



UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

TESIS DOCTORAL

ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO

Programa de Doctorado Ciencias de la Salud

Aplicaciones tecnológicas, dispositivos y software para la enseñanza
en Reanimación Cardiopulmonar (RCP) en niños y jóvenes.

Autor/a:

Dña. Miriam Mendoza López

Directores/as:

Dr. D. Manuel Pardo Ríos

Dr. D. Rafael Melendreras Ruiz

Murcia, 26 enero de 2024



UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

TESIS DOCTORAL

ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO

Programa de Doctorado Ciencias de la Salud

Aplicaciones tecnológicas, dispositivos y software para la enseñanza
en Reanimación Cardiopulmonar (RCP) en niños y jóvenes.

Autor/a:

Dña. Miriam Mendoza López

Directores/as:

Dr. D. Manuel Pardo Ríos

Dr. D. Rafael Melendreras Ruiz

Murcia, 26 enero de 2024



AUTORIZACIÓN DEL DIRECTOR DE LA TESIS PARA SU PRESENTACIÓN

El Dr. D. Manuel Pardo Ríos y el Dr. D. Rafael Melendreras Ruiz como Directores de la Tesis Doctoral titulada “Aplicaciones tecnológicas, dispositivos y software para la enseñanza en Reanimación Cardiopulmonar (RCP) en niños y jóvenes.” realizada por Dña. Miriam Mendoza López en el Programa de Doctorado Ciencias de la Salud, **autoriza su presentación a trámite** dado que reúne las condiciones necesarias para su defensa.

Lo que firmamos, para dar cumplimiento al Real Decreto 99/2011 de 28 de enero, en Murcia a 26 de enero de 2024

Dr. D. Manuel Pardo Ríos

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'M. Pardo Ríos', written in a cursive style.

Dr. D. Rafael Melendreras Ruiz

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'R. Melendreras', written in a cursive style.

RESUMEN

Esta tesis doctoral se centra en la investigación sobre la utilización de sistemas innovadores como el *serious games* (SG) y *eye tracking* como herramientas pedagógicas para la enseñanza de la Reanimación Cardiopulmonar (RCP) en niños y jóvenes. Este enfoque representa un avance significativo en el campo de la educación en emergencias, donde la adaptación de nuevas tecnologías es fundamental para mejorar la eficacia del aprendizaje.

Los objetivos más importantes que se persiguen son: en primer lugar, explorar cómo la integración de la tecnología avanzada puede revolucionar la enseñanza de habilidades de emergencia, un campo donde las metodologías tradicionales pueden quedarse cortas. Se busca evaluar en profundidad la eficacia de estos métodos para mejorar la retención de conocimientos, facilitar un aprendizaje interactivo y significativo, y desarrollar habilidades prácticas en RCP, una habilidad vital que puede salvar vidas. Además, se aspira a entender mejor el comportamiento y la atención de los jóvenes durante la formación, utilizando el *eye tracking* como una herramienta innovadora para recopilar datos clave sobre cómo los estudiantes interactúan con el material de aprendizaje y cómo procesan la información en tiempo real.

Las fases del estudio se diseñaron cuidadosamente para abordar estos objetivos. Comienza con una encuesta inicial sobre tecnología, educación y

salud, destinada a captar las actitudes y percepciones actuales sobre la integración de la tecnología en estos campos. Esta fase es crucial para entender el contexto y el fondo de los participantes, lo que permite una mejor adaptación de las herramientas de enseñanza. A continuación, se desarrolló un videojuego educativo con *eye tracking*, diseñado no solo para ser una herramienta de aprendizaje efectiva sino también para captar y mantener el interés de los jóvenes. Este juego se convierte en un laboratorio viviente, donde cada interacción proporciona datos valiosos sobre la efectividad del juego en la enseñanza de la RCP.

La siguiente fase es un estudio pre-post, donde se evalúa el impacto del videojuego en el aprendizaje y las habilidades de RCP de los participantes. Esta etapa es fundamental para medir el cambio real en el conocimiento y las habilidades, proporcionando una evaluación objetiva del impacto del SG. Finalmente, se realiza un análisis de los resultados del pre-post, donde se examina en detalle cómo y por qué el juego fue efectivo o no, y qué aspectos pueden mejorarse. Este análisis no solo proporciona una evaluación del proyecto actual, sino que también ofrece una guía valiosa para futuras investigaciones y desarrollos en el campo de la educación en emergencias.

En resumen, esta tesis destaca la eficacia de integrar SG y *eye tracking* en la enseñanza de RCP. Los hallazgos del estudio pre-post y las respuestas de la encuesta sugieren una mejora significativa en la retención de conocimientos y habilidades prácticas. Esta investigación abre nuevas vías para la implementación de tecnologías avanzadas en programas educativos,

con el potencial de transformar la manera en que enseñamos habilidades de salvamento, como la RCP, a las jóvenes generaciones.

ABSTRACT

This doctoral thesis focuses on research into the use of innovative systems such as serious games (SG) and *eye tracking* as pedagogical tools for teaching Cardiopulmonary Resuscitation (CPR) to children and young people. This approach represents a significant advancement in the field of emergency education, where the adaptation of new technologies is crucial for enhancing learning effectiveness.

The primary objectives pursued are manifold: first, to explore how the integration of advanced technology can revolutionize the teaching of emergency skills, a field where traditional methodologies may fall short. The study aims to thoroughly evaluate the effectiveness of these methods in enhancing knowledge retention, facilitating interactive and meaningful learning, and developing practical CPR skills, a crucial lifesaving ability. Additionally, the research seeks to gain a deeper understanding of youth behavior and attention during training, using *eye tracking* as an innovative tool to gather key data on how students interact with learning materials and process information in real time.

The study's phases were meticulously designed to address these objectives. It begins with an initial survey on technology, education, and health, aimed at capturing current attitudes and perceptions regarding

technology integration in these areas. This phase is essential for understanding the participants' background and context, allowing for a better adaptation of teaching tools. Subsequently, an educational videogame with *eye tracking* was developed, designed not only as an effective learning tool but also to engage and maintain the interest of young learners. This game becomes a living laboratory, where each interaction provides valuable data on the effectiveness of the game in teaching CPR.

The next phase is a pre-post study, evaluating the impact of the videogame on the participants' CPR learning and skills. This stage is vital for measuring the actual change in knowledge and skills, providing an objective assessment of the serious game's impact. Finally, an analysis of the pre-post study results is conducted, examining in detail how and why the game was effective or not, and what aspects can be improved. This analysis not only provides an assessment of the current project but also offers valuable guidance for future research and development in the field of emergency education.

In conclusion, this thesis underscores the effectiveness of integrating SG and *eye tracking* in CPR teaching. The findings from the pre-post study and survey responses suggest a significant improvement in knowledge retention and practical skills. This research opens new pathways for the implementation of advanced technologies in educational programs, with the potential to transform how we teach lifesaving skills like CPR to young generations.

PALABRAS CLAVE

- Serious games
- Serious game for health
- Eye tracking
- RCP (Reanimación Cardiopulmonar)
- PCR (parada cardio-respiratoria)
- Tecnología educativa
- Pedagogía digital
- Videojuegos en salud
- Aprendizaje interactivo
- Simulación
- Tecnología inmersiva
- Innovación pedagógica
- Capacitación en primeros auxilios

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, elevo mi más profundo agradecimiento a Dios, quien me ha regalado la vida y me ha instruido desde el mismo momento en que nací. Su guía constante ha sido mi luz en cada paso de este arduo camino.

Agradezco de todo corazón a mis dedicados directores de tesis, Manuel Pardo y Rafa Melendreras, por su inquebrantable apoyo, sabiduría y orientación a lo largo de esta travesía académica. Su compromiso y experiencia fueron un faro en los momentos más oscuros.

Mi eterna gratitud a mi padrino, D. José Luis Mendoza, cuya generosidad y confianza me brindaron la oportunidad de emprender este desafío. Su apoyo inquebrantable ha sido fundamental en mi camino. Nunca te olvidaré. Y también a mi querida madrina y presidenta que ha extendido esta confianza y me brinda su apoyo.

A mis amados padres, los pilares de mi vida, les debo un reconocimiento público sincero por su apoyo constante y su amor incondicional y por trasmitirme lo realmente importante de esta vida, la fe.

Expreso mi profundo amor y gratitud a mi esposo, Carlos, quien ha sido mi roca en todo momento. Su paciencia, comprensión, apoyo, amor y colaboración en primera línea de fuego fueron cruciales en esta travesía.

A mi querida familia, amigos y compañeros, les agradezco por su constante ánimo y respaldo. Sus palabras de aliento y cariño me impulsaron a seguir adelante.

Finalmente, dedico este logro a mis tres ángeles en el cielo, mis queridos hijos, quienes han sido mi inspiración y mi fuerza. Aunque no estén aquí físicamente, su memoria vive en cada logro y en cada paso que doy.

Este trabajo es un tributo a todos aquellos que me han sostenido a lo largo de este viaje. Que la guía divina de Dios, junto con el amor y apoyo de mis seres queridos, sigan guiando mis pasos en el camino que se abre ante mí.

CITA

"En Cristo están escondidos todos los tesoros de la sabiduría y del conocimiento." - Colosenses 2:3.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE

I-	MARCO TEÓRICO.....	25
I.1.	Ciencia y tecnología	31
I.1.3.	Influencia de las TIC en el campo de la salud.....	36
I.2.1.	Promoción de la salud en la escuela	44
I.2.2.	EpS en las escuelas españolas.....	50
I.2.3.	Enseñanza de primeros auxilios en las escuelas.....	52
I.3.1.	Origen	53
I.3.2.	Rol de la enfermera escolar.....	55
I.4.	Enseñanza de la maniobra RCP en las escuelas.....	61
I.4.1.	Edad adecuada para el aprendizaje RCP	64
I.4.2.	Aula Invertida como Metodología Educativa Innovadora en RCP	66
I.4.3.	Serious Game como método de enseñanza de primeros auxilios	68
I.4.3.1.	Introducción Serious Game como método de enseñanza	68
I.4.3.2.	El videojuego en la Educación.....	70
I.4.3.3.	Serious game	71
I.5.	Desarrollo de Videojuegos: Un Aspecto Fundamental en la Industria Digital	74
I.5.6.	Programación en bloques.....	77
I.5.7.	Snap!.....	79

II -	JUSTIFICACIÓN	84
III -	OBJETIVOS	89
IV -	MATERIAL Y MÉTODO	92
IV.1.	Introducción.....	92
IV.2.	Fases	93
IV.2.2.	FASE II: ESTADO DEL ARTE ACERCA DE LOS SERIOUS GAMES FOR HEALTH. ...	94
V -	RESULTADOS	116
V.1.	RESULTADOS FASE I. ENCUESTA TES.	116
V.2.	Resultados Fase II: Estado del arte acerca de los Serious Games for Health	127
V.3.	Resultados Fase III: Resultados del desarrollo del videojuego.....	132
VII -	DISCUSIÓN	144
VII.1.	Fase I: Encuesta TES	144
VII.2.	Fase II: Estado del arte acerca de los SGH	149
VII.3.	Fase III: Diseño de SGH para enseñanza de RCP en niños.	150
VIII -	CONCLUSIONES.....	157
IX -	LIMITACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....	161
X -	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA.....	165
XI -	ANEXOS.....	187

SIGLAS Y ABREVIATURAS

1. AHA - American Heart Association
2. CPR - Reanimación Cardiopulmonar
3. IA - Inteligencia Artificial
4. ILCOR - Consenso sobre la Ciencia y Recomendaciones de Tratamiento
5. PCR - Parada Cardiorrespiratoria
6. SG - Serious Game
7. SGH - Serious Game for Health
8. ESO - Educación Secundaria Obligatoria
9. OMS - Organización Mundial de la Salud
10. DEA - Desfibriladores Externos Automáticos
11. ICT - Tecnologías de la Información y la Comunicación
12. VR – Virtual Reality
13. BYOB - Build Your Own Blocks (Construye tus Propios Bloques)
14. mHealth - Salud Móvil
15. LOC - Lugar de Ocurrencia del Colapso
16. LOMLOE - Ley Orgánica de Modificación de la Ley Orgánica de Educación

SIGLAS Y ABREVIATURAS

17. PMAFI-2021 - Programa de Educación en Competencias de Emergencia Sanitaria
18. TIC - Tecnologías de la Información y la Comunicación
19. T-fliC - Trompeta, Piano, Viola, etc.
20. WHO - Organización Mundial de la Salud
21. UCAM - Universidad Católica San Antonio de Murcia
22. POST - Después de la Intervención
23. PRE - Antes de la Intervención
24. ECTS - Sistema Europeo de Transferencia de Créditos

ÍNDICE DE FIGURAS, DE TABLAS Y DE ANEXOS

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.Salud electrónica. Fuente: www.randstad.es	40
Figura 2.Educación en salud en la escuela. Fuente: Gamificación enfermera: Fuente: https://gamificacionenfermera.wordpress.com/2014/04/17/educacion-para-la-salud-desde-la-perspectiva-de-ap/	44
Figura 3.Evolución de los instrumentos de escritura. Fuente: Artattack comix. ...	47
Figura 4.Lina Roger, pionera en la enfermería escolar en 1903. Fuente: www.lillianwald.com	55
Figura 5.Algoritmo C-C-C (del inglés Check- Call- Compress). Fuente: https://www.semesaragon.org	65
Figura 6.Interfaz herramienta de programación Snap! Fuente: https://snap.berkeley.edu/	80
Figura 7.Pantalla nivel 1. Fuente: Elaboración propia.	100
Figura 8.Pantalla nivel 2. Fuente: Elaboración propia.	101
Figura 9.Equipo de la grabación de la Canción de la Reanimación. Fuente: Grupo de investigación NT4H (UCAM).	103
Figura 10.Frames del nivel 3 para aprendizaje de RCP. Fuente: Elaboración propia.	104
Figura 11.Práctica virtual de RCP del nivel 4. Fuente: elaboración propia.....	105
Figura 12.Pantalla final de examen. Fuente: Elaboración propia	106
Figura 13.Estracto de la codificación por bloques del videojuego desarrollado en la plataforma Snap!. Fuente: Elaboración propia.....	109
Figura 14.A: niña con las gafas eye tracking durante el experimento. B: número de impactos durante la visualización. Fuente: Elaboración propia.....	110
Figura 15.Cronología de la evolución de la tecnología, los videojuegos y los serious games. Fuente: Elaboración propia.....	128

ÍNDICE DE TABLAS

Figura 16.Figura 16.A: Número total de impactos visuales en la región de interés y fuera de ella. B: Mapa de calor del recorrido de los impactos. Ambas figuras se han generado con Matlab.	134
Figura 18.Resultados del número de errores antes y después de la intervención. Fuente: Elaboración propia.	136
Figura 19.Resultados de las emociones expresadas por los participantes. Fuente: Elaboración propia.	139
Figura 20.Tiempos de resolución de la situación de emergencia. Fuente: Elaboración propia.	141
Figura 21.Tiempo promedio habilidades pre y post.Fuente: Elaboración propia.	191

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.Funciones enfermera escolar. Elaboración propia.....	58
Tabla 2.Comparativa de funciones de la enfermera comunitaria y la enfermera escolar	60
Tabla 3.Decálogo de los principios de la RCP en las escuelas del ERC.....	62
Tabla 4.Cuadro resumen de niveles, objetivos y puntuación del videojuego.	106
Tabla 5.Tabla comparativa sobre género y gusto por los videojuegos.....	116
Tabla 6.Tabla comparativa edad y gusto por los videojuegos.....	118
Tabla 7.Distribución de respuestas de los encuestados según su sexo y edad en relación con su preferencia por la tecnología.....	120
Tabla 8.Distribución según edad a la cuestión “¿Has aprendido alguna lección de clase de cualquier asignatura a través de un videojuego?”	124
Tabla 9.Distribución de edades y formación en RCP en centro escolar	125
Tabla 10.Distribución edad y conocimiento del número de emergencias	127
Tabla 11.Tabla cruzada cuestiones pre-post.....	135
Tabla 12.Puntos obtenidos en el examen frente a la media del tiempo total de juego. Un mayor porcentaje de alumnos ha obtenido mayor puntuación en el examen y menor tiempo ha empleado en la partida. Elaboración propia.	142
Tabla 14.Sección 1: Cuestiones de Tecnología y Educación.....	187
Tabla 15.Tiempos de respuesta de ejecución de tareas y diferencias entre éstos en comparativa pre/post.....	192
Tabla 16:. Distribución de preferencias por dispositivos tecnológicos, como consolas, tabletas, teléfonos móviles y ordenadores, según el sexo y la edad de los encuestados.	193

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Encuesta tes.....	187
Anexo 2: Cuestiones pre-post derivadas del estudio flipped classroom.....	189
Anexo 3: Resultados encuesta tes.....	192
Anexo 4: Secuencias eyetracking.....	193
Anexo 5: Carta al editor.....	195
Anexo 6: Carta científica.....	197
Anexo 7: Artículo científico.....	199

I – MARCO TEÓRICO

.

I - INTRODUCCIÓN

Desde los inicios de la humanidad, el ser humano ha deseado devolver la vida a quien la perdía. Hay escritos bíblicos que datan del año 600 A.C que cuentan cómo el profeta Eliseo resucita milagrosamente a un niño insuflando aire en su boca (2ª Reyes 4:32-35). Los métodos han ido evolucionando a lo largo de la historia y las distintas civilizaciones. No es hasta mediados del siglo XIX que se empiezan a tener algunas evidencias gracias a una técnica muy básica de resucitación cardiopulmonar, con resultados positivos eventuales. En 1936, el ruso Vladimir Negosvsky crea el primer laboratorio dedicado a la reanimación cardiopulmonar en perros con hipotermia. En los años 60, tres médicos reconocidos, William Bennett K, G. Guy y James Jude, evidencian la existencia de circulación artificial gracias a las compresiones torácicas, hecho que marca un punto de inflexión en la maniobra que es utilizada hasta el día de hoy (1).

La reanimación cardiopulmonar (RCP) consta de una serie de acciones encadenadas que sirven para salvar vidas, mejorando las posibilidades de supervivencia después de un paro cardíaco. A pesar de que el enfoque óptimo de la maniobra puede variar según el reanimador, la víctima y los medios disponibles, el reto principal sigue siendo lograr una RCP temprana y eficiente (1). La parada cardiorrespiratoria (PCR) es considerada la situación de emergencia médica más extrema que se produce tanto en el ámbito hospitalario como fuera de él (2).

Según los datos recogidos en 2022 por la American Heart Association (AHA), se estima que en Estados Unidos durante el año 2020, la mayoría de los paros cardíacos extrahospitalarios han ocurrido dentro del hogar (73.9%), en dominio público (15.1%) y en residencias de ancianos (10.9%) (3). La supervivencia en estos casos es generalmente inferior al 10 % en las víctimas a las que se les intenta practicar la maniobra de reanimación. Por tanto, proveer de estos primeros auxilios (RCP) por parte de un transeúnte mejora significativamente el resultado, pero normalmente solo se realiza en menos del 30% de los casos (4).

Los datos en España recogen más de 25.000 muertes anuales antes de que el paciente pueda recibir atención médica. Es una cantidad importante de muertes las que se producen en presencia de otras personas en vía pública. Con un mínimo de preparación y entrenamiento de esta maniobra básica, relativamente fácil de proporcionar, se estaría contribuyendo a la disminución de muertes por PCR (5).

Más del 70% de los testigos que han presenciado esta situación no han sido capaces de iniciar esa asistencia por la falta de conocimientos y esperan la llegada del personal de emergencia sanitaria (6).

Según la Sociedad Española de Cardiología, en España se produce una parada cardíaca cada 20 minutos. Pero a pesar de que está demostrado que la ejecución de la RCP por los presentes puede triplicar la supervivencia, solo 1 de cada 5 afectados recibe esa ayuda (7). Cabe señalar que es imprescindible que la técnica se realice con la mayor calidad posible. Esto no supone un problema cuando se aplica en ámbito hospitalario, pero

cuando se realiza fuera de este escenario y es practicada por un lego, se considera sub-óptima y conlleva una limitación de la efectividad (8,9) .

Las Directrices del Consejo Europeo de Reanimación (ERC, siglas en inglés) son un conjunto de recomendaciones actualizadas para la reanimación cardiopulmonar (RCP) y el manejo de emergencias médicas. Estas directrices están basadas en la evidencia científica más reciente y son desarrolladas por un equipo de expertos en el campo de la reanimación (10). Su objetivo principal es mejorar la calidad de la RCP y aumentar las tasas de supervivencia en casos de paro cardíaco y otras situaciones de emergencia. Proporcionan instrucciones claras sobre cómo reconocer situaciones críticas, activar el sistema de respuesta de emergencia, realizar adecuadamente la RCP, utilizar dispositivos de asistencia y desfibriladores, y manejar la vía respiratoria (11).

Las guías ERC se han actualizado y publicado de forma anual desde 2017 (anteriormente cada lustro) y están ligadas a su vez a las del ILCOR (Consenso sobre la Ciencia y Recomendaciones de Tratamiento), cuyo objetivo es salvar vidas con la maniobra de reanimación, mediante divulgación, promoción, formación basada en la evidencia científica (12).

Las sociedades de divulgación científica han fomentado y regulado la formación de RCP de la población no sanitaria, con grandes resultados tanto en el cumplimiento de objetivos como en la adquisición de destrezas y conocimientos del alumnado (13). Al tratarse de un colectivo no sanitario, es necesario hacer un reciclaje de los conocimientos adquiridos cada cierto

tiempo para evitar el olvido, suponiendo un inconveniente el gasto económico que conlleva (14,15).

En los últimos años, en España se han puesto en marcha muchas iniciativas con el objetivo de formar a la población no sanitaria en materia de RCP. Estas acciones formativas se realizan y son supervisadas por personal sanitario cualificado cuyo objetivo es la prevención de situaciones de riesgo entre la ciudadanía. Algunas de estas actividades se llevan a cabo de manera puntual y aislada. Otras, mejor estructuradas e imbricadas en políticas educativas y sanitarias. Tal es el caso del "Programa Alertante" (16) del SAMUR en Madrid, o del programa PROCES (17) en Barcelona. En ambos casos, el número de sesiones y contenidos impartidos se adaptan a las necesidades del centro/institución solicitante. De igual manera, la Sociedad Española de Medicina de Urgencias y Emergencias (SEMES) también imparte formación de RCP a docentes y alumnos a través de programas desplegados en las comunidades autónomas. Recientemente, se ha batido un récord en Vigo (Galicia) al dar formación a un colegio entero con cerca de 2.000 alumnos, con el objeto de reclamar la necesidad de enseñar a la población desde las escuelas (18).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) respaldó la declaración "Kids Save Lives" (KSL), señalando que la forma más natural de instruir a la población en RCP es integrarla en la enseñanza obligatoria impartida en las escuelas. Se ha demostrado que es sencillo, efectivo y económico enseñar su técnica, siendo suficiente con 2 horas al año de formación a partir de los 12 años de edad (19). Posteriormente, en la última actualización del ERC, se

indicaba que era necesario formar a los niños desde edades tempranas, empezando una vez sean escolarizados y dándoles al menos 1 hora al año durante toda la etapa escolar (20). Recientemente, se ha publicado una revisión de la declaración KSL (21) donde se indica que las barreras para realizar el soporte vital básico (SVB) identificadas por los escolares son similares a las observadas en los adultos e incluyen el miedo a cometer errores y otros determinantes, como la presencia de sangre o vómitos.

Entre las iniciativas destacables del manual ERC de 2021 se subraya la importancia de la formación y el entrenamiento de la técnica en niños con el método *COMPRUEBA-LLAMA-COMPRIME*, proponiendo, como ya se ha mencionado, que se realice anualmente en los centros de educación. La finalidad es, además, convertir a estos niños en formadores de las personas de su entorno. A su vez, se exhorta a los responsables de los ministerios pertinentes a promover esa formación en sus programas. Otra acción llevada a cabo por este grupo de expertos es la creación del Día Europeo y Mundial del Paro Cardíaco para concienciar sobre la importancia de la RCP realizada por legos y la utilización de los DEA (desfibriladores externos automáticos) (22).

En la actualidad, nos encontramos ante una generación de nativos digitales que ya han nacido con el uso de la tecnología implantada en todas las tareas diarias, incluso en el currículum escolar de muchos centros educativos (23). Las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en la educación abren las puertas hacia un aprendizaje interactivo, colaborativo y personalizado, permitiendo a los estudiantes acceder a información en

tiempo real, comunicarse y colaborar de manera global, y desarrollar habilidades fundamentales para su futuro en una sociedad digital. El objetivo principal de incorporar las TIC en los centros de formación es mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje, ofreciendo a los estudiantes herramientas adicionales para adquirir conocimientos y habilidades. Por tanto, la integración adecuada de las TIC en los entornos educativos puede potenciar el aprendizaje, mejorar la participación de los estudiantes y prepararlos para enfrentar los desafíos de una sociedad digital (24,25).

El aprendizaje basado en juegos es un enfoque pedagógico que utiliza juegos como herramientas y contextos para facilitar el aprendizaje y promover la adquisición de habilidades y conocimientos. Los juegos educativos se diseñan específicamente con fines educativos y aprovechan las características inherentes de los juegos, como la interactividad, la inmersión, el desafío y la retroalimentación inmediata, para crear experiencias de aprendizaje atractivas y motivadoras (26).

Los juegos ofrecen un entorno de aprendizaje participativo y motivador, donde los estudiantes pueden experimentar desafíos, recibir retroalimentación inmediata y desarrollar habilidades cognitivas y sociales. Estas herramientas pueden involucrar a los estudiantes de manera activa, fomentando la resolución de problemas, la toma de decisiones y la colaboración (27).

El concepto de "*serious game*" (SG) hace referencia a juegos diseñados con el propósito principal de lograr un objetivo educativo, informativo o de

cambio social, además de proporcionar entretenimiento. A diferencia de los juegos puramente recreativos, los SG están diseñados con un propósito más serio y se utilizan como herramientas para enseñar, entrenar, simular o abordar problemas y desafíos del mundo real (28,29).

I.1. Ciencia y tecnología

Dos de los factores clave para abordar los problemas de una sociedad son el conjunto de conocimientos sobre la realidad que dicha sociedad utiliza para resolver sus problemas y el conjunto de métodos para transformar esa realidad y resolver los problemas planteados. A partir de estos dos conjuntos de conocimientos surgen la ciencia, que se refiere a la sistematización del conocimiento objetivo y los procedimientos para adquirirlo, y la tecnología, que se compone de conocimientos específicos y procesos para transformar la realidad y solucionar problemas. Inicialmente, estos conocimientos existían de manera independiente, ya que los humanos aprendieron a cultivar la tierra y utilizar plantas medicinales mucho antes de comprender los mecanismos biológicos detrás de la agricultura y las propiedades curativas de las plantas (30).

Sin embargo, a partir de la Revolución Industrial y del desarrollo explosivo de disciplinas como la física, la química y las matemáticas en el siglo XIX, estas dos áreas se entrelazaron y se volvieron cada vez más interdependientes. En la actualidad, no se conciben avances tecnológicos significativos que no estén fundamentados en el progreso científico. La

ciencia y la tecnología están raramente conectadas y se retroalimentan entre sí para impulsar el progreso y resolver los desafíos de la sociedad (31).

I.1.1. Las influencia de las TIC en la Sociedad.

Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) son un conjunto de tecnologías que permiten la adquisición, almacenamiento, procesamiento, evaluación, transmisión, distribución y difusión de la información(32). Estas tecnologías se desarrollan mediante la convergencia de disciplinas como la informática, las telecomunicaciones, la electrónica y la microelectrónica.

Las TIC constituyen un sistema tecnológico ampliamente aplicable, especialmente en campos donde se requiere el procesamiento de grandes cantidades de datos, la integración de actividades industriales y de servicios, y el uso de inversiones tangibles como investigación y desarrollo, software y formación de personal.

Algunas características sobre las TIC relevantes según Castells (33), son:

- Son tecnologías para actuar sobre la información, no solo información para actuar sobre la tecnología.
- Tienen una gran capacidad de penetración y efecto en la economía, ya que la información es parte integral de todas las actividades humanas, tanto individuales como colectivas.
- La capacidad y lógica de interconexión que utilizan los sistemas de TI permiten una interconexión rápida y económica.

- Permiten la reprogramación y reequipamiento de las organizaciones.

Por tanto, se consideran las TIC como un conjunto de tecnologías que facilitan el manejo y la comunicación de la información, con una amplia aplicación en diversos campos, y con características que permiten su integración, adaptabilidad y reconfiguración.

El rápido avance de la tecnología ha tenido un impacto significativo en el estilo de vida de la sociedad, generando cambios constantes. La tecnología ha transformado la forma en que las personas se comunican y se conectan entre sí. Ha cambiado la forma en que las personas aprenden, investigan y se mantienen informadas. Los procesos de automatización y la inteligencia artificial (IA) han alterado la forma en que se realizan ciertas tareas y ha conllevado la creación de nuevos empleos y la desaparición de otros. Además de que esta ha sido un motor imprescindible para el crecimiento ya que ha creado nuevo modelo de negocio. Actualmente, el uso de dispositivos como teléfonos celulares, computadoras portátiles o laptops se ha vuelto indispensable para llevar a cabo estudios y trabajos. Estos avances tecnológicos han facilitado nuestras actividades diarias, brindándonos mayor comodidad y eficiencia.

I.1.2. Relación entre las TIC y la educación

La presencia de la tecnología en nuestra vida cotidiana es una realidad que implica la necesidad de aprender a convivir con ella y aprovechar sus beneficios. En el ámbito educativo, la tecnología ofrece oportunidades para acceder a una amplia cantidad de información a través de diversos canales.

Además, facilita la colaboración en entornos virtuales compartidos, promueve el desarrollo de nuevas habilidades y destrezas, especialmente en la búsqueda, organización y selección de información, y provoca un cambio en los roles tanto de los educadores como de los estudiantes. Los estudiantes se convierten en protagonistas activos de su propio aprendizaje, mientras que los educadores se convierten en facilitadores y colaboradores en el proceso educativo. Se entiende que el proceso de enseñanza-aprendizaje es un proceso constructivo en el que la tecnología desempeña un papel fundamental (34). Los docentes dejan de ser meros transmisores de conocimiento y se convierten en guías y mediadores, apoyando y dándole un protagonismo a los estudiantes en su camino de descubrimiento y construcción de conocimiento (35).

A pesar de que estas tecnologías y la conectividad a través de ellas a la red de redes, Internet, brindan a los estudiantes una cantidad abrumadora de información, es responsabilidad de las instituciones educativas y los docentes orientar a los estudiantes hacia un uso provechoso de dicha información. Esto implica fomentar en ellos habilidades de análisis y síntesis con el objetivo de que puedan desarrollar una visión crítica para poder manejar de forma correcta el vasto mundo de imágenes y datos que les llegan a través de las pantallas (36).

La integración de las tecnologías en el aula se ha convertido en una realidad innegable, especialmente en tiempos de crisis como la pandemia, donde el confinamiento obligatorio y el distanciamiento social han hecho que las Tecnologías de la Información y Comunicación sean la única vía para

facilitar encuentros educativos y sociales, impactando tanto en la interacción entre alumnos y profesores como en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Es evidente cómo la emergencia sanitaria de principios de 2020 ha empujado a esa transformación en la forma en que se llevaban a cabo los procesos educativos, requiriendo ahora el uso de herramientas digitales para continuar con los procesos de aprendizaje en distintos niveles educativos. El despliegue de tecnología y plataformas tecnológicas se ha convertido en una opción práctica y relativamente económica para mantener la esencia de procesos fundamentales en la interacción humana y social, como la comunicación y la interacción. Sin embargo, es fundamental que tanto docentes como estudiantes hagan un uso adecuado de estas herramientas, ya que representa un gran desafío para todos los involucrados en el ámbito educativo el pasar de un modelo de educación presencial a uno virtual (37).

Estas tecnologías ofrecen una valiosa oportunidad tanto para docentes como para estudiantes, ya que permiten desarrollar procesos de aprendizaje de una manera completamente nueva. Al integrar estas tecnologías en el aula, se generan cambios significativos en la forma en que se llevan a cabo las actividades educativas. Sin embargo, la simple adquisición de habilidades para utilizar estas tecnologías no es suficiente. Es necesario desprenderse de los enfoques tradicionales de enseñanza, así como de los conocimientos preexistentes y los conceptos sobre cómo educar (38). La incorporación efectiva de las tecnologías requiere un enfoque pedagógico transformador que fomente una relación más estrecha entre el estudiante y

el objeto de aprendizaje. Este enfoque implica ir más allá de las limitaciones del entorno físico y presencial. La tecnología ofrece la posibilidad de ampliar los horizontes del aprendizaje, permitiendo a los estudiantes explorar y acceder a recursos educativos más allá de las paredes del aula. Además, promueve la participación activa y la colaboración, brindando oportunidades para el aprendizaje interactivo y la co-construcción del conocimiento (35,39).

La incorporación de estas tecnologías en el entorno educativo abre nuevas posibilidades y desafíos. Requiere un cambio de mentalidad y una disposición a explorar nuevas formas de enseñar y aprender. Al superar las limitaciones del enfoque tradicional, podemos aprovechar al máximo las herramientas tecnológicas para enriquecer los procesos de aprendizaje y preparar a los estudiantes para enfrentar los desafíos de la sociedad digital del siglo XXI.

1.1.3. Influencia de las TIC en el campo de la salud

Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) han tenido un impacto significativo en el campo de la salud, transformando la forma en que se brinda atención médica y se gestionan los servicios de salud. Estas tecnologías, que incluyen dispositivos móviles, aplicaciones, plataformas en línea y sistemas de información, han abierto nuevas oportunidades y posibilidades para mejorar la calidad de vida de las personas y promover una atención médica más accesible y eficiente.

Una de las principales ventajas de las TIC en el ámbito de la salud es la mejora de la accesibilidad a los servicios médicos (40). La telemedicina y

las consultas en línea han ganado protagonismo, permitiendo a los pacientes recibir atención médica a través de videoconferencias y aplicaciones móviles (41). Esto es especialmente beneficioso para las personas que viven en áreas rurales o remotas, así como para aquellas con dificultades para desplazarse físicamente a un centro de salud. La posibilidad de realizar consultas médicas desde la comodidad de su hogar ha brindado a muchas personas una mayor accesibilidad a la atención médica y ha reducido las barreras geográficas y logísticas. La telemedicina también puede utilizarse para proporcionar información en forma de promoción de la salud o educación en salud para personas, escuelas y centros de atención médica (42).

Además, las TIC han facilitado la recopilación y el intercambio de información médica, lo que ha mejorado la coordinación de la atención y reducido los errores médicos. Los registros electrónicos de salud permiten a los profesionales de la salud acceder de manera rápida y segura a la información médica de los pacientes, lo que agiliza los procesos de diagnóstico y tratamiento. Asimismo, los sistemas de información han sido desarrollados para el monitoreo de enfermedades, la gestión de epidemias y la investigación médica, lo que ha contribuido a avances significativos en el campo de la salud (43).

Otro aspecto destacado es el papel de las aplicaciones móviles y los dispositivos wearables en el autocuidado y la promoción de la salud. Estas herramientas permiten a las personas realizar un seguimiento de su actividad física, monitorear sus signos vitales, controlar su dieta y recibir recordatorios de medicación, entre otras funciones. Esto fomenta un mayor

nivel de conciencia sobre la salud y promueve hábitos de vida saludables (44). Además, las TIC han facilitado la difusión de información médica confiable y accesible a través de plataformas en línea, lo que ha empoderado a las personas para que tomen decisiones informadas sobre su salud (45).

Sin embargo, es importante abordar los desafíos y riesgos asociados con el uso de las TIC en el ámbito de la salud. La protección de la privacidad y la seguridad de la información personal y médica es fundamental para garantizar la confidencialidad y la integridad de los datos. Es necesario establecer medidas de seguridad y protocolos adecuados para prevenir el acceso no autorizado a la información sensible (46). Además, es importante tener en cuenta la igualdad en el acceso a las TIC en el ámbito de la salud, evitando la brecha digital y asegurando que todas las personas tengan las mismas oportunidades para beneficiarse de estas tecnologías.

1.1.3.1. La salud electrónica o eHealth

En 1999, se acuñó el término "eHealth" salud electrónica, sirve como un término genérico para el uso de tecnologías de la información y comunicación (TIC) en servicios y procesos relacionados con la salud (47). La eHealth se ha vuelto crucial para los sistemas de atención médica modernos en todo el mundo y abarca una amplia variedad de aplicaciones, que incluyen registros electrónicos de salud, resúmenes electrónicos de medicamentos y servicios relacionados con la telemedicina (48). Sin restricciones de tiempo y lugar, las aplicaciones de eHealth también brindan soluciones para darle al paciente un papel fundamental implicándose en el proceso y para la atención médica basada en el valor (49). Se asume que

otorgar protagonismo, “empoderamiento”, al paciente mejora la participación del paciente en la toma de decisiones médicas, el compromiso con el tratamiento y, por lo tanto, los resultados de salud (50).

