



UNIVERSITAT  
ROVIRA I VIRGILI

Facultat d'Infermeria

# Formación en ventilación mecánica para enfermería: aplicación de la realidad virtual para el desarrollo de competencias clínicas

**Autor**

Shengjiang Ye

**Tutor**

Adrian Almazor

**Asignatura**

Trabajo de fin de máster

**Curso**

2023 – 2024

**Lugar y fecha**

En Barcelona, a 26 de febrero de 2024

## **Agradecimientos**

Antes de nada, quisiera expresar mi más profundo y sincero agradecimiento a todas las personas que han hecho posible la realización de este Trabajo de Fin de Máster. Este proyecto no solo representa un hito académico, sino también un viaje personal de aprendizaje y crecimiento.

En primer lugar, deseo agradecer al equipo de cirugía del Hospital Sant Joan de Déu. Desde el primer momento en que fui ingresado, recibí una atención excepcional y un cuidado médico de primera calidad. Su profesionalismo y dedicación no solo facilitaron mi recuperación física, sino que también me brindaron el ánimo y la confianza necesarios para continuar con mis estudios. A todos los cirujanos, anestesistas y sobre todo al personal de enfermería, mi más profundo agradecimiento por su labor incansable y su apoyo incondicional.

Especialmente, quiero destacar el apoyo invaluable de mi tutor de TFM, Adrián Almazor. Desde el inicio de este proyecto, sus consejos precisos y su vasto conocimiento han sido fundamentales para la realización de este trabajo. Con su orientación, he aprendido a utilizar de manera efectiva todas las herramientas y metodologías adquiridas durante el máster. Su paciencia, compromiso y constante estímulo me han permitido superar obstáculos y alcanzar metas que parecían inalcanzables. Por todo esto, le estoy eternamente agradecido.

A mi familia, por su amor incondicional y su apoyo inquebrantable durante todo este proceso. Sus palabras de aliento y su fe en mis capacidades me han motivado a seguir adelante incluso en los momentos más difíciles.

Finalmente, agradezco a todas las instituciones y personas que de una u otra manera contribuyeron a la culminación de este trabajo. Este TFM es un reflejo del esfuerzo colectivo y propio.

# Índice

<b>1. Resumen</b> .....	1
1.1. Abstract .....	3
<b>2. Introducción/Justificación</b> .....	4
2.1. Introducción .....	4
3.1. Justificación .....	6
<b>3. Marco conceptual</b> .....	7
3.1. Evolución de la enfermería y la tecnología. ....	7
3.2. Aplicación de la realidad virtual en la enseñanza de la enfermería: .....	9
3.2.1. Desarrollo histórico de la realidad virtual en la educación. ....	9
3.2.2. Principios pedagógicos de la realidad virtual. ....	9
3.2.3. Beneficios y desafíos de la realidad virtual en la enseñanza clínica. ....	10
3.3. Ventilación mecánica en el cuidado de la salud:.....	10
3.4. Realidad virtual y ventilación mecánica: .....	11
3.4.1. Integración de la RV en la formación de ventilación mecánica. ....	11
3.4.2. SV y su impacto en el aprendizaje de habilidades clínicas. ....	12
3.4.3. Evaluación del aprendizaje y competencias a través de la RV. ....	12
3.5. Implicaciones futuras y extensión a otras áreas de formación en salud: .....	12
3.5.1. Potencial de la realidad virtual en diferentes áreas de la enfermería.....	13
3.5.2. Contribución al desarrollo profesional y mejora en la atención sanitaria. ....	13
<b>4. Antecedentes</b> .....	14
<b>5. Estrategia de búsqueda</b> .....	16
<b>6. Aportaciones e interés del estudio actual</b> .....	18
<b>7. Pregunta de investigación e hipótesis</b> .....	18
<b>8. Objetivos</b> .....	19

8.1.	Objetivo general.....	19
8.2.	Objetivo específico .....	20
9.	<b>Metodología</b> .....	20
9.1.	Diseño de estudio.....	20
9.2.	Población y muestra.....	21
9.2.1.	Población de estudio.....	21
9.2.2.	Estrategia de muestreo y criterios de inclusión/exclusión .....	21
9.2.3.	Tamaño muestral.....	23
9.3.	Unidades de observación .....	26
9.4.	Variables.....	27
9.4.1.	Variables independientes .....	27
9.4.2.	Variables dependientes .....	29
9.4.3.	Variables de control .....	30
9.4.4.	Variables sociodemográficas .....	31
9.4.5.	Variables moderadoras.....	32
9.5.	Instrumentos.....	33
9.5.1.	Evaluación del conocimiento teórico: .....	34
9.5.2.	Evaluación de la incidencia de complicaciones asociadas a la ventilación mecánica:.....	35
9.5.3.	Análisis de la satisfacción y autoeficacia del personal de enfermería:.....	36
9.6.	Recogida de datos .....	37
9.6.1.	Solicitud de aprobación por parte del Comité de Ética de Investigación Clínica (CEIC).....	37
9.6.2.	Reclutamiento de participantes.....	37
9.6.3.	Formación y capacitación del personal de recogida de datos.....	37
9.6.4.	Proceso de recogida de datos.....	38
9.6.5.	Almacenamiento y protección de datos.....	39
9.7.	Procedimiento de análisis .....	39

9.7.1.	Análisis descriptivo .....	39
9.7.2.	Análisis inferencial.....	39
9.7.3.	Significancia estadística .....	40
9.7.4.	Procedimientos de validación y consistencia .....	40
10.	<b>Presupuesto</b> .....	40
11.	<b>Cronograma para el desarrollo del estudio</b> .....	43
11.1.	Diseminación de resultados .....	46
12.	<b>Implicaciones éticas</b> .....	47
13.	<b>Limitaciones del estudio</b> .....	48
14.	<b>Bibliografía</b> .....	50
15.	<b>Anexos</b> .....	53
15.1.	Anexo 1. Calculo estimado de tamaño muestral de personal de enfermería ...	53
15.2.	Anexo 2. Calculo estimado de tamaño muestral de pacientes .....	54
15.3.	Anexo 3. Instrumento de evaluación sobre datos sociodemográficos .....	55
15.4.	Anexo 4. Instrumento de evaluación sobre conocimiento teórico.....	56
15.5.	Anexo 5. Cuestionario de evaluación sobre conocimientos en el manejo de ventilación mecánica en médicos residentes.....	58
15.6.	Anexo 6. Instrumento de recogida de incidencia de complicaciones relacionadas con la ventilación mecánica .....	64
15.7.	Anexo 7. Encuesta de satisfacción y escala de autoeficacia para el personal de enfermería .....	65
15.8.	Anexo 8. Instrumento de recogida de datos clínicos .....	66
15.9.	Anexo 9. Propuesta de artículo para presentación a congreso.....	67
15.10.	Anexo 10. Consentimiento informado para participación en investigación ....	79
15.11.	Anexo 11. Hoja de Información.....	81
15.12.	Anexo 12. Formato de solicitud al comité de ética de la investigación.....	83

## **1. Resumen**

Este estudio tiene como objetivo evaluar la eficacia de un programa de formación en ventilación mecánica para enfermería, utilizando la realidad virtual (VR) como herramienta principal. La realidad virtual se ha propuesto como una tecnología innovadora que puede mejorar la adquisición de competencias clínicas críticas, proporcionando un entorno inmersivo y práctico para el aprendizaje.

El estudio adopta un diseño experimental con grupos control e intervención, abarcando fases desde la preparación inicial hasta la diseminación de los resultados. La población objetivo incluye enfermeros y pacientes de unidades de cuidados intensivos del hospital universitario Bellvitge. Se utilizará un muestreo estratificado aleatorio para seleccionar a los participantes.

El programa de formación en VR será comparado con métodos tradicionales de capacitación, evaluando tanto el conocimiento teórico como la competencia práctica en ventilación mecánica. Se desarrollaron instrumentos de medida específicos para recoger datos sociodemográficos, evaluar el conocimiento teórico y la práctica clínica, y documentar la incidencia de complicaciones relacionadas con la ventilación mecánica.

