blended* mostró un rendimiento superior. Estos pasos iniciales, fundamentales en la secuencia de actuación ante una parada cardiorrespiratoria, fueron ejecutados con mayor precisión por los estudiantes expuestos a una metodología combinada. Estos resultados concuerdan con un estudio que señaló que el enfoque *blended* permite una mejor comprensión secuencial de los algoritmos de actuación en RCP, al combinar fases de reflexión teórica con práctica guiada en distintos entornos (presencial y virtual)³.

En cuanto a los indicadores técnicos registrados por los maniqués QCPR, el grupo *blended learning* presentó un porcentaje significativamente más alto de RCP de calidad ($p=0,030$). El porcentaje de RCP de calidad fue significativamente superior en el grupo *blended* (72,3%) en comparación con el resto de metodologías, lo que sugiere una mejor integración de los aspectos técnicos y procedimentales esenciales para una reanimación efectiva. En relación con la profundidad media de las compresiones torácicas ($p=0,042$), tanto el grupo *blended* como el grupo de RV obtuvieron resultados similares (6,1 cm), superiores al grupo tradicional y al control. Estos hallazgos sugieren una ejecución más precisa y ajustada a las recomendaciones internacionales por parte de los estudiantes formados con esta estrategia mixta. Según evidencia reciente, el uso de metodologías combinadas mejora la retención y ejecución de parámetros técnicos complejos como la profundidad o la tasa de compresiones, especialmente cuando se integran dispositivos de *feedback* inmediato y sesiones prácticas distribuidas en el tiempo^{20,27}.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en variables como la frecuencia de compresiones, la descompresión torácica o el tiempo sin compresiones. Estos resultados sugieren que ciertos parámetros técnicos pueden depender menos del método de instrucción y más de factores individuales, como la condición física, la percepción del ritmo o la familiaridad con el maniquí. Este hallazgo coincide con revisiones sistemáticas previas en formación sanitaria mediante tecnologías mixtas, donde se concluye que el *blended learning* mejora especialmente el conocimiento y las habilidades cognitivas, pero puede requerir refuerzos específicos para consolidar componentes psicomotores más complejos³³.

Aunque el *blended learning* mejora la satisfacción y el conocimiento teórico a corto plazo, la evidencia actual sobre su impacto en las habilidades prácticas de RCP es limitada y poco concluyente. Esta brecha se agrava por la baja calidad metodológica de las revisiones existentes y la ausencia de sistemas estandarizados para evaluar los resultados, lo que impera una investigación más rigurosa para entender su verdadera eficacia en el desarrollo de destrezas clínicas³⁴. Este estudio se llevó a cabo en estudiantes

de primer curso de Grado en Enfermería, etapa en la que el contenido curricular se centra en el aprendizaje de SVB. Resulta esperable que a medida que avanzan en la titulación adquieran progresivamente competencias más avanzadas en SVB.

Implicaciones para la práctica educativa

Este estudio refuerza la necesidad de adaptar los planes docentes al uso de metodologías activas e híbridas. La combinación de contenidos digitales, práctica supervisada y simulación ofrece una vía realista para ampliar la cobertura formativa en RCP sin perder calidad educativa. Además, herramientas como la RV pueden complementar eficazmente estos entornos, siempre que se integren con criterios pedagógicos sólidos^{25,28,35}.

Fortalezas y limitaciones

Entre las fortalezas de este estudio se encuentran el diseño aleatorizado para la evaluación práctica y la implementación de herramientas tecnológicas emergentes en un contexto controlado. No obstante, presenta limitaciones, como el tamaño muestral; aunque el cálculo muestral garantizó potencia estadística suficiente para detectar efectos moderados, el tamaño final (n=160) sigue siendo limitado y restringe la generalización de los resultados. Además, la ejecución en una única universidad y la falta de seguimiento a medio o largo plazo. La homogeneidad de la muestra, centrada en estudiantes de primer curso, también limita la generalización de los resultados.

Futuras líneas de investigación

Se requieren estudios multicéntricos con mayor heterogeneidad poblacional y diseños longitudinales que permitan evaluar la transferencia de competencias a contextos reales. También será relevante explorar variables relacionadas con la motivación, la autoeficacia y la percepción de competencia del alumnado, así como las características específicas del diseño instruccional más eficaces para cada perfil. En futuras investigaciones resultaría necesario identificar la modalidad de enseñanza (clásica, RV o mixta) más idónea en función de las características de la población^{24,29,31}.

Conclusiones

Los resultados de este estudio respaldan el uso del modelo de aprendizaje combinado (*blended learning*) como una estrategia eficaz para la enseñanza del SVB en estudiantes de Enfermería. Este enfoque mostró un rendimiento global más favorable en variables clave como la calidad de la RCP y resultados equivalentes o superiores en la competencia práctica y la profundidad de comprensiones, en comparación con los modelos tradicionales y con intervenciones basadas exclusivamente en RV. Estudios futuros deberán analizar cómo integrar de forma estructurada el *blended learning* en los planes de estudio universitarios de Ciencias de la Salud, así como su impacto a medio y largo plazo en la retención de habilidades.

Lo conocido sobre el tema/Qué aporta este estudio

- Un ensayo controlado aleatorizado compara la eficacia de cuatro metodologías de enseñanza de RCP en estudiantes de Enfermería.
- El modelo de aprendizaje mixto (*blended learning*) mostró el rendimiento global más favorable, especialmente en la calidad de la RCP.
- La formación con *blended learning* obtuvo puntuaciones superiores en la calidad de la RCP y resultados igualados o mejores en la competencia práctica y la profundidad de las comprensiones.
- La formación con realidad virtual y el aprendizaje mixto condujeron a una mayor profundidad de las comprensiones que el método tradicional.
- Este estudio valida el *blended learning* como una estrategia docente eficaz para la adquisición de competencias en soporte vital básico.

Financiación

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades en el proyecto de investigación titulado Diseño de un Metaverso para la Educación Superior en Ciencias de la Salud (PID2022-138884NA-I00), referencia MCIN/AEI/10.13039/501100011033/FEDER, UE.

Conflicto de intereses

Rober Greif es director de Guías del ERC y de ILCOR, y presidente del grupo de trabajo de ILCOR sobre Educación, Implementación y Trabajo en Equipo. Manuel Pardo Ríos es miembro de la Red de Investigación en Emergencias Prehospitalarias (RINVEREM) de SEMES, socio de la Sociedad Española de Medicina Familiar y Comunitaria (semFYC) y socio del *European Resuscitation Council* (ERC). El resto de los autores declara no tener conflictos de interés relevantes en relación con el contenido de este artículo.

Agradecimientos

Los autores también quieren agradecer la ayuda de Santiago Rosa Galán (TES en UME La Manga) y de los profesionales del Centro de Realidad Virtual de la UCAM cuyos miembros son M. Pardo, P. Guardiola, D. Guillen, A. Lanchares, A. Pedreño y J. Alonso.

Anexo. Material adicional

Se puede consultar material adicional a este artículo en su versión electrónica disponible en [doi:10.1016/j.aprim.2025.103413](https://doi.org/10.1016/j.aprim.2025.103413).

A.B. Ocampo Cervantes, R. Greif, R. Castro Delgado et al.

Disponibilidad de los datos

Los datos están disponibles previa solicitud justificada de los mismos.