En general, el eHealth se asocia con una influencia positiva en los resultados de atención médica (51). Mejor eficiencia de costos, más información sobre el estado de salud de un paciente y una mejor comunicación entre los profesionales de la salud son solo algunos ejemplos de los beneficios de los servicios de eHealth (52). Sin embargo, no hay una imagen consistente de la adopción y aceptación generalizada de los servicios de eHealth. A menudo, los servicios de eHealth no son adoptados y carecen de aceptación por parte de sus usuarios (53). Sin embargo, para varios sectores y grupos de pacientes, se advierte que los niveles de aceptación y las tasas de adopción relacionadas son más altas (54).

La evolución de los teléfonos móviles y la amplia disponibilidad de aplicaciones para la prevención, el bienestar y escenarios de acondicionamiento físico han reforzado la importancia del eHealth para la industria de la atención médica, ya que estos nuevos servicios ayudan a mejorar los procesos de atención (55). Debido a esta rápida proliferación de aplicaciones para teléfonos inteligentes, cada vez es más difícil para los usuarios, profesionales de la salud e investigadores identificar y evaluar rápidamente aplicaciones de alta calidad (56).

Figura 1. Salud electrónica. Fuente: www.randstad.es.



Hay poca información disponible sobre la calidad de las aplicaciones, más allá de las calificaciones de estrellas publicadas en las páginas web de los minoristas, y las revisiones de aplicaciones son subjetivas por naturaleza y pueden provenir de fuentes sospechosas (57). Seleccionar aplicaciones en función de su popularidad proporciona poca o ninguna información significativa sobre la calidad de la aplicación (58).

Los intentos de desarrollar criterios de evaluación de la salud móvil (mHealth) a menudo son demasiado generales, complejos o específicos para un dominio de salud particular. Handel (59) revisó 35 aplicaciones móviles de salud y bienestar basadas en las calificaciones de los usuarios en cuanto a: (1) facilidad de uso, (2) confiabilidad, (3) calidad, (4) alcance de la información y (5) estética. Si bien estos criterios pueden cubrir aspectos importantes de la calidad, no proporcionó una justificación para estos criterios específicos.

Se necesita un instrumento confiable y objetivo para calificar y evaluar el grado en que las aplicaciones mHealth satisfacen los criterios de calidad.

Esta escala debe ser fácil de entender y utilizar con un mínimo de capacitación. Inicialmente, los investigadores utilizarán esta escala, pero podría estar disponible para desarrolladores de aplicaciones y profesionales de la salud en el futuro, pendiente de investigaciones adicionales (55) .

I.2. Educación en salud

La educación y la salud están estrechamente vinculadas. Investigaciones en países desarrollados han demostrado que los adultos con menor educación enfrentan peores condiciones de salud debido a desigualdades (60–62). La educación brinda habilidades para acceder a atención médica y abordar problemas de salud, lo que reduce disparidades y mejora el bienestar general (60).

La educación para la salud, según la OMS (62,63), tiene como objetivo influir positivamente en los conocimientos, prácticas y costumbres relacionadas con la salud de individuos y comunidades. Es una disciplina en crecimiento y una estrategia importante para la promoción de la salud (63). Estudios han evidenciado una fuerte asociación entre bajos niveles educativos y peores resultados en salud Van der Heide et al. (64) en su estudio señalan la importancia de la alfabetización en salud. Entendiéndose alfabetización en salud como la capacidad de una persona para obtener, procesar y comprender información básica sobre la salud y los servicios de atención médica para poder tomar decisiones informadas y adecuadas relacionadas con su salud. Este estudio, además, encontró una relación

significativa entre la alfabetización en salud y factores socioeconómicos y demográficos, como la educación, los ingresos y la edad (64,65).

La promoción en salud implica capacitar a la comunidad para tomar control de su bienestar con el apoyo de personal capacitado. Por tanto, la educación para la salud es una herramienta clave para lograr este objetivo (62).

La educación en salud ha adquirido una creciente importancia y se ha fortalecido como medio para transmitir y consolidar conocimientos sobre promoción y prevención de la salud. Su integración con las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) ha ampliado su impacto en la población, brindando así mayores beneficios en términos de promoción y prevención de enfermedades (65,66).

En la era actual de globalización, Internet ha permitido un intercambio sin precedentes de conocimientos y descubrimientos en diversos campos, incluida la educación en salud (66,67). Por ello, se destaca la importancia de incorporar eficazmente esta herramienta en los procesos educativos para enriquecer el aprendizaje y promover la comprensión de temas relacionados con la promoción y prevención de la salud (65,66).

Es crucial tener en cuenta que las necesidades y preferencias educativas varían según los diferentes grupos etarios y contextos sociales. Por tanto, se reconoce que no existe una única solución que abarque todas las demandas de aprendizaje en salud. Por ello, se recomienda integrar una diversidad de herramientas y enfoques para lograr un impacto más

significativo en la comunidad tratada y generar un cambio positivo en las condiciones de vida de las personas respecto a su salud (62,63).

En el ámbito de la educación en salud, la metodología kinestésica destaca por su énfasis en el aprendizaje a través de la experiencia física y práctica. Para abordar temas teóricos, se sugiere incorporar actividades que fomenten la retroalimentación y la participación activa, facilitando así la comprensión y retención del conocimiento y proporcionando una educación más significativa y enriquecedora. "La práctica hace al maestro" es un principio clave en este enfoque educativo (67,68).

La conexión entre educación y salud ha sido objeto de interés para investigadores durante varias décadas, y la alfabetización en salud ha sido reconocida como un componente esencial del enfoque de promoción de la salud en las escuelas desde hace casi dos décadas (69).

Sin embargo, a pesar de su importancia, son pocos los países que han incorporado de manera adecuada la alfabetización en salud en sus planes de estudio escolares, lo que representa una limitación significativa para el desarrollo de habilidades de salud en los estudiantes y, en última instancia, para el bienestar general de la población (69-71). Esta falta de enfoque en la alfabetización en salud deja tanto a estudiantes como a docentes en una posición desfavorable, ya que carecen de métodos de enseñanza relacionados con la promoción de habilidades de salud críticas.

En este contexto, es esencial reconocer que la alfabetización en salud es un resultado clave de la educación en salud. Al fomentar el desarrollo de habilidades de salud en las escuelas, se puede mejorar el nivel de salud y

bienestar tanto de los estudiantes como de la comunidad en su conjunto (71–73). Esto alinea directamente con el objetivo educativo de reducir las desigualdades, ya que la alfabetización en salud puede explicar y abordar disparidades en salud que comienzan a manifestarse en edades tempranas(71,72).

Figura 2. Educación en salud en la escuela. Fuente: Gamificación enfermera: Fuente: <https://gamificacionenfermera.wordpress.com/2014/04/17/educacion-para-la-salud-desde-la-perspectiva-de-ap/>



I.2.1. Promoción de la salud en la escuela

I.2.1.1. Legislación

La promoción de la salud en el ámbito educativo es fundamental para el desarrollo integral de los estudiantes y el fomento de hábitos saludables desde edades tempranas. En este contexto, la Educación para la Salud (EpS) juega un papel crucial en la formación de ciudadanos conscientes de la importancia de cuidar su bienestar y prevenir enfermedades. Ayuso et al.

(73,74) hicieron un análisis reflexivo sobre cómo la EpS ha sido abordada en la legislación educativa española desde la promulgación de la Ley General de Educación en 1970 hasta la Ley Orgánica 8/2013.

La Ley General de Educación de 1970 marcó un hito importante al establecer la obligatoriedad y gratuidad de la educación básica. Aunque se buscaba mejorar la calidad educativa, no se hicieron referencias explícitas a la promoción de la salud en este marco legal.

En 1980, se promulgó la Ley Orgánica 5/1980, que permitió la inclusión de agentes promotores de salud en la programación educativa. A pesar de este avance, la ley no incorporó objetivos claros de Educación para la Salud (EpS) y se enfocó principalmente en aspectos medioambientales y exámenes de salud.

La siguiente reforma importante fue la Ley Orgánica 1/1990, que introdujo el concepto de competencias básicas y la asignatura de Educación para la Ciudadanía y los Derechos Humanos. Esto abrió la puerta a trabajar habilidades sociales y afectivas, pero nuevamente sin abordar de manera explícita la promoción de la salud como un objetivo educativo específico.

No fue hasta la Ley Orgánica 2/2006 que se destacó con mayor claridad la importancia de la EpS. Se incluyeron objetivos relacionados con el conocimiento del cuerpo, la higiene, la salud y la práctica deportiva. Aunque se avanzó en el reconocimiento de la salud como una competencia educativa, aún faltó la explicitación del derecho a la educación en salud y el desarrollo de habilidades sociales saludables.

La Ley Orgánica 8/2013 mencionó la relevancia de promover la actividad física y una dieta equilibrada, pero nuevamente sin un enfoque enfático en la EpS como competencia básica. A pesar de fortalecer el modelo educativo basado en competencias, no se consideró la salud como una competencia básica necesaria para el desarrollo integral de los estudiantes.

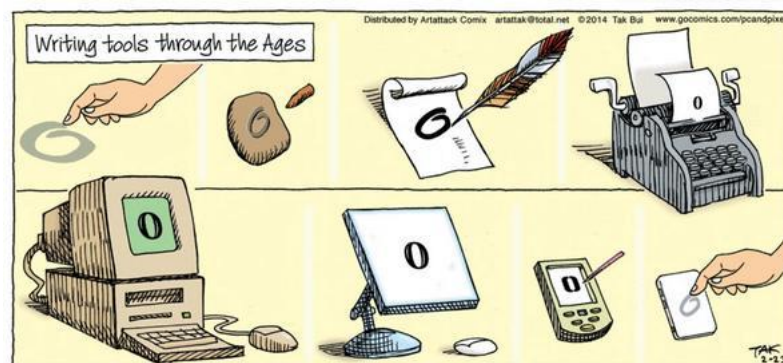
Se advierte que, si bien la legislación educativa en España ha evolucionado positivamente en términos de acceso y calidad de la educación, aún se necesita un enfoque más claro y explícito en la promoción de la salud como competencia básica. Integrar la Educación para la Salud de manera más sólida en el currículo educativo va a permitir formar estudiantes más informados, conscientes y capaces de tomar decisiones saludables a lo largo de sus vidas.

Durante los últimos diez años en España, la legislación educativa ha experimentado transformaciones notables que han influido en la integración de aspectos de salud en el entorno escolar. Con la implementación de la Ley Orgánica de Modificación de la LOE (LOMLOE), a partir del año 2020, se establecieron bases sólidas para la inclusión de principios esenciales como la inclusión, la digitalización y la igualdad de género en la educación, factores todos ellos que contribuyen al desarrollo saludable de los estudiantes. Esta ley sigue a la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE), marcando así una evolución en el enfoque hacia la salud y el bienestar en las escuelas (75).

I.2.1.2. La Revolución Educativa del Siglo XXI: El Poder Transformador de la Tecnología en las Aulas

Durante siglos, las tecnologías han formado parte de la enseñanza y el aprendizaje, pero su importancia en estos procesos ha ido evolucionando a medida que las tecnologías mismas han cambiado. Por ejemplo, se pueden considerar dos funciones principales de la tecnología: la comunicación y el almacenamiento de información, y cómo han progresado desde formas pre-mecánicas hasta mecánicas, electrónicas y luego digitales (76,77).

Figura 3. Evolución de los instrumentos de escritura. Fuente: Artattack comix.



Mediante la mejora de tecnologías existentes y el desarrollo de nuevas, las tecnologías de información y comunicación se han vuelto más accesibles para el público en general, al mismo tiempo que ofrecen mayor velocidad y calidad.

Los docentes de la época en la que solo estaban disponibles herramientas muy simples de comunicación y almacenamiento de

información, lo que llamamos la era pre-mecánica (74), dependían de objetos físicos y la comunicación cara a cara con los estudiantes para describir el pasado, explicar el presente y estimular el pensamiento sobre el futuro. Las posibilidades de las formas pre-mecánicas de tecnologías de información y comunicación (como la pluma, la tinta y el papel) y sus productos (como textos legales y religiosos) eran bastante limitadas, a menudo reservadas para miembros acomodados de la sociedad. Ni las tecnologías ni sus productos se utilizaban ampliamente en contextos educativos.

Con la llegada de la fase mecánica (74,76) a través de la creación y uso de la imprenta, se hizo posible producir mayores cantidades de productos en una forma que permitiera a los maestros acceder y utilizar información durante un período prolongado. El almacenamiento y la comunicación de información se volvieron mucho más sencillos, tanto para los profesores como para los estudiantes y el público en general. La dependencia de la comunicación cara a cara disminuyó a medida que los libros se imprimían y se volvían más abundantes y accesibles para un público más amplio. Los libros se convirtieron en las nuevas tecnologías de información.

Con la entrada en la era electrónica (76), la accesibilidad a las tecnologías de información aumentó aún más. El uso generalizado del fonógrafo, la radio y la televisión amplió las oportunidades de comunicación. Estas tecnologías se introdujeron por primera vez, todas ellas se pronosticaron como valiosas herramientas educativas. El desarrollo de grabadoras de audio y video significó que la información capturada por

estas herramientas podía ser conservada en cinta y luego puesta a disposición del público y, por supuesto, de los educadores.

A medida que las tecnologías entraron en la fase digital (77,78) surgieron nuevas herramientas de comunicación. Procesadores de palabras, cámaras digitales, correo electrónico, teléfonos celulares y una continua variedad de herramientas de información y comunicación han sido, y continuarán siendo, desarrollados. Además, debido a la facilidad con la que la información digital puede ser duplicada y transferida a otras ubicaciones, los sistemas de almacenamiento y recuperación de alta potencia y el software se han vuelto comunes en lugares que quizás no consideres, como tu automóvil, televisión y refrigerador. Estas tecnologías tienen implicaciones poderosas para la educación. Por ejemplo, es posible acceder a libros de texto a través de bases de datos en línea o sitios web, teléfono inteligente o tableta para ver o escuchar tu texto y archivos multimedia asociados, etc.

La incorporación de la tecnología educativa en las escuelas ha sido gradual desde los años 70, especialmente en contextos como el norteamericano y el inglés. Aunque inicialmente, los ordenadores no eran concebidos como herramientas de comunicación o aprendizaje, sino como objetos de estudio o programación (78), se transformaron en una herramienta imprescindible para esta acelerada evolución.

La integración de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en las aulas busca responder a las demandas de una sociedad basada en el conocimiento y la competitividad (79). Aunque ha habido grandes

avances, aún se estudian las funciones y consecuencias de su uso. La necesidad de evaluar la incidencia de las TIC en la formación de profesionales y en la vida laboral es un reto importante para las instituciones educativas (80).

I.2.2. EpS en las escuelas españolas

La educación para la salud ha estado presente en las escuelas españolas tradicionalmente, pero sus objetivos y métodos han evolucionado junto al concepto de salud. Inicialmente, se enfocaba en la prevención de enfermedades y la modificación de conductas individuales (81). En los años ochenta, con la promoción de la salud, se amplió el enfoque hacia la mejora de factores determinantes de la salud en el entorno escolar. Las intervenciones se dirigieron a los niños, comunidad educativa y centro, promoviendo conductas saludables y empoderando a los estudiantes para ser agentes de salud.

La incorporación de la promoción de la salud en la escuela busca introducir modelos de vida saludables en un ambiente propicio. Los criterios propuestos por la OMS, la Unión Europea y el Consejo de Europa incluyen buenas relaciones interpersonales, bienestar del personal del centro, autoestima y autonomía de los niños, entre otros aspectos (82). Además, se ha ampliado el contenido de educación para la salud, abarcando dimensiones físicas, psicológicas y sociales, así como la mejora del ambiente escolar (83).

La promoción de la salud en el entorno escolar se considera efectiva para mejorar la salud de los niños, fomentando conductas saludables y habilidades críticas. A pesar de los avances, su desarrollo en las escuelas es lento y desigual en diferentes comunidades autónomas (84).

Se reconoce que la educación para la salud (EpS) debe promover estilos de vida saludables y es responsabilidad de los profesores integrar esto en la educación (85). Inicialmente, la institución educativa se centró en acciones preventivas, como la modificación de conductas individuales relacionadas con drogas, alcohol, tabaco, alimentación, actividad física y salud mental. Con el tiempo, se han concretado líneas de acción específicas, como el desarrollo de buenas relaciones interpersonales, la mejora del bienestar del personal escolar, la promoción de la autoestima y autonomía de los estudiantes, y el cuidado de los aspectos físicos y organizativos del centro. Estas prácticas saludables se consideran parte del currículum oculto del centro, que influye en los valores y normas presentes en el ambiente escolar.

La formación de los docentes en salud es un tema de actualidad que ha sido abordado por varios investigadores (86–88). Se observa que todavía existen carencias en la inclusión de la educación para la salud en la formación de maestros. Muchos estudiantes de magisterio poseen escasos conocimientos en este campo, a pesar de que hay un interés creciente en la enseñanza de contenidos relacionados con la salud. Muchos estudios subrayan la necesidad de capacitar a los profesores de Educación Primaria en temas de salud, especialmente en primeros auxilios (89–91).

I.2.3. Enseñanza de primeros auxilios en las escuelas

La conciencia sobre la importancia de la RCP debe ser fomentada desde la educación infantil, ya que la formación en RCP no solo mejora la cultura de seguridad en las escuelas, sino que también desplaza la responsabilidad de los adultos a los niños, lo que podría resultar en cambios estructurales a largo plazo (92,93).

La introducción de la capacitación en RCP en las escuelas ha sido respaldada por la Organización Mundial de la Salud (93,94). En los países escandinavos, la enseñanza de la RCP a los niños en edad escolar ha incrementado las tasas de RCP realizada por testigos, lo que ha resultado en tasas más elevadas de supervivencia después de un paro cardíaco. Además de los beneficios en términos de salud, también se ha observado un aumento en la productividad de la sociedad y una reducción en los costos de atención médica (94). En este sentido, es crucial comenzar a enseñar la importancia del reconocimiento del paro cardíaco y las habilidades de RCP desde una edad temprana, ya que los niños tienen una mayor motivación y capacidad de aprendizaje en comparación con los adultos, y retienen estas habilidades a lo largo del tiempo (95,96).

Aunque en algunos países la capacitación en RCP para los niños en edad escolar ya es obligatoria, en otros países se está introduciendo gradualmente en los planes de estudio, recomendando al menos 2 horas de capacitación en RCP al año (97).

Sin embargo, la edad adecuada para iniciar esta formación sigue siendo motivo de debate. La enseñanza temprana de la RCP tiene

similitudes con la enseñanza de habilidades como nadar o andar en bicicleta, ya que estas habilidades también son retenidas a lo largo de la vida. Además, los niños pueden actuar como multiplicadores de la RCP, compartiendo sus conocimientos con familiares y amigos, lo que amplifica el impacto positivo de la formación (98).

Los efectos positivos de la formación temprana en RCP no se limitan solo a las habilidades técnicas, sino que también tienen un impacto en la actitud hacia ayudar a otros, la confianza en el resultado positivo de la reanimación, la motivación interna para ayudar a quienes lo necesitan y el desarrollo de la empatía (99,100). Es importante destacar que el cambio de comportamiento puede ser más efectivo cuando se apoya con medidas estructurales adecuadas, como la educación y la creación de conciencia. En este contexto, los programas de capacitación en RCP y el uso de desfibriladores externos automatizados (DEA) también dependen en gran medida de las habilidades, conocimientos y herramientas de enseñanza del instructor (101).

En las escuelas primarias, la figura clave en la capacitación en RCP y DEA es la enfermera escolar, quien desempeña un papel fundamental como instructora, coordinadora y defensora de políticas relacionadas con la formación en RCP y DEA (102).

I.3. La enfermera escolar

I.3.1. Origen

A principios del siglo XX, la salud escolar en los Estados Unidos enfrentaba desafíos significativos. Los estudiantes enfermos eran

simplemente enviados a casa, lo que no solo interrumpía su educación, sino que tampoco abordaba adecuadamente la propagación de enfermedades. Fue en este contexto que Lina Rogers, con la asesoría y apoyo de Lillian Wald, en 1902, presentó un enfoque innovador que cambió para siempre la forma en que se abordaba la salud en las escuelas (103).

Rogers propuso un plan audaz en Nueva York: en lugar de simplemente enviar a casa a los estudiantes enfermos, se les trataría en la escuela misma. Esta idea tenía un enfoque dual: no solo reduciría la propagación de enfermedades al permitir que los estudiantes regresaran más rápidamente a un entorno controlado, sino que también abordaría problemas subyacentes en las comunidades más pobres, donde las familias a menudo no tenían los recursos o la educación para seguir las recomendaciones médicas.

A través de su experimento, Rogers mostró que este enfoque tenía un impacto positivo tanto en la salud como en la educación de los estudiantes. Trabajó con las familias para brindarles educación sobre el cuidado adecuado y las medidas preventivas, lo que a su vez mejoró la salud de toda la comunidad. También abogó por la importancia de la educación en salud, realizando exámenes dentales, auditivos y visuales para identificar problemas y brindar intervenciones tempranas (104,105).

El éxito de Rogers fue tan notable que se convirtió en la base para el desarrollo de la enfermería escolar en todo el país. Sus métodos no solo cambiaron la forma en que se abordaba la salud en las escuelas, sino que también demostraron cómo la atención médica podía ser más efectiva al

estar arraigada en las comunidades y adaptada a las necesidades de las personas (105).

El legado de Lina Rogers y su colaboración con Lillian Wald trasciende el campo de la salud escolar. Sus ideas y enfoques creativos en el cuidado de la salud y la educación han influido en la forma en que abordamos los problemas sociales y de salud en la actualidad. Su historia nos recuerda la importancia de pensar fuera de lo convencional y de trabajar en colaboración para encontrar soluciones efectivas y sostenibles.

Figura 4. Lina Roger, pionera en la enfermería escolar en 1903. Fuente: www.lillianwald.com



I.3.2. Rol de la enfermera escolar

Es innegable que el rendimiento académico está intrínsecamente vinculado a la salud y el bienestar de los estudiantes. En esta perspectiva, los enfermeros escolares desempeñan un papel crucial al proporcionar

atención médica tanto a nivel individual como a la población en general. Dado su acceso diario a una amplia cantidad de estudiantes, ocupan una posición idónea para abordar y coordinar las necesidades médicas de los niños y adolescentes (106). La influencia de los determinantes sociales en la salud se hace evidente en el entorno escolar, una realidad que los enfermeros escolares comprenden a fondo.

La enfermería escolar representa una rama altamente especializada de la enfermería profesional, destinada a mejorar el bienestar, el rendimiento académico y el éxito en la vida de los estudiantes. Con esta misión en mente, los enfermeros escolares tienen un profundo entendimiento del desarrollo de los estudiantes. Su labor promueve la salud y la seguridad, y aborda problemas de salud que son actuales y potenciales. Además, se encargan de gestionar casos y colaborar activamente con médicos que operan en entornos escolares, familias, proveedores de servicios comunitarios y profesionales de la salud. Su objetivo es impulsar la adaptación, el autocontrol, la autodefensa y el aprendizaje tanto en los estudiantes como en sus familias (107).

La colaboración entre enfermeros escolares y pediatras, ya sea en la comunidad o en contextos escolares, destaca como un excelente ejemplo de atención en equipo. Esta modalidad implica la provisión integral de servicios de salud a individuos, familias y/o comunidades, gracias a la cooperación entre al menos dos profesionales de la salud, junto con pacientes, cuidadores familiares y proveedores de servicios comunitarios. Esta atención en equipo se basa en principios como objetivos compartidos,

roles bien definidos, confianza mutua, comunicación efectiva y resultados medibles (108).

En un panorama en el que cada vez más niños con necesidades especiales de atención médica asisten a la escuela, la función de los enfermeros escolares en la gestión de enfermedades cobra aún más relevancia (109). Estos profesionales colaboran estrechamente con los estudiantes y sus padres para reforzar las recomendaciones médicas del hogar y brindar tratamientos durante el horario escolar. La retroalimentación sobre la respuesta del estudiante al plan de tratamiento es esencial para una gestión médica oportuna en áreas como el trastorno por déficit de atención e hiperactividad, la diabetes, las alergias graves y el asma, además de la creciente población de niños con problemas de salud conductual.

Los enfermeros escolares también desempeñan un rol activo en áreas de salud pública como la inmunización, la prevención de la obesidad, la evaluación del abuso de sustancias, el control del tabaco y la educación sobre el asma. Su presencia constante en el entorno escolar refuerza aún más las intervenciones profesionales de los pediatras en niños y adolescentes.

Por todo lo expuesto, la colaboración efectiva entre pediatras, familias, personal escolar, médicos escolares y enfermeros escolares se erige como esencial para proporcionar una atención médica óptima tanto en entornos clínicos como comunitarios (110).

I.3.2.1. Funciones de la enfermera escolar

Las enfermeras escolares asumen un rol multifacético y vital en el entorno educativo, asegurando el bienestar físico y emocional de los estudiantes. Sus funciones abarcan desde la atención médica básica hasta el apoyo en situaciones de emergencia y la promoción de la salud.

En la siguiente tabla se recoge las principales funciones que desempeña la enfermera escolar (111,112):

Tabla 1. Funciones enfermera escolar. Fuente: Elaboración propia.

Funciones de una Enfermera Escolar	Descripción
Atención Médica Integral	Brindar cuidados médicos básicos a estudiantes, evaluar síntomas y proporcionar primeros auxilios.
Administración de Medicamentos	Administrar medicamentos según las indicaciones médicas, especialmente para estudiantes con afecciones crónicas.
Manejo de Enfermedades Crónicas	Supervisar síntomas, administrar medicamentos y actuar en emergencias médicas para estudiantes con condiciones crónicas.
Promoción de la Salud	Ofrecer programas de educación en salud, abordando higiene, nutrición, prevención de enfermedades y bienestar general.

Apoyo a la Salud Mental	Proporcionar apoyo emocional y recursos a estudiantes con desafíos mentales, colaborando con consejeros y psicólogos.
Gestión de Casos	Coordinar con médicos, familias y otros profesionales de salud para garantizar el cuidado médico adecuado a cada estudiante.
Respuesta a Emergencias	Actuar rápidamente en situaciones de emergencia médica, desde alergias graves hasta lesiones deportivas.
Educación Continua	Mantenerse actualizado en prácticas médicas y de salud para brindar atención actualizada y efectiva a los estudiantes.
Colaboración Interdisciplinaria	Trabajar con docentes, administradores escolares, padres y otros profesionales de salud para una atención integral.
Registro y Documentación	Mantener registros detallados de la atención brindada y las recomendaciones médicas para seguimiento y comunicación.

1.3.2.2. Diferencias entre enfermera comunitaria y enfermera escolar

Las enfermeras comunitarias y las enfermeras escolares tienen roles y funciones distintas, aunque ambas están enfocadas en la atención de la salud en contextos específicos.

En la siguiente tabla veremos sus funciones de forma comparativa (113,114):

Tabla 2.Comparativa de funciones de la enfermera comunitaria y la enfermera escolar.

Fuente:Elaboración propia.

Aspecto	Enfermera Comunitaria	Enfermera Escolar
Entorno de trabajo	Comunidad en general	Escuelas, colegios o universidades
Enfoque principal	Promoción de la salud y prevención de enfermedades en la comunidad	Atención de la salud de estudiantes y personal escolar
Actividades	Campañas de vacunación, educación en salud pública, atención a poblaciones vulnerables, seguimiento de enfermedades crónicas, etc.	Atención médica inmediata, administración de medicamentos, manejo de afecciones crónicas, atención de lesiones, promoción de la salud, educación en salud para estudiantes
Población	Individuos de todas las edades en la comunidad	Estudiantes y personal escolar
Colaboración	Trabajo con diversos profesionales de la salud y comunidades	Colaboración con personal educativo y padres

Configuraciones	Clínicas, centros de salud, hogares y comunidades	Entornos escolares
Objetivo	Mejora de la salud en la comunidad en general	Bienestar de los estudiantes en el entorno escolar
Educación	Educación en salud comunitaria y prevención de enfermedades	Educación en salud para estudiantes y promoción de hábitos saludables en el entorno escolar

A pesar de que ambas enfermeras se dedican a la atención de la salud en la comunidad, sus áreas de enfoque son diferentes. Las enfermeras comunitarias trabajan en una variedad de contextos comunitarios, mientras que las enfermeras escolares se enfocan específicamente en la salud y el bienestar de los estudiantes en el entorno escolar (115).

I.4. Enseñanza de la maniobra RCP en las escuelas

En 2011, la Asociación Americana del Corazón (AHA) emitió una orientación en la que sugería que la formación en RCP debería ser obligatoria para los estudiantes (116). El objetivo principal de ofrecer entrenamiento en RCP en las escuelas es incrementar la tasa de RCP realizada por testigos presenciales y la supervivencia después de un paro

cardíaco fuera del hospital. Las probabilidades de sobrevivir a un paro cardíaco son de 2 a 4 veces mayores cuando se proporciona RCP por parte de testigos presenciales, pero las tasas de RCP en casos de paro cardíaco son consistentemente inferiores al 20% (117).

La declaración de consenso KSL es una colaboración internacional que propone la inclusión de la enseñanza de la RCP en los planes educativos escolares con el fin de incrementar las tasas de RCP realizada por transeúntes en situaciones de paro cardíaco extra-hospitalario. Hasta ahora, KSL ha sido respaldada por la OMS (118), el ERC la Fundación Europea para la Seguridad del Paciente, el Comité de Enlace Internacional sobre Resucitación y la Federación Mundial de Sociedades de Anestesiólogos (119).

La ERC recoge 10 principios/objetivos en su programa: "Los Niños Salvan Vidas":

Tabla 3. Decálogo de los principios de la RCP en las escuelas del ERC. Fuente: Elaboración propia.

	Principio	Detalles
1	Cualquier Persona Puede Salvar una Vida	Incluyendo a los niños, cualquiera puede ser un héroe en situaciones de emergencia.
2	Entrenamiento Anual en RCP para Niños en Edad Escolar	Se recomienda hasta 2 horas de entrenamiento de RCP al año para los niños en las escuelas.

3	Entrenamiento Práctico con Complemento Teórico	El entrenamiento debe ser práctico, con práctica real, y se puede complementar con aprendizaje teórico, incluso virtual.
4	Inicio del Entrenamiento a los 12 Años o Antes	Comenzar el entrenamiento de RCP a partir de los 12 años o incluso antes para desarrollar habilidades tempranas.
5	Promoción de la Enseñanza entre Niños Capacitados	Se anima a los niños capacitados a enseñar a otras personas y se les establece la meta de capacitar a 10 personas en dos semanas.
6	Diversidad de Instructores Calificados	Una variedad de profesionales de salud, maestros y voluntarios pueden enseñar RCP en diferentes entornos.
7	Implementación de Programas Nacionales	Los líderes políticos y ministerios de educación deben respaldar y llevar a cabo programas nacionales de enseñanza de RCP en las escuelas.
8	Apoyo de Organizaciones Nacionales de Resucitación	Los consejos nacionales de resucitación deben respaldar y promover la iniciativa "Los Niños Salvan Vidas" en sus países.
9	Aprendizaje de Responsabilidad Social y Habilidades	Además de la habilidad de RCP, los niños también adquieren valores sociales y habilidades importantes.
10	Impacto Positivo en Vidas, Productividad y Costos de Salud	Los programas de entrenamiento de RCP escolar no solo salvan vidas, sino que también mejoran la sociedad y reducen los costos de atención médica.

I.4.1. Edad adecuada para el aprendizaje RCP

La edad apropiada para enseñar RCP los niños pueden variar según diferentes factores, como su nivel de desarrollo, capacidad cognitiva y emocional, así como las recomendaciones y regulaciones locales. Históricamente esta formación se recomendaba que debía ser a partir de 12 años, pero desde el 2021 la edad de comienzo bajó y se recomienda que sea desde que son escolarizados (20).

En la última revisión publicada por KSL recoge evidencias sobre los conceptos que debe ir aprendiendo el niño según la edad. Se puede destacar las siguientes conclusiones referentes a este tema (120).

1. Se menciona que los niños con tan solo 4 años de edad pueden aprender y comprender conceptos básicos de la RCP, tales como llamar a los servicios de emergencia.
2. La mayoría de las recomendaciones y pautas se centran en la enseñanza de la RCP a niños a partir de los 6 años de edad.
3. A partir de los 6 a 7 años, los niños pueden seguir las instrucciones de un desfibrilador externo automático (DEA) y administrar una descarga de forma segura.
4. Se menciona que los niños de 10 a 12 años pueden lograr una ventilación adecuada en maniqués de entrenamiento.
5. Se destaca que, a partir de los 14 años, la mayoría de los niños pueden lograr volúmenes de ventilación adecuados y entienden la importancia de la desfibrilación temprana.

El algoritmo "Comprueba, Llama, Comprime" (119) es especialmente adecuado para enseñar a niños y adolescentes cómo responder a una situación de paro cardíaco. Este enfoque simplificado se ha diseñado para ser fácil de recordar y seguir, lo que lo convierte en una herramienta útil para educar a los niños sobre cómo actuar en caso de emergencia.

Figura 5. Algoritmo C-C-C (del inglés Check- Call- Compress). Fuente: <https://www.semesaragon.org>



El primer paso, 'Comprueba', implica verificar si la víctima está consciente y respira normalmente. Esto se hace hablándole a la persona, intentando despertarla y observando si su pecho se eleva y desciende con la respiración. Si la persona no responde y no está respirando normalmente, se considera un paro cardíaco.

El segundo paso es 'Llama'. Una vez que se ha confirmado que la víctima está en paro cardíaco, se debe llamar a los servicios de emergencia o pedir ayuda. Si hay otras personas presentes, se puede pedir a alguien que llame mientras se inicia la RCP.

Finalmente, el tercer paso es 'Comprime'. Aquí es donde se inicia la reanimación cardiopulmonar (RCP) realizando compresiones torácicas. Estas compresiones ayudan a mantener la circulación sanguínea hasta que llegue la ayuda médica. En la versión simplificada para escolares y miembros del público en general, se enfoca principalmente en las compresiones torácicas sin ventilaciones. El objetivo es mantener un ritmo constante de compresiones para maximizar las posibilidades de supervivencia.

I.4.2. Aula Invertida como Metodología Educativa Innovadora en RCP

En el ámbito educativo, diversas metodologías han surgido con el objetivo de mejorar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes. Una de estas metodologías es el Aula Invertida (flipped classroom), la cual ha ganado popularidad en los últimos años. El Aula Invertida es un enfoque pedagógico que reorganiza el tiempo y espacio tradicional de la clase al transferir la instrucción directa fuera del aula y llevar las actividades de práctica y aplicación al interior de la misma (121). En este modelo, los estudiantes adquieren el contenido teórico antes de la clase, generalmente a través de videos u otros recursos online (122). Esto permite que el tiempo de clase se dedique a discusiones, actividades interactivas y resolución de problemas (123).

Para comprender los efectos del Aula Invertida, se han realizado diversos estudios. Algunos han analizado su influencia en el rendimiento académico de los estudiantes (123,124), mientras que otros han explorado su relación con la motivación y el compromiso de los alumnos (125). Además,

se han llevado a cabo revisiones sistemáticas que agrupan y sintetizan los hallazgos de múltiples investigaciones (126). Por ejemplo, Hinojo Lucena y colaboradores realizaron una revisión sistemática para examinar la influencia del Aula Invertida en el rendimiento académico, encontrando evidencia de su efectividad en diversas disciplinas (123). Por otro lado, Thai y colegas realizaron un estudio que evaluó el impacto del diseño del Aula Invertida en el rendimiento del aprendizaje en la educación superior, comparando diferentes enfoques de clases invertidas y su impacto en el aprendizaje (127).

El Aula Invertida presenta varios beneficios potenciales. Al permitir a los estudiantes adquirir el contenido antes de la clase, se fomenta la participación activa y la interacción durante el tiempo en el aula (128). Además, este enfoque puede promover el aprendizaje auto-dirigido y la autorregulación (129). Sin embargo, su implementación también puede presentar desafíos, como la necesidad de crear recursos de aprendizaje efectivos y el requerimiento de acceso a tecnologías adecuadas para los estudiantes (130).