Se espera que la formación en realidad virtual conduzca a una mejora significativa en las competencias clínicas de los enfermeros, reflejada en una reducción de la duración de la estancia en la UCI, un mayor éxito en el destete de la ventilación mecánica y una menor incidencia de complicaciones como neumonía asociada al ventilador, barotrauma, volutrauma, atelectasia, y fibrosis pulmonar.

Se garantizará la protección y el respeto hacia los participantes mediante la obtención de consentimientos informados, asegurando la confidencialidad y el manejo adecuado de los datos. El estudio seguirá las directrices éticas establecidas por un comité de ética y las normativas aplicables.

Las posibles limitaciones incluyen la dependencia de la tecnología de VR, la homogeneidad de la muestra y el corto período de seguimiento post-formación. Estos factores podrían influir en la interpretación y generalización de los resultados.

Este estudio pretende aportar evidencia sobre la efectividad de la realidad virtual en la formación de enfermería en ventilación mecánica. Los resultados esperados podrían proporcionar una nueva comprensión de cómo esta tecnología puede mejorar la educación en enfermería, optimizando la atención al paciente en entornos críticos de salud.

**Palabras clave:** realidad virtual, formación en enfermería, ventilación mecánica, competencias clínicas, cuidados intensivos.

## **1.1. Abstract**

This study aims to evaluate the effectiveness of a mechanical ventilation training program for nursing, using virtual reality (VR) as the primary tool. Virtual reality is proposed as an innovative technology that can enhance the acquisition of critical clinical competencies by providing an immersive and practical learning environment.

The study adopts an experimental design with control and intervention groups, covering phases from initial preparation to the dissemination of results. The target population includes nurses and patients from intensive care units at the Bellvitge University Hospital. Stratified random sampling will be used to select participants.

The VR training program will be compared with traditional training methods, evaluating both theoretical knowledge and practical competence in mechanical ventilation. Specific measurement instruments were developed to collect sociodemographic data, assess theoretical knowledge and clinical practice, and document the incidence of complications related to mechanical ventilation.

It is expected that VR training will lead to a significant improvement in the clinical competencies of nurses, reflected in a reduced length of ICU stay, higher success rates in mechanical ventilation weaning, and a lower incidence of complications such as ventilator-associated pneumonia, barotrauma, volutrauma, atelectasis, and pulmonary fibrosis.

Participant protection and respect will be ensured by obtaining informed consent, maintaining confidentiality, and properly handling data. The study will follow ethical guidelines established by an ethics committee and applicable regulations.

Potential limitations include the dependence on VR technology, the homogeneity of the sample, and the short post-training follow-up period. These factors may influence the interpretation and generalization of the results.

This study aims to provide evidence on the effectiveness of virtual reality in nursing training for mechanical ventilation. The expected results could offer a new understanding of how this technology can enhance nursing education, optimizing patient care in critical health settings.

**Keywords:** virtual reality, nursing education, mechanical ventilation, clinical competencies, intensive care.

## **2. Introducción/Justificación**

### **2.1. Introducción**

La enfermería, en los últimos años, ha experimentado una evolución notable en su enfoque y práctica, influido en gran medida por los avances tecnológicos y los cambios en las necesidades de salud de la población. Históricamente, la enfermería ha sido una profesión que se ha adaptado y respondido a los desafíos emergentes de la atención sanitaria. En este contexto, la incorporación de prácticas basadas en evidencia y la integración de tecnologías de la información en la atención de enfermería han ganado una importancia creciente (1).

Con la llegada de nuevas tecnologías, la enfermería ha tenido que adaptarse a un entorno de trabajo digitalizado. Esto ha incluido la integración de registros electrónicos de salud, teleasistencia, y otras herramientas tecnológicas para mejorar la eficiencia y efectividad en la atención al paciente. Esta transformación digital ha requerido una actualización en la formación de enfermeras, enfocándose en habilidades tecnológicas y de manejo de información. En línea con estos cambios, las organizaciones de enfermería han desarrollado directrices para la educación en enfermería, enfatizando la importancia de los determinantes sociales de la salud (SDOH) y la salud poblacional en los currículos. La educación en enfermería ahora se orienta hacia un enfoque basado en competencias, con énfasis en la colaboración interprofesional, políticas de salud equitativas, y el uso de tecnologías de información y comunicación. Esta orientación hacia una educación basada en competencias refleja una respuesta a las necesidades emergentes en la práctica de enfermería y el deseo de las enfermeras de recibir formación adicional en estos temas (2).

Tras reconocer la evolución histórica de la enfermería y su adaptación a las nuevas tecnologías, en particular en el ámbito de la ventilación mecánica, es esencial profundizar en cómo estas innovaciones, especialmente la realidad virtual, están redefiniendo la formación en este campo específico. La integración de la realidad virtual en la educación de enfermería no solo responde a una evolución tecnológica, sino que también refleja un

cambio en la metodología pedagógica, orientada hacia un aprendizaje más interactivo e inmersivo. Este enfoque moderno no solo mejora la comprensión teórica, sino que también prepara a los estudiantes para los desafíos prácticos de la atención al paciente en situaciones críticas. Con esta premisa, es fundamental explorar más a fondo cómo esta transformación está impactando la calidad de la formación en ventilación mecánica y, por extensión, la atención al paciente en situaciones de insuficiencia respiratoria (3).

La evolución de la formación en ventilación mecánica para profesionales de enfermería ha experimentado una transformación notable en los últimos años, marcada por la integración de la realidad virtual. Esta tecnología avanzada ha sido fundamental en el tratamiento de pacientes con insuficiencia respiratoria aguda, siendo imprescindible para el personal de enfermería comprender detalladamente sus principios y técnicas. Los modos ventilatorios básicos como IPPV, SIMV, CPAP y BIPAP, tradicionalmente han formado la base de esta formación especializada, pero ahora se complementan con un enfoque práctico e interactivo proporcionado por la realidad virtual (4).

La realidad virtual se ha integrado en la educación de enfermería como una herramienta efectiva que mejora tanto el conocimiento teórico como las habilidades prácticas en ventilación mecánica. Los programas educativos en esta área ahora incluyen Aprendizaje Basado en Problemas, con sistemas de vídeo interactivo y contenido multimedia. Este enfoque inmersivo permite a los estudiantes enfrentarse a diversas situaciones prácticas, simulando desafíos reales que pueden surgir en su práctica profesional, como la prevención y manejo de complicaciones asociadas a la ventilación mecánica y la intubación orotraqueal. Además, la incorporación de la realidad virtual en la formación de enfermería ha mostrado ser efectiva en mejorar la calidad de enseñanza y la seguridad del paciente. La realidad virtual en la educación de enfermería sobresale en comparación con métodos tradicionales, mejorando el conocimiento teórico de los estudiantes. La naturaleza inmersiva y participativa de la realidad virtual facilita un aprendizaje interactivo, ofreciendo a los estudiantes una experiencia cercana a la realidad clínica sin poner en riesgo a los pacientes (5).

### **3.1. Justificación**

La transición hacia un enfoque de educación más dinámico y tecnológicamente avanzado en la enfermería, en particular en la formación de ventilación mecánica, plantea la necesidad de una evaluación exhaustiva de estas metodologías innovadoras. Mientras que la incorporación de la realidad virtual ha mostrado ser prometedora en la mejora del conocimiento y las habilidades prácticas, es imperativo justificar su adopción a través de una investigación rigurosa. Esta necesidad se hace aún más apremiante ante la creciente prevalencia de enfermedades respiratorias complejas y críticas, subrayando la importancia de preparar adecuadamente a los profesionales de la salud para enfrentar estos desafíos. Por lo tanto, la justificación de este proyecto radica en explorar la efectividad de la realidad virtual en la formación de habilidades de ventilación mecánica, un área esencial en la atención de pacientes críticos. Esta área es de particular interés debido a su relevancia en el cuidado de pacientes con condiciones respiratorias complejas. La realidad virtual se presenta como una herramienta educativa innovadora y prometedora, que supera los límites de los enfoques convencionales, proporcionando una plataforma avanzada y dinámica que puede simular situaciones clínicas reales sin riesgo para los pacientes.