Bibliografía

- Berdowski J, Berg RA, Tijssen JG, Koster RW. Global incidences of out-of-hospital cardiac arrest and survival rates: Systematic review of 67 prospective studies. *Resuscitation*. 2010;81:1479–87.
- Grasner J-T, Herlitz J, Tjelmeland IBM, Wnent J, Masterson S, Lilja G, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Epidemiology of cardiac arrest in Europe. *Resuscitation*. 2021;161:61–79.
- Greif R, Lockey A, Breckwoldt J, Carmona F, Conaghan P, Kuzovlev A, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Education. *Resuscitation*. 2021;161:388–407.
- Elgohary M, Palazzo FS, Breckwoldt J, Cheng A, Pellegrino J, Schnaubelt S, et al. Blended learning for accredited life support courses - A systematic review. *Resusc Plus*. 2022;10:100240, <http://dx.doi.org/10.1016/j.resplu.2022.100240>. PMID: 35592876; PMCID: PMC9112020.
- Vallée A, Blacher J, Cariou A, Sorbets E. Blended learning compared to traditional learning in medical education: Systematic review and meta-analysis. *J Med Internet Res*. 2020;22:e16504.
- Liu Q, Peng W, Zhang F, Hu R, Li Y, Yan W. The effectiveness of blended learning in health professions: Systematic review and meta-analysis. *J Med Internet Res*. 2016;18:e2.
- Gorshkov M. To Err is Human, To Teach VR: Virtual Reality and Artificial Intelligence in Medical Education. Stuttgart: EuroMed-Sim; 2024.
- Flaschenberger I, Lee D, Palmer E. Immersive Opportunities: A systematic review of virtual reality in the classroom. En: Barbieri W, Palmer E, editores. Risks and Opportunities in Using Educational Technologies. SpringerBriefs in Education; 2025. p. 87–107.
- Finn Y, Smyth S. Twelve tips for integrating Virtual Reality Simulation into Health Professions Curricula. *MedEdPublish*. 2024;14:233.
- Semeraro F, Wingen S, Schroedera D, Eckera H, Scapigliatua A, Ristagno G, et al. Kids Save Lives implementation in Europe: A Europe-wide survey. *Resuscitation*. 2020;152:53–62.
- Cheng A, Nadkarni VM, Mancini MB, Hunt E, Sinz E, Merchant R, et al. *Circulation*. 2018;138:e82–122.
- ILCOR. Education, Implementation and Teams. 2020 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations. *Resuscitation*. 2020;156:A78–106.
- Schulz KF, Altman DG, Moher D, CONSORT Group. CONSORT 2010 Statement: Updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *BMJ*. 2010;340:c332.
- Lang T, Altman D. Basic statistical reporting for articles published in biomedical journals: the SAMPL guidelines. In: Smart F P, Maisonneuve F H, Polderman F A, eds. Science Editors' Handbook. European Association of Science Editors. 2nd.
- Schroeder DC, Semeraro F, Greif R, Bray J, Morley P, Parr M, et al. KIDS SAVE LIVES: Basic Life Support Education for Schoolchildren: A Narrative Review and Scientific Statement From the International Liaison Committee on Resuscitation. *Resuscitation*. 2023;188:109772, <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2023.109772>. Epub 2023 May 17. PMID: .
- Kim KJ, Kim G. Effectiveness of e-learning in medical education: a systematic review. *Korean J Med Educ*. 2019;31:19–27.
- Means B, Toyama Y, Murphy R, Bakia M, Jones K. Evaluation of Evidence-Based Practices in Online Learning: A Meta-Analysis and Review of Online Learning Studies. US Department of Education. 2010.
- Hew KF, Lo CK. Flipped classroom improves student learning in health professions education: a meta-analysis. *BMC Med Educ*. 2018;18:38.
- Nishiyama C, Iwami T, Murakami Y, Kitamura T, Okamoto Y, Marukawa S, et al. Effectiveness of a simplified chest compression-only CPR training program for children. *Resuscitation*. 2015;90:56–60.
- Pardo Rios M, Alcázar Artero PM, Cánovas Martínez C, Salas Rodríguez JM, Cánovas Martínez M, Rodríguez Entrena MI, et al. The impact of a blended learning strategy in CPR education for schoolchildren: a mixed methods study. *Int J Environ Res Public Health*. 2023;20:4236.
- Zajic P, Hallmann B, Heschl S, Metnitz P, Rehatschek H, Schörg-huber M, et al. Teaching CPR and first aid using blended learning: Experiences from a novel academic course at a medical university. *Resuscitation*. 2016;106 Suppl 1:e61.
- Liaw SY, Wong LF, Chan SW, et al. Design and evaluation of a virtual reality simulation system for teaching disaster triage skills. *JMIR Serious Games*. 2014;2:e5.
- Makransky G, Terkildsen TS, Mayer RE. Adding immersive virtual reality to a science lab simulation causes more presence but less learning. *Learn Instr*. 2019;60:225–36.
- Gorshkov M. Virtual medical education: balance between realism and cognitive load. *Virtual Technol Med*. 2023;2:35–48.
- Barbieri W, Palmer E. Risks and Opportunities in Using Educational Technologies. Singapore: SpringerBriefs in Education; 2025.
- Semeraro F, Greif R, Böttiger B, Burkart R, Cimpoesu D, Georgiou M, et al. *Resuscitation*. 2021;161:80–97.
- Semeraro F, Imbriaco G, Del Giudice D, Antognoli M, Celin D, Cuttitta M, et al. Empowering the next Generation: An innovative "Kids Save Lives" blended learning programme for schoolchildren training. *Resuscitation*. 2024;194:110088.
- Cheng A, Lockey A, Bhanji F, Lin Y, Hunt EA, Land E. The use of high-fidelity simulation for training in pediatric resuscitation: A systematic review and meta-analysis. *Resuscitation*. 2015;93:142–9.
- Zotmann JM, Drees S, Schäfer N, Fischer MR, Berberat PO. Improving clinical reasoning in medical students through web-based concept mapping: A randomized controlled trial. *Med Teach*. 2020;42:528–34.
- Gaba DM. The future vision of simulation in healthcare. *Simul Healthc*. 2007;2:126–35.
- Schmid RF, Bernard RM, Borokhovski E, Tamim R, Abrami P, Surkes M, et al. The effects of technology use in postsecondary education: A meta-analysis of classroom applications. *Comput Educ*. 2014;72:271–91.
- Issenberg SB, McGaghie WC, Petrusa ER, Gordon DL, Scalese RJ. Features and uses of high-fidelity medical simulations that lead to effective learning: a BEME systematic review. *Med Teach*. 2005;27:10–28.
- Rowe M, Frantz J, Bozalek V. The role of blended learning in health professional education: an integrative review. *Med Teach*. 2012;34:e216–21, <http://dx.doi.org/10.3109/0142159X.2012.642831>.
- Li M, Hong Y, Wu A, Ou W, Yang J, Lin G, et al. The effectiveness of blended learning in nursing and medical education: An umbrella review. *Nurse Educ Pract*. 2025;86:104421.
- Makransky G, Mayer RE. Benefits of immersive virtual reality in learning environments: a meta-analysis. *Educ Psychol Rev*. 2022;34:2019–48.

VII – DISCUSIÓN

VII - DISCUSIÓN

La presente tesis doctoral por compendio de publicaciones representa un esfuerzo sistemático por explorar cómo las metodologías pedagógicas innovadoras, particularmente la realidad virtual (RV) y el aprendizaje combinado (*blended learning*), pueden transformar la educación en soporte vital básico (SVB) a lo largo del curso vital humano. Los tres estudios que la componen, desarrollados en adolescentes de secundaria, estudiantes universitarios de Enfermería y personas mayores de la comunidad, no solo responden de manera complementaria a la pregunta central de investigación sobre la eficacia relativa de estas tecnologías inmersivas, sino que construyen conjuntamente un marco conceptual y empírico coherente que sitúa esta investigación en la vanguardia de las recomendaciones internacionales más actuales del European Resuscitation Council (ERC 2025) y del consenso ILCOR 2024 (3,25).

Desde una perspectiva sintética, los resultados obtenidos revelan una verdad fundamental: las tecnologías inmersivas no constituyen un fin en sí mismas, sino instrumentos excepcionalmente versátiles que, cuando se diseñan con rigor metodológico y se integran en ecosistemas pedagógicos multimodal es, potencian significativamente la adquisición, retención y aplicación de competencias en SVB en poblaciones extraordinariamente diversas. En adolescentes ($n=102$), la RV inmersiva demostró superioridad frente a la formación teórica tradicional en la estabilidad temporal de tres variables críticas: conocimiento objetivo (de $3,0\pm 1,2$ a $8,5\pm 1,1$ inmediatamente post-intervención, manteniéndose en $5,8\pm 1,4$ a 12 meses; $F(3,90)=223,56$, $p<0,001$, $\eta^2=0,88$), actitud prosocial hacia la reanimación ($F(3,90)=29,86$, $p<0,001$) y autoeficacia percibida ($F(3,90)=39,16$, $p<0,001$), con una usabilidad excelente según SUS ($75,3\pm 4,5$) (45). Estos hallazgos no son triviales: la autoeficacia, constructo central en la Teoría Cognitivo-Social de Bandura, emerge como predictor primario de la disposición real a intervenir en emergencias, y su estabilidad diferencial a un año frente al grupo teórico (declive de 8,8 a 4,3 en conocimiento) valida la hipótesis de superioridad de la RV para aprendizaje situado y multisensorial (45,48,56).