Es una metodología educativa que ha demostrado tener un impacto positivo en el aprendizaje de los estudiantes (131). Diversos estudios y revisiones sistemáticas han analizado su efectividad en términos de rendimiento académico, motivación y compromiso estudiantil (123,124,127). Aunque presenta beneficios claros, su implementación exitosa requiere la consideración de factores como la creación de materiales de aprendizaje adecuados y la accesibilidad a la tecnología (128,132). En última instancia, el

Aula Invertida representa una opción pedagógica valiosa que puede transformar la dinámica tradicional del aula y mejorar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes(133).

I.4.3. Serious Game como método de enseñanza de primeros auxilios

I.4.3.1. Introducción Serious Game como método de enseñanza

El juego no se limita a ser una mera actividad infantil, sino que también tiene un impacto significativo en la vida de los adultos. Tanto para niños como para personas mayores, el juego se erige como un medio para ejercitar la mente y una actitud que orienta su utilización. Constituye un espacio donde es posible someter a prueba ideas y un vivero donde se entretajan el pensamiento, el lenguaje y la fantasía (134).

A lo largo de nuestras vidas, el juego emerge como una actividad esencial en el desarrollo humano. Nos ha permitido establecer conexiones con nuestro entorno familiar, material, social y cultural. No obstante, definir el juego resulta un desafío debido a su naturaleza versátil y diversificada. El término "juego" deriva etimológicamente de "iocum" y "ludus-ludere" en latín, con connotaciones de diversión, entretenimiento y actividad lúdica en su conjunto. A pesar de que la Real Academia Española lo concibe como una actividad reglamentada de recreación con posibilidad de ganar o perder, la riqueza y complejidad del juego impiden una definición única que abarque todas sus dimensiones. De hecho, la polisemia inherente al juego y las distintas interpretaciones de diversos autores hacen que cualquier definición sea simplemente un enfoque parcial de este fenómeno multifacético (135).

En el ámbito educativo, el juego aporta diversas ventajas como técnica de aprendizaje:

- Ofrece placer.
- Estimula la mente del individuo.
- Fomenta la creatividad, la curiosidad y la imaginación.
- Despierta el pensamiento divergente.
- Favorece la comunicación, la integración y la cohesión grupal.
- Facilita la convivencia.

La gamificación es una estrategia que busca aplicar principios, dinámicas y elementos propios de los juegos en contextos que van más allá del entretenimiento puro. Se trata de una técnica que ha ganado relevancia en diversos campos, como la educación, el marketing, la gestión empresarial y la motivación personal, debido a su capacidad para impulsar la participación, el compromiso y el logro de objetivos (136).

Un aspecto clave de la gamificación es la creación de un entorno que fomente la participación activa y la inmersión. Esto se logra a través de elementos como puntos, medallas, niveles y tablas de clasificación, que ofrecen recompensas tangibles o simbólicas por el progreso y los logros alcanzados. Al experimentar un sentido de avance y obtener recompensas, las personas se sienten más motivadas y comprometidas con la tarea o actividad en cuestión.

En el ámbito educativo, por ejemplo, la gamificación se utiliza para hacer que el proceso de aprendizaje sea más atractivo y efectivo (137). Los

estudiantes pueden obtener puntos por completar tareas, avanzar en niveles de dificultad o alcanzar hitos de conocimiento. Esto no solo aumenta su compromiso, sino que también puede ayudarles a retener la información de manera más eficaz al conectarla con una experiencia gratificante.

I.4.3.2. El videojuego en la Educación

Existen muchas referencias a los beneficios positivos de los videojuegos en la literatura (138,139). La investigación que se remonta a la década de 1980 ha demostrado de manera constante que jugar videojuegos (independientemente del género) produce reducciones en los tiempos de reacción, mejora en la coordinación mano-ojo y eleva la autoestima de los jugadores. Además, la curiosidad, la diversión y la naturaleza del desafío también parecen contribuir al potencial educativo de un juego (140).

La implementación de enfoques educativos basados en videojuegos no es reciente y se remonta a los años sesenta (141). Sin embargo, los beneficios de usar videojuegos educativos han destacado en tiempos más recientes, especialmente para las generaciones digitales que tienen un alto uso de la tecnología (142). Los avances tecnológicos, como las redes en línea y dispositivos móviles, han impulsado el uso de videojuegos educativos.

Estos videojuegos ofrecen ventajas como aumentar la motivación de aprendizaje en los nativos digitales, para quienes las metodologías tradicionales pueden resultar poco atractivas (142). Los videojuegos también promueven un proceso de prueba y error que permite la recuperación de errores y brindan retroalimentación inmediata (143). Además, permiten a los estudiantes experimentar sin miedo al fracaso (136).

Los docentes pueden adaptar la dificultad de los videojuegos para adaptarse a las necesidades individuales de los estudiantes y ofrecerles una instrucción guiada (143). También pueden usar elementos como insignias y tablas de clasificación para motivar a los estudiantes (gamificación).

A pesar de estos beneficios, la incorporación de videojuegos educativos siempre es un desafío para los docentes no familiarizados con esta herramienta.

I.4.3.3. Serious game

Se ha aceptado ampliamente que los juegos educativos serios, como herramienta integrada en muchos cursos, desempeñan un papel importante en el aprendizaje y ayudan a los estudiantes a enfocarse en el tema objetivo. La utilidad percibida, la facilidad de uso y la claridad de los objetivos fueron indicadores de satisfacción y efectividad en el uso de los juegos educativos serios, lo cual fue confirmado por una encuesta y un grupo de participantes. Cuando los estudiantes pueden prever claramente los objetivos y la facilidad de uso, tienden a concentrarse en el contenido y disfrutar del proceso (144).

Además, los juegos educativos serios deben ser apropiados para diversos estudiantes y contenidos objetivos. Aquellos que satisfacen las diferentes necesidades de los estudiantes y que son aplicables en diversos contextos académicos tienen más posibilidades de tener éxito que aquellos que no lo hacen. Las relaciones entre las características de aprendizaje y las mecánicas de juego, un factor influyente importante, deben ser consideradas e implementadas por los docentes, y podrían integrarse en los planes de

enseñanza y el proceso de aprendizaje. Esta relación desempeña un papel importante en la mejora de la eficacia del aprendizaje y en el enriquecimiento de la experiencia de aprendizaje (145).

La efectividad del aprendizaje con juegos serios se ve influenciada por diversos factores, como la trama y producción, el realismo, la inteligencia artificial y adaptabilidad, la interacción y la retroalimentación. La trama y producción se relacionan con la información sobre el impacto de los juegos serios. El realismo se refiere a cuánto de bien el juego cumple las expectativas de los usuarios. La inteligencia artificial y adaptabilidad implican el uso de algoritmos informáticos para facilitar la interacción usuario-juego, ajustándose a las necesidades individuales. La interacción en el juego incluye la comunicación entre usuarios, juego e instructor. La retroalimentación evalúa el juego y responde a los usuarios. Esta retroalimentación implica sesiones de comunicación después del juego. Los estudiantes deben considerar estos factores para lograr el éxito en el aprendizaje, mientras que los diseñadores deben incorporarlos en la producción de los juegos serios (146).

La inclusión de elementos sorpresivos en la narrativa podría facilitar las habilidades de razonamiento y mejorar el efecto de aprendizaje (147). Estos eventos sorprendentes revelaron el potencial de los juegos serios al permitir que los estudiantes adquirieran estructuras de conocimiento más sólidas y promuevan un aprendizaje más profundo en comparación con aquellos sin tales eventos (148).

A continuación, una revisión de los resultados positivos del uso de SG:

1. Facilita comprensión integral de conceptos científicos y mejora el rendimiento en ciencias. La inmersión en el juego se correlaciona positivamente con el aprendizaje científico (149).

2. En enfoques de juegos serios y no juegos, no se observaron diferencias significativas en aspectos no deseados (por ejemplo, quejas o interrupciones que afectan la experiencia de juego de otros jugadores) entre profesores y estudiantes (150).

3. Los juegos serios mejoran habilidades cognitivas y afectivas, aumentan el estado de ánimo positivo y la felicidad en el aprendizaje (151).

4. Tecnologías educativas como juegos serios y aplicaciones móviles elevan logros académicos y participación (151).

5. Actitudes significativamente más positivas hacia el aprendizaje asistido por juegos serios en comparación con el tradicional. La pedagogía asistida por juegos serios podría proporcionar un aprendizaje flexible para diferentes estudiantes, quienes podrían superar las limitaciones del aprendizaje tradicional. Con la ayuda de juegos serios y otras tecnologías educativas, los estudiantes podrían elegir el momento y el lugar que les resulten convenientes para aprender, sin estar limitados a horarios y lugares rígidos como en el aprendizaje tradicional (152).

6. Aprendizaje basado en juegos serios es más efectivo que el no juego (153).

7. Beneficios en arquitectura y arte. El uso de juegos serios en la educación arquitectónica podría mejorar el conocimiento práctico y teórico de los estudiantes del grado en arquitectura (153).

8. Efectividad del aprendizaje colaborativo basado en juegos y mejora de habilidades cognitivas (154). El uso de juegos serios también podría mejorar las habilidades de interacción social al integrar estrategias metacognitivas en el juego, lo que llevaría a mejores logros académicos y participación en actividades de aprendizaje. También podría mejorar las habilidades de escritura a través del pensamiento en voz alta y la modelación en el proceso de juego (155).

9. El aprendizaje basado en juegos también demostró ser efectivo en el aprendizaje sociocultural en términos de efectos cognitivos y motivacionales (156).

Entre los aspectos negativos se pueden destacar dos:

1. Los resultados negativos podrían referirse con la relación entre la carga mental y el efecto de aprendizaje (157). Algunos juegos pueden suponer una sobre carga mental y es importante por ello un buen diseño que esté supervisado por profesionales.
2. El nivel de complejidad. Debe ser una herramienta que contribuya en el aprendizaje y mejore la motivación y no cause rechazo (157).

I.5. Desarrollo de Videojuegos: Un Aspecto Fundamental en la Industria Digital

La industria del entretenimiento digital ha experimentado un crecimiento exponencial en las últimas décadas, y los videojuegos se han convertido en una forma dominante de entretenimiento a nivel global. Detrás de la creación de cada juego se encuentra un proceso complejo que involucra múltiples disciplinas y habilidades, siendo la programación de videojuegos uno de los pilares fundamentales en este proceso (158).

I.5.1. Lenguajes de Programación y Motores de Juego

La programación de videojuegos abarca una variedad de lenguajes de programación, cada uno con sus propias ventajas y aplicaciones específicas. Lenguajes como C++, C# y Python se utilizan ampliamente en la industria para implementar la lógica y la mecánica del juego. Además, los motores de juego, como Unity, Unreal Engine y GameMaker, proporcionan entornos de desarrollo completos que facilitan la creación de juegos al ofrecer herramientas visuales, bibliotecas y funcionalidades pre-construidas (159,160).

I.5.2. Mecánica del Juego y Experiencia del Jugador

La programación de videojuegos se encarga de dar vida a la mecánica del juego, que incluye aspectos como el movimiento de personajes, la física del mundo virtual, la inteligencia artificial y la gestión de colisiones. Los programadores trabajan en la creación de sistemas que permiten a los jugadores interactuar con el juego de manera fluida y envolvente. La optimización de la experiencia del jugador es una prioridad, lo que implica ajustar y refinar el código para garantizar un rendimiento óptimo y una jugabilidad sin problemas (160).

I.5.3. Componentes Visuales y Auditivos

La programación también es esencial para la implementación de gráficos, texturas, animaciones y efectos visuales. Los programadores trabajan en colaboración con artistas para lograr que el mundo del juego sea visualmente atractivo y cohesivo. Además, se encargan de integrar efectos de sonido y música que enriquezcan la experiencia auditiva del jugador, respondiendo a eventos específicos dentro del juego (161).

I.5.4. Desarrollo Colaborativo y Multidisciplinario

El proceso de desarrollo de videojuegos es colaborativo y multidisciplinario, involucrando a equipos de diseñadores, artistas, músicos y programadores. La comunicación efectiva y la comprensión de las necesidades de cada área son esenciales para lograr la coherencia y el éxito del juego final. Los programadores trabajan en conjunto con otros profesionales para garantizar que la visión del juego se materialice de manera efectiva (161,162).

I.5.5. Innovación y Tecnologías Emergentes

La programación de videojuegos también está influenciada por las tecnologías emergentes, como la realidad virtual (VR) y la realidad aumentada (AR). Los programadores trabajan en la creación de experiencias inmersivas y envolventes que permiten a los jugadores interactuar con mundos virtuales de formas nuevas y emocionantes (163).

La programación de videojuegos es una disciplina fundamental en la creación de experiencias de entretenimiento digital. Desde la mecánica del juego hasta los aspectos visuales y auditivos, los programadores desempeñan un papel vital en la materialización de la visión de un juego. La colaboración multidisciplinaria, la optimización del rendimiento y la adaptación a las tecnologías emergentes son características clave de este emocionante campo. La programación de videojuegos no solo implica la escritura de código, sino también la creación de mundos virtuales que cautivan y entretienen a jugadores de todas partes del mundo.

I.5.6. Programación en bloques

La programación en bloques es un paradigma de programación que ha ganado una amplia popularidad debido a su enfoque visual e intuitivo, que permite a los programadores construir programas mediante la combinación de bloques gráficos en lugar de escribir líneas de código en un lenguaje de programación específico. Cada bloque representa una acción o comando particular, y estos bloques se ensamblan de manera lógica para crear el flujo de ejecución deseado en el programa (164).

Este enfoque ha sido ampliamente adoptado, especialmente en entornos educativos, gracias a su simplicidad y accesibilidad. La programación en bloques elimina la necesidad de dominar la sintaxis compleja de un lenguaje de programación, lo que permite a los usuarios concentrarse en los conceptos fundamentales de la lógica y el razonamiento detrás de la programación. Los bloques están etiquetados con iconos y texto

descriptivo, lo que facilita la comprensión, incluso para aquellos que son nuevos en la programación (164,165).

Una característica distintiva de la programación en bloques es su ambiente visual e interactivo. Los usuarios pueden arrastrar y soltar bloques en un espacio de trabajo para construir su programa en tiempo real. Esta interacción inmediata les permite experimentar y observar cómo los bloques se combinan para crear un comportamiento específico. Esto promueve la creatividad y la resolución de problemas, ya que los usuarios pueden probar diferentes combinaciones de bloques para lograr el resultado deseado (165).

En esta perspectiva, los bloques se organizan en categorías según su función, como "movimiento", "control", "eventos", "sensores", entre otros. Los usuarios ensamblan estos bloques en secuencias lógicas para definir el flujo de su programa. Esta modularidad facilita la comprensión y modificación de programas a medida que aumenta su complejidad (164).

La programación en bloques es particularmente destacada en la educación. Plataformas como Scratch, Blockly y Tynker han sido especialmente diseñadas para enseñar programación en bloques a estudiantes de todas las edades. Ofrecen tutoriales interactivos, proyectos prácticos y comunidades en línea donde los estudiantes pueden compartir sus creaciones. La programación en bloques es una excelente manera de introducir a los jóvenes a conceptos de programación y cultivar habilidades como el pensamiento lógico, la resolución de problemas y la creatividad.

Una ventaja adicional de la programación en bloques es que puede actuar como una transición suave hacia la programación textual. Muchas

plataformas permiten a los usuarios alternar entre la vista de bloques y la vista de código real, lo que ayuda a los estudiantes a comprender cómo los bloques se traducen en instrucciones de programación tradicionales (165).

La programación en bloques constituye una poderosa y accesible forma de introducir a las personas en el mundo de la programación. Su enfoque visual, interacción práctica y capacidad para fomentar habilidades de resolución de problemas la convierten en una herramienta invaluable en la educación y más allá. Además, puede servir como un trampolín hacia la programación textual más avanzada y es ampliamente utilizada en la industria y la academia para una variedad de aplicaciones prácticas (165,166).

I.5.7. Snap!

Snap! (anteriormente conocido como BYOB, Build Your Own Blocks) es un entorno de programación visual basado en bloques que se desarrolla en el Grupo de Programación de Berkeley de la Universidad de California. Es una variante del popular lenguaje de programación Scratch, pero con características y funcionalidades adicionales (167).

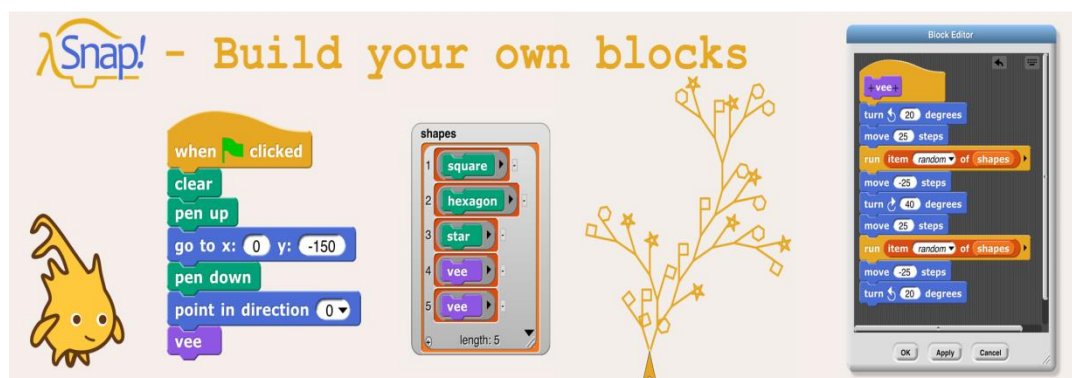
I.5.7.1. Orígenes y Características Clave

Snap! fue desarrollado por Jens Mönig y Brian Harvey en el Grupo de Programación de Berkeley, como una extensión del proyecto Scratch del MIT.

Aunque comparte similitudes con Scratch, Snap! se ha expandido para incluir una serie de características avanzadas que lo hacen más adecuado

para una audiencia más amplia, incluidos estudiantes de secundaria y universidad, así como programadores aficionados.

Figura 6. Interfaz herramienta de programación Snap! Fuente: <https://snap.berkeley.edu/>



Al igual que Scratch, Snap! permite a los usuarios crear programas al arrastrar y soltar bloques que representan diferentes comandos y acciones. Estos bloques se pueden ensamblar en secuencias lógicas para crear programas interactivos.

Snap! ofrece una mayor capacidad para crear funciones personalizadas y procedimientos, así como manipular datos en formas más avanzadas que las que permiten algunas otras herramientas de programación visual.

Una característica distintiva de Snap! es su capacidad para manipular objetos tridimensionales en un espacio 3D, lo que permite la creación de simulaciones y modelos más complejos.

Snap! también admite la programación orientada a objetos, lo que brinda a los usuarios la capacidad de crear y manipular objetos y clases, lo que es un paso hacia la programación más avanzada.

Los usuarios pueden exportar sus proyectos en forma de código JavaScript, lo que permite a los programadores más experimentados ver y editar el código subyacente.

1.5.7.2. Aplicaciones y Uso

Snap! se utiliza ampliamente en entornos educativos para enseñar conceptos de programación y lógica a estudiantes de todas las edades. Su enfoque visual e intuitivo lo convierte en una herramienta efectiva para introducir a los principiantes en la programación.

Se utiliza para enseñar desde conceptos básicos de programación hasta temas más avanzados como algoritmos, estructuras de datos y programación orientada a objetos.

Los educadores pueden diseñar proyectos y ejercicios personalizados para que los estudiantes los completen utilizando Snap!, lo que fomenta la creatividad y la resolución de problemas.

Además de la educación, Snap! también se utiliza en la investigación académica para explorar la programación visual y sus aplicaciones en la resolución de problemas complejos.

1.5.7.3. Comunidad y Recursos

Snap! es de código abierto y cuenta con una comunidad activa de usuarios y desarrolladores que contribuyen con nuevas funciones, bloques y proyectos.

El sitio web oficial de Snap! proporciona acceso al entorno de programación, tutoriales, documentación y ejemplos de proyectos.

La comunidad de Snap! comparte proyectos y recursos en línea, lo que brinda a los usuarios la oportunidad de aprender de otros y colaborar en proyectos interesantes.

En síntesis, Snap! es una herramienta de programación visual basada en bloques que ofrece características avanzadas más allá de las de Scratch. Es ampliamente utilizado en la educación y más allá para enseñar programación de manera visual e intuitiva, y también permite a los usuarios avanzados explorar conceptos más complejos y manipular objetos en un entorno 3D.

II – JUSTIFICACIÓN

■

II - JUSTIFICACIÓN

En el marco de la educación contemporánea, donde la atención médica y las prácticas pedagógicas están en constante evolución, surge una necesidad respaldada por datos alarmantes: cada minuto que transcurre sin realizar una Reanimación Cardiopulmonar (RCP) en una situación de paro cardiorrespiratorio disminuye la capacidad de supervivencia de una persona entre un 7% y un 10%, según el Consejo Español de Resucitación Cardiopulmonar (168). Además, según datos de la American Heart Association (AHA), aproximadamente el 70% de los paros cardíacos ocurren en entornos extra-hospitalarios (11), donde la respuesta rápida y efectiva podría marcar la diferencia entre la vida y la muerte. Las probabilidades de sobrevivir a un paro cardíaco son de 2 a 4 veces mayores cuando se proporciona RCP por parte de testigos presenciales, pero las tasas de RCP en casos de paro cardíaco son consistentemente inferiores al 20% (169).

La RCP, una maniobra de emergencia que puede marcar la diferencia entre la vida y la muerte en situaciones como ataques cardíacos o ahogamientos, no se limita a profesionales de la salud; cualquier persona, incluso sin formación médica, puede aplicarla. Con la RCP, el flujo de oxígeno a los órganos vitales se mantiene, lo que puede ser crucial para la supervivencia. Sin embargo, el potencial de esta técnica se incrementa

exponencialmente cuando se enseña a los ciudadanos desde una edad temprana.

El Real Decreto de ordenación y enseñanzas mínimas de la LOMLOE ya contempla la necesidad de que los estudiantes de tercero y cuarto de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) adquieran conocimientos básicos de la RCP dentro de la asignatura de Educación Física. Esta medida es esencial para crear una generación que sepa cómo actuar en situaciones críticas. A pesar de ello, surge la pregunta: ¿es posible comenzar aún antes? La respuesta es afirmativa y resuena la oportunidad de emplear métodos pedagógicos innovadores como el SG u otro tipo de contenidos multimedia.

El rol de los educadores y profesionales de la salud escolar se vuelve primordial en este sentido, combinando su acción tutorial con nuevas metodologías de enseñanza, más interactivas, para lograr un mayor compromiso e implicación activa (*engagement*), y apoyadas en recursos tecnológicos (170). Al fomentar la interacción y el diálogo en el aula, los educadores brindan a los niños la oportunidad de discutir y profundizar en los conceptos aprendidos, de traducir el conocimiento teórico en aplicaciones prácticas y resolver dudas en tiempo real.

La figura de la enfermera escolar también cobra importancia crucial en este enfoque integral, debido a que no solo posee conocimientos especializados en salud, sino que también puede desempeñar un papel fundamental en la enseñanza y práctica de la RCP. Su experiencia puede enriquecer las discusiones en el aula y proporcionar información

actualizada sobre protocolos y prácticas de primeros auxilios. Su presencia proporciona un enlace vital entre la educación y la aplicación práctica de las habilidades aprendidas.

Un aspecto crítico es el elevado consumo de recursos humanos y económicos asociados al despliegue de las sesiones de formación de RCP mediante metodologías tradicionales, específicamente presenciales, que limita el alcance en cuanto a la cantidad de niños y centros escolares que se beneficiarían de la formación. Las TIC poseen un papel destacado para ensanchar dicho alcance, y a la vez el reto de alcanzar resultados similares a la formación presencial.

En este sentido, los videojuegos, concretamente los denominados SG, y los contenidos multimedia inmersivos (basados en tecnologías de Realidad Virtual (VR) en cuanto a eficacia han demostrado un gran potencial para el entrenamiento de profesionales en el área de las emergencias sanitarias (171). Para su desarrollo es precisa la formación de equipos de trabajo multidisciplinares, del ámbito de la ingeniería electrónica y del software junto con las Ciencias de la Salud (171,172).

Estas tecnologías proveen de una retroalimentación instantánea y la oportunidad de repetir en un entorno seguro que permite a los niños perfeccionar sus destrezas sin el temor a errores en situaciones reales.

Su accesibilidad, reproductibilidad y consumo atemporal, además de mejorar la curva de aprendizaje, logran la reducción de costes que supone un freno a su expansión a toda la comunidad.

En consideración a la relevancia crítica de la capacitación en RCP dentro del entorno escolar, este estudio se enfoca en explorar cómo la integración de las TIC puede potenciar y mejorar el proceso de aprendizaje de RCP entre niños y adolescentes. La investigación se propone evaluar la eficacia de diversas herramientas digitales en el incremento del conocimiento y la habilidad práctica en RCP, con el fin de establecer métodos pedagógicos más efectivos y atractivos para esta población clave.

III – OBJETIVOS

•

III - OBJETIVOS

Los objetivos que persigue esta tesis doctoral son los siguientes:

Generales:

- Capacitar y enseñar a niños de primaria en la maniobra de reanimación cardiopulmonar y primeros auxilios a través de herramientas tecnológicas.

Específicos:

- Analizar el uso de SG como metodología de aprendizaje en los centros de educación.
- Analizar las preferencias de herramientas tecnológicas en jóvenes.
- Desarrollar un estado del arte acerca de la evolución y el uso de SG en la formación en salud.
- Demostrar que los videojuegos, y más concretamente los SG, pueden ser eficientes para la formación de niños y jóvenes en materia de salud.
- Diseñar y desarrollar técnicamente un SG específicamente adaptado para enseñar RCP y los primeros auxilios a niños de primaria, asegurando que el juego sea atractivo, interactivo y educativamente efectivo para mejorar la retención de conocimientos y habilidades prácticas.

- Incluir un sistema de *scoring* para medir los tiempos de uso y la puntuación obtenida por el usuario en las diferentes fases del videojuego.
- Integrar la tecnología de *eye tracking* como herramienta para la validación del diseño gráfico del videojuego a través de la medida de la atención de los usuarios en áreas específicas de la pantalla.
- Evaluar los conocimientos teóricos y prácticos sobre RCP adquiridos a través del SG diseñado.

IV - MATERIAL Y MÉTODO

■

IV -MATERIAL Y MÉTODO

IV.1. INTRODUCCIÓN

La metodología de este trabajo se ha dividido en varias fases. Cada fase se puede ver de forma independiente, pero sigue una evolución que culmina con el desarrollo de un SGH para el aprendizaje de RCP y primeros auxilios en niños.

- En la primera fase se desarrolló una encuesta sobre educación y nuevas tecnologías a escolares con el objetivo de demostrar el potencial de los videojuegos como canal inédito para la formación de jóvenes en materia de salud y primeros auxilios.
- En la segunda fase se efectuó una revisión bibliográfica sobre los SG, analizando su origen, evolución y aplicaciones en el ámbito de la salud. A partir de la misma, se extraen los rasgos definitorios de un SGH.
- La tercera fase, tiene como objetivo diseñar y desarrollar un SGH como una herramienta efectiva para enseñar a niños técnicas de reanimación cardiopulmonar (RCP). Para desarrollar el videojuego, se escoge la plataforma Snap! Berkeley ®, que permite la programación en bloques. Dentro del diseño, se incluyen contenidos multimedia cuya efectividad había sido previamente testada a través de metodologías *flipped classroom* (clase invertida). La validación del

diseño gráfico se lleva a cabo mediante tecnología *eye tracking* (seguimiento ocular).

- La cuarta y última fase consiste en evaluar la efectividad de esta herramienta tecnológica para la enseñanza de la RCP en estudiantes de 4º curso de educación primaria. A tal fin, se diseña y ejecuta un estudio analítico pre-post en el que se miden la calidad y perdurabilidad de los conocimientos teórico-prácticos.

IV.2. Fases

Las fases en las que se estructura la investigación se han llevado a cabo de manera simultánea a lo largo de un periodo de dos años, y los resultados obtenidos han dado lugar al desarrollo de las siguientes fases o etapas, pudiéndose concebir en su conjunto el trabajo como la síntesis de varios estudios interconectados.

IV.2.1. Fase 1: Encuesta TES: Tecnología, Educación y Salud.

En esta era en la que la tecnología está presente en todos los ámbitos es interesante y necesario conocer cómo la conciben los alumnos como herramienta que puede ofrecer beneficios que van más allá del ocio y la diversión.

En esta fase se desarrolla un estudio descriptivo mediante la técnica de encuesta, donde se persigue identificar la tecnología y aplicación más apropiada para el aprendizaje de conceptos y habilidades de la RCP por

alumnos de educación primaria. La mencionada encuesta, que puede consultarse en el anexo 1, se divide en dos secciones:

A través de la sección 1, que consta de 16 ítems, se pretende conocer la afinidad de los jóvenes con la tecnología en general y con los videojuegos y la programación en particular. También explorar la experiencia en el acceso y manejo de plataformas, redes sociales y dispositivos electrónicos. La segunda sección, compuesta por 4 cuestiones, se centra en averiguar la formación previa que el alumno dispone en materia de salud, específicamente en RCP y primeros auxilios. El tamaño de la muestra fue de 220 individuos de los colegios San Vicente de Paul de las ciudades de Murcia y Cartagena. La encuesta fue completamente anónima. De los 220, el 46% (n=101) eran niños y 54% (n=119) niñas.

IV.2.2. Fase II: Estado del arte acerca de los Serious Games for Health.

Se efectúa una revisión en profundidad sobre el origen y la evolución de los SG, deteniéndose en aquellos orientados a la formación en el ámbito de la salud, es decir, en los SGH. Entre otras cuestiones, se persigue identificar aquellas características (objetivos, elementos, reglas, narrativa, etc.) que ineludiblemente deben estar presentes en el diseño y estructura de un SGH para aplicarlo en una posterior fase de desarrollo.

Entre los meses de enero a marzo de 2022, fueron consultadas de forma online las bases de datos Pubmed, Google Scholar, Researchgate y Academia, con los términos: *“serious game for health”* y *“education”*,

discriminando aquellas publicaciones con una antigüedad superior a 20 años. Fueron revisados múltiples recursos que abarcan desde artículos científicos, libros, revisiones, tesis doctorales, cursos de formación y vídeos. A partir de la información obtenida se construye, por un lado, un completo estado del arte a fecha de la presente investigación sobre la evolución de los SGH, y por otro, las especificaciones de diseño mínimas que un videojuego ha de poseer para recibir tal denominación, a aplicar en la siguiente fase, de desarrollo, de la presente investigación.

IV.2.3. Fase III: Diseño de un SGH para enseñanza de RCP en niños.

En esta fase se desarrolló un videojuego en la plataforma de código abierto Snap! desarrollada en Berkeley y basada en el lenguaje de programación por bloques, que es idónea para la creación de aplicaciones interactivas y juegos (173).

IV.2.3.1. Flujo de trabajo para el diseño y desarrollo del videojuego

El desarrollo de un videojuego de tipo SGH de grado en RCP requiere de un equipo de trabajo multidisciplinar compuesto, como mínimo, por especialistas en ciencias de la salud y en desarrollo de software.

Los perfiles finalmente empleados son:

- Ciencias de la salud: Un médico y una enfermera de urgencias.
- Desarrollo de software e ilustración digital: Una ingeniera de Telecomunicaciones, en este caso la doctoranda.

Una vez que se conoce la plataforma y el lenguaje software a emplear para su desarrollo por parte de un ingeniero especialista, el primer paso a dar por los especialistas en salud es definir las competencias y habilidades de aprendizaje que se persiguen mediante el SGH. En nuestro estudio el público objetivo fueron niños de 4° de primaria ya que tienen capacidad de lecto-escritura y psicomotricidad para realizar las siguientes competencias y habilidades necesarias en el SGH:

- Interactuar con los personajes, leyendo instrucciones
- Responder de forma escrita las cuestiones que se presentan durante la jugada.
- Manejo de ratón y teclado en caso de jugar en Pc.
- Manejo de pantalla táctil.

El desarrollo de un videojuego de tipo SGH de grado en RCP requiere de un equipo de trabajo multidisciplinar compuesto, como mínimo, por especialistas en ciencias de la salud y en desarrollo de software.

Los perfiles finalmente empleados son:

- Ciencias de la salud: Un médico y una enfermera de urgencias.
- Desarrollo de software e ilustración digital: Una ingeniera de Telecomunicaciones, en este caso la doctoranda.

El siguiente paso consiste en transformar dichas competencias y habilidades en contenidos adaptados a la estructura y mecánica del videojuego. Esta labor ha de discutirse conjuntamente por todos los

miembros del equipo. Por un lado, crear una historia compuesta por niveles o escenas, y definir para cada una de estas últimas las competencias a abordar, su diseño gráfico (personajes y elementos a incluir), la narrativa digital asociada y el nivel de interacción con el usuario. A su vez, deben definirse las acciones del usuario (mecánicas y reglas) para validar la adquisición de competencias en cada escena.

Se ha cuidado mucho el diseño gráfico de cada escena, para obtener la máxima atención por parte de los usuarios. Además, por cuestiones culturales, conviene cuidar mucho los aspectos relacionados con el género y la apariencia de los personajes, para lograr la máxima empatía. Se ha optado por el uso de la técnica del seguimiento ocular/pupilar (*eye tracking*) para la verificación de la atención, previa a la validación funcional de las escenas del videojuego.

Paralelamente, por parte del desarrollador, se ha definido un sistema de *scoring* o puntuación que, por cada usuario y sesión de juego, recoja la puntuación obtenida en cada escena, así como el tiempo invertido en superarla. Estos parámetros se han alojado en una base de datos, cuyos registros han permitido el desarrollo de análisis estadísticos entre los que destaca la curva de aprendizaje y la medida de la retentiva y asimilación con el tiempo.

El trabajo técnico de la programación/construcción de cada escena ha requerido que el programador disponga de toda la información necesaria por el equipo de trabajo, en forma de especificaciones. Una vez terminada

cada escena se ha efectuado un proceso de prueba aislado y validación del funcionamiento de la misma por el equipo sanitario, cuyo feedback ha sido esencial. La validación final, se ha llevado a cabo por voluntarios de la franja de edad a la que está dirigido el videojuego. A medida que se van terminando las escenas sucesivas, la validación se hizo en conjunto también.

IV.2.3.2. Personajes y elementos diseñados

Para guiar al jugador durante su experiencia se han diseñado dos personajes principales, una alumna y un oso de peluche, con el objetivo de crear un ambiente propicio y cercano para el niño. A lo largo de las fases, en cada escenario, los acompañan otros personajes y objetos secundarios con los que podrán interactuar. Por el tipo de contenidos y diseño, la edad recomendada del videojuego es de 6 a 11 años. Aunque incorpora ayuda auditiva (locución), es necesario que el niño sepa leer y escribir. Puede jugarse en distintas plataformas: PC, tablet y móvil.

La estructura del videojuego consta de cuatro niveles y una prueba final.

IV.2.3.3. Sistema de puntuación

El sistema de puntuación del juego se ha diseñado de manera que el jugador tenga la oportunidad de elegir la respuesta correcta antes de pasar a la siguiente pantalla. De esta manera, el niño no percibe que se está examinando, sino que está aprendiendo y que está tomando decisiones que si no han sido acertadas a la primera puede rectificar antes de cambiar de nivel.

Hay una excepción con el examen final que aparece dentro del videojuego que sí que hace variar la puntuación final entre 72 – 76 puntos. Consta de tres preguntas, cada acierto supone +2. Esto nos permite poder medir la curva de aprendizaje del alumno.

Las puntuaciones de los dos primeros niveles son para motivar al niño a seguir adelante. En estas pantallas, el jugador se familiariza con el entorno del videojuego y sus personajes. Es un aprendizaje más tecnológico que de conocimientos en primeros auxilios, con el propósito de que cuando llegue a los niveles donde debe aprender la materia pueda estar centrado en la historia abstrayéndose de la tecnología.

Una vez obtenida la puntuación final, se calculará el porcentaje de acierto de la misma (n° de aciertos \times 100 / 76 o n° de aciertos \times 100 / 72) y así poder disponer de una medida de evaluación más fácil de comprender.

IV.2.3.4. Estructura. Niveles del videojuego

Nivel 1: Bosque con personajes interactivos.

El objetivo es familiarizar al jugador con el dispositivo y con los personajes, Debe encontrar a un personaje haciendo clic. La puntuación es de +10 puntos.

Figura 7. Pantalla nivel 1. Fuente: Elaboración propia.



Nivel 2: Despensa de alimentos saludables

El escenario es una despensa llena de alimentos saludables y no saludables. El objeto de este nivel es responsabilizar al jugador otorgándole la tarea de alimentar al oso. La puntuación difiere en función de los alimentos escogidos, hasta 4, pudiendo alcanzarse un máximo de +8 puntos.