La importancia de este estudio se ve reforzada por datos estadísticos y estudios relevantes, como aquellos publicados en BMC Medical Education y BMC Nursing, que demuestran cómo la implementación de la realidad virtual en la educación de enfermería mejora significativamente el conocimiento teórico y las habilidades prácticas de los estudiantes en comparación con los métodos de enseñanza tradicionales. Estos avances son cruciales en un contexto donde las enfermedades respiratorias complejas y críticas son cada vez más prevalentes. Además, la capacidad de la realidad virtual para ofrecer un aprendizaje inmersivo y experiencial es fundamental para preparar a los enfermeros para enfrentar desafíos clínicos reales, lo que resulta esencial para mejorar la seguridad y la calidad del cuidado del paciente (5,6).

El proyecto busca evaluar la eficacia de un programa de formación en realidad virtual en la mejora de habilidades de ventilación mecánica en enfermeras, comparando los resultados con métodos de capacitación convencionales y determinando el impacto de esta formación mejorada en los resultados clínicos de los pacientes. La metodología empleada en la

investigación incluirá un diseño experimental, donde se compararán las competencias adquiridas por un grupo de enfermeras capacitadas mediante realidad virtual con otro grupo formado por métodos tradicionales, evaluándolas a través de pruebas prácticas y teóricas.

Se espera que el proyecto aporte evidencia sobre la eficacia de la realidad virtual como herramienta de formación en enfermería, mejorando las competencias clínicas en ventilación mecánica y llevando a una práctica más segura, una reducción de errores y una mejora en la atención al paciente. Además, los hallazgos de esta investigación podrían ser aplicables a otras áreas de formación en salud, ampliando su impacto en la educación sanitaria y la práctica clínica. Por lo tanto, este estudio no solo contribuye al desarrollo profesional de los enfermeros, sino que también tiene el potencial de impactar positivamente en los resultados de salud de los pacientes que requieren cuidados respiratorios especializados, marcando un paso hacia el futuro de la educación médica y proporcionando un aprendizaje más dinámico y eficaz.

Con el objetivo en vista, a continuación, se delinearán el marco conceptual de esta investigación sobre la aplicación de la realidad virtual en la educación de enfermería, enfocándonos particularmente en la ventilación mecánica. Esta sección explorará, de manera gradual, desde las bases teóricas generales hasta los detalles más específicos y relevantes de la temática, abarcando tanto el desarrollo tecnológico como las implicaciones pedagógicas de la realidad virtual en el ámbito de la enfermería. Este marco conceptual nos permitirá una comprensión integral de cómo las innovaciones tecnológicas están redefiniendo la formación y práctica de los profesionales de enfermería en contextos críticos de atención a la salud.

### **3. Marco conceptual**

#### **3.1. Evolución de la enfermería y la tecnología.**

La evolución de la enfermería, impulsada por avances tecnológicos significativos, ha redefinido tanto la práctica clínica como la formación de los profesionales de enfermería. La digitalización ha jugado un papel crucial en este cambio, transformando la manera en que se accede y maneja la información del paciente. Los registros electrónicos de salud

(EHR), que se han generalizado en los sistemas de salud, facilitan un acceso rápido y eficiente a la información del paciente, lo que ha reducido drásticamente la necesidad de manejar extensos archivos en papel y ha mejorado la eficiencia y calidad del cuidado al paciente (7).

La integración de tecnologías portátiles, camas inteligentes, mejoras en la comunicación entre profesionales de la salud y la teleasistencia, ha marcado un cambio significativo en la práctica de la enfermería. Las tecnologías portátiles, como los monitores que permiten una supervisión constante de los signos vitales, otorgan a los enfermeros la capacidad de monitorizar a los pacientes de manera eficiente y rápida. Las camas inteligentes han mejorado la prevención de complicaciones, como las úlceras por presión, al monitorizar continuamente el peso y el movimiento del paciente. La comunicación entre los profesionales de la salud se ha agilizado gracias a herramientas colaborativas y de mensajería instantánea, facilitando la coordinación del cuidado y la transferencia de información entre departamentos. Por otro lado, la teleasistencia ha abierto nuevas vías para la gestión de la salud a largo plazo, permitiendo a los enfermeros brindar orientación y supervisión a los pacientes a distancia, mejorando así el acceso a la atención médica, especialmente para aquellos en áreas remotas o con movilidad limitada (8).

Estos avances tecnológicos han influenciado la formación de enfermeros, integrando la tecnología en el aprendizaje y la práctica clínica. La educación en enfermería ha tenido que adaptarse a estos cambios, enfocándose en habilidades tecnológicas y de manejo de la información para preparar a los enfermeros para trabajar eficientemente en un entorno clínico cada vez más tecnológico (7,8).

La evolución tecnológica en la enfermería ha traído consigo mejoras significativas en la eficiencia, la precisión y la calidad de la atención al paciente, al mismo tiempo que ha planteado nuevos desafíos y oportunidades en la formación de enfermeros. La incorporación de estas tecnologías en la práctica diaria de la enfermería no solo ha mejorado la atención al paciente, sino que también ha abierto el camino para futuras innovaciones en el campo de la salud (8).

### **3.2. Aplicación de la realidad virtual en la enseñanza de la enfermería:**

Tras examinar la evolución de la enfermería y el impacto transformador de la tecnología en la práctica y formación de enfermería, el próximo paso es explorar cómo la realidad virtual se está aplicando en la educación de enfermería. Este avance representa un salto hacia un enfoque educativo más inmersivo e interactivo, alineado con las tendencias tecnológicas contemporáneas. La realidad virtual, una tecnología que hasta hace poco parecía reservada para campos como el entretenimiento o la ingeniería, ahora se encuentra en el aula, ofreciendo nuevas oportunidades y desafíos en el aprendizaje y desarrollo de habilidades clínicas esenciales.

#### **3.2.1. Desarrollo histórico de la realidad virtual en la educación.**

El uso de la realidad virtual en la educación de enfermería ha evolucionado significativamente, desde sus primeras aplicaciones como una herramienta tecnológica novedosa hasta convertirse en un componente integral en la formación de enfermeros. Inicialmente, la realidad virtual fue utilizada para simular entornos complejos en campos como la medicina y la aviación. Con el tiempo, su aplicación se extendió a la educación de enfermería, proporcionando un entorno de aprendizaje seguro y controlado donde los estudiantes pueden practicar y perfeccionar habilidades clínicas sin riesgos para los pacientes reales. Esta evolución refleja la necesidad creciente de métodos de enseñanza innovadores y accesibles que respondan a las demandas de un entorno de salud en constante cambio (9).

#### **3.2.2. Principios pedagógicos de la realidad virtual.**

Los principios pedagógicos que sustentan el uso de la realidad virtual en la educación de enfermería se basan en la creación de experiencias de aprendizaje inmersivas y participativas. La realidad virtual ofrece una plataforma donde los estudiantes pueden sumergirse en escenarios clínicos realistas, lo que facilita el desarrollo de habilidades técnicas y de toma de decisiones en un entorno seguro. Este enfoque pedagógico no solo mejora la comprensión teórica, sino que también prepara a los estudiantes para aplicar estos conocimientos en situaciones prácticas, promoviendo un aprendizaje más profundo y

significativo. La transición del desarrollo histórico de la realidad virtual a su aplicación pedagógica refleja un enfoque más centrado en el estudiante, adaptándose a las necesidades de aprendizaje individuales y mejorando la calidad de la educación en enfermería (5).

### **3.2.3. Beneficios y desafíos de la realidad virtual en la enseñanza clínica.**

Los beneficios de la realidad virtual en la enseñanza clínica son notables, incluyendo la mejora en el conocimiento teórico y las habilidades prácticas de los estudiantes de enfermería. Las simulaciones de realidad virtual proporcionan un entorno de aprendizaje interactivo y envolvente, lo que ha demostrado ser eficaz en mejorar la retención de conocimientos y el desarrollo de habilidades clínicas. Además, la realidad virtual ha mostrado aumentar la satisfacción y la motivación de los estudiantes, lo que contribuye a una experiencia de aprendizaje más atractiva y eficaz. Sin embargo, existen desafíos en la implementación de la realidad virtual, como la necesidad de recursos tecnológicos adecuados y la formación del personal docente en el uso de estas herramientas. Además, la variabilidad en la calidad y el diseño de las simulaciones de realidad virtual puede afectar la efectividad de esta tecnología educativa. Por lo tanto, la realidad virtual, mientras ofrece un potencial considerable para la educación en enfermería, requiere un enfoque cuidadoso en su implementación para maximizar sus beneficios y superar sus limitaciones (6).