En el polo opuesto del espectro etario, 583 personas mayores (72,3±4,8 años, 90% sin experiencia previa en RV) desafiaron estereotipos tecnológicos al auto-seleccionar mayoritariamente la modalidad inmersiva (71%) y demostrar superioridad en ejecución de pasos críticos de la cadena de supervivencia: inicio de RCP (58% vs 41%, $p<0,001$), uso correcto de DEA (49% vs 23%, $p<0,001$), con odds ratio de 2,3 (IC95% 1,6-3,2) para respuestas correctas en ítems clave (46). La usabilidad percibida fue excelente (SUS 73,8±4,2), el ciber-mareo mínimo (10,4%) y la satisfacción máxima (realismo 8,0/10, confianza aprendida 5,0/5), resultados particularmente impactantes considerando que este grupo presencia el 70-80% de las paradas cardiacas extrahospitalarias domiciliarias, escenario donde la intervención laica es determinante para la supervivencia (46,51-53).

El tercer estudio, quizá el más ambicioso metodológicamente (ensayo aleatorizado 4 brazos, $n=160$), integra estos extremos al evaluar competencias prácticas objetivadas y calidad técnica de RCP mediante maniqués QCPR en estudiantes universitarios de Enfermería. El aprendizaje combinado (25' teoría + 20' RV + 75' práctica guiada) emergió como gold standard: calidad RCP 72,3% (vs 65,4% tradicional, 63,4% RV pura), profundidad compresiones 6,1 cm (igualada con RV, superior a tradicional 5,5 cm; $H=15,98$, $p=0,001$), competencia práctica $6,67\pm 1,77/8$ (equivalente a tradicional $6,62\pm 1,55$, superior a control $3,1\pm 1,5$; $p<0,001$) (45). La RV aislada mostró fortaleza específica en profundidad torácica, parámetro psicomotor crítico, sugiriendo sinergia cuando se combina con debriefing maniquí (25,54,55).

Estos resultados no pueden comprenderse aislados de la bibliografía internacional más reciente. Las Guías ERC 2025 e ILCOR 2024/2025 coinciden en prescribir "metodologías activas sistematizadas" que integren tecnología digital habilitadora (TEL) con simulación de alta fidelidad y feedback estructurado, superando el modelo tradicional instructor-céntrico (3,25,22). Metaanálisis confirman superioridad del *blended learning* en ciencias de la salud (OR 1,4-2,1 conocimiento, SMD 0,45 retención), con optimización del tiempo presencial hasta un 40% (22,28,36,37,46). Revisiones sistemáticas sobre RV en SVB identifican lagunas críticas que esta tesis aborda directamente: falta de datos longitudinales en escolares (resuelto), ausencia de evidencia en >65 años (resuelto), y escasez de comparaciones head-to-head tradicional/RV/blended con métricas QCPR objetivadas (resuelto) (3,30,47,49,51,58).

La integración transversal de los tres estudios permite enunciar tres proposiciones fundamentales que constituyen la aportación teórica original de esta tesis:

- **Primera proposición:** La RV no es un método aislado sino catalizador de aprendizaje situado que potencia retención (adolescentes), precisión decisional (mayores) y habilidades psicomotoras específicas (universitarios) según la ontogenia del aprendiz (45,47,48,61). Esta plasticidad ontogenética de la RV contradice el dogma de "barreras tecnológicas etarias" y establece su rol como backbone de formación laica escalable (46,44,51).
- **Segunda proposición:** El *blended learning* (teoría breve + RV inmersiva + práctica QCPR) representa el paradigma educativo óptimo para SVB: maximiza calidad técnica (72,3% vs 63,4% RV pura), optimiza tiempo docente (2h sesión única) y generaliza a través del ciclo vital (3,25,37). ERC 2025 valida explícitamente este modelo híbrido sobre métodos unimodales (25).
- **Tercera proposición:** La formación SVB debe reconceptualizarse como continuum ontogenético interconectado: adolescentes (Kids Save Lives), universitarios (troncalización curricular), mayores (PCR doméstica), rompiendo silos poblacionales tradicionales (3,22,25,56).

Las implicaciones prácticas son inmediatas y transformadoras. En el ámbito escolar, programas RV 10 minutos + reflexión guiada cumplen Kids Save Lives con retención superior al 70% a 12 meses (22,45,56). Currículos universitarios deben incorporar *blended learning* como competencia troncal primer curso (3,25,54). Programas comunitarios para mayores, centros sociales, farmacias, eventos, pueden desplegar RV transportable incrementando testigos DEA-competentes un 28% en una sesión (46,51-53).

Naturalmente, ningún esfuerzo investigativo está exento de limitaciones que, lejos de menoscabar los hallazgos, orientan líneas futuras prioritarias. Los tres estudios se desarrollaron en contextos regionales homogéneos (Murcia), reclamando validación multicéntrica internacional que contemple gradientes socioeconómicos y culturales (25,46). El diseño de no-cegamiento inherente a RV y la autoselección en mayores introducen sesgos plausibles, aunque mitigados por regresiones multivariantes (46,51). La ausencia de evaluación psicomotora directa

en los estudios 1 y 2 limita inferencias sobre transferencia real (45,46). Finalmente, la viabilidad económica a gran escala requiere modelización coste-efectividad pendiente de estudios de implementación (51,58-60).

Las líneas de investigación futuras deben priorizar: 1) Ensayos pragmáticos cluster-randomized con >1000 participantes/población; 2) Seguimientos >24 meses con evaluación prehospitalaria real; 3) Metaanálisis individual-patient-data integrando estos resultados; 4) Desarrollo plataformas RV adaptativas-IA que personalicen dificultad según rendimiento; 5) Estudios económicos que cuantifiquen supervivencia-PCR incrementada por testigo-RV-formado (25, 51,58-60).

Esta tesis doctoral demuestra convincentemente que la RV y el *blended learning* no son modas tecnológicas pasajeras, sino pilares estructurales del nuevo paradigma educativo en SVB avalado por ERC 2025/ILCOR 2024. Al demostrar eficacia diferencial a lo largo del ciclo vital, retención adolescente, precisión geriátrica, excelencia técnica universitaria, estos estudios proporcionan evidencia de grado 1 que justifica su implementación inmediata y escalada en sistemas educativos y sanitarios. La pregunta que queda no es si estas tecnologías funcionarán, sino cómo desplegarlas óptimamente para maximizar supervivencia post-PCR extrahospitalaria. Esta tesis ofrece el mapa conceptual y empírico para ese despliegue transformador (3,25,45,46,54,56).

VIII – CONCLUSIONES

VIII - CONCLUSIONES

8.1. CONCLUSIÓN GENERAL

1. La integración de la Realidad Virtual (RV) en un modelo de aprendizaje mixto (blended learning) constituye una estrategia de alta eficiencia educativa que supera al método de enseñanza clásico en la adquisición de conocimientos teóricos.
2. El uso de la Realidad Virtual dentro de un enfoque híbrido se consolida como una estrategia educativa de alta usabilidad y aceptación transgeneracional, logrando niveles de retención de conocimientos superiores al método teórico clásico.
3. No obstante, la RV debe actuar como un complemento inmersivo para la adquisición cognitiva y no como un sustituto de la práctica física, ya que el éxito de la reanimación depende de la sinergia entre la tecnología y la simulación presencial con dispositivos de feedback

8.2. CONCLUSIÓN ESTUDIO I

La Realidad Virtual podría mejorar los conocimientos en Soporte Vital Básico en adultos mayores, presentando altos niveles de aceptación y una experiencia de usuario positiva. Las líneas de investigación futuras deberán enfocarse en mejorar la accesibilidad y reducir las molestias físicas asociadas al uso de esta tecnología.

8.3. CONCLUSIÓN ESTUDIO II

Tanto el entrenamiento mediante realidad virtual como la instrucción teórica resultaron eficaces para mejorar los conocimientos, las actitudes y la autoeficacia en reanimación cardiopulmonar entre los adolescentes. No obstante, la realidad virtual mostró una mayor retención de los efectos a largo plazo y obtuvo altas valoraciones de usabilidad, lo que refuerza su potencial como herramienta educativa en el entorno escolar.