Figura 8. Pantalla nivel 2. Fuente: Elaboración propia.



Nivel 3: Conceptos básicos sobre primeros auxilios.

Este nivel se ha dividido en dos fases:

La primera es el visionado de un videoclip (canción) desarrollado en la Universidad Católica de Murcia con el fin de que el alumno se instruya en la técnica *1 Comprueba-2 Llama-3 Comprime*. Se ha decidido integrar en el videojuego un recurso multimedia desarrollado por el equipo de investigación New Technologies in Health Research Group (NT4H) de la UCAM, dirigido a niños en edad escolar. En particular un videoclip animado, con personajes de la serie "Jacinto y sus Amigos" (<https://www.youtube.com/watch?v=6tiomD-aNu0>). La canción contiene letras que enseñan los pasos y el ritmo adecuado para realizar compresiones

torácicas, siguiendo las normas ERC 2021, que enfatizan la importancia de instruir a todos los niños en el trinomio "comprobar, llamar, comprimir". En esta situación, la figura de la enfermera comunitaria escolar emerge como un agente clave al ofrecer servicios de atención y cuidados de salud directamente en las escuelas. Esta profesión se posiciona en un punto de convergencia entre la atención de la salud y la educación, desempeñando un papel esencial en la promoción de la salud y el bienestar en el ambiente escolar(113).

La inclusión de este dentro del videojuego se debe a un estudio previo que se realizó a una muestra de 122 niños de 5 años en la que visionaron este videoclip. Se evaluaron las habilidades de respuesta ante una parada cardiorrespiratoria (PCR) en un grupo de participantes antes y después de recibir un programa de formación en reanimación cardiopulmonar (RCP) mediante la metodología de *Flipped Classroom*. Los resultados revelan mejoras significativas en las habilidades de los participantes. La producción científica derivada de ese estudio resultó una

carta científica publicada por la revista científica Atención Primaria que puede verse en el anexo 6. Dotando de autonomía al alumno/jugador.

Figura 9. Equipo de la grabación de la Canción de la Reanimación. Fuente: Grupo de investigación NT4H (UCAM).



En la segunda fase los jugadores deben tomar decisiones, según el contenido que han aprendido durante el video, de qué hacer ante una situación de emergencia.

El personaje pide ayuda al jugador haciéndole una serie de cuestiones sobre los pasos que se deben ir haciendo. También aprende cómo se puede llamar desde un teléfono móvil/smartphone sin necesidad de desbloquearlo. Una vez que el niño ha llegado a la marcación del número de emergencias, aparece un sanitario en la escena simulando una llamada real y pidiéndole que empiece con la maniobra RCP que ha visionado anteriormente, hasta que llegue la ambulancia. Es importante que los niños se familiaricen con la

situación y con los profesionales, para que conozcan el protocolo que deben seguir en caso de una emergencia.

El máximo de puntos en esta pantalla es 25: 5 preguntas suman +2 y +3 preguntas suman 5, dependiendo de la relevancia.

Figura 10. Frames del nivel 3 para aprendizaje de RCP. Fuente: Elaboración propia.

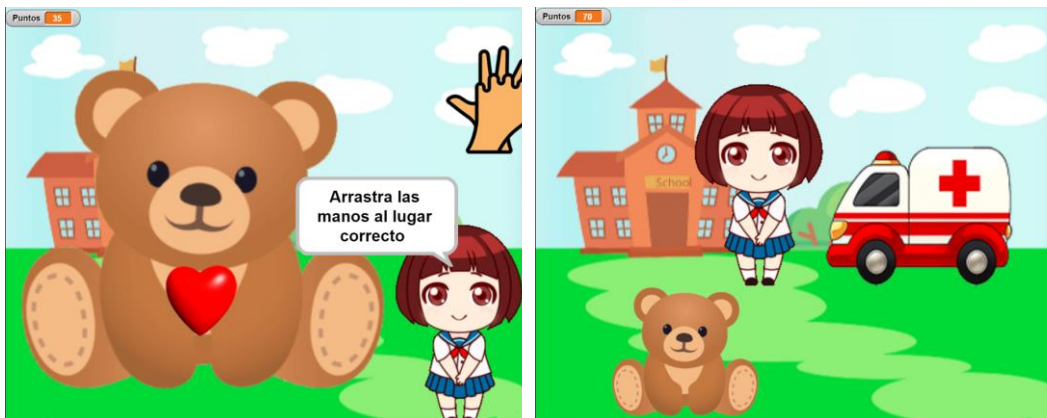


Nivel 4: RCP Virtual

En esta pantalla se invita al niño a simular la maniobra de la RCP sobre el personaje del videojuego. Para ello ha de pulsar correctamente sobre el corazón del enfermo, sin salirse de éste, y al ritmo indicado por la canción de las compresiones.

La canción se compuso con el ritmo real de compresiones por minuto (174). El máximo de puntos en esta pantalla es de +36 puntos.

Figura 11. Práctica virtual de RCP del nivel 4. Fuente: elaboración propia.



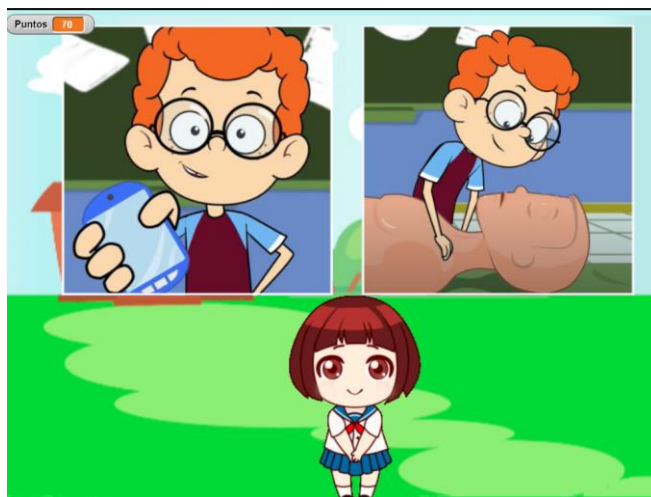
Pantalla final examen

Tras finalizar el nivel 4, al niño se le efectúa una evaluación final que consiste en 3 preguntas tipo test con

imágenes. Cada una tiene dos opciones de respuesta. La correcta suma +2 puntos. Si se contesta mal, resta -1 punto. En caso de error, de forma

constructiva se le vuelva a dar la oportunidad de contestar la opción correcta.

Figura 12. Pantalla final de examen. Fuente: Elaboración propia



La siguiente tabla recoge un resumen de niveles, objetivos y puntuación del videojuego:

Tabla 4. Cuadro resumen de niveles, objetivos y puntuación del videojuego. Fuente: Elaboración propia.

Nivel	Escenario	Objetivos	Resultados de aprendizaje	Puntuación
1	Bosque con personajes interactivos	Familiarizar al jugador con el dispositivo y con los personajes	Conocimiento del entorno.	+10 Si encuentra al personaje

CAPÍTULO IV – MATERIAL Y MÉTODO

2	Despensa llena de alimentos saludables y no saludables	Alimentar al oso	Responsabilizar. Distinguir una alimentación saludable.	+2 alimentos saludables +1 alimentos menos saludables Máximo 4 alimentos
3	Fase 1: Videoclip Fase 2: Juego	Aprender sobre primeros auxilios	Instrucción en la técnica <i>con el siguiente</i> <i>orden:</i> 1. COMPRUEBA 2. LLAMA 3. COMPRIME.	Total de 25 puntos: 8 preguntas Correctas suman +2 y +5 Incorrectas restan -1
4	El osito sufre un paro cardíaco	Conocer la técnica de la RCP	Ejecutar correctamente la posición y el ritmo de las compresiones. Llamar desde un teléfono móvil sin necesidad de desbloquearlo.	Total de 36 puntos Colocación correcta suma +1

IV.2.3.5. Programación por bloques

Se ha escogido el programa Snap! que posee una reimplementación ampliada de Scratch® y permite la programación por bloque o desarrollo del código al igual que este pero con funciones más avanzadas.

Las principales razones por las que se escoge dicha plataforma y lenguaje de programación son:

- Su idoneidad para la creación de aplicaciones interactivas y juegos (173).
- Al estar respaldada por Berkeley, su prestigio, penetración a nivel internacional y fiabilidad técnica están garantizadas.
- Dicha penetración, y la orientación al público infantil de la programación por bloques, facilitan que el código sea fácilmente editable y actualizable en el futuro para corregir fallos, introducir modificaciones en las reglas, puntuación, etc. y hasta incluso actualizar los contenidos en materia sanitaria.
- A su vez, a través del mismo se construyen interfaces de usuario intuitivas y amigables, orientadas de forma específica al público infantil.

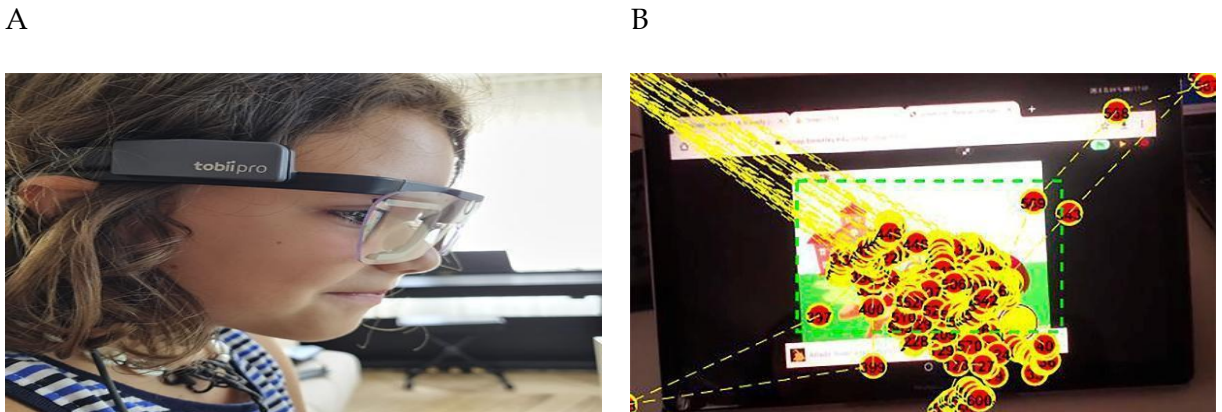
Figura 13. Extracto de la codificación por bloques del videojuego desarrollado en la plataforma Snap!. Fuente: Elaboración propia.



IV.2.3.6. Sistema de Seguimiento Ocular

Para la validación pedagógica y visual de la interfaz gráfica y los elementos del SGH, se llevó a cabo una batería de pruebas funcionales (*white testing*) a una muestra de 10 niños voluntarios (Figura 14). El objetivo de estas pruebas fue verificar que, en cada una de las fases y escenarios, su atención se centraba en los personajes y áreas de la pantalla adecuados. Para ello se escoge un sistema de seguimiento ocular (*eye tracking*), concretamente fueron empleadas las gafas Tobii Pro®.

Figura 14.A: niña con las gafas *eye tracking* durante el experimento. B: número de impactos durante la visualización. Fuente: Elaboración propia.



Posteriormente al uso de la misma, mediante una aplicación software, desarrollada en Matlab® por investigadores de la UCAM, se procesan los datos recogidos y preprocesados por las gafas, que consisten en fotogramas de vídeo en los que se incrusta un círculo en la posición donde convergen las pupilas del sujeto (175). La aplicación permite seleccionar regiones de la imagen en las que detectar la fijación, en base a la permanencia de la mirada durante un número consecutivo de fotogramas en la misma, contabilizando los denominados impactos.

El objetivo de usar la herramienta de seguimiento ocular era medir la atención de los niños a los elementos y escenas más significativos del juego. El fin de esto era mejorar el diseño y, consecuentemente, la experiencia para facilitar un mayor aprendizaje sobre la RCP. Se analizaron diez segmentos

de video, cada uno consistiendo en 500 fotogramas (20 segundos de video por segmento).

En estos segmentos, se eligieron áreas específicas para capturar los elementos interactivos más relevantes, para medir la atención del niño durante el juego. Los criterios para seleccionar tanto las escenas como las áreas de interés dentro de estas escenas se basaron principalmente en aquellas en las que se podía medir la atención prestada a los personajes que enseñan al jugador el protocolo de RCP.

IV.2.4. Fase IV: Estudio Pre-Post

Se ha realizado un estudio analítico comparativo con evaluación pre y post-intervención, consistente en la adquisición de competencias en RCP a través de SGH desarrollado a modo de videojuego como recurso docente.

Población de estudio

De manera voluntaria se reclutaron a los alumnos de las dos líneas de 4º Curso de Educación Primaria del colegio San Vicente de Paúl del Palmar (Murcia, España), siendo un total de 52 niños. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad Católica de Murcia (UCAM) con el número de registro 7.986, otorgando su consentimiento para participar todos los padres y/o tutores de los participantes menores de edad.

Intervención (experimento)

El experimento consta de dos sesiones de trabajo con los voluntarios.

En la primera sesión se llevan a cabo dos actividades, consistentes en:

- Una evaluación preliminar (Pre) del conocimiento del protocolo de actuación para realizar una RCP. A tal fin se recreó en un aula un escenario compuesto por un maniquí de RCP en posición supina y un teléfono cerca de la víctima (maniquí). La situación recreada consiste en que el niño está en casa con un familiar y lo encuentra desvanecido en el suelo. A partir de ahí se le pide que actúe. Puesto que no hay un cuestionario validado para valorar conocimientos y competencias en RCP en estas edades, se elaboró un cuestionario ad hoc con el que se lleva a cabo a través del análisis del comportamiento y la reacción del niño mediante la rúbrica representada en el Anexo 2. Esta evaluación fue realizada bajo la supervisión de dos sanitarios.
- La intervención educativa se realizó tras la evaluación preliminar, se invitó a cada niño a jugar al videojuego, recorriendo de forma asistida cada una de las 4 fases de las que consta su estructura. Como plataforma se empleó un ordenador portátil con un ratón. Un

supervisor, a modo de asistente, se aseguró de que se completaran de forma satisfactoria cada fase, hasta llegar al final.

- Una evaluación posterior (Post), sesión desarrollada un mes después de la primera, y consistente en repetir la evaluación acerca del protocolo y la RCP (Post), haciendo uso del mismo escenario y de la misma rúbrica para su evaluación (ver Anexo 2). Esta evaluación fue realizada bajo la supervisión de dos sanitarios.

Análisis estadístico

Las variables analizadas se componen de 10 preguntas en primeros auxilios de los participantes lego. De la pregunta uno a la ocho se han evaluado habilidades teóricas y físicas, mientras que la nueve y diez hacen referencia a las emociones que los niños describen tener en esa situación antes y después de haber recibido la formación. Otra variable que se ha medido es el tiempo que el alumno ha tardado en resolver la situación de emergencia recreada.

Una vez reunidas todas las variables del estudio, los datos se analizaron con la herramienta de análisis estadístico SPSS versión 25.0,

realizando los tests de normalidad y las pruebas Chi-cuadrado, McNemar y estadística descriptiva (media, varianza, desviación típica, etc).

V – RESULTADOS

.

V - RESULTADOS

V.1. RESULTADOS FASE I. ENCUESTA TEST.

La tabla 5 muestra la distribución de respuestas de los encuestados según su género y su preferencia por los videojuegos. Los participantes fueron divididos en dos categorías de género: Femenino y Masculino.

En la categoría "Femenino", se observa que un 25.9% (31/119) de las encuestadas indicaron que no les gustan los videojuegos, mientras que un 74.1% (89/119) afirmaron que sí les gustan. Por otro lado, en la categoría "Masculino", solo un 4% (4/101) de los encuestados manifestaron que no les gustan los videojuegos, en contraste con un 96% (96/101) que expresaron que sí les gustan. El valor de p obtenido es $p = 0.0000468$.

Tabla 5. Tabla comparativa sobre género y gusto por los videojuegos. Fuente: Elaboración propia.

¿Te gustan los videojuegos?		
Sexo	No	Sí
Femenino	31	89
Masculino	4	96

La tabla 6 presenta la distribución de respuestas de los encuestados según su edad y su preferencia por los videojuegos. Los participantes se agruparon en diferentes grupos de edad, que van desde los 12 hasta los 18 años.

En el grupo de edad de 12 años, el 84.4% (27/32) de los encuestados afirmó que sí les gustan los videojuegos, mientras que el 15.6% (5/32) indicó que no les gustan.

Para el grupo de 13 años, se observa que el 85.4% (76/89) de los encuestados tiene preferencia por los videojuegos, en contraste con el 14.6% (13/89) que no muestra interés en ellos.

En el grupo de 14 años, el 90.3% (28/31) de los participantes expresó su gusto por los videojuegos, mientras que el 9.7% (3/31) manifestó lo contrario.

Para el grupo de 15 años, el 88.8% (37/42) de los encuestados afirmó que sí le gustan los videojuegos, en comparación con el 11.2% (5/42) que no comparte esta preferencia.

En el grupo de 16 años, el 61.9% (13/21) de los participantes mostró interés por los videojuegos, mientras que el 38.1% (8/21) no los favorece.

El grupo de 17 años presenta 100% (1/1) de encuestados que les gustan los videojuegos, aunque el tamaño de la muestra es pequeño.

Finalmente, en el grupo de 18 años, el 66.7% (2/3) de los participantes expresó su preferencia por los videojuegos, en contraste con el 33.3% (1/3) que no comparte esta preferencia.

Tabla 6. Tabla comparativa edad y gusto por los videojuegos. Fuente: Elaboración propia.

EDAD	¿Te gustan los videojuegos?	
	No	Sí
12	5	27
13	13	76
14	3	28
15	5	37
16	8	13
17	0	1
18	1	2

La tabla 7 muestra la distribución de respuestas de los encuestados según su sexo y edad en relación con su preferencia por la tecnología.

Para el grupo de **Femenino**, se observa lo siguiente:

- En el grupo de **12 años**, el 42.3% (11/26) de las encuestadas indicó que sí les gusta la tecnología, mientras que el 57.7% (15/26) no mostró preferencia por ella.
- En el grupo de **13 años**, el 73.2% (41/56) de las participantes expresó su gusto por la tecnología, en contraste con el 26.8% (15/56) que no compartió esta preferencia.

- En el grupo de **14 años**, el 71.8% (28/39) de las encuestadas manifestó interés por la tecnología, mientras que el 28.2% (11/39) no la favoreció.
- En el grupo de **15 años**, el 79.1% (34/43) de las participantes afirmó que sí les gusta la tecnología, frente al 20.9% (9/43) que no mostró interés en ella.
- En el grupo de **16 años**, el 92.3% (12/13) de las encuestadas expresó su preferencia por la tecnología, en comparación con el 7.7% (1/13) que no compartió esta preferencia.

Para el grupo de **Masculino**, se observa lo siguiente:

- En el grupo de **12 años**, el 92.3% (12/13) de los encuestados indicó que sí les gusta la tecnología, mientras que el 7.7% (1/13) no mostró preferencia por ella.
- En el grupo de **13 años**, el 96.4% (53/55) de los participantes expresó su gusto por la tecnología, en contraste con el 3.6% (2/55) que no compartió esta preferencia.
- En el grupo de **14 años**, el 92.9% (13/14) de los encuestados manifestó interés por la tecnología, mientras que el 7.1% (1/14) no la favoreció.
- En el grupo de **15 años**, el 92.1% (35/38) de los participantes afirmó que sí les gusta la tecnología, frente al 7.9% (3/38) que no mostró interés en ella.
- En el grupo de **16 años**, el 100% (5) de los encuestados expresó su preferencia por la tecnología, indicando que les gusta.

- En el grupo de **17 años**, el 100% (1/1) de los participantes indicó que les gusta la tecnología, y ninguno de ellos no manifestó preferencia por ella. Es importante destacar que el tamaño de la muestra en este grupo es pequeño.
- En el grupo de **18 años**, el 100% (3) de los encuestados afirmó que sí les gusta la tecnología, y ninguno de ellos no mostró preferencia por ella.

Estos resultados indican que la preferencia por la tecnología varía según el sexo y la edad de los encuestados. El valor de p calculado es 0.0277.

En general, se observa una alta proporción de participantes, tanto masculinos como femeninos, que muestran interés por la tecnología, y esta preferencia tiende a aumentar a medida que aumenta la edad en ambos grupos de género.

Tabla 7. Distribución de respuestas de los encuestados según su sexo y edad en relación con su preferencia por la tecnología. Fuente: Elaboración propia.

		¿Te gustan los videojuegos?	
Sexo	Edad	no	si
Femenino	12	8	11
Femenino	13	7	39
Femenino	14	4	11
Femenino	15	6	17
Femenino	16	3	13

CAPÍTULO V – RESULTADOS

Masculino	12	1	12
Masculino	13	2	42
Masculino	14	1	14
Masculino	15	3	16
Masculino	16	1	4
Masculino	17	1	0
Masculino	18	1	2

La tabla del Anexo 3 presenta la distribución de preferencias para jugar a través de dispositivos tecnológicos, como consolas, tabletas, teléfonos móviles y ordenadores, según el sexo y la edad de los encuestados.

Para el grupo de **Femenino**, se destaca lo siguiente:

- En el grupo de **12 años**, un 33.3% prefieren utilizar teléfonos móviles, seguido de consolas 22.2% y ordenadores 11.1%.
- En el grupo de **13 años**, la opción más popular es el uso de teléfonos móviles 34.6%, seguido de consolas 15.4% y tabletas 11.5%.
- En el grupo de **14 años**, la mayoría 40% prefiere teléfonos móviles, mientras que el 20% opta por ordenadores y el 10% por tabletas.
- En el grupo de **15 años**, las preferencias se inclinan hacia los teléfonos móviles 35.1%, seguidos de ordenadores 14.0% y tabletas 14.0%.
- En el grupo de **16 años**, el uso de teléfonos móviles 33.3% sigue siendo el más común, seguido de consolas 11.1% y ordenadores 11.1%.

Para el grupo de **Masculino**, se observa lo siguiente:

- En el grupo de **12 años**, la mayoría de los encuestados 44.4% prefieren consolas, seguidas de teléfonos móviles 33.3% y ordenadores 11.1%.
- En el grupo de 13 años, las consolas son la opción más popular con un 46.2%, seguidas de tabletas con un 15.4% y teléfonos móviles con un 7.7%.
- En el grupo de 14 años, las preferencias se dividen entre consolas con un 28.6% y teléfonos móviles con un 28.6%, seguidas de tabletas con un 21.4%.
- En el grupo de 15 años, las consolas con un 36.0% siguen siendo las favoritas, seguidas de ordenadores con un 18.0% y tabletas con un 12.0%.
- En el grupo de 16 años, los teléfonos móviles con un 44.4% son la opción más popular, seguidos de consolas con un 22.2% y tabletas con un 11.1%.
- En el grupo de 17 años, la preferencia se inclina hacia los teléfonos móviles con un 100% en la única respuesta disponible para este grupo.
- En el grupo de 18 años, las consolas con un 66.7% son la opción más común, seguidas de ordenadores con un 33.3%.

La prueba de chi-cuadrado de independencia arrojó un valor de chi-cuadrado de 371.18 y un valor de p de 0.0028.

La tabla 8 muestra la distribución de respuestas a la pregunta: "¿Has aprendido alguna lección de clase de cualquier asignatura a través de un videojuego?" según la edad de los encuestados. Los resultados sugieren una relación entre la edad de los encuestados y su experiencia de aprendizaje a través de videojuegos.

En esta sección se presentan los resultados obtenidos de la encuesta sobre el uso de videojuegos como herramienta de aprendizaje en diferentes grupos de edad. Los participantes fueron clasificados en grupos según su edad, y se registró si habían utilizado videojuegos con fines educativos. A continuación, se detallan los resultados de cada grupo:

- Grupo de 12 años: El 31.3% de los encuestados utilizó videojuegos como herramienta de aprendizaje, mientras que el 68.8% no lo hizo.
- Grupo de 13 años: El 67.5% de los estudiantes utilizó videojuegos para aprender, en comparación con el 32.5% que no lo hizo.
- Grupo de 14 años: El 51.5% de los encuestados utilizó videojuegos como recurso de aprendizaje, mientras que el 48.4% no lo hizo.
- Grupo de 15 años: El 47.6% de los estudiantes utilizó videojuegos para aprender, en comparación con el 52.4% que no lo hizo.
- Grupo de 16 años: El 28.6% de los encuestados utilizó videojuegos como herramienta educativa, mientras que el 71.4% no lo hizo.
- Grupo de 17 años: Todos los encuestados (100%) indicaron haber utilizado videojuegos para aprender. Es importante destacar que este grupo tenía una muestra muy pequeña.

- Grupo de 18 años: El 33.3% de los estudiantes utilizó videojuegos como recurso de aprendizaje, mientras que el 66.7% no lo hizo.

Tabla 8. Distribución según edad a la cuestión "¿Has aprendido alguna lección de clase de cualquier asignatura a través de un videojuego?". Fuente: elaboración propia.

Edad	No	SI
12	22	10
13	29	60
14	15	16
15	22	20
16	15	6
17	0	1
18	1	2

Una vez expuestos los resultados más relevantes respecto a educación y tecnología, veamos los relacionados con cuestiones de salud. La tabla 9 muestra la relación entre la edad de los encuestados y su formación en RCP (Resucitación Cardiopulmonar) en la escuela/instituto. Los resultados proporcionan información sobre cómo la formación en RCP varía entre diferentes grupos de edad.

- **Edad 12:**

No ha recibido formación en RCP: 15 personas 48.39%.

Sí ha recibido formación en RCP: 16 personas 51.61%.

- **Edad 13:**

No ha recibido formación en RCP: 42 personas 47.73%.

Sí ha recibido formación en RCP: 46 personas 52.27%.

- **Edad 14:**

No ha recibido formación en RCP: 14 personas 45.16%.

Sí ha recibido formación en RCP: 17 personas 54.84%.

- **Edad 15:**

No ha recibido formación en RCP: 26 personas 61.90%.

Sí ha recibido formación en RCP: 16 personas 38.10%.

- **Edad 16:**

No ha recibido formación en RCP: 11 personas 52.38%.

Sí ha recibido formación en RCP: 10 personas 47.62%.

- **Edad 17:**

No ha recibido formación en RCP: 1 persona 100.00%

- **Edad 18:**

No ha recibido formación en RCP: 2 personas 66.67%

Sí ha recibido formación en RCP: 1 persona 33.33%

Tabla 9. Distribución de edades y formación en RCP en centro escolar. Fuente: Elaboración propia.

Edad	No	Sí	Porcentaje No	Porcentaje
------	----	----	---------------	------------

12	15	16	48.39%	51.61%
13	42	46	47.73%	52.27%
14	14	17	45.16%	54.84%
15	26	16	61.90%	38.10%
16	11	10	52.38%	47.62%
17	1	0	100.00%	0.00%
18	2	1	66.67%	33.33%

Respecto al conocimiento del número de emergencia tenemos los siguientes resultados. Esta tabla (tabla 10) presenta la relación entre las edades de los participantes y su conocimiento sobre la información de contacto de emergencia. Los datos incluyen un total de 220 participantes, centrándonos en los grupos de edad de 12 a 16 años.

- **Edad 12:** 93.75% de los participantes tienen conocimiento sobre la información de contacto de emergencia.
- **Edad 13:** 94.38% de los participantes están informados sobre la información de contacto de emergencia.
- **Edad 14:** Todos los participantes en este grupo poseen conocimiento sobre la información de contacto de emergencia.
- **Edad 15:** 97.62% de los participantes tienen conocimiento sobre la información de contacto de emergencia.
- **Edad 16:** Todos los participantes en este grupo están informados sobre la información de contacto de emergencia.

Tabla 10. Distribución edad y conocimiento del número de emergencias. Fuente: Elaboración propia.

Edad	Participantes	Conocimiento de Emergencia	Porcentaje Sí	Porcentaje No
12	32	30	93.75%	6.25%
13	89	84	94.38%	5.62%
14	31	31	100.00%	0.00%
15	42	41	97.62%	2.38%
16	21	21	100.00%	0.00%
17	1	1	100.00%	0.00%
18	3	2	66.67%	33.33%

V.2. Resultados Fase II: Estado del arte acerca de los Serious Games for Health

Una síntesis de los resultados más relevantes se publicó en forma de carta al editor y bajo el título “Serious Games for Health, una herramienta efectiva para el entrenamiento de los profesionales sanitarios” (Anexo 5) en la revista científica Atención Primaria (Q2) Dicha revista, perteneciente a la Editorial Elsevier, publica trabajos de investigación relativos al ámbito de la atención primaria de salud, y es el Órgano de Expresión Oficial de la Sociedad Española de Medicina de Familia y Comunitaria.

De dicho trabajo destacamos los siguientes resultados:

Por un lado, se observa un crecimiento exponencial en el interés y la aplicación de los SG en diversos ámbitos de la sociedad (176) convirtiéndose

en una realidad innegable en la educación y la formación (177). La gamificación, una estrategia que aprovecha las mecánicas de juego y los aspectos de diseño para enriquecer la experiencia de los usuarios, ha demostrado ser efectiva en la mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje (178). Este crecimiento se ha visto impulsado por varios factores, entre ellos, la accesibilidad y la democratización de las tecnologías involucradas, el aumento constante de las competencias digitales entre los usuarios potenciales y la capacidad para rastrear y evaluar el progreso de los estudiantes (179–181).

Figura 15. Cronología de la evolución de la tecnología, los videojuegos y los serious games.

Fuente: Elaboración propia.



Según el modelo G/P/S presentado por Álvarez & Damien (182). Estos criterios son el "Gameplay" (G), que se refiere a la estructura lúdica del juego; el "Purpose" (P), que se relaciona con la finalidad o propósito más allá del entretenimiento; y el "Sector" (S), que se basa en las áreas de aplicación que cubren, que pueden abarcar desde marketing hasta salud y educación, entre otras.

Si nos centramos en los beneficios de los SG, con su diseño se persigue inducir un cambio en el jugador, ya sea en términos de conocimiento, actitud, capacidad física, cognitiva o en la salud y el bienestar (180). Estos juegos ofrecen un enfoque dinámico para el aprendizaje, orientando a los usuarios en la construcción activa de su conocimiento. Es importante destacar que, a pesar de su enfoque serio, los SG no están necesariamente reñidos con la diversión (181). Investigaciones realizadas por autores como Marin et al. (177) han subrayado que la experiencia de los usuarios en contextos no relacionados con los videojuegos puede ser más atractiva y motivadora, lo que impulsa el compromiso y la obtención de mejores resultados de aprendizaje. Ejemplos notables, como la saga de videojuegos "Emergency" desarrollada por Sixteen Tons Entertainment, han demostrado que estos juegos pueden generar un gran interés y compromiso, desempeñando un papel significativo en la educación y la formación (179).

Educación y Transformación en el Sector Sanitario:

En los últimos años, el campo de la salud ha expresado un interés significativo en la aplicación de estas tecnologías en la formación y la capacitación (178,183). En particular, el ámbito de los SGH ha ganado relevancia. Dentro de este ámbito, se han propuesto una interesante clasificación de los juegos en cinco campos de aplicación distintos (183):

- **Prevención:** Utilizados para prevenir enfermedades como el estrés o la obesidad.
- **Terapia:** Enfocados en la rehabilitación de enfermedades, como lesiones, fobias o adicciones, como el alcoholismo.
- **Valoración:** Diseñados para identificar enfermedades y trastornos.
- **Educación:** Dirigidos al entrenamiento de habilidades específicas, como procedimientos quirúrgicos o primeros auxilios.
- **Informáticos:** Utilizados en la elaboración de historias clínicas, registros de pacientes y otros aspectos relacionados con la gestión de la salud.

Respecto a la validación final y evaluación de los SG , resulta fundamental la revisión exhaustiva de expertos para asegurar que los contenidos sean apropiados para el público objetivo (184). Además, la apariencia y el diseño del juego deben ser atractivos para los usuarios. También es esencial evaluar si se cumplen los parámetros de diseño y si se alcanzan los objetivos propuestos. Entre los beneficios más destacados de

los SGH se encuentra la posibilidad de proporcionar a los usuarios un entrenamiento previo en un entorno controlado, donde se pueden simular situaciones de la vida real en las que no se permite margen de error. Esta simulación reduce los riesgos y permite a los usuarios practicar y mejorar sus habilidades de manera efectiva (184, 185).

Además, el enfoque en el uso de tecnologías innovadoras para la enseñanza y el aprendizaje en salud satisface las expectativas de los llamados "nativos digitales", estudiantes que han crecido inmersos en la tecnología y la interacción digital (186).

A pesar de los avances en el campo de los SG en la educación médica y la salud, la investigación está en una fase incipiente. Gran parte de la literatura se centra en el ámbito educativo internacional, especialmente en estudiantes de medicina y enfermería. Los resultados de los estudios varían, lo que subraya la necesidad continua de investigar y analizar la relevancia de los SGH en la formación en salud (187).

La producción científica sobre el uso de los SG como estrategia de aprendizaje de la Reanimación Cardiopulmonar (RCP) es un ejemplo de esta investigación incipiente. Aunque se han realizado estudios comparativos, como el realizado en la Universidad Descartes de París, que no encontró diferencias estadísticamente significativas entre un curso de RCP tradicional y un juego serio, otros estudios, como el llevado a cabo en la Universidad de Girona en España, mostraron diferencias significativas a favor de los estudiantes que utilizaron el juego serio como método de enseñanza (188).

Estos resultados refuerzan la necesidad de continuar investigando en el campo de los SG y su relevancia en la educación en salud.

V.3. Resultados Fase III: Resultados del desarrollo del videojuego

El videojuego se encuentra alojado en la nube de la plataforma SNAP! y no es accesible públicamente. La razón es que en el juego se solicitan y recogen - datos sensibles de los menores participantes, para los que se necesita el consentimiento informado. Para jugar hay que acceder a <https://snap.berkeley.edu/snap/snap.html> y loguearse con unas credenciales.

No estar publicado suponía un problema para poder tener a varios alumnos jugando de forma simultánea. Esto se resolvió creando diez copias o instancias del software numeradas que podían abrirse a la vez en diez dispositivos sin necesidad de crear distintas cuentas. A su vez, para evitar molestarte unos a otros fue preciso el uso de auriculares para jugar.

Todos los niños completaron el juego de forma autónoma y los supervisores solo tuvieron que dejar las sesiones preparadas. En lo que a plataformas de acceso al videojuego se refiere, un 80% de los niños utilizaron Chromebook, un 15% PC y el resto tablets.

No hubo problemas técnicos durante la intervención y los datos fueron almacenados correctamente en la base de datos alojada en los servidores de la UCAM.

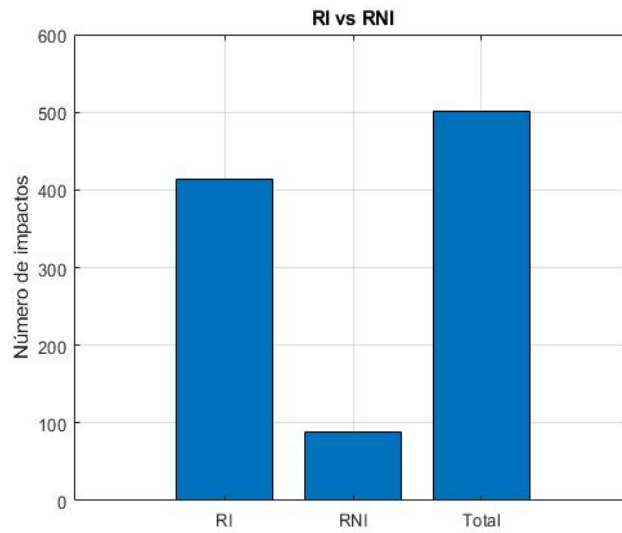
El feedback recibido por parte de los alumnos ha sido muy positivo y la mayoría han pedido volver a jugar a pesar de tratarse de un juego serio con un objetivo didáctico.