### **3.3. Ventilación mecánica en el cuidado de la salud:**

Tras explorar la aplicación de la realidad virtual en la educación de enfermería, enfocamos ahora nuestra atención en un aspecto crítico del cuidado de la salud: la ventilación mecánica.

La ventilación mecánica juega un papel vital en el cuidado de la salud, particularmente en el tratamiento de pacientes con insuficiencia respiratoria aguda. Esta técnica es fundamental en situaciones críticas, como el fallo respiratorio hipóxico o hipercápnico, donde es necesario asegurar la oxigenación y la eliminación de dióxido de carbono del cuerpo. La ventilación mecánica se utiliza comúnmente en situaciones de emergencia, incluyendo casos de disminución del nivel de conciencia con incapacidad para proteger la vía aérea,

insuficiencia respiratoria que no responde a la ventilación positiva no invasiva, hemoptisis masiva, angioedema severo, quemaduras en la vía aérea, paro cardíaco y shock (10).

El manejo efectivo de la ventilación mecánica implica una comprensión profunda de los principios de la fisiología respiratoria y los mecanismos de la ventilación. Los parámetros clave en la configuración de un ventilador mecánico incluyen la tasa respiratoria, la frecuencia del flujo inspiratorio, la fracción de oxígeno inspirado y la presión positiva al final de la espiración. El ajuste de estos parámetros debe hacerse con cuidado para evitar lesiones asociadas con la ventilación mecánica. Dentro de los modos de ventilación, los más comunes son el control de asistencia, el soporte de presión, la ventilación mandatoria intermitente sincronizada y la ventilación con liberación de presión en las vías respiratorias. Cada uno de estos modos tiene aplicaciones específicas y debe ser seleccionado en función de las necesidades del paciente y los objetivos clínicos (10).

La ventilación mecánica, aunque es una medida de soporte vital, no está exenta de complicaciones. Los riesgos incluyen lesiones pulmonares asociadas al ventilador y eventos asociados al ventilador, que pueden ser mitigados a través de estrategias como la minimización de la sedación, ensayos de respiración espontánea y estrategias conservadoras de fluidos y transfusión. Además, la ventilación mecánica puede tener efectos hemodinámicos significativos, como cambios en la presión intratorácica que afectan la precarga y poscarga ventricular (11).

### **3.4. Realidad virtual y ventilación mecánica:**

Habiendo explorado la importancia y los fundamentos de la ventilación mecánica en el cuidado de la salud, nos adentramos ahora en un terreno donde la innovación tecnológica se encuentra con la práctica clínica: la integración de la realidad virtual en la formación sobre ventilación mecánica.

#### **3.4.1. Integración de la realidad virtual en la formación de ventilación mecánica.**

La integración de la realidad virtual en la enseñanza de la ventilación mecánica supone una revolución en la formación de enfermería. Esta tecnología proporciona un entorno simulado altamente realista donde los estudiantes pueden practicar procedimientos de ventilación

mecánica. Estas simulaciones permiten a los estudiantes experimentar con una variedad de situaciones clínicas, desde casos rutinarios hasta emergencias complejas. La realidad virtual ofrece un medio para practicar habilidades esenciales en un entorno seguro, sin los riesgos asociados con los pacientes reales, lo cual es crucial para desarrollar la confianza y la competencia en técnicas de ventilación mecánica (4,12).

### **3.4.2. Simulación virtual y su impacto en el aprendizaje de habilidades clínicas.**

Las simulaciones de realidad virtual en la formación de ventilación mecánica no solo mejoran la autoeficacia y la capacidad de razonamiento clínico de los estudiantes, sino que también aumentan su inmersión y satisfacción con el aprendizaje. Estas simulaciones interactivas permiten a los estudiantes practicar la gestión de alarmas en pacientes ventilados mecánicamente y tomar decisiones críticas en tiempo real. El aprendizaje a través de la realidad virtual proporciona una experiencia más profunda, permitiendo a los estudiantes ajustar los parámetros de ventilación y observar los efectos en tiempo real, lo que refuerza la comprensión de los conceptos fundamentales de la ventilación mecánica (4).

### **3.4.3. Evaluación del aprendizaje y competencias a través de la realidad virtual.**

La evaluación del aprendizaje en la formación sobre ventilación mecánica mediante la realidad virtual permite a los instructores medir de manera efectiva la competencia de los estudiantes. Las plataformas de realidad virtual, ofrecen herramientas de evaluación que monitorean el desempeño y la toma de decisiones de los estudiantes en un entorno simulado. Estas evaluaciones son cruciales para garantizar que los estudiantes de enfermería estén adecuadamente preparados para aplicar estas habilidades en la práctica clínica. La capacidad de ajustar características de los pacientes y crear escenarios clínicos complejos en las simulaciones permite a los instructores evaluar y refinar las habilidades de los estudiantes en un entorno controlado y seguro (4,12).

### **3.5. Implicaciones futuras y extensión a otras áreas de formación en salud:**

El examen detallado de la integración de la realidad virtual en la enseñanza de la ventilación mecánica en enfermería nos lleva a considerar las futuras implicaciones de esta

tecnología en el ámbito de la salud. La realidad virtual puede contribuir al desarrollo profesional continuo y a la mejora de la atención sanitaria en general, abriendo nuevas fronteras en la formación médica y en la práctica clínica.

### **3.5.1. Potencial de la realidad virtual en diferentes áreas de la enfermería.**

La realidad virtual, con su capacidad para crear entornos simulados realistas, presenta un potencial significativo para diversas áreas de la enfermería. Más allá de su aplicación en la enseñanza de la ventilación mecánica, esta tecnología puede ser utilizada para entrenar una amplia gama de habilidades clínicas. En áreas como la pediatría, la geriatría y la enfermería de emergencia, la realidad virtual puede simular situaciones específicas de cada especialidad, permitiendo a los estudiantes y profesionales practicar habilidades críticas en un entorno seguro y controlado. Por ejemplo, en la enfermería de emergencia, la realidad virtual puede recrear escenarios de alta presión donde los profesionales deben tomar decisiones rápidas y precisas. Esta tecnología también puede ser utilizada para mejorar las habilidades de comunicación con pacientes y familiares, un aspecto crucial en el cuidado compasivo y efectivo (5).

### **3.5.2. Contribución al desarrollo profesional y mejora en la atención sanitaria.**

La aplicación de la RV en la educación y capacitación de enfermería tiene el potencial de contribuir significativamente al desarrollo profesional y a la mejora en la atención sanitaria. Al ofrecer un aprendizaje más interactivo y atractivo, la realidad virtual puede aumentar la motivación y la satisfacción de los estudiantes y profesionales de enfermería, lo que se traduce en una mejor retención de conocimientos y habilidades. Además, esta tecnología permite una formación continua y actualizada en línea con los avances en cuidados de salud, garantizando que los profesionales de enfermería estén bien equipados para enfrentar los desafíos actuales y futuros en la atención al paciente. El uso de la RV en la capacitación puede mejorar la calidad de la atención al paciente al proporcionar a los enfermeros una formación más completa y versátil, preparándolos para responder de manera eficaz a una variedad de situaciones clínicas (5).

#### **4. Antecedentes**

Para poder entender mejor el trayecto de este estudio, también hay que conocer previamente estudios precursores. Cabe señalar un estudio clave desarrolló un programa de simulación de RV para la formación en ventilación mecánica y evaluó sus efectos. Este estudio utilizó un diseño cuasi-experimental con estudiantes de enfermería de cuarto año en Corea del Sur. Los resultados mostraron diferencias significativas en la autoeficacia y la capacidad de razonamiento clínico en el grupo que utilizó el programa de realidad virtual en comparación con el grupo de control. Además, la satisfacción y la inmersión en el aprendizaje fueron significativamente más altas en el grupo experimental. Esto demostró que el programa de simulación de RV tuvo un efecto positivo en la autoeficacia, la capacidad de razonamiento clínico y la satisfacción en el aprendizaje, siendo eficaz para mejorar la competencia en enfermería (5).