8.4. CONCLUSIÓN ESTUDIO III

El aprendizaje mixto mostró un rendimiento global más favorable en la mayoría de las variables analizadas, con puntuaciones superiores en calidad de la RCP y resultados igualados o mejores en competencia práctica y profundidad de compresiones, en comparación con los modelos tradicional o inmersivo. Estos hallazgos respaldan su utilidad como estrategia docente eficaz para la adquisición de competencias

IX - REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IX- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Del Rios M, Bartos JA, Panchal AR, Atkins DL, Cabañas JG, Cao D, et al. Part 1: Executive Summary: 2025 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*. 2025;152(suppl 2):S284-S312. doi: 10.1161/CIR.0000000000001372.
2. Greif R, Lauridsen KG, Djärv T, Ek JE, Monnelly V, Monsieurs KG, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2025: Executive Summary. *Resuscitation*. 2025. doi: 10.1016/j.resuscitation.2024.110435.
3. Greif R, Bray JE, Djärv T, et al. 2024 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations: summary from the basic life support; advanced life support; pediatric life support; neonatal life support; education, implementation, and teams; and first aid task forces. *Resuscitation*. 2024;205:110414. doi: 10.1016/j.resuscitation.2024.110414.
4. Olasveengen TM, Semeraro F, Ristagno G, Castren M, Handley AJ, Kuzovlev A, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Basic Life Support. *Resuscitation*. 2021 Abr;161:98-114. doi: 10.1016/j.resuscitation.2021.02.009.
5. Schnaubelt S, Veigl C, Snijders E, et al. Tailored basic life support training for specific layperson populations-a scoping review. *J Clin Med*. 2024;13(14):4032. doi: 10.3390/jcm13144032.
6. Kiguchi T, Okubo M, Nishiyama C, Maconochie I, Ong MEH, Kern KB, et al. Out-of-hospital cardiac arrest across the World: First report from the International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR). *Resuscitation*. 2020 Jul 1;152:39-49. doi: 10.1016/j.resuscitation.2020.02.044.
7. Perkins GD, Graesner JT, Semeraro F, Olasveengen T, Soar J, Lott C, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Executive summary. *Resuscitation*. 2021 Abr;161:1-60. doi: 10.1016/j.resuscitation.2021.02.003.
8. Baldi E, Grimaldi R, Savastano S. Epidemiology and outcomes of out-of-hospital cardiac arrest in Europe: A systematic review and meta-analysis of the EuReCa data. *Resuscitation*. 2025;198:110194. doi: 10.1016/j.resuscitation.2024.110194.
9. Baldi E, Wnent J, Caputo ML, Haywood KL, Lilja G, Masterson S, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2025: Epidemiology in Resuscitation. *Resuscitation*. 2025. doi: 10.1016/j.resuscitation.2024.110435.
10. European Resuscitation Council. EuReCa THREE: European Registry of Cardiac Arrest. Summary of the 2025 International Consensus on Cardiopulmonary

- Resuscitation. Amberes: Elsevier; 2025. Disponible en: <https://www.erc.edu/projects/eureca>.
11. Consejo Español de Resucitación Cardiopulmonar (CERCP). Registro Español de Parada Cardíaca Extrahospitalaria (OHSCAR): Informe de resultados 2022-2023. Madrid: Ministerio de Sanidad; 2024. Disponible en: <https://www.cercp.org/registro-ohscar>.
 12. Tjelmeland IBM, Masterson S, Herlitz J, et al. Description of Emergency Medical Services, treatment of cardiac arrest patients and cardiac arrest registries in Europe. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2020;28(1):103. doi: 10.1186/s13049-020-00794-2.
 13. Nishiyama C, Kiguchi T, Okubo M, et al. Three-year trends in out-of-hospital cardiac arrest across the world: Second report from ILCOR. *Resuscitation*. 2023;186:109757. doi: 10.1016/j.resuscitation.2023.109757.
 14. Al-Dury N, Ravn-Fischer A, Hollenberg J, et al. Identifying the relative importance of predictors of survival in out of hospital cardiac arrest: a machine learning study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2020;28(1):60. doi: 10.1186/s13049-020-00742-0.
 15. Jerkeman M, Sultanian P, Lundgren P, et al. Trends in survival after cardiac arrest: a Swedish nationwide study over 30 years. *Eur Heart J*. 2022;43(46):4817-4829. doi: 10.1093/eurheartj/ehac414.
 16. Ruiz Azpiazu JI, Fernandez Del Valle P, Escriche MC, et al. Incidencia, tratamiento y factores asociados a la supervivencia de la parada cardíaca extrahospitalaria atendida por servicios de emergencias españoles. *Emergencias*. 2024;36(2):131-139.
 17. Haywood K, Whitehead L, Nadkarni VM, et al. COSCA (Core Outcome Set for Cardiac Arrest) in Adults: An Advisory Statement From ILCOR. *Resuscitation*. 2018;127:147-163. doi: 10.1016/j.resuscitation.2018.03.022.
 18. Cronberg T, Greer DM, Lilja G, et al. Brain injury after cardiac arrest: from prognostication of comatose patients to rehabilitation. *Lancet Neurol*. 2020;19(7):611-622. doi: 10.1016/S1474-4422(20)30117-4.
 19. Perkins GD, Callaway CW, Haywood K, et al. Brain injury after cardiac arrest. *Lancet*. 2021;398(10307):1269-1278. doi: 10.1016/S0140-6736(21)00953-3.
 20. Bohm M, Lilja G, Finnbogadottir H, et al. Detailed analysis of health-related quality of life after out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*. 2019;135:197-204. doi: 10.1016/j.resuscitation.2018.11.011.
 21. Panchal AR, Bartos JA, Cabañas JG, Donnino MW, Drennan IR, Hirsch KG, et al. Part 3: Adult Basic and Advanced Life Support: 2020 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular

- Care. *Circulation*. 2020 Oct 20;142(16_suppl_2):S366-S468. doi: 10.1161/CIR.0000000000000916.
22. Schroeder DC, Semeraro F, Greif R, Bray J, Morley P, Parr M, et al. KIDS SAVE LIVES: Basic Life Support Education for Schoolchildren: A Narrative Review and Scientific Statement From the International Liaison Committee on Resuscitation. *Resuscitation*. 2023 Jul;188:109772. doi: 10.1016/j.resuscitation.2023.109772.
 23. Andreotti C, Kolbe M, Capon-Sieber V, Spahn DR, Breckwoldt J. Kids Save Lives – The kids’ and teachers’ view: How school children and schoolteachers would alter a BLS course designed by specialists. *Resuscitation Plus*. 2024;19:100731. doi: 10.1016/j.resplu.2024.100731.
 24. Mollo A, Beck S, Degel A, Greif R, Breckwoldt J. Kids save lives: Who should train schoolchildren in resuscitation? A systematic review. *Resuscitation Plus*. 2024;20:100755. doi: 10.1016/j.resplu.2024.100755.
 25. Nabecker S, de Raad T, Abelairas-Gomez C, Breckwoldt J, Chakroun-Walhaf O, Farquharson B, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2025: Education for Resuscitation. *Resuscitation*. 2025;215(Suppl 1):110739. doi: 10.1016/j.resuscitation.2025.110739.
 26. Donoghue A, Sawyer T, Olausson A, Greif R, Toft L. Gamified learning for resuscitation education: A systematic review. *Resuscitation Plus*. 2024;18:100640. doi: 10.1016/j.resplu.2024.100640.
 27. Rodríguez-García A, Ruiz-García G, Navarro-Patón R, Mecías-Calvo M. Attitudes and skills in Basic Life Support after two types of training: Traditional vs. Gamification, of compulsory secondary education students: A simulation study. *Pediatr Rep*. 2024;16(3):631-643. doi: 10.3390/pediatric16030053.
 28. Elgohary M, Palazzo F, Breckwoldt J, Cheng A, Lockey A, Greif R. Blended learning for accredited life support courses – A systematic review. *Resuscitation Plus*. 2022;10:100240. doi: 10.1016/j.resplu.2022.100240.
 29. Ohlenburg H, Arnemann PH, Hessler M, Görlich D, Zarbock A, Friederichs H. Flipped Classroom: Improved team performance during resuscitation training through interactive pre-course content – a cluster-randomised controlled study. *BMC Med Educ*. 2024;24(1):459. doi: 10.1186/s12909-024-05438-7.
 30. Cheng A, Fijacko N, Lockey A, de Raad T, Nabecker S, et al. Use of augmented and virtual reality in resuscitation training: A systematic review. *Resuscitation Plus*. 2024;18:100643. doi: 10.1016/j.resplu.2024.100643.
 31. Pérez Rubio MT, Goig Martínez RM, López Guardiola P, et al. Realidad virtual para enseñar reanimación cardiopulmonar en el Grado de Educación Primaria. Estudio comparativo. *RIED*. 2023;26(2):309-325. doi: 10.5944/ried.26.2.36232.