Resultados del EYE TRACKING

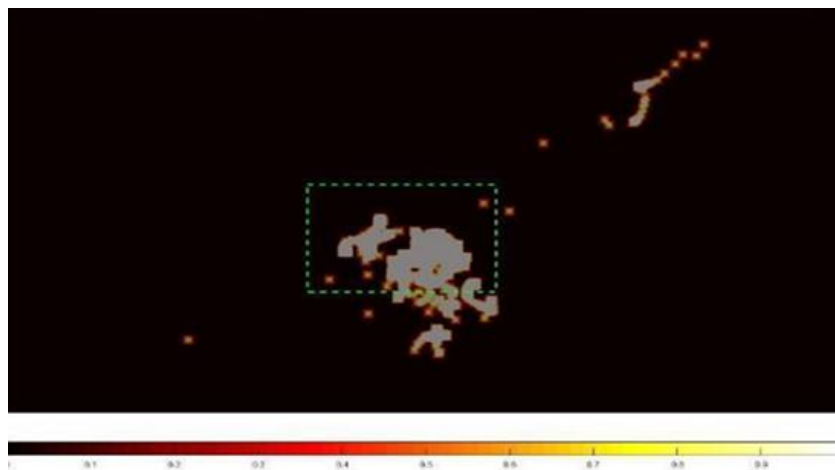
Para validar el diseño gráfico de las escenas del videojuego se empleó el análisis con *eye tracking*. Se escoge al azar una submuestra de 10 de los 52 sujetos participantes en el estudio.

A cada uno se le colocan las gafas de seguimiento ocular para grabar la posición de sus pupilas en la escena mientras está jugando. Por cada escena, de cada usuario se recogen fragmentos de video de 500 fotogramas de duración. A su vez, por cada escena se define un área de interés para medir la atención del sujeto (ver Anexo 4). En la siguiente figura se muestra un ejemplo del resultado medio de los impactos registrados dentro del área de interés definida (415 impactos), frente a los que no han estado dentro del area de interés, (85 impactos).

Figura 16. Figura 16.A: Número total de impactos visuales en la región de interés y fuera de ella. B: Mapa de calor del recorrido de los impactos. Ambas figuras se han generado con Matlab.



a



b

Resultados Flipped classroom

El estudio previo mediante el *flipped classroom* sirvió de barómetro y resultó crucial para su incorporación dentro del SGH. Sin embargo, no era el objeto principal de la tesis. Los resultados de este estudio se encuentran en el Anexo 2.

VI -Resultados fase IV: Análisis de los datos obtenidos en el SGH

A continuación, se exponen los resultados derivados de la fase de diseño del SGH y análisis de los datos obtenidos.

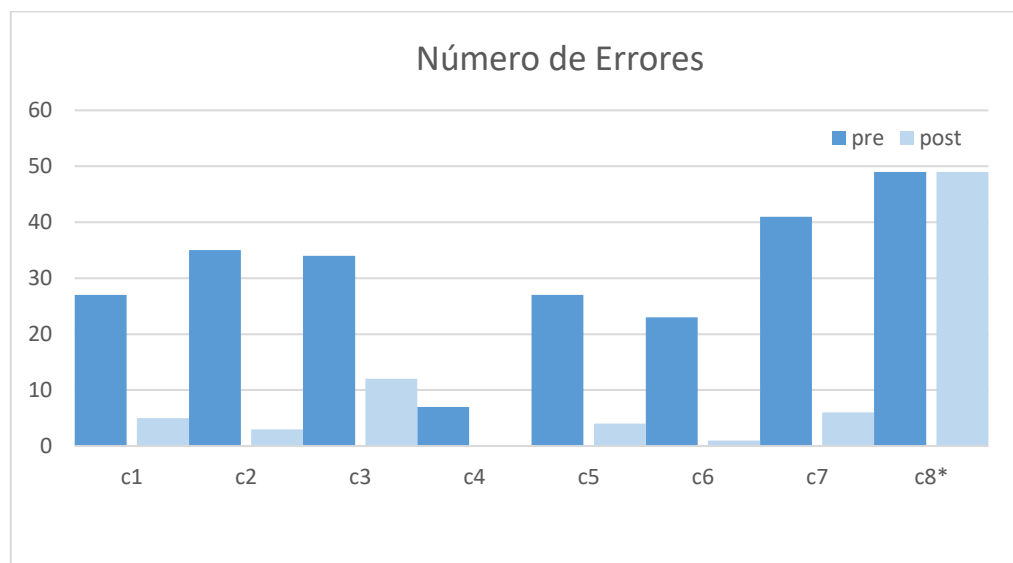
La muestra final del estudio fue de 52 participantes, de los cuales 59,6% niñas (31/52) y 40,4% niños (21/52). La edad media de los participantes fue de 9,38 años. Los resultados obtenidos de las cuestiones (tabla 12) 1 a 8 donde se miden los conocimientos teóricos sobre RCP se presentan a continuación:

Tabla 11. Tabla cruzada cuestiones pre-post. Fuente: Elaboración propia.

Pregunta	Número de Aciertos		Significación estadística
	Pre-test	Post-test	
C1. Habla o llama fuerte a la víctima.	1	23	< 0,0001
C2. Mueve fuerte los hombros de la víctima.	0	32	< 0,0001
C3. Verifica que no respira.	2	24	< 0,0001
C4. Pide un teléfono	45	52	>1,000
C5. ¿sabe el número al que tiene que llamar?	0	23	< 0,0001
C6. Inicia maniobras de RCP.	0	22	< 0,0001

C7. Coloca brazos y manos correctamente.		0	35	< 0,0001
C8. Pide un DEA		0	2	=1,000
C9. ¿Cómo se ha mostrado durante la situación?	Nervioso	22	16	=0,004
	Tranquilo	3	11	
C10. ¿Cómo se ha mostrado durante la situación?	Inseguro	9	1	< 0,0001
	Seguro	17	25	

Figura 17. Resultados del número de errores antes y después de la intervención. Fuente: Elaboración propia.



1. Habilidad de Hablar o Llamar Fuerte a la Víctima:

- Pre-test: Solo 1 participante pudo demostrar esta habilidad.

- Post-test: Después del programa de formación, 23 participantes lograron hablar o llamar fuerte a la víctima.
- Significación estadística: $p < 0,0001$

2. **Habilidad de Mover Fuertemente los Hombros de la Víctima:**

- Pre-test: Ningún participante pudo llevar a cabo esta habilidad.
- Post-test: Después de la formación, 32 participantes demostraron la capacidad de mover fuertemente los hombros de la víctima.
- Significación estadística: $p < 0,0001$.

3. **Habilidad de Verificar que no Respira:**

- Pre-test: 2 participantes pudieron realizar esta verificación.
- Post-test: Tras la formación, 24 participantes demostraron la capacidad de verificar que no respira.
- Significación estadística: $p < 0,0001$.

4. **Habilidad de Pide un Teléfono:**

- Pre-test: 45 participantes pudieron llevar a cabo esta acción.
- Post-test: Después de la formación, 52 participantes lograron pedir un teléfono.
- Significación estadística: $p > 1,000$ (No hay diferencia significativa).

5. **Habilidad de ¿Sabe el número al que tiene que llamar?:**

- Pre-test: Ningún participante sabía el número al que tenía que llamar.
- Post-test: Después de la formación, 23 participantes conocían el número al que debían llamar.
- Significación estadística: $p < 0,0001$.

6. Habilidad de Iniciar Maniobras de RCP:

- Pre-test: Ningún participante pudo iniciar las maniobras de RCP.
- Post-test: Tras la formación, 22 participantes demostraron la capacidad de iniciar las maniobras de RCP.
- Significación estadística: $p < 0,0001$.

7. Habilidad de Coloca Brazos y Manos Correctamente:

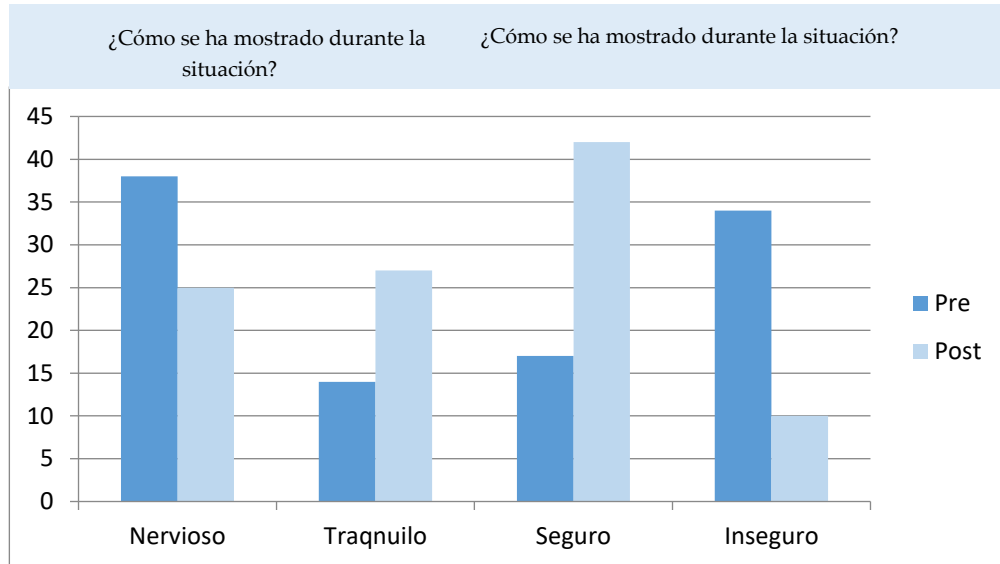
- Pre-test: Ningún participante pudo colocar brazos y manos correctamente.
- Post-test: Después de la formación, 35 participantes lograron colocar brazos y manos correctamente.
- Significación estadística: $p < 0,0001$.

8. Habilidad de Pide un DEA:

- Pre-test: Ningún participante pudo pedir un DEA.
- Post-test: Después de la formación, 2 participantes lograron pedir un DEA.

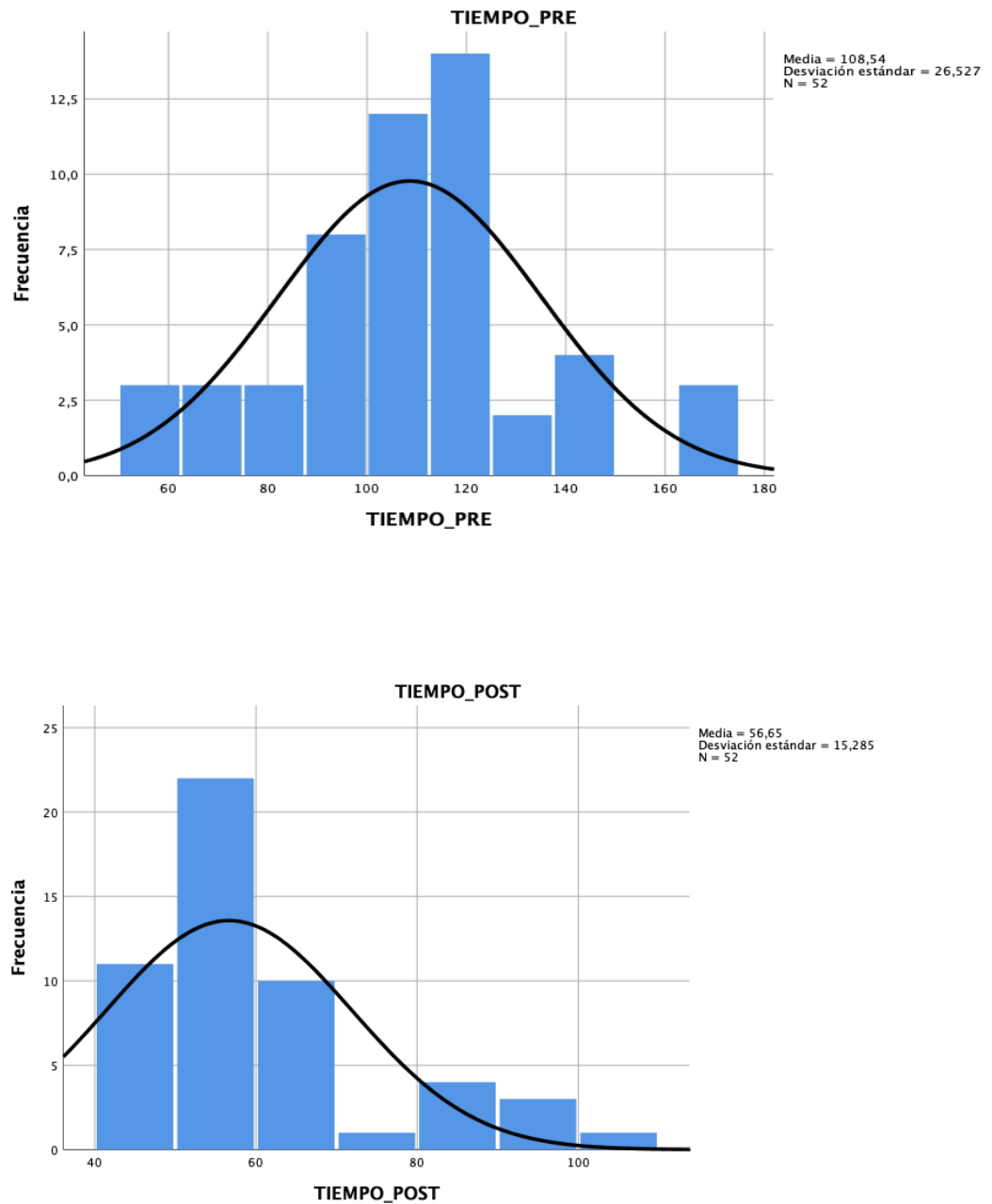
- Significación estadística: $p = 1,000$ (No hay diferencia significativa).
9. **¿Cómo se ha mostrado durante la situación? (Nervioso/Tranquilo):**
- Pre-test: 22 participantes se mostraron nerviosos y 3 participantes tranquilos.
 - Post-test: Después de la formación, 16 participantes se mostraron nerviosos y 11 participantes tranquilos.
 - Significación estadística: $p = 0,004$ (Diferencia significativa para "Nervioso").
10. **¿Cómo se ha mostrado durante la situación? (Inseguro/Seguro):**
- Pre-test: 9 participantes se mostraron inseguros y 17 participantes seguros.
 - Post-test: Tras la formación, 1 participante se mostró inseguro y 25 participantes seguros.
 - Significación estadística: $p < 0,0001$ (Diferencia significativa para "Inseguro").

Figura 18. Resultados de las emociones expresadas por los participantes. Fuente:
Elaboración propia.



El tiempo de resolución antes de la intervención tuvo una media en el de 108,54 segundos y desviación estándar de 26,527. En el post, la media del tiempo empleado en la resolución de la misma situación ha sido de 56,65 y la desviación estándar de 15,285. Los tiempos analizados antes y después de la intervención tienen diferencias estadísticamente significativas con $p < 0,0001$ (Figura 19).

Figura 19. Tiempos de resolución de la situación de emergencia. Fuente: Elaboración propia.



Respecto al examen de la pantalla final del videojuego, que no es parte de los cuestionarios pre-post sino de la intervención, la puntuación media obtenida ha sido de 5,25 sobre 6. La gráfica muestra la puntuación del examen frente al tiempo que han empleado en superar el juego.

Tabla 12. Puntos obtenidos en el examen frente a la media del tiempo total de juego. Un mayor porcentaje de alumnos ha obtenido mayor puntuación en el examen y menor tiempo ha empleado en la partida. Elaboración propia.

Puntos examen	Media tiempo partida (s)	% alumnos
2 (mínimo)	417,5	3,8
4	375,24	32,7
6 (máximo)	350,5	63,5

El resultado de la investigación desarrollada, ha sido publicado con el título “Kids Save Lives by Learning through a Serious Game“, en el número especial “ Designing EdTech and Virtual Learning Environments” de la revista científica Multimodal Technologies and Interaction (MTI), volumen 7, en diciembre de 2023. La revista se encuentra indexada en JCR. El artículo completo se adjunta en el anexo 5.

VI – DISCUSIÓN

VII - DISCUSIÓN

VII.1. FASE I: ENCUESTA TES

Nuestro estudio, realizado en la Fase 1, consistió en una encuesta sobre tendencias y conocimientos en tecnología, educación y salud dirigida a adolescentes. Participaron un total de 220 individuos. De acuerdo con los resultados presentados en la tabla 5, se obtuvo un valor de $p = 0.0000468$. Este valor es significativamente menor que nuestro nivel de significancia establecido, que es $\alpha = 0.05$. Esto indica que los hallazgos son estadísticamente significativos. Esto indica que hay evidencia estadística altamente significativa para rechazar la hipótesis nula de independencia. Lo que indica que el sexo y la preferencia por los videojuegos están relacionados de manera significativa en la muestra de datos analizada. Los participantes de género masculino muestran una mayor afinidad por los videojuegos en comparación con las participantes de género femenino.

Esta disparidad en la preferencia por los videojuegos podría estar influenciada por una serie de factores, como las expectativas sociales, las experiencias previas y las preferencias individuales. Esto puede deberse a la falta de inclusión y representación en las comunidades de juego (189).

Noda y Aguilera (189) en su estudio ratifican que existen diferencias en los hábitos de juego entre hombres y mujeres, con las mujeres jugando de manera más ocasional y a menudo no identificándose como jugadoras.

En esta línea encontramos el estudio reciente de Pereira de la universidad de Vigo (190) que concluye que los estereotipos de género influyen significativamente en las preferencias de juego de los niños de 11-12 años. Las niñas muestran menos interés en los videojuegos en general y tienden a preferir juegos relacionados con estereotipos femeninos, mientras que los niños optan por juegos que a menudo refuerzan estereotipos masculinos.

Estos resultados pueden ser de interés para comprender mejor las dinámicas de género relacionadas con los videojuegos y podrían servir como punto de partida para futuras investigaciones en este campo.

Respecto a la preferencia por los videojuegos por edades los resultados obtenidos indican que, en general, a medida que aumenta la edad de los participantes, una mayor proporción de ellos muestra interés en los videojuegos. Sin embargo, es importante tener en cuenta que, en algunos grupos de edad, a partir de 16 años, la preferencia por los videojuegos disminuye en comparación con grupos adyacentes. Estos hallazgos se evidencian también en otro estudio (191) que manifiesta que a medida que los adolescentes crecen, tienden a dedicar menos tiempo a los videojuegos, posiblemente debido a un aumento en las interacciones sociales fuera del mundo virtual.

Estos hallazgos podrían ser útiles para comprender cómo las preferencias por los videojuegos varían según la edad y podrían tener implicaciones en la industria de los videojuegos y la educación.

El estudio concluye que tanto el género como la edad son factores significativos que influyen en los patrones de uso de videojuegos entre adolescentes. Sin embargo, se sugiere que futuras investigaciones podrían beneficiarse de muestras más grandes y considerar grupos de edad más amplios, así como explorar el potencial educativo de los videojuegos en mayor profundidad.

Respecto a la relación entre género, edad y afición por la tecnología los resultados indican que la preferencia por la tecnología varía según el sexo y la edad de los encuestados. En general, se observa una alta proporción de participantes, tanto masculinos como femeninos, que muestran interés por la tecnología, y esta preferencia tiende a aumentar a medida que aumenta la edad en ambos grupos de género. El valor de p calculado es 0.0277, lo cual demuestra una evidencia significativa para rechazar la hipótesis nula de independencia entre el sexo, la edad y la preferencia por la tecnología. Esto implica que hay una relación estadísticamente significativa entre estas variables en la muestra de datos que se ha analizado.

Por otra parte, el análisis de los datos referentes con relaciona el género, la edad y la preferencia por el dispositivo de juego, muestran una variación según el sexo y la edad de los encuestados. En general, los teléfonos móviles y las consolas son los dispositivos más populares, pero la elección específica varía en función de la edad y el género. El valor de p de 0.0028 indica que hay evidencia significativa de la dependencia del género y la edad en la muestra de datos analizada. Al examinar la tabla de distribución, podemos observar las frecuencias observadas de cada

combinación de variables. Podemos notar que hay diferencias significativas en las preferencias de dispositivos utilizados para jugar entre diferentes grupos de sexo y edad. Por ejemplo, en el grupo de mujeres de 13 años, la mayoría prefiere utilizar dispositivos móviles para jugar, mientras que, en el grupo de hombres de 15 años, la mayoría prefiere utilizar consolas de videojuegos.

Estos resultados sugieren una variación en la adopción de videojuegos como herramienta de enseñanza en función de la edad de los encuestados. Es importante destacar que estos hallazgos podrían estar relacionados con la formación y enfoque pedagógico de los docentes, lo que indica que la implementación de videojuegos en el aula puede depender en gran medida de las decisiones y prácticas de enseñanza de los profesores.

Esta información proporciona una visión valiosa sobre cómo la formación del profesorado y las políticas educativas pueden influir en la incorporación de herramientas tecnológicas, como los videojuegos, en el proceso de aprendizaje de los estudiantes en diferentes grupos de edad. Estudios como el de Montero (192) y Quevedo et al. (193) tratan la importancia de la capacitación del profesorado para adoptar estas herramientas en su metodología.

Nuestro estudio ha proporcionando *insights* importantes sobre conocimiento y formación en primeros auxilios de estos adolescentes, un aspecto vital de la educación en salud. La mayoría de los encuestados indicaron estar familiarizados con el concepto de primeros auxilios, lo cual

es alentador, ya que muestra un nivel básico de conciencia sobre cuidados iniciales en situaciones de emergencia.

Sin embargo, un aspecto preocupante es que un número significativo de participantes no ha recibido formación en primeros auxilios, ni en el colegio ni fuera de él, aproximadamente el 70%. Esta brecha en la educación formal y extraescolar sugiere la necesidad de una mayor integración de la educación en salud y seguridad en los currículos escolares.

La correcta identificación del número de emergencias (112) por una gran parte de los encuestados es un indicativo positivo de su conocimiento en procedimientos de emergencia. Aun así, es esencial fortalecer la formación en primeros auxilios, proporcionando a los adolescentes las habilidades necesarias para actuar eficazmente en situaciones de emergencia.

A medida que llegamos a los grupos de 16, 17 y 18 años, vemos una disminución en la formación en RCP. Esto podría deberse a varios factores, como cambios en el plan de estudios escolar o una menor prioridad en la formación en RCP a medida que los estudiantes avanzan en la educación secundaria y preparatoria.

En 2002, se inició el programa PROCES con el objetivo principal de promover la enseñanza de RCP básica a la población en general a través de la educación escolar(14). Desde ese momento comenzó una política de concienciación que poco a poco los centros van asumiendo. Sin embargo, aún existe un porcentaje considerable de jóvenes que no han sido formados en esta importante habilidad, lo que destaca la importancia de promover la

educación en RCP en todos los grupos de edad para mejorar la preparación en situaciones de emergencia.

Tal y como indican Pichel et al. (169) el primer paso en la enseñanza de soporte vital básico en las escuelas implica la formación del profesorado. Estos profesores, que inicialmente tienen conocimientos y habilidades limitados en relación con la reanimación cardiopulmonar básica (RCP-B), son capaces de mejorar significativamente sus habilidades después de completar un programa sencillo y breve. Después de este programa, son capaces de realizar la secuencia de RCP de manera correcta y de administrar compresiones torácicas de una calidad similar a la de otros grupos que tienen la responsabilidad de asistir a personas en situación de paro cardiorrespiratorio (PCR).

Por último, los datos de la tabla 11 referentes al conocimiento del número de emergencias reflejan que, en general, los hallazgos indican un nivel alto de conciencia sobre la información de contacto de emergencia entre los participantes, especialmente en los grupos de edad más jóvenes. Los grupos de 17 y 18 años, aunque muestran un alto porcentaje de conocimiento, tienen un tamaño de muestra pequeño, lo que puede afectar la representatividad de los resultados.

VII.2. Fase II: Estado del arte acerca de los SGH

En el estudio de los SGH, se ha revelado su efectividad en la formación de profesionales sanitarios, coincidiendo con investigaciones previas que resaltan la importancia de estos juegos en el entrenamiento de médicos y

personal de salud, especialmente en la simulación de situaciones reales (194). La gamificación, como estrategia educativa, se ha identificado como un factor clave en el aumento de la motivación y el compromiso del usuario. El enfoque de la investigación actual sugiere un movimiento hacia un análisis más holístico y cualitativo de los SGH, reflejando la necesidad de comprender mejor su integración en los procesos educativos (178). Además, se identifica una tendencia hacia investigaciones que adoptan un enfoque holístico y cualitativo, lo cual refleja la necesidad de analizar más profundamente la integración y el impacto de los SGH en los procesos educativos. Este enfoque está en línea con la literatura que sugiere la importancia de considerar el contexto educativo en la implementación de estos juegos (195).

Es importante continuar explorando el uso de los SGH en diferentes contextos educativos, enfatizando la necesidad de una investigación interdisciplinaria y cualitativa para comprender su impacto en la enseñanza y el entrenamiento de profesionales de la salud.

VII.3. Fase III: Diseño de SGH para enseñanza de RCP en niños.

En el estudio, se observó que la mayoría de los niños de 9 años, que tenían un nivel aceptable de lectoescritura, pudieron jugar sin necesidad de asistencia y completar con éxito el juego. Esto sugiere que la edad de la muestra y sus habilidades de lectoescritura facilitaron la comprensión de la mecánica del SGH.

En cuanto al diseño de las pantallas del SGH, se optó por componerlas con elementos básicos e imprescindibles para contribuir a la atención de los niños. En lo referente al uso de la técnica de *eye tracking* para la validación del diseño gráfico, se comprobó que fue una herramienta adecuada para estudiar la atención de los niños en los elementos del juego. Esto contribuyó a mejorar el diseño gráfico del SGH.

En cuanto a las plataformas utilizadas, la mayoría de los niños jugaron en ordenadores tipo Chromebook y se adaptaron perfectamente a la herramienta, utilizando ratón y auriculares. Además, en el caso de otras plataformas como tabletas y dispositivos móviles, la mayoría de los niños ya estaban familiarizados con su uso. Esto sugiere que la elección de una plataforma multiplataforma es apropiada, ya que los niños pueden acceder y jugar al juego en diferentes dispositivos con los que están cómodos.

Con respecto a la programación por bloques, cabe destacar que esta metodología se reveló como una elección acertada para el desarrollo del SGH. La simplicidad y versatilidad de la programación por bloques permitieron una rápida iteración y ajuste de las mecánicas del juego, lo que resultó en una experiencia de juego más fluida y comprensible para los niños. Además, esta aproximación facilitó la colaboración entre los miembros del equipo multidisciplinario, contribuyendo así al desarrollo exitoso del SGH.

Además, es relevante destacar que la plataforma de programación por bloques elegida para el desarrollo del SGH es de acceso gratuito. Esta elección no solo contribuyó a reducir los costos de desarrollo, sino que

también la hizo más accesible para otros profesionales que deseen crear juegos educativos similares en el futuro.

Los resultados indican que el desarrollo en equipos multidisciplinarios, el uso de programación por bloques, la validación del producto (tanto funcional como mediante *eye tracking*) y la elección de plataformas multiplataforma son indispensables para desarrollar un producto tecnológico viable, como un videojuego para la formación en el ámbito de la salud. Estos aspectos contribuyeron al éxito de la implementación del SGH en el estudio.

VII.4. Fase IV: Resultados PRE-POST

En los resultados obtenidos en nuestro estudio, se observa que el entorno de simulación de este juego favorece un aprendizaje controlado, en el que el usuario puede manejar su propia curva de aprendizaje pudiendo mejorar con cada partida (mejor puntuación y menor tiempo a medida que se juega más). Ya en el estudio de Eugenio Marchiori et al. (196) abordan la inclusión en los centros escolares de videojuegos educativos como una nueva herramienta para la formación en RCP en adolescentes. Nuestros resultados obtenidos en la post-intervención sustentan la utilidad de incorporar herramientas tecnológicas de propósito educativo, como son los SG, como apoyo a la metodología tradicional. Además, en nuestro estudio se amplía el rango de edad a menores de 12 años. En el artículo de Cristina Cerezo espinosa et al. (197) realizado en adolescentes, donde utilizan material audiovisual como herramienta para la formación en soporte vital básico, concluye que no existen diferencias entre la enseñanza tradicional

donde un instructor imparte el curso y el aprendizaje no presencial, donde los alumnos no hacen uso del profesional, al igual que con nuestro estudio. Pero en nuestro caso, al tratarse de menores de 12 años, vemos la necesidad de que haya un supervisor cerca, como para cualquier otra actividad donde se usa tecnología en niños (198).

El 80 % de las cuestiones valoradas después de la intervención han tenido un valor muy alto de significación ($p < 0,0001$). En otros estudios, donde hacen uso de la tecnológica (p.e. realidad virtual) para el aprendizaje de RCP en escolares también han obtenido resultados significativos que refuerzan la teoría del uso de estas (198,199).

Con respecto a la cuestión 5, referente al número de emergencias, es reseñable que más de un 50 % de los alumnos indicaron el 911 y no el 112 español. Esta cuestión no la han aprendido en las escuelas ni por los sanitarios. Esto puede deberse al consumo de las series o películas, en su mayoría americanas, que ven a través de las plataformas (p.e. Netflix, HBO, YouTube, etc.). Tras la intervención el porcentaje de participantes que interiorizó el número correcto aumentó en un 85%. Por otro lado, la cuestión 6 hace alusión al conocimiento sobre el uso de un DEA, se puede considerar irrelevante ya que no es un resultado de aprendizaje propio de esa edad según el ERC (10).

Los escolares responden a la situación planteada con mayor seguridad, más del doble, repercutiendo en el tiempo empleado en la resolución de la situación (Tabla 16) que disminuye un 48% en los alumnos que han mostrado tener una mayor seguridad. A pesar de que el nivel de

tranquilidad no ha obtenido tanta trascendencia tampoco ha incapacitado a los usuarios en la adquisición de las competencias.

Otro dato interesante es que los participantes que emplearon un menor tiempo en finalizar el videojuego obtuvieron mayor puntuación en el examen. Esto puede deberse a una mayor comprensión de la materia. La media del examen ha sido alta (5.25/6) y un 63,5% ha alcanzado la máxima puntuación.

El punto fuerte de la utilización de esta metodología reside en que favorece el aprendizaje de cuestiones básicas e imprescindibles sobre emergencias. Principalmente se puede destacar que el niño ha aprendido a tomar conciencia y a manejar la situación, identificando el escenario, aprendiendo a llamar al 112 e incluso ha aprendido sobre las compresiones torácicas (ritmo, posición de las manos y del cuerpo, zona de compresión, etc.). Gracias al uso del *eye tracking* se ha podido validar el diseño gráfico de cada escenario del videojuego, para optimizar el nivel de atención e interacción de los sujetos.

Tener a mano una herramienta como esta en los colegios permite no solo dar formación de las horas presenciales en aula, sino que puede adaptarse a la necesidad según el alumno y hasta incluso usarse como flipped classroom (199) o refuerzo para evitar una curva de olvido muy brusca.

A lo anterior cabe añadir que, al tratarse de un producto tipo software, tanto su actualización (por cambios en la normativa, diferencias de normativas entre países, etc.), como accesibilidad (multiplataforma),

disponibilidad (siempre en línea) y por empatía (nativos digitales), un SGH es una potente herramienta para las autoridades sanitarias. Sus costes de desarrollo y mantenimiento se disipan a medida que los usuarios aumentan (200,201). A pesar de todos los beneficios que se han nombrado, respecto al conocimiento práctico debe servir de apoyo a la formación con un maniquí RCP, donde se toma conciencia de la fuerza a aplicar en las compresiones, la velocidad real a la que se deben realizar, etc.

VII – CONCLUSIONES

VIII - CONCLUSIONES

Las conclusiones de esta tesis doctoral se presentan en relación con los objetivos planteados al inicio de la misma.

Conclusión general

Se ha capacitado de manera efectiva a niños de primaria en la maniobra de RCP y primeros auxilios utilizando un SG como herramienta de aprendizaje. Los niños han adquirido competencias esenciales en RCP y primeros auxilios, lo que demuestra la efectividad de la metodología de enseñanza implementada.

Conclusiones específicas

1. El análisis del uso de los SG como metodología de aprendizaje en los centros de educación ha demostrado su eficacia y aceptación por parte de los niños entre 8-10 años demostrando ser una herramienta accesible y efectiva en la formación en RCP.

2. Se ha identificado la preferencia de las herramientas tecnológicas en jóvenes, destacando la receptividad hacia los videojuegos educativos.
3. La profundidad y rigor con el que se ha efectuado el Estado del Arte han resultado claves para conocer en profundidad la estructura de un SGH, y de esa forma optimizar el proceso del diseño de sus fases, la creación de personajes, contenidos y dinámicas de juego a implementar, así como el proceso de su validación clínica
4. El uso de tecnologías innovadoras como el *eye tracking* han demostrado ser un potente aliado para la validación funcional (*white testing*) del SGH en términos de diseño de la interfaz gráfica y la ubicación de los elementos presentes en cada escena.
5. Se ha demostrado que los videojuegos, en particular los SG, son eficientes para la formación de niños y jóvenes en materia de salud, mejorando la retención de conocimientos y habilidades prácticas.
6. El diseño y desarrollo técnico del SG específico para enseñar RCP y primeros auxilios a niños de primaria ha resultado en un videojuego atractivo, interactivo y educativamente efectivo.
7. La evaluación de los conocimientos teóricos y prácticos sobre RCP, obtenidos mediante la utilización del SG desarrollado, ha proporcionado una medida del impacto educativo del juego, cumpliendo así con uno de los objetivos específicos establecidos en esta investigación.

En resumen, esta tesis ha logrado capacitar de manera efectiva a niños de primaria en RCP y primeros auxilios mediante un SG, demostrando la eficacia de esta metodología. Este trabajo pone de relevancia la importancia del trabajo multidisciplinar (ciencias de la salud, ingenierías TIC) para el desarrollo de este tipo de metodologías/contenidos y su validación. Asimismo, se ha destacado la importancia de los videojuegos educativos en la formación de niños y jóvenes en temas de salud, subrayando la necesidad de considerar herramientas tecnológicas en la educación. Además, se ha evidenciado la utilidad de la programación por bloques y el uso de plataformas de acceso gratuito en el desarrollo de este tipo de proyectos. Estos resultados contribuyen al avance de la educación en salud y al uso de tecnología en la enseñanza.

VIII - LIMITACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

IX -LIMITACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Limitaciones:

Edad y participantes encuesta: La encuesta TES se hizo solo con un rango de edad de los 12 a los 18. El número de participantes de jóvenes entre 17 y 18 años es muy pequeño.

Tamaño de la Muestra: Una de las limitaciones clave de este estudio es el tamaño de la muestra del estudio PRE-POST. A pesar de proporcionar información valiosa, una muestra más grande podría aumentar la validez y representatividad de los resultados.

Edad de los Participantes: El estudio PRE-POST se centró en participantes menores de 12 años. Sería beneficioso ampliar la investigación a diferentes grupos de edad para comprender cómo los SG impactan en adolescentes y adultos jóvenes.

Duración del Seguimiento: El estudio PRE-POST se centró en la evaluación inmediata después de la intervención con el SG. Una limitación es que no se evaluó el aprendizaje a largo plazo o la retención de habilidades de RCP. (Curva de aprendizaje y persistencia)

Dispositivos y Acceso Tecnológico: Se asumió que todos los participantes tenían acceso a la tecnología necesaria para jugar el SG. Esto puede no ser cierto para todos los entornos educativos, lo que limita la aplicabilidad general de la investigación.

Líneas Futuras de Investigación:

Ampliación de la Muestra: Futuras investigaciones podrían considerar la inclusión de una muestra más grande y diversa, que incluya participantes de diferentes edades y entornos socioeconómicos. Esto proporcionaría una imagen más completa de los efectos de los SG.

Seguimiento a Largo Plazo: Se pueden realizar estudios de seguimiento a largo plazo para evaluar la retención de habilidades y conocimientos adquiridos a través de SG. Esto sería valioso para comprender el impacto a largo plazo de la formación.

Comparación de Metodologías: Se pueden llevar a cabo investigaciones comparativas para evaluar la eficacia de los SG en relación con otras estrategias de aprendizaje, como la formación tradicional o métodos basados en simulaciones.

Impacto en Habilidades Sociales y Emocionales: Dado que los SG pueden influir en las habilidades sociales y emocionales, futuras

investigaciones podrían centrarse en estos aspectos y en cómo los juegos pueden mejorar la inteligencia emocional, la toma de decisiones y la empatía.

Accesibilidad e Inclusión: Investigaciones adicionales podrían explorar cómo los SG pueden ser diseñados para ser más accesibles y beneficiosos para personas con discapacidades, promoviendo aún más la inclusión en el aula.

Aplicación en Otros Campos de la Educación: Además de la RCP, los SG pueden aplicarse en una amplia gama de campos educativos. Futuras investigaciones pueden explorar cómo estos juegos pueden mejorar la educación en temas como la ciencia, matemáticas, historia y más.

Enfoque Interdisciplinario: Las investigaciones interdisciplinarias pueden considerar cómo los SG se integran en el currículo escolar y cómo los profesores de diferentes materias pueden utilizarlos de manera efectiva.

Desarrollo de Serious Games Personalizados: Investigaciones sobre la creación de SG personalizados para grupos específicos de estudiantes, teniendo en cuenta sus necesidades y estilos de aprendizaje individuales.