La implementación de la realidad virtual en la educación en enfermería también fue objeto de un análisis detallado en cuanto a su eficacia y viabilidad. Los estudios utilizaron diversas medidas cuantitativas y cualitativas para evaluar el impacto de la realidad virtual en el aprendizaje, incluyendo escalas de autoeficacia, motivación para aprender y satisfacción con el aprendizaje. Además, se realizaron evaluaciones económicas para comparar los costos y beneficios de la realidad virtual con los métodos de simulación basados en maniqués y pacientes simulados tradicionales. A pesar del aumento en el uso de simulaciones de enfermería de última generación con realidad virtual, todavía existía una escasez de estudios sobre escenarios inmersivos basados en dispositivos de visualización montados en la cabeza (HMD). Para aprovechar al máximo la realidad virtual, los diseñadores debieron considerar incluir dispositivos hápticos para practicar habilidades psicomotoras e incluir interacción social para enseñar habilidades blandas (5).

Otro estudio relevante fue una revisión sistemática y meta-análisis que evaluó la eficacia de la realidad virtual en la educación de enfermería. Esta investigación incluyó 12 estudios de intervenciones educativas utilizando realidad virtual, todos ellos ensayos controlados aleatorizados, con un total de 1167 participantes. El análisis reveló que la tecnología de realidad virtual era efectiva para mejorar el conocimiento teórico de los estudiantes en comparación con otros métodos tradicionales de enseñanza de enfermería. Sin embargo, se

observó una alta heterogeneidad entre los estudios incluidos. Este hallazgo sugirió que, aunque la realidad virtual es una herramienta prometedora, la variabilidad en su implementación y evaluación requería consideración cuidadosa (9).

Tras revisar los estudios relacionados con la aplicación de la realidad virtual en la educación de enfermería, especialmente en el área de la ventilación mecánica, se han identificado varias lagunas de conocimiento que podrían ser abordadas en tu estudio. En la revisión de estudios sobre la aplicación de la realidad virtual en la educación de enfermería, se identificaron varias lagunas de conocimiento. Se ha resaltado que la eficacia de la realidad virtual en la formación en ventilación mecánica, mostrando mejoras en la autoeficacia, razonamiento clínico y satisfacción de los estudiantes; sin embargo, su aplicabilidad general puede ser limitada por su enfoque cuasi-experimental y concentración geográfica en corea del sur. Adicionalmente, una revisión sistemática y meta-análisis reveló alta heterogeneidad entre los estudios de realidad virtual, sugiriendo la necesidad de más investigación sobre cómo diferentes enfoques de realidad virtual y contextos educativos afectan los resultados de aprendizaje. Además, existe una falta de estudios sobre la evaluación de habilidades prácticas y competencia clínica específicas para la ventilación mecánica en entornos clínicos reales, lo que incluye la eficacia de la realidad virtual para mejorar habilidades prácticas. Estas lagunas destacan la importancia de realizar investigaciones adicionales que incluyan diseños experimentales más rigurosos, como ensayos controlados aleatorizados, para fortalecer la evidencia sobre la efectividad de la realidad virtual en la educación de enfermería y su aplicabilidad en diferentes contextos y regiones. (6,9)

Continuando con el análisis de antecedentes relevantes para este estudio, es crucial considerar investigaciones recientes que han evaluado el impacto de la formación en realidad virtual sobre los resultados clínicos en la atención de enfermería. Un estudio sistemático publicado en "BMC Nursing" abordó la eficacia de la realidad virtual en el aprendizaje de enfermería, destacando cómo esta tecnología influye en los resultados cognitivos, afectivos y psicomotores del personal de enfermería. Este enfoque de clasificación de los resultados de aprendizaje, basado en la taxonomía de Bloom, proporciona un marco útil para comprender cómo la formación en realidad virtual puede

afectar diversas dimensiones del aprendizaje en enfermería, lo que a su vez podría influir en los resultados clínicos (13).

Además, la revisión sistemática y el meta-análisis mencionados anteriormente en "BMC Nursing" proporcionan evidencia de la efectividad de la realidad virtual en comparación con los métodos de enseñanza tradicionales en enfermería, aunque también señalan la heterogeneidad entre los estudios. Esta variabilidad en la implementación y evaluación de la realidad virtual sugiere la necesidad de más investigación, especialmente en lo que respecta a la aplicación de la realidad virtual en contextos educativos específicos y su impacto directo en la práctica clínica (5).

Estos estudios complementan el contexto en el que se sitúa esta investigación, destacando tanto los avances como las áreas que requieren una mayor exploración y desarrollo en el uso de la realidad virtual en la formación en enfermería, y su potencial impacto en los resultados clínicos.

## **5. Estrategia de búsqueda**

La realización de una revisión exhaustiva y sistemática de la literatura es un componente esencial en la investigación académica, especialmente en un campo tan dinámico y en constante evolución como es la formación en enfermería mediante la realidad virtual.

Para garantizar una recopilación exhaustiva y representativa de estudios relevantes, se utilizará un conjunto diverso de bases de datos académicas y fuentes de información. Este estudio se centrará en tres fuentes primarias: PubMed, SciELO y BMC (BioMed Central). Este último se incluirá por su enfoque en la publicación de investigaciones innovadoras y de alta calidad en ciencias de la salud. La combinación de estas fuentes proporcionará un espectro amplio y variado de investigaciones, asegurando que la revisión incluya una gama representativa de perspectivas y hallazgos en el campo de la formación en enfermería y la realidad virtual.

Para realizar una búsqueda efectiva y exhaustiva en las bases de datos seleccionadas, se empleará una combinación de términos MeSH y palabras clave relacionadas con los temas centrales del estudio. Los términos incluirán 'Virtual Reality', 'Nursing Education',

'Mechanical Ventilation', y 'Clinical Outcomes'. Se utilizarán los dos operadores booleanos principales de “AND” y “OR” para combinar estos términos de manera estratégica.

En cuanto a los criterios de inclusión y exclusión aplicados para asegurar la relevancia y calidad de los estudios seleccionados, serán los siguientes:

- Idioma: se incluirán artículos en catalán, castellano, inglés o chino, para abarcar una gama amplia de perspectivas y hallazgos.
- Temporalidad: se priorizarán artículos publicados en los últimos 5 a 10 años para asegurar la actualidad de la información.
- Acceso: se seleccionarán artículos de acceso gratuito para facilitar la disponibilidad y replicabilidad de la revisión.
- Autores y participantes: se buscará que los artículos estén escritos, dirigidos o con participación de personal de enfermería para garantizar la relevancia para el campo de estudio.
- Tipo de estudio: se incluirán estudios con humanos, proporcionando una perspectiva práctica y aplicable en entornos clínicos.
- Objetivos de estudio: se excluirán estudios con fines lucrativos para mantener un enfoque en la investigación académica y aplicada.

Los criterios de exclusión serán aplicados para descartar aquellos estudios que no cumplan con las directrices anteriores, asegurando así la consistencia y relevancia del cuerpo de investigación analizado.

Para seleccionar los estudios pertinentes a esta investigación, se seguirá un proceso de selección sistemático. Inicialmente, se realizará una búsqueda preliminar en las bases de datos seleccionadas, utilizando los términos MeSH y palabras clave definidos. Esta búsqueda generará un conjunto inicial de artículos.

En la primera etapa de filtrado, se revisarán los títulos y resúmenes de estos artículos para determinar su relevancia según los criterios de inclusión y exclusión establecidos. Los estudios que no cumplan con los criterios o que no estén directamente relacionados con el tema de investigación serán descartados.

Posteriormente, para aquellos estudios que parezcan adecuados según su título, se accederá y revisará el resumen. Esta segunda etapa de revisión permitirá evaluar más profundamente la pertinencia y calidad de cada estudio, asegurando que los seleccionados para la revisión final sean altamente relevantes y cumplan con todos los criterios de inclusión.

Para el desarrollo final de la base conceptual y antecedentes, se accederá finalmente a la base de 17 artículos, de los cuales se obtendrá todo el texto completo.

## **6. Aportaciones e interés del estudio actual**

Del análisis de estudios previos sobre la aplicación de la realidad virtual en la educación de enfermería, en particular en el área de la ventilación mecánica, se han podido obtener tanto los avances logrados como las áreas que aún requieren una mayor investigación y desarrollo. Este entendimiento de los antecedentes nos lleva a una consideración crucial: la identificación de las aportaciones únicas y el interés del estudio actual.