32. Alcázar Artero PM, Greif R, Cerón Madrigal JJ, et al. Teaching cardiopulmonary resuscitation using virtual reality: A randomized study. *Australas Emerg Care*. 2024;27(1):57-62. doi: 10.1016/j.auec.2023.08.002.
33. Donoghue A, Auerbach M, Banerjee A, Blewer A, Cheng A, Kadlec K, et al. Part 12: Resuscitation Education Science: 2025 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*. 2025;152(suppl 2).
34. Wyckoff MH, Greif R, Morley PT, et al. 2024 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. *Resuscitation*. 2024;205:110414.
35. Aksoy ME, Özkan AE, Kitapcioglu D, Usseli T. Comparing the outcomes of virtual reality-based serious gaming and lecture-based training for advanced life support training: Randomized controlled trial. *JMIR Serious Games*. 2023;11:e46964. doi: 10.2196/46964.
36. Vallée A, Blacher J, Cariou A, Sorbets E. Blended learning compared to traditional learning in medical education: Systematic review and meta-analysis. *J Med Internet Res*. 2020;22(8):e16504. doi: 10.2196/16504.
37. Semeraro F, Imbriaco G, Del Giudice D, Antognoli M, Celin D, Cuttitta M, et al. Empowering the next Generation: An innovative “Kids Save Lives” blended learning programme for schoolchildren training. *Resuscitation*. 2024;194:110088. doi: 10.1016/j.resuscitation.2023.110088.
38. Cheng A, Nadkarni VM, Mancini MB, Hunt EA, Sinz EH, Merchant RM, et al. Resuscitation education science: Educational strategies to improve outcomes from cardiac arrest: A scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2018;138(6):e82–e122. doi: 10.1161/CIR.0000000000000583.
39. Gorshkov M. To Err is Human, To Teach VR: Virtual Reality and Artificial Intelligence in Medical Education. *EuroMedSim*; 2024.
40. Otero-Agra M, Barcala-Furelos R, Besada-Saavedra I, Peixoto-Pino L, Martínez-Isasi S, Rodríguez-Nuñez A. Let the kids play: gamification as a CPR training methodology in secondary school students. *Emerg Med J*. 2019;36(11):653–659. doi: 10.1136/emermed-2018-208365.
41. Nas J, Thannhauser J, Vart P, van Geuns RJ, Muijsers HE, Mol JQ, et al. Effect of face-to-face vs virtual reality training on cardiopulmonary resuscitation quality: a randomized clinical trial. *JAMA Cardiol*. 2020;5(3):328-335. doi: 10.1001/jamacardio.2019.4992.
42. Semeraro F, Scapigliati F, Ristagno G, Scapigliati A. Young adults: How much impact does a social media post have on CPR awareness? *Resuscitation*. 2024;205:110420. doi: 10.1016/j.resuscitation.2024.110420.

43. Cerezo-Espinosa C, Nieto-Caballero S, Juguera-Rodríguez L, Castejón-Mochón JF, Segura-Melgarejo F, Sánchez-Martínez CM, et al. Aprendizaje de la teoría de la reanimación cardiopulmonar con instrucción presencial frente a la instrucción audiovisual en estudiantes de secundaria: un ensayo controlado aleatorizado. *Emergencias*. 2018;30(1):28-34.
44. Scapigliati A, Zace D, Matsuyama T, Pisapia L, Saviani M, Semeraro F, et al. Community Initiatives to Promote Basic Life Support Implementation – A Scoping Review. *J Clin Med*. 2021;10(24):5719. doi: 10.3390/jcm10245719.
45. Ocampo Cervantes AB, López CA, Cerezo Espinosa C, Pardo Ríos M, Guillén Martínez D, Greif R. Virtual reality versus theoretical training in CPR among adolescents: a randomized trial with a one-year longitudinal follow-up. *Resuscitation Plus*. 2026;27:101178. doi: 10.1016/j.resplu.2025.101178.
46. Ocampo Cervantes AB, López CA, Greif R, Semeraro F, Pardo Ríos M, Fijacko N. Acceptance and feasibility of virtual reality for teaching adult basic life support in older populations. *Resuscitation Plus*. 2025;26:101111. doi: 10.1016/j.resplu.2025.101111.
47. Radianti J, Majchrzak TA, Fromm J, Wohlgenannt I. A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*. 2020;147:103778. doi: 10.1016/j.compedu.2019.103778.
48. Brooke J. SUS: A quick and dirty usability scale. In: Jordan PW, Thomas B, Weerdmeester BA, McClelland IL, editors. *Usability evaluation in industry*. London: Taylor & Francis; 1996. p. 189-94.
49. Sun R, Wang Y, Wu Q, et al. Effectiveness of virtual and augmented reality for cardiopulmonary resuscitation training: a systematic review and meta-analysis. *BMC Medical Education*. 2024;24:730. doi: 10.1186/s12909-024-05720-8.
50. Dolenc Šparovec E, Slabe D, Erzen I, et al. The importance of elderly people knowing basic first-aid measures. *BMC Emergency Medicine*. 2022;22:128. doi: 10.1186/s12873-022-00675-9.
51. Fijacko N, Pardo Ríos M, Semeraro F, Nadkarni VM, Greif R. Resuscitation education science meets virtual and augmented reality: evolution from potential concept to recommendations. *Resuscitation Plus*. 2025;10:100950. doi: 10.1016/j.resplu.2025.100950.
52. Vaillancourt C, Charette M, Kasaboski A, et al. Barriers and facilitators to CPR knowledge transfer in an older population most likely to witness cardiac arrest: a theory-informed interview approach. *Emergency Medicine Journal*. 2014;31(9):700-5. doi: 10.1136/emered-2012-202192.
53. World Health Organization. *World report on ageing and health*. Geneva: WHO; 2015.

54. Ocampo Cervantes AB, Greif R, Castro Delgado R, López CA, Carrión García E, Pardo Ríos M. Aprendizaje combinado frente a realidad virtual y métodos tradicionales en la formación en reanimación cardiopulmonar: un ensayo aleatorizado en estudiantes universitarios. *Atención Primaria*. 2026;58:103413. doi: 10.1016/j.aprim.2025.103413.
55. Liu Q, Peng W, Zhang F, Hu R, Li Y, Yan W. The effectiveness of blended learning in health professions: systematic review and meta-analysis. *Journal of Medical Internet Research*. 2016;18(1):e2. doi: 10.2196/jmir.4802.
56. Navalpotro Pascual S, Blanco-Blanco A, Torre Puente JC. Autoeficacia en reanimación cardiopulmonar (RCP) básica y avanzada: diseño y validación de un instrumento. *Emergencias*. 2018;30(5):313-9.
57. Issenberg SB, McGaghie WC, Petrusa ER, Gordon DL, Scalese RJ. Features and uses of high-fidelity medical simulations that lead to effective learning: a BEME systematic review. *Medical Teacher*. 2005;27(1):10-28. doi: 10.1080/01421590500046924.
58. Mergen M, Graf N, Meyerheim M. Reviewing the current state of virtual reality integration in medical education - a scoping review. *BMC Medical Education*. 2024;24:788. doi: 10.1186/s12909-024-05777-5.
59. Trevi R, Chiappinotto S, Palese A, Galazzi A. Virtual reality for cardiopulmonary resuscitation healthcare professionals training: a systematic review. *Journal of Medical Systems*. 2024;48(5):150. doi: 10.1007/s10916-024-02063-1.
60. Moro C, Phelps C, Redmond P, Stromberga Z. HoloLens and mobile augmented reality in medical and health science education: a randomised controlled trial. *British Journal of Educational Technology*. 2021;52(2):680-94. doi: 10.1111/bjet.13028.

X – ANEXOS

X - ANEXOS

ANEXO 1. DOCUMENTO DE APROBACIÓN DE LOS ESTUDIOS POR EL COMITÉ DE ÉTICA DE LA UNIVERSIDAD SAN ANTONIO DE MURCIA.