IX - REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

.

X - REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

1. LaHood N, Moukabary T. History of cardiopulmonary resuscitation. *Cardiol J*. 2009;16(5):487-8.
2. Travers AH, Rea TD, Bobrow BJ, Edelson DP, Berg RA, Sayre MR, et al. Part 4: CPR overview: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*. 2 de noviembre de 2010;122(18 Suppl 3):S676-684.
3. Fontanals J, Miro O, Pastor X, Grau JM, Torres A, Zavala E. Cardiopulmonary resuscitation in hospitalized patients in conventional units. Prospective study of 356 consecutive cases. *Commission for Care of Cardiorespiratory Arrest Medicina Clinica*. 1997;108(12):441-5.
4. Tsao CW, Aday AW, Almarzooq ZI, Alonso A, Beaton AZ, Bittencourt MS, et al. Heart Disease and Stroke Statistics-2022 Update: A Report From the American Heart Association. *Circulation*. 22 de febrero de 2022;145(8):e153-639.
5. Bobrow BJ, Spaite DW, Berg RA, Stolz U, Sanders AB, Kern KB. Chest compression-only CPR by lay rescuers and survival from out-of-hospital cardiac arrest. *JAMA*. 2010;304(13):1447-54.
6. Marrugat J, Elosua R, Martí H. Epidemiology of Ischaemic Heart Disease in Spain: Estimation of the Number of Cases and Trends from 1997 to 2005. *Rev Esp Cardiol*. 1.
7. Parrilla Ruiz FM, Cárdenas Cruz D, Cárdenas Cruz A. Futuro de la metodología formativa en reanimación cardiopulmonar básica para población general. *Aten Primaria*. marzo de 2013;45(3):175-6.
8. Corral E, Avilés F, Lopez de Sa E, Lopez-de-Sa E, Carlos J, Benítez M, et al. La aplicación de hipotermia moderada tras la reanimación cardiaca iniciada en el medio extrahospitalario puede incrementar la supervivencia sin deterioro neurológico. Estudio de casos y controles. *Emergencias*. 1 de enero de 2012;24:7.

9. Handley AJ, Koster R, Monsieurs K, Perkins GD, Davies S, Bossaert L, et al. European Resuscitation Council guidelines for resuscitation 2005. Section 2. Adult basic life support and use of automated external defibrillators. *Resuscitation*. diciembre de 2005;67 Suppl 1:S7-23.
10. Koster RW, Baubin MA, Bossaert LL, Caballero A, Cassan P, Castrén M. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 2. Adult basic life support and use of automated external defibrillators. *Resuscitation* octubre de. 2010;81(10):1277-92.
11. Perkins GD, Graesner JT, Semeraro F, Olasveengen T, Soar J, Lott C, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Executive summary. *Resuscitation*. abril de 2021;161:1-60.
12. Wyckoff MH, Burdick MC. 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. 2022;181:208-88.
13. Sesma J, Miró Ò. Urgencias y emergencias: al servicio del ciudadano. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*. 2010;33:5-6.
14. Miró Ò, Díaz N, Escalada X, Pérez Pueyo FJ, Sánchez M. Revisión de las iniciativas llevadas a cabo en España para implementar la enseñanza de la reanimación cardiopulmonar básica en las escuelas. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*. diciembre de 2012;35(3):477-86.
15. Perkins GD. National initiatives to improve outcomes from out-of-hospital cardiac arrest in England. *Emerg Med J*. 2016;33(7):448-51.
16. SAMUR-Protección civil. Programa alertante. Disponible en [Internet]. Disponible en: <https://www.munimadrid.es/portal/site/munimadrid/menuitem.f4bb5b953cd0b0aa7d245f019fc08a0c/?vgnextoid=c88fcdb1bffa010VgnVCM100000d90ca8c0RCRD&vgnnextchannel=84516c77e7d2f010VgnVCM1000000b205a0aRCRD&idCapitulo=4328860>.

17. Escalada X, Fabrega X, Diaz N, Sanclemente G, Gómez X, Villena O. Programa de Reanimación Cardiopulmonar Orientado a Centros de Enseñanza Secundaria (PROCES): conclusiones tras 5 años de experiencia. *Emergencias: Revista de la Sociedad Española de Medicina de Urgencias y Emergencias*, ISSN 1137-6821. 2008;20(4):229-36.
18. Vigo batirá el récord en formación de niños en RCP, en el Congreso Nacional de Medicina de Urgencias y Emergencias - SEMES [Internet]. [citado 7 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://www.semes.org/vigo-batira-el-record-en-formacion-de-ninos-en-rcp-en-el-congreso-nacional-de-medicina-de-urgencias-y-emergencias/>
19. Greif C, Lockey A, Conaghan P, Lippert A, Vries W, Monsieurs K. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 10. Education and implementation of resuscitation. 2015;Resuscitation.95:288-301.
20. Greif R, Lockey A, Breckwoldt J, Carmona F, Conaghan P, Kuzovlev A, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Education for resuscitation. *Resuscitation*. 2021;Apr;161:388-407.
21. Schroeder DC, Semeraro F, Greif R, Bray J, Morley P, Parr M, et al. Basic Life Support Education for Schoolchildren. A Narrative Review and Scientific Statement From the International Liaison Committee on Resuscitation Circulation. junio de 2023;13;147(24):1854-1868.
22. Sastre Carrera MJ, García García LM, Bordel Nieto F, López-Herce Cid J, Carrillo Álvarez A, Benítez Robredo MT. Enseñanza de la reanimación cardiopulmonar básica en población general. *Aten Primaria*. 2004;34(8):408-13.
23. Iglesias A, Martín Y, Hernández A. Evaluación de la competencia digital del alumnado de Educación Primaria. *Revista de Investigación Educativa*. 2023;41(1):33-50.
24. Qaddumi H, Bartram B, Qashmar A. Evaluating the impact of ICT on teaching and learning: A study of Palestinian students' and teachers' perceptions. *Education and Information Technologies*. 2021;26:1-12.
25. Fombona J, Pascual MA, Ferra MP. Analysis of the Educational Impact of M-Learning and Related Scientific Research. *Journal of New Approaches in Educational Research*. 15 de julio de 2020;9(2):167-80.

26. Cornella P, Estebanell M, Brusi D. Gamificación y aprendizaje basado en juegos. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. 3 de agosto de 2020;28(1):5-19.
27. Shute V, Ke F. Games, Learning, and Assessment. En: *Assessment in Game-Based Learning: Foundations, Innovations and Perspectives*. 2012. p. 43-58.
28. Wilkinson P. A Brief History of Serious Games. En: Dörner R, Göbel S, Kickmeier-Rust M, Masuch M, Zweig K, editores. *Entertainment Computing and Serious Games [Internet]*. Cham: Springer International Publishing; 2016 [citado 7 de septiembre de 2023]. p. 17-41. (Lecture Notes in Computer Science; vol. 9970). Disponible en: http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-46152-6_2
29. Vermeulen H, Gain J, Marais P, ODonovan S. Reimagining gamification through the lens of activity theory. En: *2016 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS. IEEE; 2016*.
30. Rosano FL. *Tecnología: Concepto, Problemas y Perspectivas*. 1998.
31. Chaves Palacios J. Desarrollo tecnológico en la Primera Revolución Industrial. *Norba: Revista de historia*. 2004;(17):93-109.
32. Sánchez Torres JM, González Zabala MP, Sánchez Muñoz P. La sociedad de la información: Génesis, iniciativas, concepto y su relación con las TIC. *Revista UIS Ingenierías*. 2012;11(1):113-28.
33. Castells M. La era de la información: economía, sociedad y cultura [Internet]. Alianza; 2006 [citado 7 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=165968>
34. Zea C, Venegas M, Castañón M. *Conexiones: informática y escuela. Un enfoque global*. Editorial Universidad Pontificia Bolivariana. 2000;
35. Goldie JGS. Connectivism: A knowledge learning theory for the digital age? *Med Teach*. octubre de 2016;38(10):1064-9.
36. Granados Maguiño MA, Romero S, Rengifo Lozano RA, Garcia Mendocilla GF. Tecnología en el proceso educativo: nuevos escenarios. *Revista Venezolana de Gerencia: RVG*. 2020;25(92):1809-23.
37. Monasterio D, Briceño M. Educación mediada por las tecnologías: Un desafío ante la coyuntura del Covid-19. En: *Educación mediada por las*

tecnologías: Un desafío ante la coyuntura del Covid-19 [Internet]. 2020 [citado 7 de septiembre de 2023]. p. 137-48. Disponible en: http://www.oncti.gob.ve/ojs/index.php/rev_ODC/article/view/31

38. Mishra P, Koehler MJ. Technological Pedagogical Content Knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teach Coll Rec*. 2006;108(6):1017-54.

39. Holec H, Europe C of. *Autonomy and Foreign Language Learning*. on behalf of the Council of Europe; 1981. 70 p.

40. Robledo-Madrid P. Impacto de la aplicación de las Tecnologías de la Información (TICs) en un modelo de atención médica. *Rev Sanid Milit Mex*. 2019;73(2):96-104.

41. A H, M J, Rp S, R S. Telemedicine for healthcare: Capabilities, features, barriers, and applications. *Sensors international* [Internet]. 2021 [citado 7 de septiembre de 2023];2. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34806053/>

42. Hwei L, Octavius G. Potential advantages and disadvantages of telemedicine: A literature review from the perspectives of patients, medical personnel, and hospitals. *Journal of Community Empowerment for Health*. 7 de diciembre de 2021;4:180-6.

43. Piwek L, Ellis DA, Andrews S, Joinson A. The rise of consumer health wearables: Promises and barriers. *PLoS Med* [Internet [Internet]. 2016;13(2). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pmed.1001953>

44. Cabral MB, Galván P, Cane V. Telemedicina: metas y aplicaciones. *Memorias del Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud*. junio de 2008;6(1):40-4.

45. Lehoux P. *The problem of health technology* [Internet. 1st ed. London, England: Routledge; 2014.

46. Wernhart A, Gahbauer S, Haluza D. eHealth and telemedicine: Practices and beliefs among healthcare professionals and medical students at a medical university. *PLoS One* [Internet]. 2019;14(2). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0213067>

47. Pagliari C, Sloan D, Gregor P, Sullivan F, Detmer D, Kahan JP, et al. What Is eHealth (4): A Scoping Exercise to Map the Field. *J Med Internet Res*. 31 de marzo de 2005;7(1):e9.
48. Blaya JA, Fraser HSF, Holt B. E-health technologies show promise in developing countries. *Health Aff (Millwood)*. febrero de 2010;29(2):244-51.
49. Lettieri E, Fumagalli LP, Radaelli G, Bertele' P, Vogt J, Hammerschmidt R, et al. Empowering patients through eHealth: a case report of a pan-European project. *BMC Health Services Research*. 5 de agosto de 2015;15(1):309.
50. Fumagalli LP, Radaelli G, Lettieri E, Bertele' P, Masella C. Patient Empowerment and its neighbours: clarifying the boundaries and their mutual relationships. *Health Policy*. marzo de 2015;119(3):384-94.
51. Wildenbos GA, Peute LW, Jaspers MWM. Impact of Patient-centered eHealth Applications on Patient Outcomes: A Review on the Mediating Influence of Human Factor Issues. *Yearb Med Inform*. 10 de noviembre de 2016;(1):113-9.
52. Catwell L, Sheikh A. Evaluating eHealth interventions: the need for continuous systemic evaluation. *PLoS Med*. agosto de 2009;6(8):e1000126.
53. Choi WS, Park J, Choi JYB, Yang JS. Stakeholders' resistance to telemedicine with focus on physicians: Utilizing the Delphi technique. *J Telemed Telecare*. julio de 2019;25(6):378-85.
54. Adler-Milstein J, Kvedar J, Bates DW. Telehealth among US hospitals: several factors, including state reimbursement and licensure policies, influence adoption. *Health Aff (Millwood)*. 2014;Feb;33(2):207-215.
55. Stoyanov S, Hides L, Kavanagh D, Zelenko O, Tjondronegoro D, App MM. Rating Scale: A New Tool for Assessing the Quality of Health Mobile Apps. *JMIR. Mhealth Uhealth*. 2015;3(1):10 2196 3422.
56. Cummings E, Borycki EM, Roehrer E. Issues and considerations for healthcare consumers using mobile applications. *Stud Health Technol Inform*. 2013;183:227-31.
57. Kuehnhausen M, Frost VS. Trusting smartphone apps? To install or not to install, that is the question. En: *Cognitive Methods in Situation Awareness*

and Decision Support: IEEE; 2013 Presented at: IEEE International Multi-Disciplinary Conference; 2013 Feb 25-28. San Diego, CA, USA; p. 30-7.

58. Girardello A, Michahelles F. AppAware: Which mobile applications are hot? En: Sep Presented at: 12th international conference on Human computer interaction with mobile devices and services. NY: ACM; 2010. p. 431-4.

59. Handel MJ. mHealth (mobile health)-using Apps for health and wellness. *Explore (NY)*. 2011;7(4):256-61.

60. Freedman VA, Martin LG. The role of education in explaining and forecasting trends in functional limitations among older Americans. *Demography*. 1999;36(4):461-73.

61. Mackenbach J, Kunst A. Measuring the magnitude of socio-economic inequalities in health: an overview of available measures illustrated with two examples from Europe. *Soc Sci Med*. 1997;44(6):757-71.

62. Díaz Brito Y, Pérez Rivero JL, Báez Pupo F, Conde Martín M. Generalidades sobre promoción y educación para la salud. *Revista Cubana de Medicina General Integral*. septiembre de 2012;28(3):299-308.

63. Ocampo-Rivera DC, Arango-Rojas ME. La educación para la salud: Concepto abstracto, práctica intangible. *Rev Univ Salud*. 2016;18(1):24-33.

64. I H, J W, M D, P S, J R, E U. The relationship between health, education, and health literacy: results from the Dutch Adult Literacy and Life Skills Survey. *J Health Commun*. 2013;1(Suppl 1):172-84.

65. Hernández-Sarmiento JM, Jaramillo-Jaramillo LI, Villegas-Alzate JD, Álvarez-Hernández LF, Roldan-Tabares MD, Ruiz-Mejía C, et al. La educación en salud como una importante estrategia de promoción y prevención. *Archivos de Medicina (Col)*. 2020;20(2):490-504.

66. Moya F. La salud y la gestión del conocimiento. Vol. 1. Ad-Gnosis; 2012. 45–50 p.

67. J CL, M RM, F GR. El juego como alternativa para la enseñanza de conceptos básicos de salud. *Rev Panam Salud Pública*. 2001;9(5):10 1590 1020-49892001000500005.

68. St Leger L. Schools, health literacy and public health: possibilities and challenges. *Health Promot Int*. junio de 2001;16(2):197-205.

69. Griebler U, Nowak P. Student councils: A tool for health promoting schools? Characteristics and effects. *Health Education*. 17 de febrero de 2012;112:105-32.
70. for EWHORO. Health 2020: education and health through the life-course: sector brief on education. World Health Organization Regional Office for Europe. 2015;8.
71. McDaid D. Investing in health literacy: What do we know about the co-benefits to the education sector of actions targeted at children and young people? European Observatory on Health Systems and Policies. Copenhagen (Denmark; 2016.
72. Paakkari L, Okan O. Health literacy—Talking the language of (school) education. *HLRP: Health Literacy Research and Practice*. julio de 2019;1;3(3):e161-4.
73. Margañón RA, Moya JLM, Garúz MCM. EDUCACIÓN PARA LA SALUD EN LA ESCUELA. ANÁLISIS REFLEXIVO A TRAVÉS DE LA LEGISLACIÓN EDUCATIVA. *Campo Abierto Revista de Educación*. 10 de diciembre de 2018;37(2):203-16.
74. Derry TK, Williams TI. Historia de la tecnología. En: Siglo XXI de España Editores. 1990.
75. LOMLOE: Nueva ley de educación [Internet]. [citado 27 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://www.educacionyfp.gob.es/biblioteca-central/blog/2022/lomloe.html>
76. Cennamo K, Ross J, Ertmer PA. Technology integration for meaningful classroom use: A standards-based approach. South Melbourne, VIC, Australia: Cengage Learning; 2013.
77. Cabero Almenara J. La formación en la era digital: ambientes enriquecidos por la tecnología. *REGIES: Revista de Gestión de la innovación*. 2017;2(1):34-53.
78. Buckingham D. Más allá de la tecnología. Aprendizaje infantil en la era de la cultura digital Buenos Aires: Manantial. 2008.

79. Poveda D, Cifuentes Medina JE. Incorporación de las tecnologías de información y comunicación (TIC) durante el proceso de aprendizaje en la educación superior. *Formación Universitaria*. 2020;13(6):95-104.
80. Jiménez H, Miriam A. Una mirada reflexiva sobre las TIC en Educación Superior. *Rev electrón investig educ [Internet]*. 2015;17(1):1-4.
81. Davó MC, Gil-González D, Vives-Cases C, Álvarez-Dardet C, La Parra D. Las investigaciones sobre promoción y educación para la salud en las etapas de infantil y primaria de la escuela española: Una revisión de los estudios publicados entre 1995 y 2005. *Gaceta Sanitaria*. febrero de 2008;22(1):58-64.
82. Stewart M, Barnekow V, Rivett D. The European network of health promoting schools. The alliance of education and health. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe. The European Commission, Council of Europe. International Planning Committee; 1999.
83. Gavidia Catalán V. La transversalidad y la escuela promotora de salud. *Revista Española de Salud Pública*. noviembre de 2001;75(6):505-16.
84. Ministerio de Educación y Ciencia. Centro de Investigación y Documentación Educativa [Internet]. Disponible en: <https://www.educacionyfp.gob.es/>
85. Fuente AV, Jauregui PA, Vidales KB, Casares SG. La Educación Para La Salud En La Eso: Aportaciones De Un Estudio Sobre El País Vasco. *Educación XX1*. 2015;18(1):167-88.
86. Davó-Blanes MC, García de la Hera M, La Parra D. Educación para la salud en la escuela primaria: opinión del profesorado de la ciudad de Alicante. *Gaceta Sanitaria*. febrero de 2016;30(1):31-6.
87. Paakkari L, Tynjälä P, Torppa M, Villberg J, Kannas L. The development and alignment of pedagogical conceptions of health education. *Teaching and Teacher Education*. 31 de julio de 2015;49.
88. Gunay Y, Cavas B, Hamurcu H. Pre-service Teachers' Views on the Environmental Education, Human Brain and Genetics, Health and Sexual Education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 8 de enero de 2015;167:141-51.

89. Peña NA, Briz MC. Necesidad percibida de formación sanitaria de los profesores de Educación Primaria. *Nuberos científica*. 2014;2(13):25-31.
90. Pivač S, Gradišek P, Skela-Savič B. The impact of cardiopulmonary resuscitation (CPR) training on schoolchildren and their CPR knowledge, attitudes toward CPR, and willingness to help others and to perform CPR: mixed methods research design. *BMC Public Health*. 12 de junio de 2020;20(1):915.
91. Süss-Havemann C, Kosan J, Seibold T, Dibbern NM, Daubmann A, Kubitz JC, et al. Implementation of Basic Life Support training in schools: a randomised controlled trial evaluating self-regulated learning as alternative training concept. *BMC Public Health*. 13 de enero de 2020;20(1):50.
92. Calicchia S, Cangiano G, Capanna S, Rosa M, Papaleo B. Teaching life-saving manoeuvres in primary school. *Biomed Res Int* [Internet]. 2016;2016(2647235). Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2016/2647235>
93. Böttiger BW, Aken H. Kids save lives—training school children in cardiopulmonary resuscitation worldwide is now endorsed by the World Health Organization (WHO). *Resuscitation*. 2015;94:A5–7.
94. Wissenberg M, Lippert FK, Folke F, Weeke P, Hansen CM, Christensen EF, et al. Association of national initiatives to improve cardiac arrest management with rates of bystander intervention and patient survival after out-of-hospital cardiac arrest. *JAMA*. 2 de octubre de 2013;310(13):1377-84.
95. Markenson D, Ferguson JD, Chameides L, Cassan P, Chung KL, Epstein J, et al. Part 17: first aid: 2010 American Heart Association and American Red Cross Guidelines for First Aid. *Circulation*. 2 de noviembre de 2010;122(18 Suppl 3):S934-946.
96. Banfai B, Pek E, Pandur A, Csonka H, Betlehem J. «The year of first aid»: effectiveness of a 3-day first aid programme for 7-14-year-old primary school children. *Emerg Med J*. agosto de 2017;34(8):526-32.
97. Böttiger BW, Semeraro F, Altemeyer KH, Breckwoldt J, Kreimeier U, Rücker G, et al. KIDS SAVE LIVES: School children education in resuscitation for Europe and the world. *Eur J Anaesthesiol*. diciembre de 2017;34(12):792-6.
98. Greif R, Lockey AS, Conaghan P, Lippert A, De Vries W, Monsieurs KG, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015:

Section 10. Education and implementation of resuscitation. *Resuscitation*. octubre de 2015;95:288-301.

99. Decety J, Bartal IBA, Uzefovsky F, Knafo-Noam A. Empathy as a driver of prosocial behaviour: highly conserved neurobehavioural mechanisms across species. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 2016;371(20150077).

100. Bohn A, Van Aken HK, Möllhoff T, Wienzek H, Kimmeyer P, Wild E, et al. Teaching resuscitation in schools: annual tuition by trained teachers is effective starting at age 10. A four-year prospective cohort study. *Resuscitation*. mayo de 2012;83(5):619-25.

101. Plant N, Taylor K. How best to teach CPR to schoolchildren: a systematic review. *Resuscitation*. abril de 2013;84(4):415-21.

102. Boudreaux S, Broussard L. Sudden cardiac arrest in schools: the role of the school nurse in AED program implementation. *Issues Compr Pediatr Nurs*. 2012;35(3-4):143-52.

103. Wald L. *House on Henry Street 1915*. New York Henry Holt;

104. Dock LL. School-nurse experiment in New York. 1902 [classical article]. *J Sch Nurs*. octubre de 2002;18(5):252.

105. Rogers L. Some phases of school nursing. *American Journal of Nursing*. 1908;7:12 966-974.

106. American Academy of Pediatrics, Council on Community Pediatrics. Policy statement: community pediatrics: navigating the intersection of medicine, public health and social determinants *Pediatrics*. 2013;131(3):623-8.

107. Devore CD, Wheeler LS. American Academy of Pediatrics, Council on School Health. Policy statement: role of the school physician *Pediatrics*. 2013;131(1):178-82.

108. Committee on Pediatric Workforce. Scope of practice issues in the delivery of pediatric health care. *Pediatrics*. junio de 2013;131(6):1211-6.

109. American Academy of Pediatrics, Committee on Injury, Violence, and Poison Prevention. School bus transportation of children with special health care needs. *Pediatrics*. 2013;108(2):516-8.

110. McAllister JW, Presler E, Cooley WC. Practice-based care coordination: a medical home essential. *Pediatrics*. 2007.

111. González García N, López Langa N. Antecedentes históricos y perfil de la enfermera escolar. *Metas de Enfermería*. 2012;15(7):50-4.
112. O CR. La enfermera escolar: rol, funciones y efectividad como promotora de salud. UCREA Repositorio abierto de la Universidad de Cantabria. 2016;
113. Riera JRM, Casado R del P. Manual práctico de Enfermería Comunitaria. [Internet]. Elsevier España; 2021 [citado 7 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=782673>
114. Martínez Riera JR. Enfermera Comunitaria versus Enfermera Escolar. *Revista Rol de Enfermería*. 2009;32(7-8):526-9.
115. Molas Puigvila M, Brugés Brugués A, García Gutiérrez C. Especialidad en Enfermería Familiar y Comunitaria: una realidad. *Aten Primaria*. mayo de 2011;43(5):220-1.
116. Rea TD, Eisenberg MS, Sinibaldi G, White RD. Incidence of EMS-treated out-of-hospital cardiac arrest in the United States. *Resuscitation* [Internet]. 2004;63(1):17-24.
117. Kanstad BK, Nilsen SA, Fredriksen K. CPR knowledge and attitude to performing bystander CPR among secondary school students in Norway. *Resuscitation*. agosto de 2011;82(8):1053-9.
118. Böttiger BW, Van Aken H. Kids save lives--Training school children in cardiopulmonary resuscitation worldwide is now endorsed by the World Health Organization (WHO). *Resuscitation*. septiembre de 2015;94:A5-7.
119. Böttiger BW, Bossaert LL, Castrén M, Cimpoesu D, Georgiou M, Greif R, et al. Kids Save Lives – ERC position statement on school children education in CPR. *Resuscitation*. 2016;105:A1–A3.
120. Semeraro F, Monesi A, Gordini G, Del Giudice D, Imbriaco G. Kids Save Lives: A blended learning approach to improve engagement of schoolchildren. *Resuscitation*. enero de 2023;182:109675.
121. Bergmann J, Sams A. Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day. International Society for Technology in Education; 2012.

122. Basso M, Bravo M, Castro A, Moraga C. Propuesta de modelo tecnológico para Flipped Classroom (T-fliC) en educación superior. *Revista Electrónica Educare*. 2018;22(2):1-17.
123. García Gómez A. Aprendizaje inverso y motivación en el aula universitaria. *Pulso: revista de educación*. 2016;(39):199-218.
124. Aznar I, Romero JM. Las tecnologías aplicadas en las instituciones educativas: el salto del e-learning al m-learning. I A, P S, editores. Wolters Kluwer; 2018. 686–695 p. (Tendencias nacionales e internacionales en organización educativa: entre la estabilidad y el cambio).
125. Chaves E, Trujillo JM, López JA. Acciones para la autorregulación del aprendizaje en entornos personales. *Píxel-bit Revista de Medios y Educación*. 2016;48:67-82.
126. Cohen ME, Poggiali J, Lehner-Quam A, Wright R, West RK. Flipping the classroom in business and education one-shot sessions: a research study. *Journal of Information Literacy*. 2016;10(2):40-63.
127. Torrecilla S. Flipped Classroom: Un modelo pedagógico eficaz en el aprendizaje de Science. *Revista Iberoamericana de Educación*. 2018;76(1):9-22.
128. Hinojo-Lucena F, Díaz I, Romero-Rodríguez JM, Marín-Marín JA. Influencia del aula invertida en el rendimiento académico. Una revisión sistemática. 28 de marzo de 2019;8:9-18.
129. Mennella T. Comparing the Efficacy of Flipped vs. Alternative Active Learning in a College genetics Course. *The American Biology Teacher*. 2016;78(6):471-9.
130. Mendaña C, Poy R, González A, Arana MV, López E. ¿Influye el aula invertida en la motivación y el rendimiento académico de estudiantes universitarios? *Infancia, Educación y Aprendizaje*. 2017;3(2):660-6.
131. Kitchenham B, Charters S. Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. *Engineering*. 2007;2(1051).
132. Thai NTT, Weber B, Valcke M. The impact of a flipped classroom design on learning performance in higher education: Looking for the best “blend” of lectures and guiding questions with feedback. *Computers and Education*. 2017;107:113-26.

133. Estriégana-Valdehita R, Barchino R, Medina-Merodio JA. Educational Technology in flipped Course design. *International Journal of Engineering Education*. 2017;33(4):1199-212.
134. Bruner J. Juego, pensamiento y lenguaje. En LINAZA, J., editores. Madrid: Alianza; 1984. 211–231 p.
135. Ortiz JP. Juego, luego soy: Teoría de la Actividad Lúdica. Wanceulen Editorial. 2017;
136. Lee J, Hammer J. Gamification in Education: What, How, Why Bother? *Academic Exchange Quarterly*. 1 de enero de 2011;15:1-5.
137. Gee JP. Learning and games. Chicago, IL: MacArthur Foundation Digital Media and Learning Initiative; 2008.
138. Lawrence GH. Using computers for the treatment of psychological problems. *Computers in Human Behavior*. 1 de enero de 1986;2(1):43-62.
139. Griffiths GMD, M.D. Video games and clinical practice: Issues, uses and treatments. *British Journal of Clinical Psychology*. 1997;36:639-641 2011.
140. Griffiths GMD, M.D., Hunt N. Computer game playing in adolescence: Prevalence and demographic indicators. *Journal of Community and Applied Social Psychology*. 1995;5:189-93.
141. Piaget J. Play, dreams, and imitation in childhood. New York: Norton; 1962.
142. Prensky M. The games generations: How learners have changed. *Digital game-based learning*. 2001;1(1):1-26.
143. Hanus MD, Fox J. Assessing the effects of gamification in the classroom: A longitudinal study on intrinsic motivation, social comparison, satisfaction, effort, and academic performance. *Computers & Education*. 2015;80:152-61.
144. Wang Y, Rajan P, Sankar CS, Raju PK. Let them play: the impact of mechanics and dynamics of a serious game on student perceptions of learning engagement. *IEEE Transactions on Learning Technologies*. 2017;10(4):514-25.
145. Lamas P, Arnab S, Dunwell I, Stewart C, Clarke S, Petridis P. Essential features of serious games design in higher education: Linking learning

attributes to game mechanics. *British Journal of Educational Technology*. 2017;48(4):972-94.

146. Cheng MT, Lin YW, She HC, Kuo PC. Is immersion of any value? Whether, and to what extent, game immersion experience during serious gaming affects science learning. *British Journal of Educational Technology*. 2017;48(2):246-63.

147. Wouters P, van Oostendorp H, ter Vrugte J, vanderCruyssen S, de Jong T, Elen J. The effect of surprising events in a serious game on learning mathematics. *British Journal of Educational Technology*. 2017;48(3):860-77.

148. Spek ED, Oostendorp H, Meyer JJC. Introducing surprising events can stimulate deep learning in a serious game. *Br J Educ Technol*. 2013;Jan;44(1):156-169.

149. Pozo M M. Videojuegos y aprendizaje colaborativo: experiencias en torno a la etapa de Educación Primaria= Video games and collaborative learning: experiences related to Primary Education. En: *Videojuegos y aprendizaje colaborativo: experiencias en torno a la etapa de Educación Primaria*.

150. Hess T, Gunter G. Serious game-based and nongame-based online courses: Learning experiences and outcomes. *British Journal of Educational Technology*. 2013;44(3):372-85.

151. Lamb RL, Annetta L, Firestone J, Etopio E. A meta-analysis with examination of moderators of student cognition, affect, and learning outcomes while using serious educational games, serious games, and simulations. *Computers in Human Behavior*. 2018;80:158-67.

152. Garneli V, Giannakos M, Chorianopoulos K. Serious games as a malleable learning medium: The effects of narrative, gameplay, and making on students' performance and attitudes. *British Journal of Educational Technology*. 2017;48(3):842-859,.

153. Roozeboom MB, Visschedijk G, Oprins E. The effectiveness of three serious games measuring generic learning features. *British Journal of Educational Technology*. 2017;48(1):83-100.

154. Wal MMV der, Kraker J de, Kroeze C, Kirschner PA, Valkering P. Can computer models be used for social learning? A serious game in water management. *Environmental Modelling & Software*. 1 de enero de 2016;75:119-32.
155. Kim B, Park H, Baek Y. Not just fun, but serious strategies: using meta-cognitive strategies in game-based learning. *Computers & Education*. 2009;52(4):800-10.
156. Wouters P, Nimwegen C, Oostendorp H, Spek ED. A meta-analysis of the cognitive and motivational effects of serious games. *Journal of Educational Psychology*. 2013;105(2):249-65.
157. Cowley B, Ravaja N, Heikura T. Cardiovascular physiology predicts learning effects in a serious game activity. *Computers & Education*. 2013;60(1):299-309,.
158. Egenfeldt-Nielsen S, Smith JH, Tosca SP. *Understanding Video Games: The essential introduction*. Londres, Inglaterra: Routledge; 2019.
159. Newman J. *Videogames*. 2nd ed. Londres, Inglaterra: Routledge; 2012.
160. Tomala-Gonzales J, Guaman-Quinche J, Guaman-Quinche E, Chamba-Zaragocin W, Mendoza-Betancourt S. Serious Games: Review of methodologies and Games engines for their development. 15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI). 2020;1-6.
161. Makantasis K, Liapis A, Yannakakis GN. The Pixels and Sounds of Emotion: General-Purpose Representations of Arousal in Games. *IEEE Trans Affect Comput*. 2023;Jan-Mar;14(1):680-693.
162. Perez-Liebana D, Liu J, Khalifa A, Gaina RD, Togelius J, Lucas SM. General video game AI: A multitrack framework for evaluating agents, games, and content generation algorithms. *IEEE Trans Games [Internet]*. 2019;11(3):195-214.
163. Goncalves G, Coelho H, Monteiro P, Melo M, Bessa M. Correlation between Game Experience and Presence in immersive virtual reality games. En: 2019 International Conference on Graphics and Interaction (ICGI. IEEE; 2019. p. 107-14.

164. Taylor S. IntelliBlox: A Toolkit for Integrating Block-Based Programming into Game-Based Learning Environments. En: 2019 IEEE Blocks and Beyond Workshop (B&B. Memphis, TN, USA; 2019. p. 55-8.
165. Maloney J, Resnick M, Rusk N, Silverman B, Eastmond E. The Scratch Programming Language and Environment. *ACM Trans Comput Educ.* noviembre de 2010;10(4):1-15.
166. Weintrop D, Wilensky U. To block or not to block, that is the question: Students' perceptions of blocks-based programming. En: *Proceedings of the 14th International Conference on Interaction Design and Children.* New York, NY, USA: ACM; 2015.
167. Romagosa B, Ball M, Mönig J, Harvey B, Snap! HJ. Build your own blocks [Internet [Internet]. Berkeley.edu; Disponible en: <https://snap.berkeley.edu/>
168. Perales Rodríguez de Viguri N, Pérez Vela JL, Bernat Adell A, Cerdá Vila M, Álvarez-Fernández JA, Arribas López P, et al. La resucitación cardiopulmonar en el hospital: recomendaciones 2005. *Medicina Intensiva.* 1 de septiembre de 2005;29(6):349-56.
169. Pichel López M, Martínez-Isasi S, Barcala-Furelos R, Fernández-Méndez F, Vázquez Santamariña D, Sánchez-Santos L, et al. Un primer paso en la enseñanza del soporte vital básico en las escuelas: la formación de los profesores. *Anales de Pediatría.* 1 de noviembre de 2018;89(5):265-71.
170. Mapping research in student engagement and educational technology in higher education: a systematic evidence map | *International Journal of Educational Technology in Higher Education* | Full Text [Internet]. [citado 14 de enero de 2024]. Disponible en: <https://educationaltechnologyjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s41239-019-0176-8>
171. Alcázar Artero PM, Greif R, Cerón Madrigal JJ, Escibano D, Pérez Rubio MT, Alcázar Artero ME, et al. Teaching cardiopulmonary resuscitation using virtual reality: A randomized study. *Australasian Emergency Care* [Internet]. 4 de septiembre de 2023 [citado 14 de enero de 2024]; Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2588994X23000556>

172. Sadeghi AH, Peek JJ, Max SA, Smit LL, Martina BG, Rosalia RA, et al. Virtual Reality Simulation Training for Cardiopulmonary Resuscitation After Cardiac Surgery: Face and Content Validity Study. *JMIR Serious Games*. 2 de marzo de 2022;10(1):e30456.

173. Newley A, Deniz H, Kaya E, Yesilyurt E. Engaging Elementary and Middle School Students in Robotics through Hummingbird Kit with Snap! Visual Programming Language. *Joltida*. 16 de julio de 2016;2016:20-6.

174. Reanimación Cardiopulmonar (RCP) para Niños | UCAM - YouTube [Internet]. [citado 26 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=6tiomD-aNu0>

175. Ferrandini Price M, Manzanares Serrano A, Nieto Fernández Pacheco A, Melendreras Ruiz R, García Collado AJ, Pardo Ríos M. Ausencia de un patrón visual en los profesionales sanitarios durante el triaje de un incidente de múltiples víctimas evaluado a través de tecnología de seguimiento de la mirada (Tobbi Eye Tracking Technology®). *Emergencias: Revista de la Sociedad Española de Medicina de Urgencias y Emergencias*. 2022;34(3 (Junio)):233-5.

176. Mouaheb H, Fahli A, Moussetad M, Eljamali S. The Serious Game: What Educational Benefits? *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 1 de enero de 2012;46:5502-8.