El estudio actual sobre el uso de la realidad virtual en la enseñanza de la ventilación mecánica en enfermería tiene el potencial de aportar una nueva comprensión de cómo esta tecnología puede mejorar la educación en enfermería. Podría proporcionar evidencia sobre la efectividad de la realidad virtual en el desarrollo de habilidades clínicas esenciales y ofrecer una nueva perspectiva sobre métodos de enseñanza innovadores en la enfermería.

## **7. Pregunta de investigación e hipótesis**

Antes de abordar la hipótesis, es esencial establecer la pregunta de investigación que guiará este estudio. La pregunta central que surge tras establecer las aportaciones que plantea ofrecer este estudio es:

“¿Es eficaz un programa formativo estructurado en enfermería, basado en el manejo de la ventilación mecánica a través de la realidad virtual, para mejorar los resultados clínicos de los pacientes en entornos de cuidados intensivos?”

Esta pregunta buscará investigar la relación entre una formación avanzada en ventilación mecánica mediante la RV y su impacto directo en la calidad de la atención al paciente. La

respuesta a esta pregunta será fundamental para determinar la validez y aplicabilidad de la RV como herramienta de formación en un contexto clínico crítico.

Y con base en la comprensión detallada de cómo la realidad virtual está redefiniendo la formación en enfermería y su aplicación específica en el entrenamiento de ventilación mecánica, esta investigación establecerá una hipótesis que se orientará en torno al impacto significativo que la formación en ventilación mecánica a través de la realidad virtual tiene sobre las competencias clínicas de los profesionales de enfermería. La hipótesis planteada es la siguiente:

“Se hipotetiza que la formación en ventilación mecánica utilizando la realidad virtual conducirá a una mejora significativa en las competencias clínicas de los profesionales de enfermería. Esta mejora en las habilidades y el conocimiento adquirido se espera que, a su vez, repercuta positivamente en la calidad de la atención y los resultados clínicos de los pacientes en entornos de cuidados intensivos. La premisa es que al proporcionar a los enfermeros una formación más profunda, interactiva y realista en técnicas de ventilación mecánica, se elevará la eficiencia y seguridad en la atención de los pacientes, reduciendo potencialmente las tasas de complicaciones y mejorando los resultados de salud en situaciones críticas.”

Esta hipótesis reflejará el enfoque del estudio en explorar y validar la efectividad de la realidad virtual como una herramienta de formación avanzada en enfermería, con el objetivo de optimizar la atención al paciente en áreas críticas de salud, como los cuidados intensivos.

## **8. Objetivos**

### **8.1. Objetivo general**

Habiendo establecido una hipótesis sólida que resalta el potencial impacto de la formación en ventilación mecánica a través de la realidad virtual en los resultados clínicos, el siguiente paso lógico en este estudio es definir claramente el objetivo general. El objetivo general planteado para este estudio es el siguiente:

“Evaluar la eficacia de un programa formativo estructurado por parte de enfermería basado en el manejo de la ventilación mecánica a través de la realidad virtual para la mejora en los resultados clínicos de complicaciones asociadas a la ventilación mecánica de los pacientes y determinar su efecto en los resultados clínicos de los pacientes ingresados en el servicio de cuidados intensivos del Hospital Universitario Bellvitge”.

## **8.2.Objetivo específico**

Los objetivos específicos establecidos para este estudio permitirán evaluar con precisión distintos aspectos relacionados con la efectividad del programa de formación en realidad virtual en la ventilación mecánica, desde su impacto en los resultados clínicos de los pacientes hasta su influencia en la formación y el desarrollo profesional de enfermería.

- Comparar la efectividad del programa de formación en realidad virtual con los métodos tradicionales de capacitación en términos de incidencia de complicaciones asociadas a la ventilación mecánica.
- Medir la media de días de hospitalización en la Unidad de Cuidados Intensivos entre el grupo de pacientes atendidos por enfermeras formadas en realidad virtual y el grupo atendido por enfermeras formadas por el método tradicional.
- Identificar si existen diferencias en la tasa de éxito en el destete de la ventilación mecánica entre los pacientes tratados por enfermeras formadas en realidad virtual y aquellos tratados por enfermeras formadas por el método tradicional.

## **9. Metodología**

### **9.1.Diseño de estudio**

La metodología empleada en este estudio adoptará un enfoque cuantitativo, centrado en una evaluación exhaustiva del impacto del programa formativo en realidad virtual sobre la enseñanza de técnicas de ventilación mecánica en enfermería. Para este fin, se optará por un diseño experimental analítico que incluirá tanto un grupo control como un grupo de

intervención, lo que permitirá una comparación directa y objetiva de los resultados entre los participantes formados con la tecnología de realidad virtual y aquellos que reciban entrenamiento mediante métodos tradicionales.

La selección de este diseño se realizará con el propósito de establecer relaciones causales y cuantificar el efecto de la formación en realidad virtual en la competencia clínica de los profesionales de enfermería y en los resultados de salud de los pacientes. La metodología de este estudio se enfocará en un diseño de método cuantitativo para una evaluación integral del programa formativo en realidad virtual en la enseñanza de ventilación mecánica en enfermería, utilizando un diseño experimental analítico con grupo control y grupo intervención.

## **9.2. Población y muestra**

### **9.2.1. Población de estudio**

La población objetivo de este estudio estará claramente definida por dos grupos principales: enfermeros y pacientes de unidades de cuidados intensivos del Hospital Universitario Bellvitge.

- **Población de personal de enfermería:** La población objetivo de este estudio se compone de personal de enfermería que trabaja en unidades de cuidados intensivos y que posee experiencia en el manejo de ventilación mecánica. Esta selección está directamente alineada con los objetivos específicos del estudio, los cuales buscan evaluar la eficacia de la formación en realidad virtual en áreas críticas de atención médica.
- **Población de pacientes:** El estudio también incluirá pacientes que se encuentran bajo cuidado intensivo y requieren ventilación mecánica. La selección de esta población de pacientes se alinea con la necesidad de evaluar los efectos directos de la formación recibida por los enfermeros sobre resultados clínicos importantes.

### **9.2.2. Estrategia de muestreo y criterios de inclusión/exclusión**

Para asegurar la representatividad y pertinencia de los datos recolectados en esta investigación, se optará por un enfoque de muestreo estratificado aleatorio.

- **Muestreo de personal de enfermería:** El muestreo de personal de enfermería implicará dividir la población objetivo en distintos estratos o grupos antes de la selección aleatoria. Estos estratos se definirán en función de características relevantes como la experiencia laboral. El objetivo de este diseño de muestreo será garantizar que todos los subgrupos importantes dentro de la población objetivo estén adecuadamente representados en la muestra. Una vez definidos los estratos, se procederá a la selección aleatoria de los participantes dentro de cada estrato, asegurando que cada individuo dentro de un estrato tenga la misma probabilidad de ser seleccionado.
- **Muestreo de pacientes:** el muestreo también seguirá un enfoque estratificado para asegurar la diversidad en términos de gravedad de la condición médica y otros factores que podrían influir en los resultados del estudio. Este enfoque ayudará a establecer relaciones de causa-efecto de manera más clara y precisa.

Grupo	Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
<b>Personal de enfermería</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal de enfermería registrados y en activo, que actualmente trabajan en unidades de cuidados intensivos del hospital universitario Bellvitge.</li> <li>• Tener experiencia previa en la gestión de ventilación mecánica.</li> <li>• Disponibilidad y consentimiento para participar en el programa de formación en realidad virtual y en las evaluaciones de seguimiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enfermeros que trabajan fuera de la UCI.</li> <li>• Aquellos que han participado en programas similares de realidad virtual en los últimos 6 meses.</li> <li>• Haber recibido formación en realidad virtual previa relacionada con la ventilación mecánica.</li> </ul>
<b>Pacientes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estar recibiendo ventilación mecánica en la UCI durante el período del estudio.</li> <li>• Edad mayor o igual a 18 años.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pacientes con expectativas de vida limitadas a corto plazo debido a diagnósticos</li> </ul>

		<p>terminales.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pacientes con contraindicaciones para participar en estudios clínicos, como problemas neurológicos severos que afecten la capacidad de adherirse a los protocolos de tratamiento estándar.</li> </ul>
--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión de personal de enfermería y pacientes

### 9.2.3. Tamaño muestral

Siguiendo la estrategia de muestreo estratificado aleatorio explicada previamente, el siguiente paso crucial en el diseño metodológico de este estudio será determinar el tamaño adecuado de la muestra. Este cálculo se realizará teniendo en cuenta aspectos clave que incluyen los objetivos del estudio, la magnitud del efecto esperado, la variabilidad de las medidas, el nivel de significancia estadística deseado y el poder estadístico necesario para detectar diferencias significativas entre los grupos.