COMITÉ DE ÉTICA DE LA UCAM

DATOS DEL PROYECTO

Título:	"Creación y evaluación de experiencias de gamificación, realidad virtual y realidad aumentada"	
Investigador Principal	Nombre	Correo-e
Dr.	Manuel Pardo Ríos	mpardo@ucam.edu

INFORME DEL COMITÉ

Fecha	24/11/2023	Código	CE112309
--------------	------------	---------------	----------

Tipo de Experimentación

Investigación experimental clínica con seres humanos	
Investigación experimental no clínica con seres humanos	X
Utilización de tejidos humanos procedentes de pacientes, personas sanas, tejidos embrionarios o fetales	
Utilización de tejidos humanos, tejidos embrionarios o fetales procedentes de bancos de muestras o tejidos	
Investigación observacional, psicológica o comportamental en humanos	X
Uso de datos personales	X
Experimentación animal	
Utilización de agentes biológicos de riesgo para la salud humana, animal o las plantas	
Uso de organismos modificados genéticamente (OMGs)	

Comentarios Respecto al Tipo de Experimentación

Nada Obsta

Comentarios Respecto a la Metodología de Experimentación

Nada Obsta





COMITÉ DE ÉTICA DE LA UCAM

Sugerencias al Investigador

A la vista de la solicitud de informe adjunto por el Investigador y de las recomendaciones anteriormente expuestas el dictamen del Comité es:

Emitir Informe Favorable	<input checked="" type="checkbox"/>
Emitir Informe Desfavorable	<input type="checkbox"/>
Emitir Informe Favorable condicionado a Subsanación	<input type="checkbox"/>

MOTIVACIÓN

Incrementará conocimientos en su área

Vº Bº El Presidente,

Fdo.: José Alberto Cánovas Sánchez



El Secretario,

Fdo.: José Alarcón Teruel

ANEXO 2. CONSENTIMIENTO INFORMADO DE PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA EN LOS ESTUDIOS.

**ANEXO II****CONSENTIMIENTO INFORMADO**RCP con Realidad Virtual

Yo,, con DNI:.....

DECLARO:

Haber sido informado/a del estudio y procedimientos de la investigación del Proyecto titulado: **Creación y evaluación de experiencias de gamificación y realidad virtual.**

Los investigadores que van a acceder a mis datos personales y a los resultados de las pruebas son: **Manuel Pardo Ríos, Carmen Amalia López López, Robert Greif, Rafael Castro Delgado, Cristina Cerezo Espinosa, Daniel Guillén Martínez, Lucía López Ferrándiz y Ana Belén Ocampo Cervantes.**

Asimismo, he podido hacer preguntas del estudio, comprendiendo que me presto de forma voluntaria al mismo y que en cualquier momento puedo abandonarlo sin que me suponga perjuicio de ningún tipo.

CONSIENTO:

1.-) Someterme a las siguientes pruebas: **Experiencias formativas con gafas de realidad virtual y videojuegos, realización de test o cuestionarios, y/o hacer alguna demostración o simulación (p.e. hacer una reanimación sobre un maniquí).**

2.-) El uso de los datos obtenidos según lo indicado en el párrafo siguiente:

En cumplimiento del Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de abril de 2016 y Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y Garantía de los Derechos Digitales, le comunicamos que la información que ha facilitado y la obtenida como consecuencia de las pruebas a las que se va a someter pasará a formar parte del fichero automatizado INVESALUD, cuyo titular es la FUNDACIÓN UNIVERSITARIA SAN ANTONIO, con la finalidad de INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA EN LAS ÁREAS DE CONOCIMIENTO CIENCIAS EXPERIMENTALES Y CIENCIAS DE LA SALUD. Tiene derecho a acceder a esta información y cancelarla o rectificarla, dirigiéndose al domicilio de la entidad, en Avda. de los Jerónimos de Guadalupe 30107 (Murcia). Esta entidad le garantiza la adopción de las medidas oportunas para asegurar el tratamiento confidencial de dichos datos.

En..... a.....de.....de 202...

El / La participante,

El / La investigador/a,

Fdo:.....

Fdo:.....

ANEXO 3. DOCUMENTOS PARA LA RECOGIDA DE DATOS EN LOS ESTUDIOS

Nombre _____ Apellidos _____ Edad _____ Sexo _____ ¿Experiencia Previa con VR? _____

En caso afirmativo (Formación previa RCP): < 1 AÑO _____; > 1 AÑO _____

PESO (KG) _____ ALTURA (M) _____

ITEMS CADENA DE SUPERVIVENCIA	SI	NO
ITEM 1: Habla o llama fuerte a la víctima		
ITEM 2: Mueve fuerte los hombros		
ITEM 3: Verifica que no respira		
ITEM 4: Pide un teléfono y realiza llamada		
ITEM 5: Realiza maniobras de RCP		
ITEM 5.1: Brazos posición correcta, centro del pecho		
ITEM 6: Pide un DEA		
ITEM 6.1: Coloca y usa correctamente el DEA		

Claridad de Instrucciones: ¿Qué tan claras y fáciles de seguir encontró las instrucciones proporcionadas durante la experiencia de RV para realizar la reanimación cardiopulmonar?					
Realismo y Calidad de la Simulación: En una escala del 0 al 10, ¿cómo calificaría el realismo y la calidad de la simulación de RV en términos de replicar una situación real de reanimación cardiopulmonar?					
Comodidad con la Tecnología: ¿Qué tan cómodo/a se sintió utilizando la tecnología de RV? Considere aspectos como el manejo de los controles, la navegación en el entorno virtual y el uso del equipo de RV.					
Aprendizaje y Confianza: Tras la experiencia, ¿en qué medida siente que ha mejorado su conocimiento y habilidades en reanimación cardiopulmonar, y cuánto ha aumentado su confianza para realizarla en una situación real?					
Experiencia General: Valorando todos los aspectos de la experiencia de RV (contenido, interacción, aprendizaje, etc.), ¿cómo calificaría su satisfacción general con esta actividad de aprendizaje?					
Hora _____ Grupo _____ Gafas _____ ¿Alguna incidencia?					
poder ponerme en marcha con la RV.					

ANEXO 4. INVITACIÓN A EXPERTOS PARA EL DISEÑO DE UN ÁRBOL DE DECISIONES EN RCP BÁSICA Y DEA**DISEÑO DE UN DIAGRAMA DE ÁRBOL DE DECISIÓN**

Te hemos seleccionado para el **diseño de un diagrama de árbol de decisión** fundamentado en la **metodología del aprendizaje basado en problemas**, para la elaboración de un **“caso de reanimación cardiopulmonar básica y DEA”**.

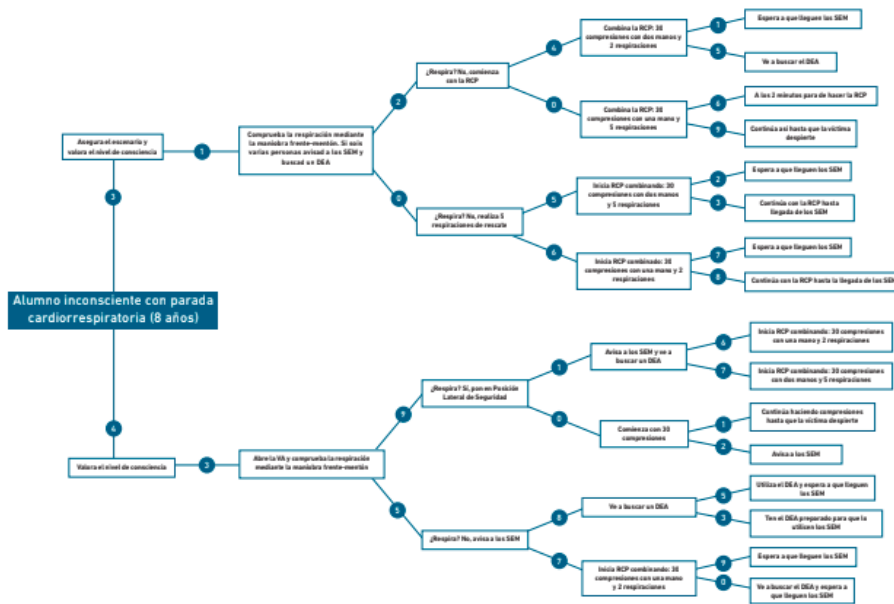
¿Qué vamos a hacer?

Vamos a diseñar un caso de **Realidad Virtual Inmersiva** grabado con cámaras 360 Grados. Aquí puedes ver una demo:

https://drive.google.com/file/d/1Bu80aw3AKrakh_E5b1zwLtiNxMByPyNv/view?usp=sharing



Para diseñar ese caso te pedimos tu ayuda y experiencia. Queremos que el caso se haga por **consenso de expertos**. Para ello hacemos una primera parte que es el **diseño del árbol de decisiones** que es la base sobre la que luego grabaremos el escenario. Aquí te ponemos ejemplo de otros árboles de decisión.



¿Qué se espera de tu parte?