177. Marin S, Lee V, Landers R. Gamified Active Learning and Its Potential for Social Change. En 2021. p. 205-23.

178. Aydın SÖ. Gamification and health in a holistic perspective. En: *Handbook of Research on Cross-Disciplinary Uses of Gamification in Organizations* [Internet]. IGI Global; 2022 [citado 25 de septiembre de 2023]. p. 185-206. Disponible en: <https://www.igi-global.com/chapter/gamification-and-health-in-a-holistic-perspective/296446>

179. Nah FFH, Zeng Q, Telaprolu VR, Ayyappa AP, Eschenbrenner B. Gamification of Education: A Review of Literature. En: Nah FFH, editor. *HCI in Business*. Cham: Springer International Publishing; 2014. p. 401-9. (Lecture Notes in Computer Science).

180. Spil TAM, Romijnders V, Sundaram D, Wickramasinghe N, Kijl B. Are serious games too serious? Diffusion of wearable technologies and the creation

of a diffusion of serious games model. *International Journal of Information Management*. 1 de junio de 2021;58:102202.

181. From visual simulation to virtual reality to games [Internet]. [citado 25 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/1510565>

182. Djaouti D, Alvarez J, Jessel JP. Classifying serious games: the G/P/S model. En: *Handbook of research on improving learning and motivation through educational games: Multidisciplinary approaches* [Internet]. IGI global; 2011 [citado 25 de septiembre de 2023]. p. 118-36. Disponible en: <https://www.igi-global.com/chapter/classifying-serious-games/52492>

183. Gekker A. Health Games: Taxonomy Analysis and Multiplayer Design Suggestions. En: Ma M, Oliveira MF, Hauge JB, Duin H, Thoben KD, editores. *Serious Games Development and Applications* [Internet]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2012 [citado 25 de septiembre de 2023]. p. 13-30. (Hutchison D, Kanade T, Kittler J, Kleinberg JM, Mattern F, Mitchell JC, et al. *Lecture Notes in Computer Science*; vol. 7528). Disponible en: http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-33687-4_2

184. Graafland M, Schraagen JM, Schijven MP. Systematic review of serious games for medical education and surgical skills training. *Br J Surg*. octubre de 2012;99(10):1322-30.

185. Dias JD, Mekaro MS, Cheng Lu JK, Otsuka JL, Fonseca LMM, Zem-Mascarenhas SH. Serious game development as a strategy for health promotion and tackling childhood obesity. *Rev Latino-Am Enfermagem*. 15 de agosto de 2016;24:e2759.

186. Tsuda M, Sanches VM, Ferreira TG, Otsuka JL, Beder DM. Análise de métodos de avaliação de jogos educacionais. 2014;

187. Wattanasoontorn V, Boada I, García R, Sbert M. Serious games for health. *Entertainment Computing*. 2013;4(4):231-47.

188. Boada I, Rodriguez-Benitez A, Garcia-Gonzalez JM, Olivet J, Carreras V, Sbert M. Using a serious game to complement CPR instruction in a nurse faculty. *Computer methods and programs in biomedicine*. 2015;122(2):282-91.

189. Noda S, Aguilera L. Desigualdades en el mundo de los videojuegos desde la perspectiva de los jugadores y las jugadoras. *Investigaciones Feministas*. 1 de marzo de 2021;12:677-89.
190. Pereira IC. Videojuegos y socialización diferencial de género: preferencias y práctica. *International Multidisciplinary Journal CREA*. 6 de abril de 2022;2(1):12-12.
191. Iglesias Caride G, Alonso J, González-Rodríguez R. Influencia del género y la edad en el uso de los videojuegos en la población adolescente. *Psychology, Society & Education*. 27 de julio de 2022;14:11-9.
192. Montero Herrera B. Aplicación de juegos didácticos como metodología de enseñanza: Una Revisión de la Literatura. *Pensamiento Matemático*. 2017;7(1):75-92.
193. Dussel I, Quevedo LA. Educación y nuevas tecnologías: los desafíos pedagógicos ante el mundo digital: documento básico: VI Foro Latinoamericano de Educación Educación y nuevas tecnologías: los desafíos pedagógicos ante el mundo digital. 1a ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Fundación Santillana; 2010. 80 p.
194. Aydın SÖ. Gamification and health in a holistic perspective. En: *Handbook of Research on Cross-Disciplinary Uses of Gamification in Organizations* [Internet]. IGI Global; 2022 [citado 25 de septiembre de 2023]. p. 185-206. Disponible en: <https://www.igi-global.com/chapter/gamification-and-health-in-a-holistic-perspective/296446>
195. Verschueren S, Buffel C, Vander Stichele G. Developing Theory-Driven, Evidence-Based Serious Games for Health: Framework Based on Research Community Insights. *JMIR Serious Games*. 2 de mayo de 2019;7(2):e11565.
196. Marchiori E, Ferrer G, Fernández Manjón B, Povar Marco J, Suberviola González JF, Giménez Valverde A. Instrucción en maniobras de soporte vital básico mediante videojuegos a escolares: comparación de resultados frente a un grupo control. *Emergencias: Revista de la Sociedad Española de Medicina de Urgencias y Emergencias*. 2012;24(6):433-7.
197. Espinosa CC, Caballero SN, Rodríguez LJ, Castejón-Mochón JF, Melgarejo FS, Martínez CMS, et al. Estudio aleatorizado de formación en

reanimación cardiopulmonar en 2.225 alumnos: ¿se pueden sustituir las clases por videos? EMERGENCIAS [Internet]. 22 de diciembre de 2017 [citado 10 de octubre de 2023];30(1). Disponible en: <https://emergenciasojs.portalsemes.org/index.php/emergencias/article/view/524>

198. Marín Díaz V, García Fernández MD. Los videojuegos su capacidad didáctico-formativa. Video Games and their Didactic-Formative Capacity [Internet]. 2005 [citado 10 de octubre de 2023]; Disponible en: <https://idus.us.es/handle/11441/45606>

199. Pérez Rubio MT, González Ortiz JJ, López Guardiola P, Alcázar Artero PM, Soto Castellón MB, Ocampo Cervantes AB, et al. Realidad virtual para enseñar reanimación cardiopulmonar en el Grado de Educación Primaria : estudio comparativo. RIED Revista iberoamericana de educación a distancia [Internet]. 2023 [citado 10 de octubre de 2023]; Disponible en: <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/252752>

200. Creutzfeldt J, Hedman L, Heinrichs L, Youngblood P, Felländer-Tsai L. Cardiopulmonary resuscitation training in high school using avatars in virtual worlds: an international feasibility study. J Med Internet Res. 14 de enero de 2013;15(1):e9.

201. Mendoza López M, Pérez Rubio MT, Truque Díaz C, Pardo Ríos M. Enfermera comunitaria escolar e innovación docente para enseñar reanimación cardiopulmonar en la escuela a través de una Flipped Classroom. Aten Primaria [Internet]. 1 de junio de 2023 [citado 10 de octubre de 2023];55(6). Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-atencion-primaria-27-articulo-enfermera-comunitaria-escolar-e-innovacion-S0212656723000872>

X – ANEXOS

■

XI - ANEXOS

Anexo 1. Encuesta TES

Tabla 13. Sección 1: Cuestiones de Tecnología y Educación. Fuente: Elaboración propia.

Pregunta	Respuestas
¿Sabes qué es la programación?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
En caso afirmativo, ¿has programado alguna vez?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
¿Te gusta la tecnología?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
¿Cuál es tu asignatura favorita?	<input type="checkbox"/> Matemáticas <input type="checkbox"/> Lengua <input type="checkbox"/> Biología <input type="checkbox"/> Educación física <input type="checkbox"/> Tecnología <input type="checkbox"/> Inglés/Francés <input type="checkbox"/> Dibujo <input type="checkbox"/> Música <input type="checkbox"/> Otras
¿Te gustan los videojuegos?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
En caso afirmativo, señala el/los dispositivo/s que utilizas para jugar:	<input type="checkbox"/> Móvil <input type="checkbox"/> Ordenador <input type="checkbox"/> Consola <input type="checkbox"/> Tablet
¿Has programado alguna vez un videojuego?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
¿Conoces el programa Scratch?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No

¿Has utilizado en clase alguna vez el programa Scratch?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
--	---

¿Has aprendido alguna lección de clase de cualquier asignatura a través de un videojuego?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
--	---

En caso afirmativo, ¿en qué asignatura?	_____
--	-------

Señala los dispositivos que tienes propios:	<input type="checkbox"/> Móvil <input type="checkbox"/> Tablet <input type="checkbox"/> Ordenador de mesa <input type="checkbox"/> Ordenador portátil
--	---

¿Usas redes sociales?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
------------------------------	---

¿Cuáles tienes?	<input type="checkbox"/> Instagram <input type="checkbox"/> Snapchat <input type="checkbox"/> Tiktok <input type="checkbox"/> Twitter <input type="checkbox"/> Twitch <input type="checkbox"/> Facebook <input type="checkbox"/> Mensajes de Gmail <input type="checkbox"/> WhatsApp <input type="checkbox"/> Telegram <input type="checkbox"/> Otros
------------------------	---

¿Has probado alguna vez la realidad virtual?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
---	---

Teléfono analógico: ¿Has utilizado alguna vez un teléfono analógico?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
---	---

Anexo 2. Cuestiones pre-post derivadas del estudio Flipped Classroom. Fuente: Elaboración propia.

Habilidad evaluada	Porcentaje de realización		Valor de p
	PRE	POST	
Habla o llama fuerte a la víctima	6 %	46 %	<0,001**
Mueve fuerte los hombros de la víctima	4 %	38 %	0,002*
Verifica que no respira	0%	3 %	0,974
Pide un teléfono y realiza llamada de emergencia	3 %	24 %	<0,05*
Inicia maniobras de RCP	5%	65 %	<0,001**

Habilidad: Habla o llama fuerte a la víctima

- Antes del programa de formación (PRE): El 6% de los participantes demostró esta habilidad.
- Después del programa de formación (POST): El 46% de los participantes mostró la capacidad de hablar o llamar fuerte a la víctima.

- Valor de p: <0,001**

Habilidad: Mueve fuertes los hombros de la víctima

- Antes del programa de formación (PRE): El 4% de los participantes pudo llevar a cabo esta habilidad.
- Después del programa de formación (POST): El 38% de los participantes demostró la habilidad de mover fuertemente los hombros de la víctima.
- Valor de p: 0,002*

Habilidad: Verifica que no respira

- Antes del programa de formación (PRE): Ningún participante logró verificar si la víctima respiraba.
- Después del programa de formación (POST): El 3% de los participantes pudo realizar esta verificación.
- Valor de p: 0,974

Habilidad: Pide un teléfono y realiza llamada de emergencia

- Antes del programa de formación (PRE): El 3% de los participantes solicitó un teléfono y realizó una llamada de emergencia.
- Después del programa de formación (POST): El 24% de los participantes demostró esta habilidad.
- Valor de p: <0,05*

Habilidad: Inicia maniobras de RCP

- Antes del programa de formación (PRE): El 5% de los participantes fue capaz de iniciar las maniobras de RCP.
- Después del programa de formación (POST): El 65% de los participantes mostró la capacidad de iniciar las maniobras de RCP.
- Valor de p: <0,001**

A continuación, se analizan y se interpretan los resultados obtenidos en la evaluación de las habilidades relacionadas con el tiempo empleado en situaciones de emergencia en dos etapas: POST (después de la intervención) y PRE (previa a la intervención). Los datos se presentan en segundos, lo que indica el tiempo promedio que tomó a los participantes llevar a cabo cada habilidad en ambas etapas.

Figura 20. Tiempo promedio habilidades pre y post. Fuente: Elaboración propia.

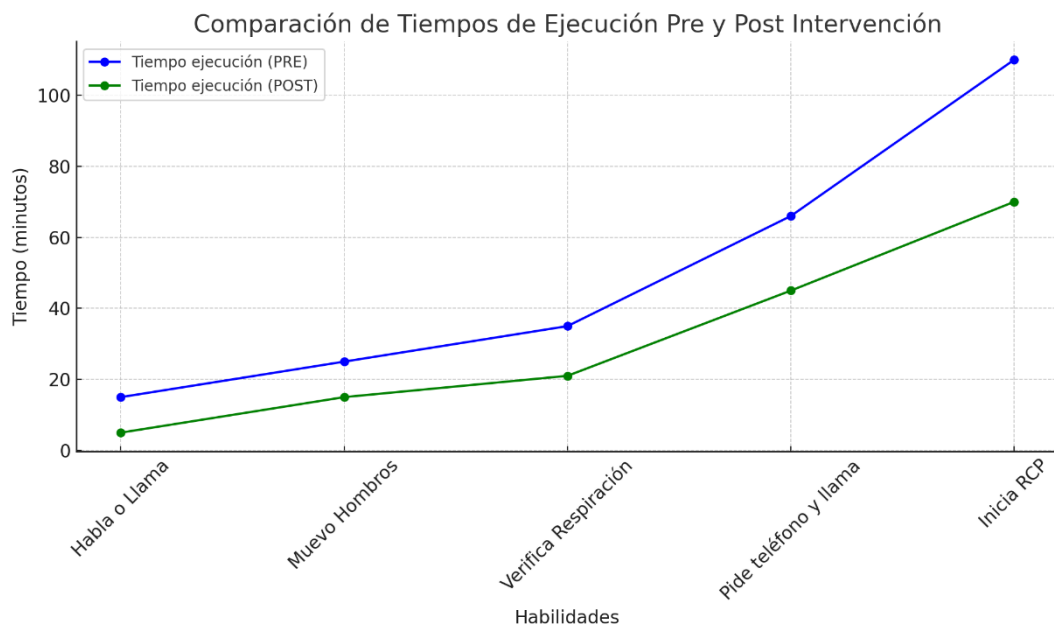


Tabla 14. Tiempos de respuesta de ejecución de tareas y diferencias entre éstos en comparativa pre/post. Fuente: Elaboración propia.

Habilidad	Tiempo ejecución (PRE)	Tiempo ejecución (POST)	Diferencia de tiempos
1. Habla o Llama	15	5	10
2. Muevo Hombros	25	15	10
3. Verifica Respiración	35	21	14
4. Pide teléfono y llama	66	45	21
5. Inicia RCP	110	70	40

Anexo 3.Resultados encuesta TES

Tabla 15. Distribución de preferencias por dispositivos tecnológicos, como consolas, tabletas, teléfonos móviles y ordenadores, según el sexo y la edad de los encuestados. Fuente: elaboración propia.

<i>SEXO</i>	<i>EDAD</i>	<i>Consola</i>	<i>Consola, Tablet</i>	<i>Móvil</i>	<i>Móvil, Consola</i>	<i>Móvil, Consola, Tablet</i>	<i>Móvil, PC</i>	<i>Móvil, PC, Consola</i>	<i>Móvil, PC, Consola, Tablet</i>	<i>Móvil, PC, Tablet</i>	<i>Móvil, Tablet</i>	<i>PC</i>	<i>PC, Consola</i>	<i>PC, Tablet</i>	<i>Tablet</i>
<i>Femenino</i>	12	2	0	8	2	0	0	2	1	0	1	3	0	0	0
<i>Femenino</i>	13	2	1	12	3	0	12	0	6	0	5	2	0	1	1
<i>Femenino</i>	14	0	0	9	2	0	2	1	1	0	0	1	0	0	0
<i>Femenino</i>	15	2	0	13	2	0	2	0	2	0	0	2	0	0	0
<i>Femenino</i>	16	0	0	9	1	0	2	1	1	0	0	1	1	0	0
<i>Masculino</i>	12	4	0	0	3	0	0	1	2	0	1	0	0	1	1
<i>Masculino</i>	13	7	1	2	8	3	1	10	10	1	0	1	0	0	0
<i>Masculino</i>	14	4	0	1	1	0	0	2	2	0	0	2	3	0	0
<i>Masculino</i>	15	3	0	2	1	1	3	6	0	1	0	2	0	0	0
<i>Masculino</i>	16	2	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
<i>Masculino</i>	17	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Masculino</i>	18	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

Anexo 4. Secuencias Eye-tracking.

En la siguiente imagen se muestran fotogramas de ejemplo de la secuencia de video generada por el sistema de eye-tracking empleado. El círculo con el límite en color rojo indica la posición a la que apunta la mirada, es decir, en la que convergen las pupilas del usuario del casco Tobii Pro® sobre la pantalla.





CARTA AL EDITOR

Serious Games for Health, una herramienta efectiva para el entrenamiento de los profesionales sanitarios



Serious Games for Health, an effective tool for training health professionals

La implementación de estrategias de gamificación en los distintos ámbitos de la sociedad contemporánea, persiguiendo fines que trascienden el mero entretenimiento, se ha convertido en una innegable realidad (figura 1). La gamificación se entiende como una estrategia en la que las mecánicas de juego y los aspectos de diseño se usan para enriquecer la experiencia de los usuarios y aumentar así su compromiso y motivación¹, lo que permite mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje tomando ventaja de los siguientes hechos: el abaratamiento y la democratización de las tecnologías implicadas, las cada vez mayores competencias digitales que poseen sus destinatarios potenciales, y la posibilidad de monitorizar las rutinas de formación acometidas².

En este contexto, han surgido los denominados *serious games*, juegos digitales creados con la intención de lograr el objetivo primordial de formar en competencias cognitivas, emocionales, sensoriomotoras, sociales, de aprendizaje o mediáticas, utilizando el entretenimiento para «promover los objetivos de formación, educación, salud, política pública y comunicación estratégica del gobierno o de la empresa»³.

El ámbito sanitario, tanto desde el punto de vista de los usuarios como del de los profesionales, no ha sido una excepción en lo que respecta al uso de este tipo de juegos, que reciben el nombre de *serious games for health* (SGH) y cuya ventaja principal reside en que posibilitan la simulación de situaciones reales en un entorno controlado y seguro, favoreciendo la formación de profesionales y permitiendo la evaluación y refuerzo de sus conocimientos y competencias.

A pesar de la existencia de investigaciones acerca de SGH, son pocas las que examinan las posibilidades que estos juegos ofrecen tanto a estudiantes como a profesionales en ejercicio, destacando tan solo algunos artículos que resaltan la efectividad de estas aplicaciones en comparación con otros procedimientos de aprendizaje tradicional⁴, especialmente en lo que a adquisición de habilidades y retentiva se refiere. Wattanasoontorn y cols.⁵, resaltan que, aproximadamente la cuarta parte del total de SGH desarrollados, se destinan al entrenamiento de profesionales, siendo los primeros auxilios la temática principal, predominando la acción y la simulación en lo que al género de los mismos respecta. Por otra parte, la realidad virtual (VR) comienza a ganar terreno de forma progresiva a los gráficos 3D, y se observa igualmente un desplazamiento del PC como plataforma principal frente a los dispositivos táctiles y portátiles. Las plataformas móviles y las redes de banda ancha de nueva generación suponen una poderosa herramienta para facilitar el despliegue de aplicaciones «multi-jugador», aludiendo al paradigma de la interacción social, y debido a la importancia que adquiere el trabajo en equipo en este ámbito.

En este sentido, en la búsqueda de claves que permitan materializar SGH efectivos, estudios recientes han destacado la necesidad de seguir un proceso que atraviese las siguientes fases: hallazgo de evidencias científicas, transformación de estas en elementos de diseño, desarrollo de las aplicaciones, validación clínica e implementación efectiva⁵.

Atendiendo a los fenómenos descritos, se considera necesario seguir investigando los SGH y materializando los hallazgos realizados en nuevas aplicaciones digitales, con el fin de corresponder situaciones y prácticas del mundo real bajo dos premisas fundamentales: asistir las necesidades formativas en materia sanitaria, logrando aumentar los resultados de aprendizaje a través de la simulación, e implicar a los jugadores a través de la narrativización de las rutinas, ofreciéndoles experiencias trascendentes que repercutan tanto en la adquisición de competencias profesionales como en su implicación emocional⁶.

EVOLUCIÓN DE LA TECNOLOGÍA, LOS VIDEOJUEGOS Y LOS SERIOUS GAMES

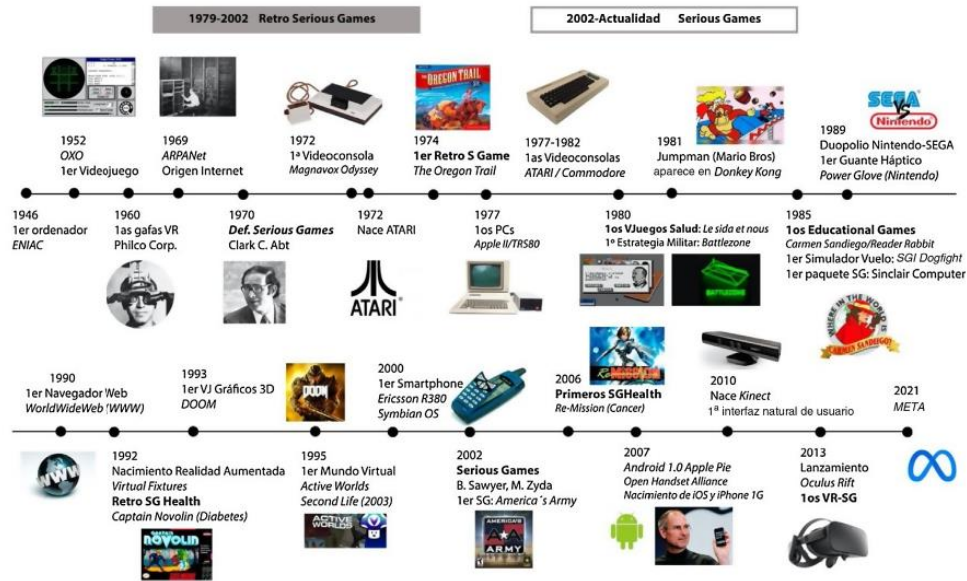


Figura 1 Cronología de la evolución de la tecnología, los videojuegos y los serious games. Fuente: elaboración propia.

Financiación

Este trabajo se ha financiado con unos fondos de investigación (PMAFI-2021) otorgados por la UCAM Universidad Católica de Murcia (España) al proyecto titulado "Innovación docente y recursos didácticos inclusivos para el aprendizaje de Reanimación Cardiopulmonar y Primeros Auxilios en niños en edad escolar".

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no hay conflicto de intereses.

Bibliografía

- Marin S, Lee V, Landers RN. Gamified Active Learning and Its Potential for Social Change. En: Spanellis A, Harviainen JT, editores. Transforming Society and Organizations through Gamification. Palgrave Macmillan. Cham; 2021. p. 205-23.
- Aydın SÖ. Gamification and Health in a Holistic Perspective. En: Bernardes O, Amorim V, Carrizo Moreira A, editores. Handbook of Research on Cross-Disciplinary Uses of Gamification in Organizations. IGI Global; 2022. p. 185-206.
- Zyda M. From Visual Simulation to Virtual Reality to Games. Computer. 2005;38:25-32.

- Wang R, DeMaria S, Goldberg A, Katz D. A systematic review of serious games in training health care professionals. Simul Healthc. 2016;11:41-51.
- Wattanasoontorn V, Boada I, García R, Sbert M. Serious games for health. Entertainment Computing. 2013;4:231-47, <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2013.09.002>
- Verschueren S, Buffel C, Vander Stichele G. Developing theory-driven, evidence-based serious games for health: framework based on research community insights. JMIR Serious Games. 2019;7:e11565.

Bibliografía recomendada

- Maheu-Cadotte M-A, Cossette S, Dubé V, Fontaine G, Mailhot T, Lavoie P, et al. Effectiveness of serious games and impact of design elements on engagement and educational outcomes in healthcare professionals and students: a systematic review and metaanalysis protocol. BMJ Open. 2018;8:e019871, <http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2017-019871>.

Miriam Mendoza López, Sergio Albaladejo Ortega, Manuel Pardo Ríos* y Rafael Melendreras Ruiz

UCAM Universidad Católica de Murcia, España

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



CARTAS CIENTÍFICAS

Enfermera comunitaria escolar e innovación docente para enseñar reanimación cardiopulmonar en la escuela a través de una *Flipped Classroom*



School nurse and educational innovation to teach cardiopulmonary resuscitation at school through a Flipped Classroom

Miriam Mendoza López^a, María Trinidad Pérez Rubio^{a,b}, Carlos Truque Díaz^a y Manuel Pardo Ríos^{a,c,*}

^a UCAM Universidad Católica de Murcia, Murcia, España

^b Consejería de Educación de la Región Murcia, Murcia, España

^c Gerencia de Urgencias y Emergencias 061 de la Región de Murcia, Murcia, España

Disponible en Internet el 16 de mayo de 2023

Integrar la educación para la salud en la escuela es fundamental ya que es una manera efectiva de promover y educar en hábitos saludables a los niños y jóvenes en su etapa de formación. La enfermera comunitaria escolar ofrece servicios de atención y cuidados de salud en las propias escuelas. Esta profesión desarrolla sus conocimientos en el punto donde convergen la atención de la salud y la educación, y desempeña un papel elemental en la promoción de la salud y el bienestar en el entorno escolar¹.

La parada cardiorrespiratoria es la causa más importante de muerte por enfermedad cardiovascular y, por ello, el European Resuscitation Council (ERC) recomienda la formación poblacional en reanimación cardiopulmonar (RCP)². En la mayoría de las ocasiones no se realiza una RCP, ni desfibrilación precoz, porque la mayoría de paradas car-

diorrespiratorias suceden fuera del hospital y los ciudadanos no se sienten preparados para realizar las maniobras³, lo que lleva a cuestionarse si es posible pedir a un ciudadano que inicie estas maniobras sin haber recibido una formación básica.

Como consecuencia, las diferentes sociedades científicas están promoviendo la inclusión de la enseñanza de RCP en el ámbito escolar^{4,5}. La formación de los escolares en reanimación parece contribuir de forma significativa aumentando las tasas de reanimación. Si se empieza a formar a los niños en su edad escolar (Educación Infantil, Educación Primaria y Educación Secundaria Obligatoria) en unos años habrá una sociedad formada en RCP. A partir del año 2021 se plantea ampliar la formación del colectivo escolar incluyendo a los menores de 12 años. Actualmente, el ERC aconseja instruir a este grupo concreto en el «check, call and compress», traducido al castellano como «comprueba, llama y comprime»². En la *figura 1A* se muestra una propuesta de las competencias por edades para enseñar RCP.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: mpardo@ucam.edu (M. Pardo Ríos).

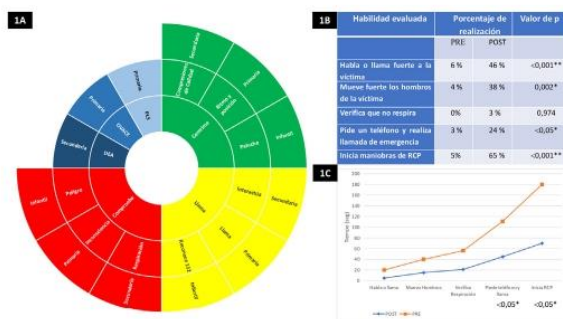


Figura 1 A. Mapa de la distribución de competencias. B. Resultados de la comparación de competencias. C. Resultados de la comparación de tiempos.

Partiendo de esta base y siguiendo las recomendaciones del ERC, se realiza un estudio del efecto de una *Flipped Classroom* o clase invertida en niños de 5 años. Estudio aprobado por el Comité de Ética de la UCAM, número de registro CE022212. Además, se siguieron todos los estándares de confidencialidad e intimidad de los participantes, y la autorización por escrito de los padres y/o tutores. Los participantes y los padres o tutores estaban informados sobre la posibilidad de abandonar el experimento en cualquier momento. Las enfermeras escolares realizaron una valoración inicial, con metodología de aprendizaje basado en problemas.

Posteriormente, se formó a los niños mediante una clase invertida o *Flipped Classroom*, realizada con un videoclip (disponible en el enlace: <https://youtu.be/6tiomD-aNu0>) siguiendo las últimas recomendaciones del ERC². El videoclip usa los dibujos de «Jacinto y sus Amigos» y la música sigue el ritmo adecuado para hacer bien las compresiones torácicas y contiene una letra que muestra los pasos que debe seguir el niño en una situación de emergencia. El alumno dispuso de los recursos pedagógicos antes de ir al aula donde se hizo otra evaluación.

Para el estudio se analizó una muestra de 122 niños, donde el 47% eran niños y el 53% niñas. Cuatro enfermeras escolares evaluaron al conjunto. En la **figura 1A** se hace una propuesta de la posible distribución de competencias. En la **figura 1B** se pueden observar mejoras significativas en 4 competencias y en la **figura 1C** se advierte una mejora de los tiempos en 2 habilidades en el post. Los resultados del estudio muestran que gracias a la enfermería escolar y mediante una *Flipped Classroom* los niños son capaces de mejorar los conocimientos teóricos y habilidades prácticas en RCP. Además, la propuesta de competencias de la **figura 1A** puede ser un punto de partida para los diseños de los programas educativos de RCP en la escuela.

Financiación

Este trabajo ha sido financiado por la Ayuda a la Investigación Ignacio H. Larramendi concedida por Fundación Mapfre, en el año 2022 para el proyecto de investigación PECES (Programa de Educación en Competencias de Emergencia Sanitaria), a la UCAM Universidad Católica de Murcia, al Dr. Manuel Pardo Ríos y su equipo de investigación.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no hay conflicto de intereses.

Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado con la colaboración de Jacinto y sus Amigos®, quienes han cedido el material didáctico para poder desarrollar el videoclip del estudio. También agradecer la cesión del uso de la adaptación de «La Canción de la Reanimación» a Mariluz Álvarez Zapata y Raquel Palacio Villazón, del proyecto «RCP desde mi cole». Por último, agradecer a los músicos su participación. El proceso de grabación fue dirigido por José Ramón Soler, músico y productor musical, que hizo arreglos para distintos instrumentos (trompeta, piano, viola, etc.) y voces. En el proceso colaboraron distintos músicos: Alejandro Carrión, Celia Torá, Sergio Navarro, etc. Las voces las pusieron María Trinidad Pérez y Rody Aragón, hijo del famoso payaso de la tele conocido como «Fofó».


Bibliografía

- Martínez Riera JRM, del Pino Casado R. Manual práctico de enfermería comunitaria. Barcelona. Elsevier; 2020.
- 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.
- Pérez Rubio MT, González Ortiz JJ, López Guardiola P, Alcázar Artero PM, Soto Castellón MB, Ocampo Cervantes AB, et al. Realidad virtual para enseñar reanimación cardiopulmonar en el Grado de Educación Primaria. Estudio comparativo. *RIED*. 2023;26. <https://doi.org/10.5944/ried.26.2.36232>.
- Böttiger BW, Aken HV. Kids save lives –: Training school children in cardiopulmonary resuscitation worldwide is now endorsed by the World Health Organization (WHO). *Resuscitation*. 2015;94:A5–7.
- Jaskiewicz F, Kowalewski D, Starosta K, Cierniak M, Timler D. Chest compressions quality during sudden cardiac arrest scenario performed in virtual reality. *Medicine (Baltimore)*. 2020; 99 [citado 13 Dic 2020]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7710239/>.



Article

Kids Save Lives by Learning through a Serious Game

Miriam Mendoza López ¹, Petronila Mireia Alcaraz Artero ^{2,3}, Carlos Truque Díaz ⁴, Manuel Pardo Ríos ^{2,3,4,*} , Juan José Hernández Morante ⁵  and Rafael Melendreras Ruiz ¹ 

¹ Advanced Telecommunications Research Group (GRITA), UCAM Universidad Católica de Murcia, 30107 Murcia, Spain; mmendoza@ucam.edu (M.M.L.); rmelendreras@ucam.edu (R.M.R.)

² New Technologies in Health Research Group (NT4H), UCAM Universidad Católica de Murcia, 30107 Murcia, Spain; pmalcazar@ucam.edu

³ Emergency Medical Services 061, Region de Murcia, 30001 Murcia, Spain

⁴ Facultad de Fisioterapia, Podología y Terapia Ocupacional, UCAM Universidad Católica San Antonio de Murcia, 30107 Murcia, Spain; ctruque@ucam.edu

⁵ Eating Disorders Research Unit (UITA), UCAM Universidad Católica de Murcia, 30107 Murcia, Spain; jjhemandez@ucam.edu

* Correspondence: mpardo@ucam.edu

Abstract: This study focuses on the development and assessment of a serious game for health (SGH) aimed at educating children about cardiopulmonary resuscitation (CPR). A video game was created using the Berkeley Snap platform, which uses block programming. Eye-tracking technology was utilized to validate the graphic design. To assess the tool's effectiveness, a pre-post analytical study was conducted with primary education children to measure the knowledge acquired. The study involved 52 participants with a mean age of 9 years. The results from a custom questionnaire used to measure their theoretical CPR knowledge showed significant improvements in CPR knowledge after the use of the videogame, and their emotional responses improved as well. The assessment of the knowledge acquired through the video game obtained an average score of 5.25 out of 6. Ten video segments consisting of 500 frames each (20 s of video per segment) were analyzed. Within these segments, specific areas that captured the most relevant interaction elements were selected to measure the child's attention during game play. The average number of gaze fixations, indicating the points in which the child's attention was placed within the area of interest, was 361.5 out of 500. In conclusion, the utilization of SGH may be an effective method for educating kids about CPR, to provide them with fundamental knowledge relevant to their age group.

Keywords: training; cardiopulmonary resuscitation; serious game; eye tracking; children; videogames



Citation: Mendoza López, M.; Alcaraz Artero, P.M.; Truque Díaz, C.; Pardo Ríos, M.; Hernández Morante, J.J.; Melendreras Ruiz, R. Kids Save Lives by Learning through a Serious Game. *Multimodal Technol. Interact.* **2023**, *7*, 112. <https://doi.org/10.3390/mti7120112>

Academic Editors: Deborah Richards and Stephan Schlögl

Received: 10 October 2023

Revised: 22 November 2023

Accepted: 24 November 2023

Published: 1 December 2023



Copyright: © 2023 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introduction

The European Resuscitation Council (ERC) has underlined the need for cardiopulmonary resuscitation (CPR) learning programs directed towards non-health professionals [1]. Scientific dissemination societies have promoted and regulated CPR training in the non-health professional population, with great results due to the achievement of objectives, as well as the acquisition of skills and knowledge of students [2]. As this is a non-health-professional collective, it is necessary for them to re-learn the knowledge acquired after a certain period of time to avoid forgetting, which can lead to inconvenient expenses due to the associated costs [1].

In the past few years in Spain, many initiatives have been implemented to provide non-health professionals with CPR training. These training workshops are performed and supervised by qualified health personnel, and their objective is to prevent situations of risk to the population [3]. Some of these activities are one-time and isolated, and others are better structured and part of education and health policies. This is the case for "Programa Alertante" [4] by the SAMUR in Madrid, or the PROCES [5] program in Barcelona. In both cases, the number of sessions and the contents taught are adapted to the needs of

the soliciting center/institution. Likewise, the Spanish Society of Emergency Medicine (SEMES) also provides CPR training to teachers and students through programs deployed in autonomous communities. Recently, these associations beat a record in Vigo (Galicia), by training an entire school, with a student body of almost 2000 students, in order to speak out on the need to teach the population at schools [6].

The World Health Organization (WHO) supports the “Kids Save Lives” (KSL) declaration, pointing out that the most natural way to teach CPR to the population is to integrate it into the mandatory curricula at schools. It has been demonstrated that it is a simple, effective, and cheap way to teach the technique, with only two hours a year deemed enough for training, starting at the age of 12 [7]. Afterwards, in the last update of the ERC, it was indicated that children should be taught at younger ages, starting once they start attending school, by providing at least 1 h a year during the entire schooling stages [8]. Recently, a review of the KSL declaration was published [9], which indicated that the barriers against performing basic life support (BSL) identified by the children were similar to those observed in adults, which included the fear of making mistakes, and other determinant factors (i.e., the sight of blood or vomit).

Presently, we find ourselves with a generation of digital natives who were born at a time in which the use of technology had been implemented in all tasks of daily life, even in the school curricula of many education centers [10]. The aim of serious games for health (SGHs) is to provide education, training, or information, and they have been carefully planned for this [11]. These are considered game-like systems that are designed to achieve specific objectives, and can be found in the shape of board games, video games, escape rooms, etc. [12]. In the last few years, given the multiple benefits they provide for learning [13], they have started to be utilized with other social aims, such as fighting against bullying [14], or social responsibility [15], and have been successfully implemented in some centers as a pedagogical tool. As the main axis of the KSL declaration, we find that motivation for learning CPR must be increased, through the use of SGH, underlining their importance as a powerful education resource equivalent to other resources, such as “face-to-face” training [9].

The objective of SGH is to improve the motivation, adherence, and/or adhesion of students in the learning experience [16]. Historically, SGHs have been used with adults or adolescents but not for teaching children. The aim of this study was to design and analyze a SGH, the aim of which was to teach children aged between 9 and 10 years old about CPR. The secondary objectives were to analyze the fear and security perceived by the schoolchildren.