#### Determinación del tamaño muestral de personal de enfermería

Para la determinación del tamaño muestral necesario en el estudio con el personal de enfermería, se considerarán varios aspectos esenciales:

- El **objetivo principal** de este segmento del estudio será evaluar la eficacia de un programa de formación en realidad virtual en la mejora de las competencias y el desempeño en la gestión de la ventilación mecánica por parte de enfermeros.
- En cuanto a la **magnitud del efecto esperado**, se anticipará un tamaño de efecto medio, basado en revisiones de literatura y estudios preliminares sobre intervenciones educativas similares.

- La **variabilidad de las medidas** se estimará como moderada, reflejando las diferencias individuales en la capacidad de aprendizaje y adaptación a la realidad virtual.
- El **nivel de significancia estadística ( $\alpha$ )** se establecerá en 0.05, lo que es convencional en la investigación clínica. Este nivel de significancia será un equilibrio entre ser suficientemente sensible para detectar efectos reales y la necesidad de evitar falsos positivos, lo cual será crítico para la validez de los resultados del estudio.
- El **poder estadístico ( $1-\beta$ )** se fijará en 80%, lo cual asegurará una probabilidad adecuada de detectar una diferencia real, si existe, entre los grupos de formación en realidad virtual y formación tradicional. Esto minimizará el riesgo de errores tipo II, asegurando que el estudio tenga suficiente capacidad para confirmar la eficacia de la intervención.

Finalmente, **el cálculo del tamaño muestral** se realizará utilizando una fórmula estándar para estudios con dos grupos independientes. Con los parámetros establecidos, se calculará que se necesitarán aproximadamente 63 enfermeros por grupo para garantizar resultados estadísticamente fiables y concluyentes sobre la eficacia del programa de formación en realidad virtual. Este tamaño muestral garantizará que el estudio sea lo suficientemente robusto para evaluar las mejoras en competencias y prácticas clínicas de manera efectiva (Anexo 1).

### **Determinación del tamaño muestral de pacientes**

En el caso de la determinación del tamaño muestral de los pacientes, se considerarán los siguientes aspectos:

- El **objetivo** del segmento de estudio se centrará en evaluar los impactos de la formación en realidad virtual en enfermeros en comparación con aquellos capacitados mediante métodos tradicionales, centrándose en indicadores clínicos como la duración de la estancia en la UCI y las tasas de éxito en el destete de la ventilación mecánica. Estos indicadores serán clave para determinar si la

capacitación en realidad virtual podría traducirse en una atención más efectiva y eficiente en entornos críticos.

- Basado en la revisión de literatura y los objetivos del estudio, se anticipará **una magnitud de efecto esperado** de tamaño medio. Este tamaño de efecto indicará mejoras sustanciales y prácticas en los resultados clínicos, que se atribuirán potencialmente a una mejor preparación y competencia de los enfermeros formados en técnicas de realidad virtual.
- Se esperará una alta **variabilidad de las medidas** en los resultados clínicos debido a la diversidad de condiciones médicas y tratamientos en los pacientes de UCI. Esta alta variabilidad será considerada en el cálculo del tamaño muestral para asegurar que el estudio pueda detectar diferencias significativas a pesar de esta.
- Se establecerá un **nivel de significancia ( $\alpha$ )** de 0.05, conforme al estándar en la investigación médica. Este nivel permitirá detectar diferencias significativas entre los grupos de tratamiento sin ser excesivamente susceptible a errores de Tipo I.
- El **poder estadístico ( $1-\beta$ )** se fijará en 80%, lo que garantizará que el estudio tenga la capacidad de identificar diferencias significativas y clínicamente relevantes entre los grupos de pacientes tratados por enfermeros formados en ambos métodos.
- En cuanto al **diseño del estudio**, se establecerá en cohortes paralelas, donde los pacientes serán asignados aleatoriamente a recibir atención de enfermeros capacitados mediante realidad virtual o métodos tradicionales. Este diseño asegurará que la evaluación de los resultados clínicos sea justa y controlada, proporcionando una base sólida para comparaciones válidas.

Finalmente, el **cálculo del tamaño muestral** se tendrá en consideración la alta variabilidad en los resultados clínicos y el tamaño de efecto medio previsto, ajustando el tamaño de efecto a un valor más conservador para asegurar la suficiente potencia del estudio. Se utilizará la fórmula estándar para comparar dos medias independientes, ajustando para una mayor variabilidad, lo que llevará al cálculo de un tamaño de muestra adecuado que garantizará la detección de diferencias reales y significativas entre los grupos de tratamiento. Adoptar este enfoque conservador será crucial para obtener resultados estadísticamente robustos y clínicamente significativos en un campo donde la variabilidad

de los pacientes es considerable. Por tanto, se requerirán aproximadamente 100 pacientes por grupo para lograr la potencia necesaria para detectar diferencias estadísticamente significativas en los resultados clínicos. Este tamaño de muestra garantizará que cualquier efecto observado entre los grupos de tratamiento sea estadísticamente robusto y clínicamente significativo (Anexo 2).

### **9.3.Unidades de observación**

Para evaluar el impacto directo de la formación en realidad virtual (VR) frente a la formación tradicional en los resultados de los pacientes en la UCI, se establecerán unidades de observación específicas centradas exclusivamente en los pacientes. Estas unidades de observación estarán diseñadas para medir de manera precisa y relevante cómo la formación del personal de enfermería influye en la calidad y la eficacia del cuidado médico proporcionado.

- **Duración de la estancia en la UCI:** Esta será la primera variable observada en este estudio. Se considerará crucial debido a su papel como indicador de eficiencia en el manejo de pacientes críticos. Se espera que una estancia más corta refleje prácticas de cuidado mejoradas, posiblemente influenciadas por la capacitación en realidad virtual proporcionada a los enfermeros. Esta formación, al ofrecer un ambiente interactivo y práctico, se anticipa que preparará al personal para enfrentar los desafíos de la UCI, como la ventilación mecánica, con mayor efectividad, lo que podría conducir a una reducción en la duración de la estancia hospitalaria.
- **Tasa de éxito en el destete de la ventilación mecánica:** Este será otro punto de observación clave, indicando el progreso del paciente y la competencia del personal en la aplicación de protocolos de ventilación seguros y efectivos. Se anticipa que la formación en VR mejorará la comprensión y habilidades de los enfermeros en este procedimiento, potencialmente resultando en tasas de éxito más altas en comparación con los métodos tradicionales.
- **Incidencia de complicaciones asociadas a la ventilación mecánica:** Se evaluará la incidencia de complicaciones como neumonía asociada al ventilador y barotrauma. Estas complicaciones reflejan la calidad del manejo ventilatorio y pueden tener impactos significativos en la morbilidad y mortalidad del paciente. Se

espera que una formación más efectiva, como la proporcionada a través de VR, capacite a los enfermeros para minimizar estos riesgos.

- **Mortalidad en la UCI:** Este será un indicador directo de los resultados clínicos extremos y se seguirá de cerca para evaluar el impacto final de las prácticas de cuidado. Se considerará crucial determinar si la formación en VR tiene un efecto tangible en la reducción de la mortalidad en comparación con los métodos de formación convencionales.
- **Calidad de la atención:** Se evaluará mediante mejoras en parámetros fisiológicos y la reducción de intervenciones de emergencia. Estas métricas proporcionarán una visión integral de cómo la formación afectará la capacidad del personal de enfermería para mejorar y estabilizar la condición clínica de los pacientes en situaciones críticas.