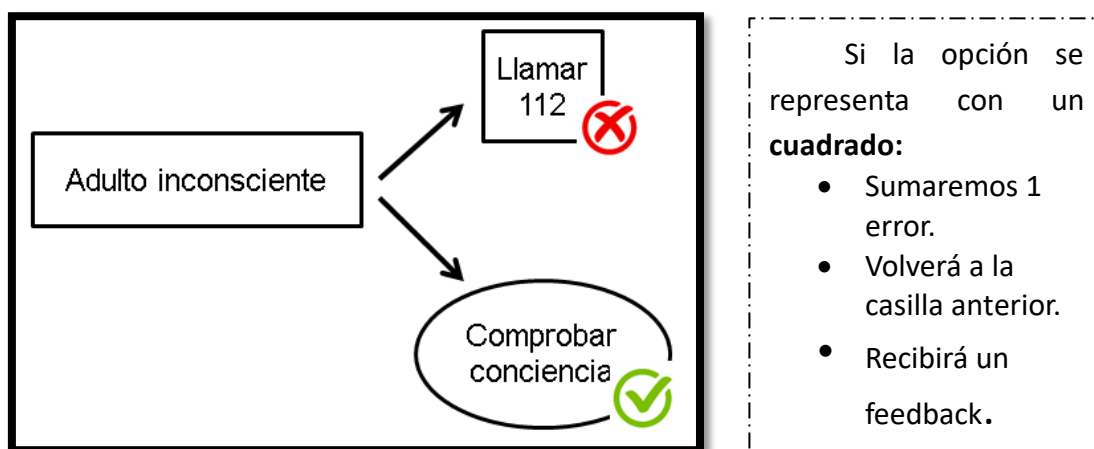
- ❖ DISEÑAR UN ÁRBOL DE DECISIÓN SOBRE RCP BÁSICA Y DEA.
- ❖ DISEÑALÓ SOBRE UN PAPEL TAMAÑO A4 O MAYOR.
- ❖ PUEDES USAR TU CREATIVIDAD E IDEAS.
- ❖ PUEDES USAR LÁPIZ, ROTULADOR, BOLÍGRAFO... LO QUE MÁS TE GUSTE PERO QUE SE PUEDA LEER Y ENTENDER FÁCILMENTE.
- ❖ EN LAS SIGUIENTES DIAPOSITIVAS TE VAMOS A INTENTAR EXPLICAR TODO CLARAMENTE. AÚN ASI, SI TIENES DUDAS PUEDES CONTACTARNOS (Abocampo@ucam.edu) Y TE HAREMOS LAS ACLARACIONES QUE NECESITES.
- ❖ UNA VEZ LO HAYAS ACABADO NOS MANDAS UNA FOTO CON CALIDAD, ESCANEADO AL MISMO CORREO ELECTRÓNICO (abocampo@ucam.edu) O NOS LO REMITES POR CORREO POSTAL (Dr. Manuel Pardo Ríos, Universidad Católica de Murcia, Avd Los Jerónimos s/n, Guadalupe, 30107, Murcia).

Si se publicara algún trabajo te podemos ofrecer aparecer en **“Grupo de trabajo Rinvemer”** dentro de los documentos que se publiquen.

¿Cómo hacer un árbol de decisiones para RCP básica?

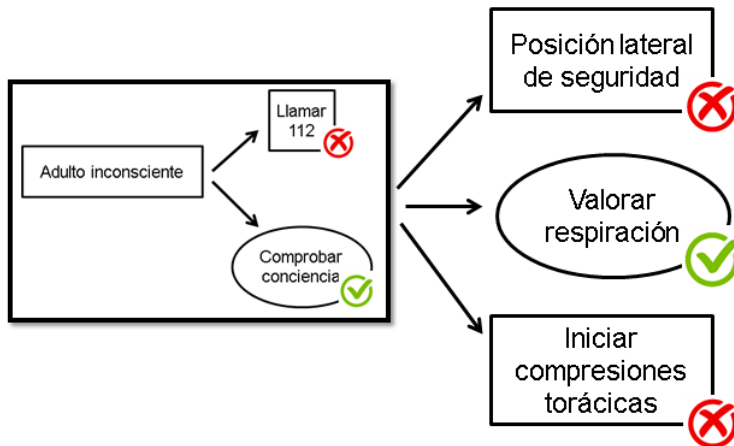
El escenario comenzará con un caso clínico de un **adulto inconsciente**. El usuario, en este caso, encontrará a una persona en el suelo.

Al usuario se le dará a escoger entre **varias opciones**, teniendo que escoger entre ellas. Para un mayor entendimiento, las opciones se representarán con un **cuadrado** o un



Si la opción es representada por un **círculo**, se considerará correcta y continuará avanzando por el árbol de decisiones.

- ❖ Podemos dar múltiples opciones de respuesta.
- ❖ Lo importante es que sea coherente con la realidad y con lo que puede pensar un reanimador, ya sea lego o profesional.
- ❖ Varias opciones puede ser buenas y/o varias pueden ser incorrectas.

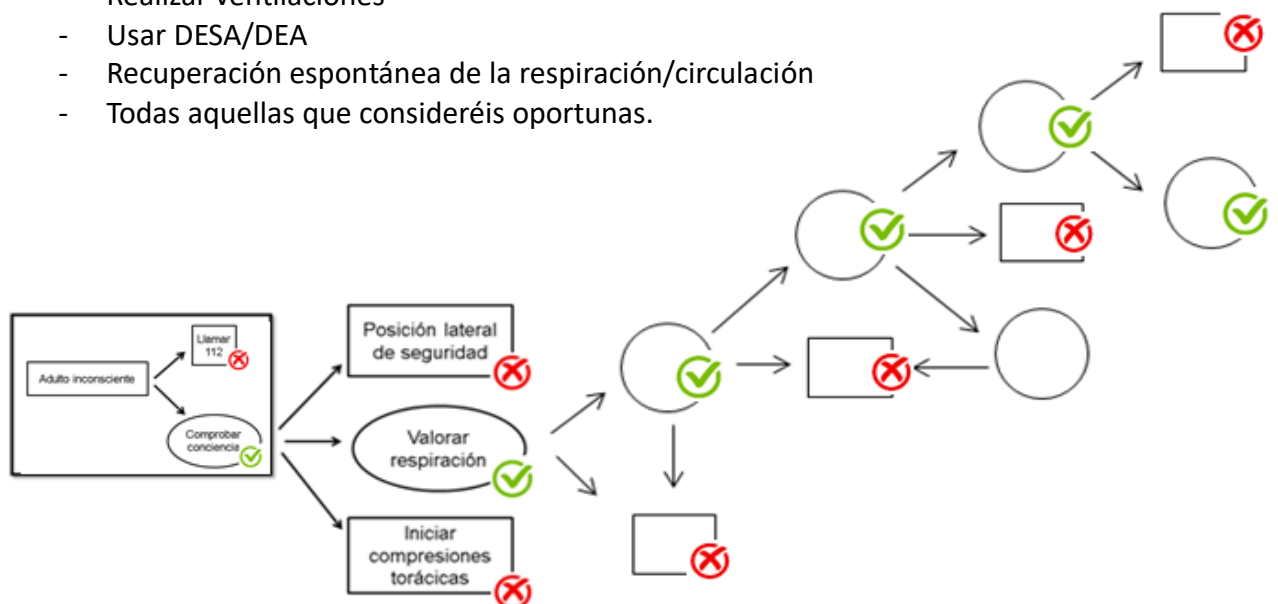


Cada **elección correcta** se acompañará de la realización de la **acción**.