2. Materials and Methods

A comparative analytical study was conducted, with a pre-and post-intervention assessment, consisting of the acquisition of CPR competencies through a SGH developed as a videogame-based teaching resource.

2.1. Study Population

Students were voluntarily recruited from both classrooms that were part of the 4th year of primary education at the San Vicente Paul del Palmar school (Murcia, Spain), for a total of 52 children. The study was approved by the Ethics Committee from the Universidad Católica of Murcia (UCAM), registration number 7.986, and the parents/tutors provided their consent for the participation of the underage children.

2.2. Design and Development of the Videogame

For the intervention, a videogame was developed with open-source platform Snap[®], with an expanded implementation of Scratch[®], developed in Berkeley, CA, USA, which was based on a block-based coding language, which is ideal for the creation of interactive applications and games [17]. To guide the player during the experience, two main characters were designed, a female student and a stuffed bear, with the aim of creating a conducive

and familiar environment for the child. Throughout all the phases of each scenario, these characters are accompanied by other secondary characters and objects with which they will be able to interact (Appendix A Table A1). Given the type of content and design, the recommended ages for the videogame were between 6 and 11 years old. Although it included a listening aid (voice over), it was necessary for the child to be able to read and write. It can be played in different platforms: PC, tablet, and mobile phone. The structure of the videogame consists of four levels and a final test. The contents and competences were supervised by health professionals with experience in CPR training, and education professionals who taught the participating children at this schooling stage. Technical development was performed by a telecommunications engineer, given the complexity of developing a scoring system and data storage.

2.3. Assessment of the CPR Competencies

As there is no validated questionnaire to assess CPR knowledge and competencies at these ages, an ad hoc survey was created. The student had to provide answers to different issues, and given the decision, the videogame provided feedback to the player as a type of re-enforcement, to ensure that the concepts were correctly assimilated. In the case of wrong answers, the participants were invited to rectify them, until arriving at the correct answer. Thus, aside from the assessment obtained, what was important was for the student to complete the 4 phases and receive CPR training. From these data, a new variable composed of the sum of correctly answered items was determined, which was considered a measure of general knowledge about CPR.

2.4. Eye Tracking System

For the pedagogical and visual validation of the SGH, functional tests (white testing) were conducted with a sample of 10 volunteer children (Figure 1). The purpose of this test was to verify that in each phase and scenario, their attention was focused on the appropriate characters and relevant areas of the screen. For this, an eye-tracking system was employed, specifically Tobii® goggles (Danderyd, Sweden). The data collected from the goggles were meticulously analyzed using software developed in Matlab® (version R2021b) by UCAM researchers [18]. This tool allows for the selection of different regions of an image and the specific identification of gaze fixations within them, simply referred to as “fixations” (Figure 1B). The objective of using the eye-tracking tool was to measure the children’s attention to the most significant game elements and scenes. The aim of this was to enhance the design and, consequently, the experience to facilitate increased learning about CPR. Ten video segments were analyzed, each consisting of 500 frames (20 s of video per segment). In these segments, specific areas were chosen to capture the most relevant interactive elements, to measure the child’s attention during gameplay. The criteria for selecting both the scenes and the areas of interest within these scenes were primarily based on those in which the attention given to the characters teaching the player the CPR protocol could be measured.

2.5. Intervention

The experiment consisted of two work sessions with the volunteers. In the first session, two activities were performed, which consisted of the following:

- A preliminary assessment (Pre) on the knowledge about the action protocol for performing CPR. For this, a scene was recreated in the classroom, composed of a CPR manikin in the supine position and a telephone close to the victim (manikin). The recreated scenario consists of the child being at the home of a family member, and the family member being unconscious on the floor. From this point on, the child is asked to act.
- The educational intervention took place after the preliminary assessment. Each child was invited to play the game, going through each of the 4 levels of its structure with assistance. The platform utilized was a computer with a mouse. A supervisor, in the

role of assistant, ensured that each phase was satisfactorily completed, until arriving to the end of the game.

- A posterior assessment (Post); this session took place a month after the first session, and consisted of repeating the assessment on the protocol and CPR (Post), and using the same scenario and the same rubric for its assessment.

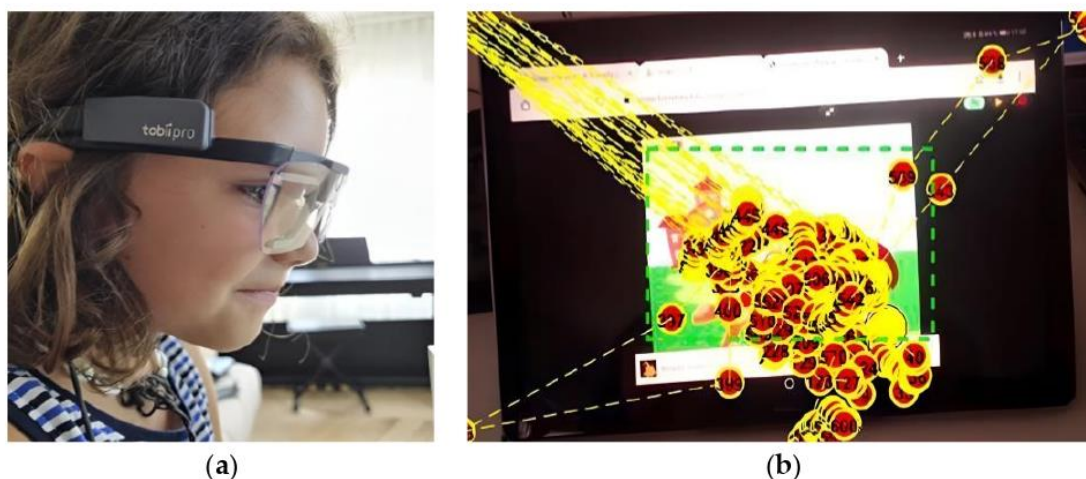


Figure 1. (a) Child with eye-tracking goggles during the experiment. (b) Number of impacts during the viewing of the screen.

2.6. Statistical Analysis

The variables analyzed were composed as 10 first-aid questions for the lay participants. Questions from one to eight assessed theoretical and physical skills, while questions nine and ten referred to the feelings the children described as having during that situation and after receiving the training. Another variable measured was the amount of time needed by the student to resolve the emergency situation recreated. Once all the study variables were collected, considering the nominal nature of the data, the chi-square and McNemar tests were employed to evaluate changes in paired variables before and after the intervention. In addition, to compare the global effect of the intervention, the Wilcoxon matched pairs signed rank test was used to analyze possible differences in the mean values of the global CPR knowledge score (sum of correct items) of the final values as compared to the initial values. Basic descriptive analysis (mean, variance, standard deviation, etc.) were also performed. All statistical procedures were carried out with the SPSS software (version 27.0, IBM SPSS Software). The statistical threshold for significance was established at $p < 0.050$.

3. Results

This section provides a comprehensive overview of the study's results, including participant characteristics, changes in CPR knowledge, emotional responses, completion times, performance in the videogame exam, and eye tracking analysis outcomes. These findings will be further discussed and interpreted in the following sections.

3.1. Participant Characteristics

The final sample was composed of 52 participants, of which 31 were girls, and 21 were boys. The mean age of the participants was 9 y-o. The results obtained in questions 1 through 8, which measured the theoretical knowledge on CPR, are shown in Figure 2.

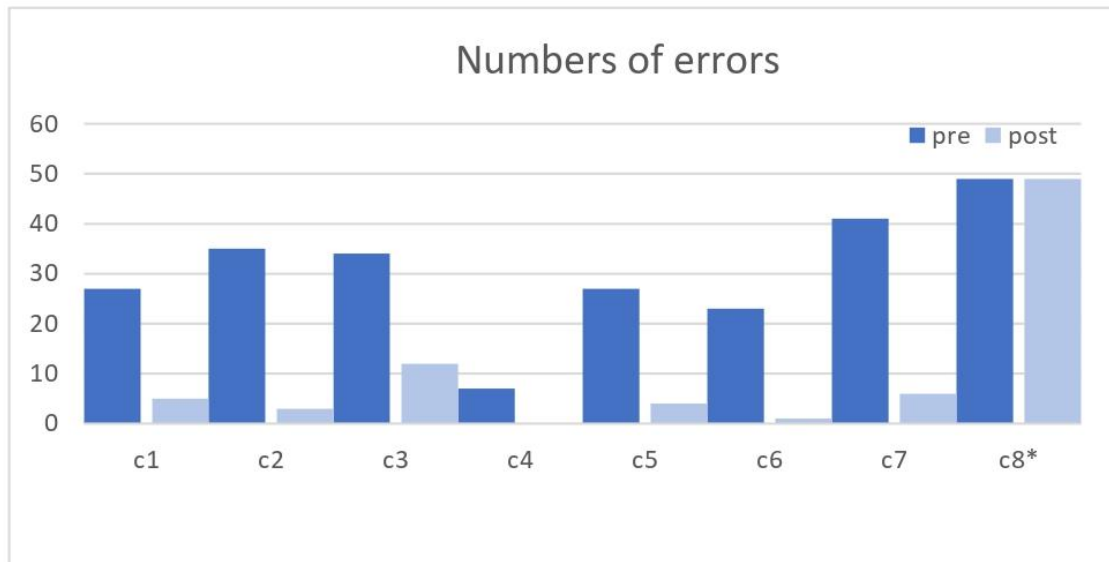


Figure 2. Results of the number of mistakes before and after the intervention. c: competence; * this item, referring to the defibrillator (AED), is not an indispensable example of competency for this age range [1].

3.2. Knowledge on CPR (Questions 1–8)

The information regarding changes in CPR knowledge are shown in Table 1. Before the intervention, for item I1, 46% (24/52) obtained the right answer in the pre-test as compared to 91% (47/52) in the post-test, with statistically significant differences ($p < 0.0001$). For item I2, 32% (17/52) of the students obtained the right answer in the pre-test, as compared to 95% (49/52) in the post-test. For item I3, the correct answers were obtained by 31% (16/52) of the students, as compared to 77% (40/52) in the post-test. Both results were statistically significant ($p < 0.0001$). Item I4 did not obtain statistically significant differences; in the pre-test, the percentage of students with correct answers was 91% (47/52), and in the post-test, it was 100% (52/52). For item I5, 48% (25/52) obtained the right answer before the intervention, while after the intervention, this ascended to 93% (48/52). For item I6, 56% obtained the correct answer before the intervention (29/52), as compared to 98% after it (51/52). In item I7, 21% (11/52) of the students answered correctly before the intervention, and 89% (46/52) did so in the post-test. In these last three items, the statistical difference was significant ($p < 0.0001$). With respect to item I8, for both the pre- and post-test, the percentage was 4%, with $p = 1.000$. This item, which referred to knowledge about the automated external defibrillator (AED), could be ignored, as it is not part of the basic learning results for the age of the participants.

The assessment of emotions was conducted through an analysis of the behavior and the reaction of the child, through a rubric shown in Table 1.

3.3. Emotional Responses (Questions 9–10)

Results for item I9, measuring the calmness of the child, showed an increase from 21% (11/52) in the pre-test to 52% (27/52) in the post-test; $p = 0.004$. Item I10, assessing how secure the child felt, increased from 35% (18/52) in the pre-test to 81% (42/52) in the post-test; $p < 0.0001$ (Figure 3).

Table 1. Changes in CPR knowledge after the intervention. Data show the frequency of individuals that correctly answered the item. Considering the paired nature of the data, McNemar’s test was employed to evaluate changes in CPR knowledge as a consequence of the intervention. I: items. As there were no changes, it was not possible to estimate a chi-square on item 4.

Question	Number of Participants with Correct Answer		χ ²	p (Sig.)
	Pre-Test	Post-Test		
I1. Talk or call the victim loudly	1	23	1.747	<0.0001
I2. Move the shoulders of the victim vigorously	0	32	1.546	<0.0001
I3. Verifies that the victim is not breathing	2	24	2.220	<0.001
I4. Asks for the phone	45	45	-	>1.000
I5. Does he or she know the number to call?	0	23	4.012	<0.0001
I6. Start CPR maneuvers	0	22	1.286	<0.0001
I7. Places the arms and hands correctly	0	35	1.820	<0.0001
I8. Asks for an AED	0	2	51.000	1.000
I9. How did you feel during the situation? (Right answer: calm)	3	11	5.450	0.004
I10. How did you feel during the situation? (Right answer: secure)	17	25	3.315	<0.0001

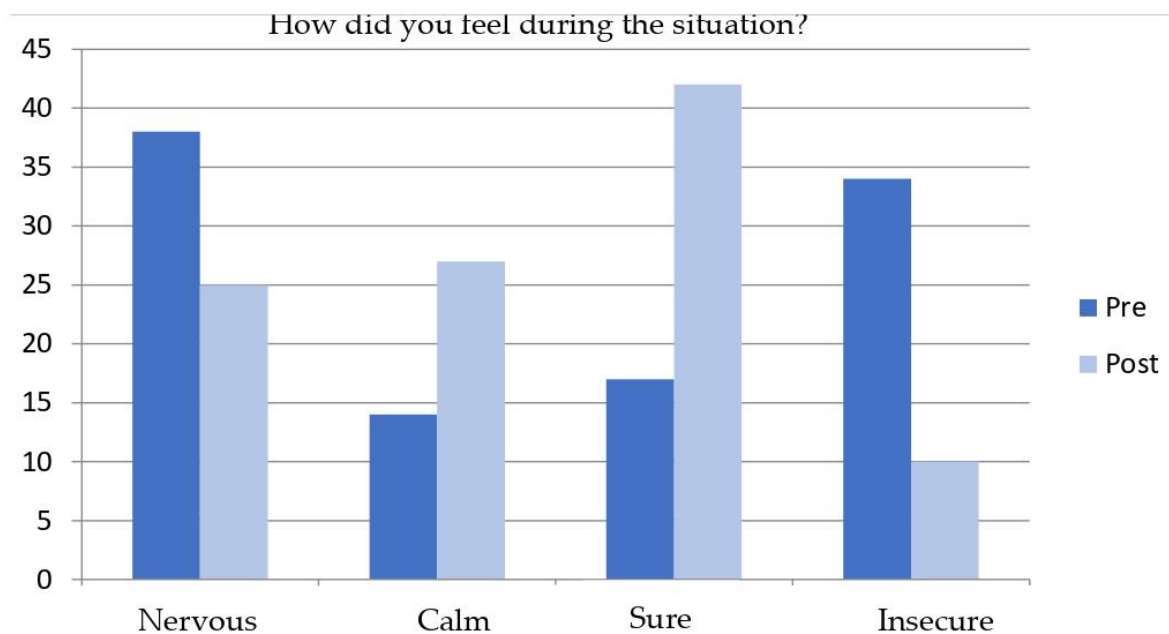


Figure 3. Results of the emotions expressed by the participants before and after using the serious game.

3.4. Overall CRP Knowledge

To evaluate the overall improvement in CPR knowledge, the sum of correct items before and after the intervention was analyzed. In this regard, items 9 and 10 were also included, considering a calm and secure feeling as correct answers. The inclusion of these variables did not modify Cronbach’s α value of the test ($\alpha = 0.625$ with eight items and $\alpha = 0.598$ including mood items). The data obtained indicated a clear improvement in general CPR knowledge after the intervention (Figure 4).

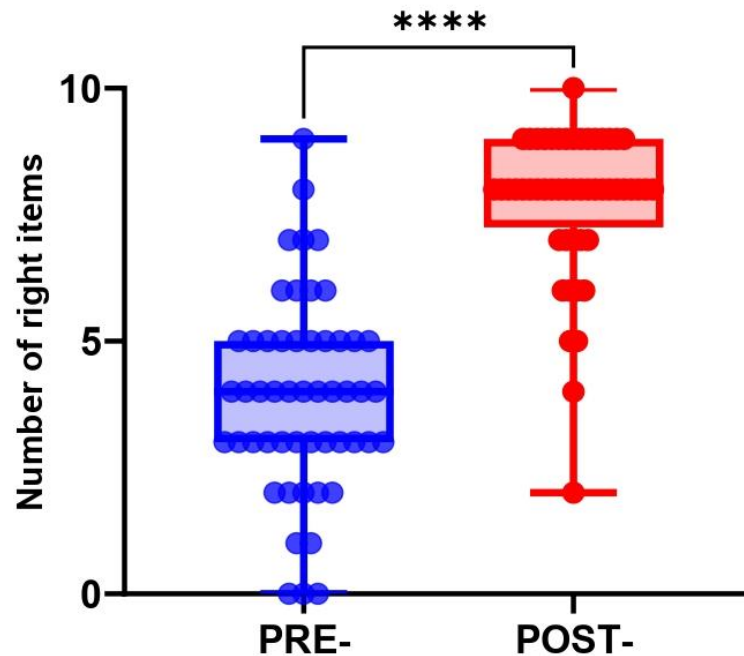


Figure 4. Box plot of the number of right items in the CRP knowledge survey carried out in the present work. The dots show the individual score of the participants. Differences were analyzed via a Wilcoxon matched-pairs signed rank test; ****: p -value < 0.0001 .

The completion time of the videogame was also significantly reduced after the intervention (108.54 ± 26.527 s before and 56.65 ± 15.285 s after the intervention). The differences regarding mean resolution times before and after the intervention were statistically significant with $p < 0.0001$.

3.5. Videogame Exam

With respect to the exam on the last screen of the videogame, which was not part of the pre-post questionnaire of the intervention, the mean score obtained was 5.25 out of 6. The figure shows the exam score as compared to the time needed to finish the game (Table 2).

Table 2. Scores obtained in the test as compared to the mean total play time. A greater percentage of students obtained a higher score on the test and less time was needed for each turn.

Test Score	Mean Game Playing Time (s)	% Students
2 (minimum)	417.5	3.8
4	375.24	32.7
6 (maximum)	350.5	63.5

3.6. Eye Tracking Analysis

In the eye tracking analysis, 10 scenarios consisting of 500 frames each (20 s per scenario) were analyzed in a subsample of 10 participating subjects to evaluate the quality of resources, counting one fixation per frame. The average number of fixations across the 10 scenarios with regard to gaze fixations, which denoted the points where the child's attention was observed within the area of interest, was 361.5 out of 500. This accounted for 72% of fixations within the designated area of interest, which indicates a significantly high level of attention (Figure 5). The research team analyzed the results of eye tracking and adjusted the resources that received less attention, by modifying colors, shapes, and/or sounds.

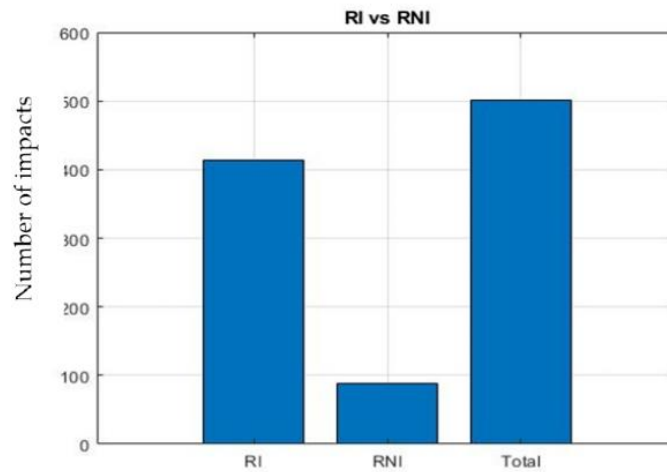


Figure 5. Plot diagram of the impact path sequence, at level 3 of the serious game. RI: region of interest vs. RNI: region out of interest.

4. Discussion

In the results obtained, it was observed that the simulation environment of this game favored controlled learning, in which users can manipulate their own learning curve, being able to improve each time the game was played (with a better score and shorter time as the game was played more often). In the study by Eugenio Marchiori et al. [18], the authors already addressed the inclusion of educational games at schools as a new tool for the CPR training of adolescents. Our post-intervention results support the usefulness of incorporating technological tools with an educational purpose, such as serious games, as a support for traditional methodologies. Also, our studies broaden the age range to children younger than 12 years old. In the research by Cristina Cerezo Espinosa et al. [19], conducted on adolescents, which used audiovisual materials as a tool for providing training on basic life support, the authors concluded that there were no differences between traditional teaching, in which an instructor teaches a course using a face-to-face methodology, and non-face-to-face learning, in which the students are not taught by a teacher in person, just as in our study. However, in our case, as the subjects were younger than 12 years old, we saw the need to use a supervisor, just as with any other activity in which technology is utilized with children [20].

The analysis of the results showed that 80% of the items assessed obtained a very high significance value ($p < 0.0001$). Other studies, in which technologies were utilized (i.e., virtual reality) for learning CPR, also obtained significant results, which reinforces their use [20,21].

With respect to item 5, which referred to the emergency telephone number, it is important to point out that 50% of the students utilized 911 and not the Spanish 112. This was not learned at school or from health professionals. This could be due to the consumption of series and movies, most of which are American, through diverse platforms (i.e., Netflix, HBO, YouTube, etc.). After the interventions, the percentage of participants who interiorized the correct number increased to 85%. Item 6, which alluded to the knowledge on the use of an AED, can be considered irrelevant, as it is not considered to be a learning objective for these ages, according to the ERC [1].

The children responded to the situation presented with greater security, more than twice, which had an effect on the time it took them to resolve the situation (Figure 4). This time decreased by 48% in the students who felt more secure. Despite the level of calmness not being as important, it did not incapacitate the users in the acquisition of competences.

Another interesting result was that the participants who took less time to finish the videogame obtained a higher score on the test. This could be due to a greater understanding of the material. The mean test score was high (5.25/6), and 63.5% obtained the highest score.

One of the strengths of the use of this technology is that it favors the learning of basic yet indispensable aspects of emergencies. We can mainly highlight that the child learned how to become aware and manage the situation, by identifying the scenario, learning to call 112, and even a learning about chest compressions (rhythm, hand and body positioning, area of compression, etc.). Thanks to the use of eye tracking technology, the graphic design of each scenario of the videogame was validated, to optimize the degree of attention and interaction of the subjects. Regarding the game design, the data analyzed in Matlab collected from the eye tracking software indicated that the level of attention to the selected elements was high. As demonstrated by the study conducted by Alvarado et al. [22], eye tracking glasses are a valuable technological tool for measuring attention and even for the detection of certain pathologies.

The availability of this type of tool at schools allows us to not only provide training during school hours, but it can also adapt to the needs of any student, and can even be used in flipped classroom methodologies [23] or as a reinforcement to avoid a steep forgetting curve.

In addition, as it is a software product, other conditions arise. This resource is useful, as it is easy to update (due to changes in regulations, different regulations between countries, etc.), it is very accessible (multi-platform), it is always available (always online), and the development and maintenance costs dissipate as the number of users grows [24–26]. Despite the benefits described, with respect to practical knowledge, a CPR manikin could serve as support, for becoming aware about the force needed for the compressions, the real speed they must use, etc.

Basic life support (BLS) education for schoolchildren has emerged as a crucial initiative to boost the rates of bystander CPR. The strategy recommended for teaching schoolchildren, by the International Liaison Committee on Resuscitation, involves a straightforward algorithm known as CHECK-CALL-COMPRESS [25]. In recent years, there has been a rise in the use of virtual reality (VR), augmented reality, smartphone applications, and social media for BLS instruction. Despite the potential of these innovative, technology-enhanced learning tools for children who are growing up in a digital world, their effectiveness is often underappreciated, particularly regarding the most effective digital learning strategies. “Serious games” are digital games designed for educational purposes. Studies have indicated that using serious games in teaching schoolchildren can be as effective as traditional, instructor-led face-to-face teaching [26]. Moreover, fostering competition among students can significantly heighten their engagement [27]. Most apps are aimed at young children over the age of 4 and are developed as animated tutorials, simulations, or interactive virtual worlds. The majority of these apps focus on teaching hands-only CPR, although some also cover ventilation techniques. Only one app includes BLS training with an automated external defibrillator (AED). Skills such as checking the airway, requesting an AED, and using the AED are significantly better after instructor-led courses as compared to after app-based learning. Blended learning courses in BLS and defibrillation are increasingly prevalent and yield results comparable to those from traditional BLS training programs. Serious games also hold the potential to enhance awareness about the importance of BLS. Training schoolchildren in basic life support has the capacity to educate entire generations on how to respond to cardiac arrests and to improve survival rates following out-of-hospital cardiac arrests. Comprehensive legislation, curricula, and scientific assessment are essential to further advance the education of schoolchildren in basic life support.

5. Limitations, Future Work and Conclusions

The main limitation of our study is the small sample size and the assessment of only some aspects of CRP and SGH. Eye tracking technology allows us to adapt the design of educational resources, promoting designs that better capture attention. The use of these resources should be incorporated in a balanced way with other training actions, as indicated by philosophies such as blended learning. Future lines of work must focus on adapting the material according to age and condition, to be able to integrate children

with special needs, and to also design experiences in which the child teaches individuals in a family setting, to promote hybrid methodologies that combine traditional learning with ICT, and even to compare the efficiency between different technologies. On the other hand, it would be necessary to encourage collaborations between educators, health professionals, technologists, and game designers to create BLS educational materials that are both educational and engaging. Lastly, we believe it is important to conduct long-term studies to evaluate the effectiveness of different BLS teaching methods in skill retention and readiness to act in a real emergency.

The main novelty of our research is that we have used SGH for teaching children. The main conclusion of our work is that gamification and the use of serious games for health (SGH) is an efficient method for the CPR training of children, adapting to the language and skills appropriate for their age.

Supplementary Materials: The following supporting information can be downloaded at: <https://www.mdpi.com/article/10.3390/mti7120112/s1>.

Author Contributions: Conceptualization, M.P.R. and R.M.R.; methodology, M.M.L. and C.T.D.; software, M.M.L.; validation, P.M.A.A.; formal analysis, M.M.L.; investigation, M.M.L.; resources, M.P.R.; data curation, J.J.H.M. and M.M.L.; writing—original draft preparation, M.M.L.; writing—review and editing, M.P.R.; visualization, R.M.R.; supervision, R.M.R.; project administration, M.P.R.; funding acquisition, M.P.R. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: This research was funded by PMAFI-09-2021, granted by the UCAM to the project “Innovación docente y recursos didácticos inclusivos para el aprendizaje de Reanimación Cardiopulmonar y Primeros Auxilios en niños en edad escolar”, and by the Ignacio H. Larramendi Research Support granted by the Mapfre foundation in 2022 for the research project PECES (Programa de Educación en Competencias de Emergencia Sanitaria), to the UCAM Universidad Católica de Murcia, to Dr. Manuel Pardo Ríos and his research team.

Institutional Review Board Statement: The study was approved by the Ethics Committee from the Universidad Catholic of Murcia (UCAM), registration number 7.986.

Informed Consent Statement: The parents/tutors provided their consent for the participation of the underage children.

Data Availability Statement: Data is contained within the article and Supplementary Materials.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

Appendix A

Table A1. Summary table of the videogame levels, objectives, and scores.

Level	Scenario	Objectives	Learning Results	Score
1	Forest with interactive characters	Familiarize the player with the device and the characters	Knowledge of the environment	+10 If the character is found
2	Pantry with healthy and non-healthy foods	Feed the bear	Become responsible. Distinguish healthy food	+2 Healthy foods +1 Less healthy foods Maximum of 4 foods
3	Phase 1: Video Phase 2: Game	Learn about first aid	Instructions on the technique <i>in the following order:</i> 1. VERIFY 2. CALL 3. COMPRESS	Total of 25 points: 8 questions Correct answer add +2 and +5 Incorrect subtract −1
4	The bear suffers a cardiac arrest	Know the CPR technique	Correctly execute the position and rhythm of compressions Call from a mobile phone without the need to unlock it	Total of 36 points Correct placement +1

References

1. Koster, R.W.; Baubin, M.A.; Bossaert, L.L.; Caballero, A.; Cassan, P.; Castrén, M. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 2. Adult basic life support and use of automated external defibrillators. *Resuscitation* **2010**, *81*, 1277–1292. [CrossRef] [PubMed]
2. Escalada, X.; Fabrega, X.; Diaz, N.; Sanclemente, G.; Gómez, X.; Villena, O. Programa de Reanimación Cardiopulmonar Orientado a Centros de Enseñanza Secundaria (PROCES): Conclusiones tras 5 años de experiencia. *Emerg. Rev. Soc. Española Med. Urgenc. Emerg.* **2008**, *20*, 229–236.
3. Sesma, J.; Miró, Ò. Urgencias y emergencias: Al servicio del ciudadano. *An. Sist. Sanit. Navar.* **2010**, *33*, 5–6. [CrossRef]
4. SAMUR—Protección Civil—Formación a la ciudadanía: Alertante y Primer Respondiente—Ayuntamiento de Madrid [Internet]. Available online: <https://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/Samur/SAMUR-Proteccion-Civil/?vgnextfmt=default&vgnextoid=c88fcdb1bffa010VgnVCM100000d90ca8c0RCRD&vgnnextchannel=84516c77e7d2f010VgnVCM1000000b205a0aRCRD&idCapitulo=10276015> (accessed on 7 September 2023).
5. Miró, Ò.; Díaz, N.; Escalada, X.; Pérez Pueyo, F.J.; Sánchez, M. Revisión de las iniciativas llevadas a cabo en España para implementar la enseñanza de la reanimación cardiopulmonar básica en las escuelas. *An. Sist. Sanit. Navar.* **2012**, *35*, 477–486. [CrossRef]
6. SEMES XCN. En 2022. Available online: <https://www.semes.org/vigo-batira-el-record-en-formacion-de-ninos-en-rqp-en-el-congreso-nacional-de-medicina-de-urgencias-y-emergencias/> (accessed on 10 October 2023).
7. Greif, C.; Lockey, A.; Conaghan, P.; Lippert, A.; Vries, W.; Monsieurs, K. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 10. Education and implementation of resuscitation. *Resuscitation* **2015**, *95*, 288–301. [CrossRef] [PubMed]
8. Greif, R.; Lockey, A.; Breckwoldt, J.; Carmona, F.; Conaghan, P.; Kuzovlev, A.; Pflanzl-Knizacek, L.; Sari, F.; Shammet, S.; Scapigliati, A.; et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Education for resuscitation. *Resuscitation* **2021**, *161*, 388–407. [CrossRef] [PubMed]
9. Semeraro, F.; Monesi, A.; Gordini, G.; Del Giudice, D.; Imbriaco, G. Kids Save Lives: A blended learning approach to improve engagement of schoolchildren. *Resuscitation* **2023**, *182*, 109675. [CrossRef] [PubMed]
10. Iglesias, A.; Martín, Y.; Hernández, A. Evaluación de la competencia digital del alumnado de Educación Primaria. *Rev. De Investig. Educ.* **2023**, *41*, 33–50. [CrossRef]
11. Tomala-Gonzales, J.; Guaman-Quinche, J.; Guaman-Quinche, E.; Chamba-Zaragocin, W.; Mendoza-Betancourt, S. Serious Games: Review of methodologies and Games engines for their development. In Proceedings of the 15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), Sevilla, Spain, 4–27 June 2020; pp. 1–6.
12. Nacke, L.E.; Drachen, A.; Goebel, S. Methods for Evaluating Gameplay Experience in a Serious Gaming Context. IACSS [Internet]. 2010; Volume 9. Available online: <https://research.cbs.dk/en/publications/methods-for-evaluating-gameplay-experience-in-a-serious-gaming-co> (accessed on 10 October 2023).
13. Botto-Tobar, M.; Zambrano Vizuete, M.; Montes León, S.; Torres-Carrión, P.; Durakovic, B. Applied Technologies. In Proceedings of the 4th International Conference, ICAT 2022, Quito, Ecuador, 23–25 November 2022; Revised Selected Papers, Part I [Internet]; Springer Nature: Cham, Switzerland, 2023. (Communications in Computer and Information Science; Vol. 1755). Available online: <https://link.springer.com/10.1007/978-3-031-24985-3> (accessed on 10 October 2023).
14. Nobao Carrasco, G.N. Diseño de un Serious Game Para Concientizar a Niños de Educación Básica Sobre el Bullying [Internet]. [Bachelorthesis]. Riobamba. 2021. Available online: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/7790> (accessed on 10 October 2023).
15. Rodríguez Carranza, Y.V. Diseño de Serious Game para la enseñanza de la Responsabilidad Social en la Educación Superior. *Docencia Univ.* **2018**, 156–175. [CrossRef]
16. Carreras Planas, C. Del Homo Ludens a la gamificación. Quaderns de Filosofia [Internet]. 21 de mayo de 2017. Volume 4. Available online: <https://ojs.uv.es/index.php/qfilosofia/article/view/9461> (accessed on 10 October 2023).
17. Newley, A.; Deniz, H.; Kaya, E.; Yesilyurt, E. Engaging Elementary and Middle School Students in Robotics through Hummingbird Kit with Snap! Visual Programming Language. *Joltida* **2016**, *2016*, 20–26.
18. Marchiori, E.; Ferrer, G.; Fernández Manjón, B.; Povar Marco, J.; Suberviola González, J.F.; Giménez Valverde, A. Instrucción en maniobras de soporte vital básico mediante videojuegos a escolares: Comparación de resultados frente a un grupo control. *Emerg. Rev. Soc. Española Med. Urgenc. Y Emerg.* **2012**, *24*, 433–437.
19. Espinosa, C.C.; Caballero, S.N.; Rodríguez, L.J.; Castejón-Mochón, J.F.; Melgarejo, F.S.; Martínez, C.M.S.; López, C.A.L.; Ríos, M.P. Estudio Aleatorizado de Formación en Reanimación Cardiopulmonar en 2.225 Alumnos: ¿Se Pueden Sustituir las Clases por Videos? EMERGENCIAS [Internet]. 22 de Diciembre de 2017; Volume 30. Available online: <https://emergenciasojs.portalsemes.org/index.php/emergencias/article/view/524> (accessed on 10 October 2023).
20. Marín Díaz, V.; García Fernández, M.D. Los Videojuegos su Capacidad Didáctico-Formativa. Video Games and Their Didactic-Formative Capacity [Internet]. 2005. Available online: <https://idus.us.es/handle/11441/45606> (accessed on 10 October 2023).
21. Pérez Rubio, M.T.; González Ortiz, J.J.; López Guardiola, P.; Alcázar Artero, P.M.; Soto Castellón, M.B.; Ocampo Cervantes, A.B.; Ríos, M.P. Realidad Virtual para Enseñar Reanimación Cardiopulmonar en el Grado de Educación Primaria: Estudio comparativo. RIED Revista Iberoamericana de Educación a Distancia [Internet]. 2023. Available online: <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/252752> (accessed on 10 October 2023).

22. Creutzfeldt, J.; Hedman, L.; Heinrichs, L.; Youngblood, P.; Felländer-Tsai, L. Cardiopulmonary resuscitation training in high school using avatars in virtual worlds: An international feasibility study. *J. Med. Internet Res.* **2013**, *15*, e9. [CrossRef] [PubMed]
23. Mendoza López, M.; Pérez Rubio, M.T.; Truque Díaz, C.; Pardo Ruiz, M. Enfermera Comunitaria Escolar e Innovación Docente para Enseñar Reanimación Cardiopulmonar en la Escuela a Través de una Flipped Classroom. *Aten Primaria* [Internet]. 1 de Junio de 2023. Volume 55. Available online: <https://www.elsevier.es/es-revista-atencion-primaria-27-articulo-enfermera-comunitaria-escolar-e-innovacion-S0212656723000872> (accessed on 10 October 2023).
24. López Raventós, C. El videojuego como herramienta educativa. Posibilidades y problemáticas acerca de los serious games. *Apert. Rev. Innovación Educ.* **2016**, *8*, 136–151.
25. Semeraro, F.; Greif, R.; Böttiger, B.W.; Burkart, R.; Cimpoesu, D.; Georgiou, M.; Yeung, J.; Lippert, F.; Lockey, A.S.; Olasveengen, T.M.; et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Systems saving lives. *Resuscitation* **2021**, *161*, 80–97. [CrossRef] [PubMed]
26. Semeraro, F.; Frisoli, A.; Ristagno, G.; Loconsole, C.; Marchetti, L.; Scapigliati, A.; Pellis, T.; Grieco, N.; Cerchiari, E.L. Relive: A serious game to learn how to save lives. *Resuscitation* **2014**, *85*, e109–e110. [CrossRef] [PubMed]
27. Schroeder, D.C.; Semeraro, F.; Greif, R.; Bray, J.; Morley, P.; Parr, M.; Nakagawa, N.K.; Iwami, T.; Finke, S.-R.; Hansen, C.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. [CrossRef] [PubMed]

Disclaimer/Publisher’s Note: The statements, opinions and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of MDPI and/or the editor(s). MDPI and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions or products referred to in the content.