Al elegir la **respuesta correcta**, en este caso **“Valorar respiración”**, el alumno realizará las siguientes acciones de forma guiada:

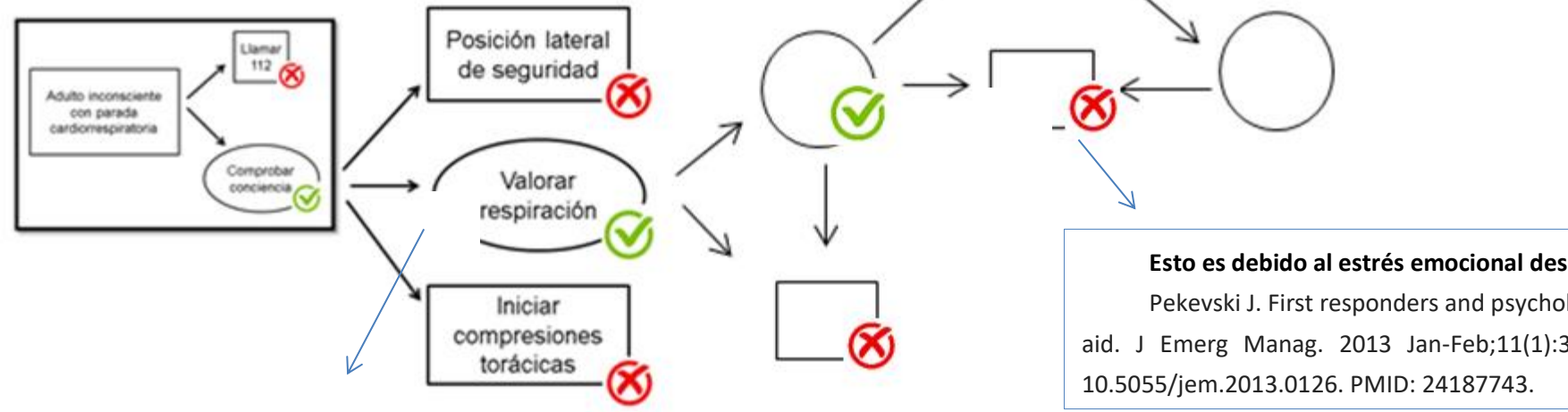
- Maniobra frente mentón.
- Ver, oír y sentir.
- Durante 10 segundos

- Podemos elaborar tantas combinaciones y opciones como queramos.
- Podéis ser creativos y no hay que pensar solo en un camino, ni de izquierda a derecha, arriba y abajo.
- El sistema avanzará por la opción correcta y reconducirá al usuario pudiendo otorgar un feedback.
- Dentro de las múltiples opciones a barajar que podéis incluir, si lo consideráis:
 - Hacer compresiones
 - Realizar ventilaciones
 - Usar DESA/DEA
 - Recuperación espontánea de la respiración/circulación
 - Todas aquellas que consideréis oportunas.



Si podemos incluir la ciencia. Si crees que hay referencias científicas o bibliográficas que nos ayudan o justifican tu elección u opciones no dudes en incluirlas. Te ponemos in ejemplo...

Durante la Pandemia COVI19 se considera que RCP hands only es una opción igual de buena igual que hacer compresiones y ventilaciones descrito por ERC en Nolan JP, Monsieurs KG, Bossaert L, Böttiger BW, Greif R, Lott C, Madar J, Olasveengen TM, Roehr CC, Semeraro F, Soar J, Van de Voorde P, Zideman DA, Perkins GD; European Resuscitation Council COVID-Guideline Writing Groups. European Resuscitation Council COVID-19 guidelines executive summary. Resuscitation. 2020 Aug;153:45-55. doi: 10.1016/j.resuscitation.2020.06.001. Epub 2020 Jun 7. PMID: 32525022; PMCID: PMC7276132.



Esto es debido al estrés emocional descrito por
Pekevski J. First responders and psychological first aid. J Emerg Manag. 2013 Jan-Feb;11(1):39-48. doi: 10.5055/jem.2013.0126. PMID: 24187743.

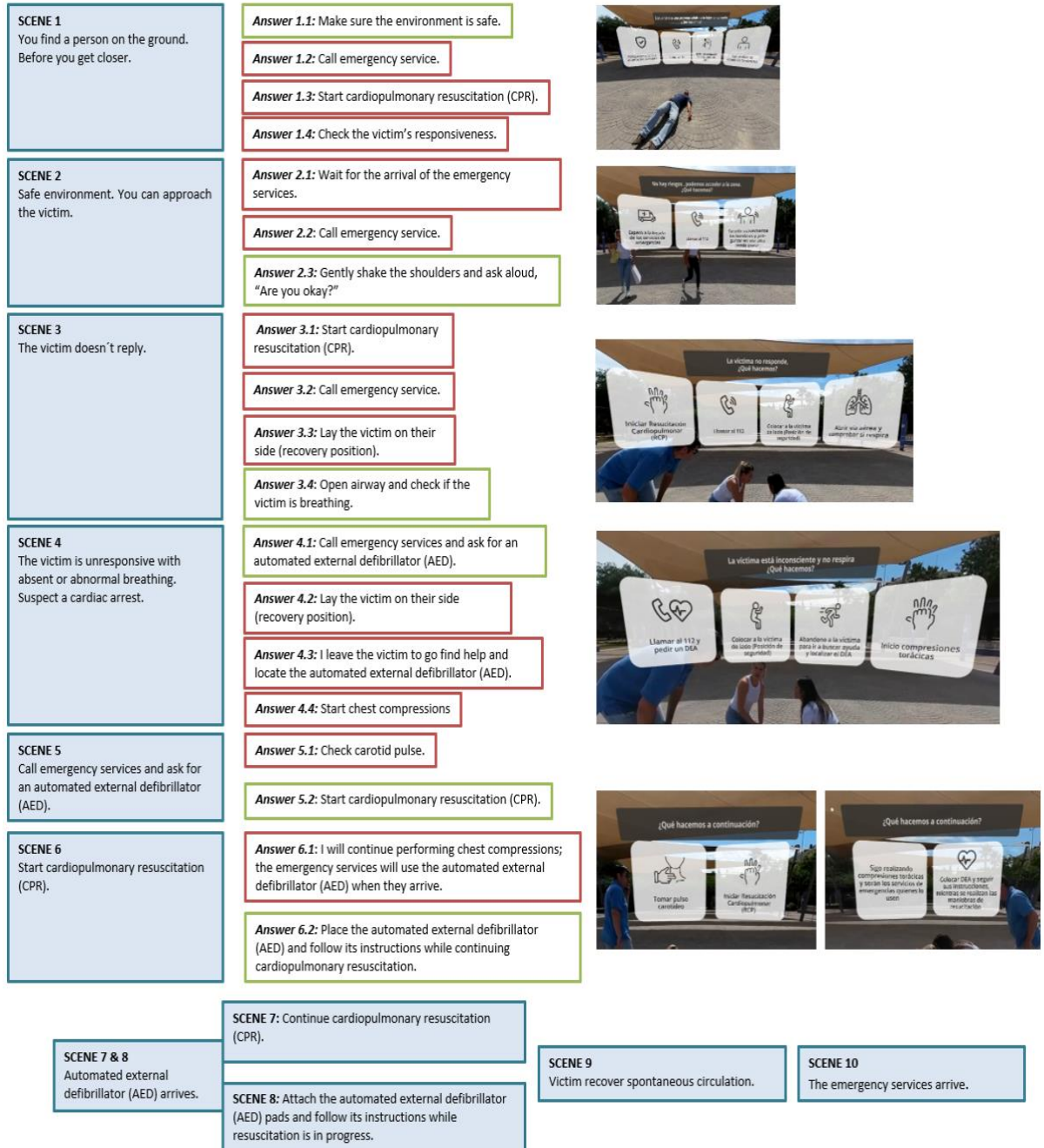
ERC mantiene para legos solo valorar la respiración y no tomar pulsos.
Michels G, Bauersachs J, Böttiger BW, Busch HJ, Dirks B, Frey N, Lott C, Rott N, Schöls W, Schulze PC, Thiele H. Leitlinien des European Resuscitation Council (ERC) zur kardiopulmonalen Reanimation 2021: Update und Kommentar [Guidelines of the European Resuscitation Council (ERC) on cardiopulmonary resuscitation 2021: update and comments]. Anaesthesist. 2022 Feb;71(2):129-140. German. doi: 10.1007/s00101-021-01084-6. PMID: 34984492.

Puedes añadir las referencias en el algoritmo con flechas o bien, si lo ves más fácil, hazlo como las citas en Vancouver en el texto asociando un número a cada referencia y

En resumen...

- Usa tu conocimiento y creatividad.
- SI TIENES DUDAS PUEDES CONTACTARNOS EN:
abocampo@ucam.edu o en el siguiente móvil:
Telf: 635 34 10 39
- Te incluiremos dentro del artículo cómo **“Grupo de Trabajo RINVEMER”**

ANEXO 5. ÁRBOL DE DECISIÓN EN RCP BÁSICA Y DEA PARA ADULTOS CON REPRESENTACIÓN VISUAL EN LA PLATAFORMA WONDA VR



ANEXO 6. ÁRBOL DE DECISIÓN EN RCP BÁSICA Y DEA PARA NIÑOS CON REPRESENTACIÓN VISUAL EN LA PLATAFORMA WONDA VR.