Cada una de estas variables se medirá rigurosamente utilizando datos clínicos recolectados de registros médicos y sistemas de información hospitalaria para garantizar la precisión en los resultados del estudio y para evaluar el impacto de las diferencias en la formación del personal de enfermería en los resultados de los pacientes en la UCI.

#### **9.4. Variables**

En el marco de este estudio sobre la formación en ventilación mecánica a través de la realidad virtual, la identificación y el análisis de las variables jugarán un papel crucial. Las variables son los elementos esenciales que permitirán medir y analizar los efectos de la intervención educativa. La correcta definición y clasificación de estas variables será fundamental para asegurar la validez y la fiabilidad de los resultados del estudio.

##### **9.4.1. Variables independientes**

En este estudio, la principal variable independiente será el programa de formación estructurado por el personal de enfermería en ventilación mecánica. Se distinguirán dos categorías en esta variable:

- **Programa de formación en VR:** El personal de enfermería en este grupo participará en un programa estructurado impartido por profesionales de enfermería,

que utilizará tecnologías de realidad virtual para simular escenarios clínicos que involucren la ventilación mecánica. Esta modalidad buscará proporcionar una experiencia de aprendizaje inmersiva y práctica, permitiendo a los enfermeros desarrollar sus habilidades en un entorno controlado y seguro.

- **Programa de formación tradicional:** El grupo control recibirá un programa estructurado de formación tradicional, sin el uso de tecnologías de realidad virtual. Este enfoque incluirá técnicas didácticas estándar como clases teóricas, demostraciones prácticas y análisis de estudios de caso, enfocados en el mismo currículo y competencias que el grupo de VR.

Aunque todos los participantes recibirán un número equivalente de horas de formación, la intensidad con que se apliquen los conceptos podrá variar entre los métodos de formación. La intensidad de la formación en realidad virtual podrá ser mayor debido a la naturaleza inmersiva y la repetición práctica que permitirá este tipo de tecnología. Esta variable se medirá en términos de:

- **Horas de contacto directo:** Ambos grupos completarán un número equivalente de horas de formación. Sin embargo, se registrará el total de horas durante las cuales los participantes estén activamente involucrados en actividades de aprendizaje supervisadas.
- **Interacciones simuladas:** En el grupo de realidad virtual, se contabilizará el número de simulaciones completadas por cada enfermero durante el período de formación, reflejando la intensidad práctica del entrenamiento.

La frecuencia de la formación se referirá a cuántas veces se repiten las sesiones de capacitación durante el período del estudio para cada grupo. Esto podrá afectar la retención de conocimientos y habilidades, especialmente en un entorno de aprendizaje tan dinámico como el de la atención en UCI.

- **Sesiones por semana:** Se documentará cuántas veces por semana los participantes asistan a las sesiones de formación en ambos grupos, para evaluar si la frecuencia de interacción con el material del curso influirá en la eficacia del aprendizaje.

Controlar estas variables independientes permitirá al estudio establecer relaciones claras entre el tipo de formación recibida y los resultados clínicos medidos, garantizando que las diferencias observadas en los resultados dependientes puedan atribuirse de manera confiable a la intervención educativa y no a otras variables confusas.

#### **9.4.2. Variables dependientes**

Estas variables permitirán medir directamente los resultados del cuidado del paciente y comparar la efectividad de la formación en realidad virtual frente a la formación tradicional. Los resultados de estas mediciones proporcionarán una visión crítica de la calidad y eficacia del cuidado en la UCI. Las principales variables dependientes que se evaluarán en el estudio serán:

- **Duración de la estancia en la UCI:** Se medirá en días, desde la admisión hasta el alta del paciente de la unidad. Esta variable servirá como un indicador clave de la eficacia en la gestión del cuidado del paciente.
- **Tasa de éxito en el destete de la ventilación mecánica:** Se evaluará el porcentaje de pacientes que sean exitosamente destetados de la ventilación mecánica. Este dato será crucial para determinar la competencia del personal de enfermería en la implementación de estrategias efectivas de destete, un proceso que requerirá una aplicación meticulosa de la teoría y la práctica adquiridas durante su formación.
- **Frecuencia de complicaciones relacionadas con la ventilación mecánica:** Se registrará la frecuencia de varias complicaciones, que se describen a continuación:
  - **Neumonía asociada al ventilador:** Infección pulmonar que ocurre en pacientes que están recibiendo ventilación mecánica, caracterizada por fiebre, secreciones pulmonares purulentas y una infiltración pulmonar nueva en la radiografía de tórax.
  - **Barotrauma:** Daño al tejido pulmonar debido a la presión excesiva durante la ventilación mecánica, que puede causar neumotórax (aire en el espacio pleural), enfisema subcutáneo y neumomediastino.
  - **Volutrauma:** Lesión pulmonar inducida por los volúmenes de aire excesivos administrados durante la ventilación mecánica, que puede llevar a la sobredistensión de los alveolos y el daño del tejido pulmonar.

- **Atelectasia:** Colapso de partes del pulmón debido a la obstrucción de las vías aéreas o la insuficiencia de la expansión alveolar, lo cual puede causar disminución del intercambio gaseoso y complicaciones respiratorias.
- **Fibrosis pulmonar:** Formación de tejido cicatricial en los pulmones como resultado de la inflamación crónica y el daño persistente del tejido pulmonar debido a la ventilación mecánica prolongada.
- **Lesiones pulmonares inducidas por ventilación (VILI):** Incluyen un espectro de lesiones como el daño alveolar difuso, la inflamación y la pérdida de la integridad de la barrera alveolo-capilar debido a la aplicación de ventilación mecánica.
- **Tasa de mortalidad en la UCI:** Se medirá como un indicador del impacto más extremo de la calidad del cuidado. Este dato será indispensable para comprender la profundidad del efecto que la formación recibida tiene en los resultados vitales de los pacientes.

Controlar estas variables dependientes permitirá al estudio establecer correlaciones claras y fundamentadas entre el tipo de formación recibida y los resultados de cuidado en la UCI. Al comparar directamente la eficacia de la formación en realidad virtual con la formación tradicional, se obtendrá una comprensión profunda de cómo cada método impacta la calidad del tratamiento y la recuperación del paciente.

#### **9.4.3. Variables de control**

Las variables de control en este estudio serán aquellos factores que podrían influir en los resultados y que se necesitará mantener constantes o monitorizar para asegurar que cualquier cambio observado en las variables dependientes pueda atribuirse de manera fiable a la intervención de formación en realidad virtual. El control de estas variables será esencial para asegurar que las diferencias observadas en los resultados clínicos se deban específicamente a la intervención educativa y no a otros factores preexistentes. A continuación, se detallan las variables de control utilizadas:

- **Experiencia previa en ventilación mecánica:** Se registrará el nivel de experiencia previa en ventilación mecánica de cada enfermero participante. Esta variable

ayudará a garantizar que las mejoras observadas en las competencias clínicas sean atribuibles a la formación en realidad virtual, y no simplemente a la experiencia acumulada previamente.

- **Antecedentes educativos:** La formación académica y las capacitaciones anteriores de los enfermeros se documentarán cuidadosamente. Diferencias en los niveles educativos pueden influir significativamente en la capacidad de los participantes para absorber y aplicar el conocimiento adquirido en nuevas capacitaciones.
- **Disponibilidad de recursos y tecnología en el lugar de trabajo:** Se evaluarán los recursos tecnológicos disponibles en las diferentes unidades de cuidado intensivo donde los enfermeros desempeñan sus funciones. Particularmente, se observará la accesibilidad a equipos de ventilación mecánica avanzados y otros recursos tecnológicos, los cuales podrían afectar la implementación de las habilidades aprendidas.
- **Factores demográficos:** Las características demográficas de los enfermeros, incluyendo edad y género, se controlarán debido a su potencial influencia en la percepción y adaptación a la formación en realidad virtual.
- **Condiciones de trabajo en la UCI:** Aspectos como la carga de trabajo, el tamaño del equipo y la cultura del lugar de trabajo se considerarán, ya que podrían impactar significativamente en la capacidad de los enfermeros para aplicar efectivamente lo aprendido durante la formación.

Al mantener control sobre estas variables, el estudio asegurará una evaluación precisa del impacto real de la formación en realidad virtual, eliminando la posibilidad de que factores externos distorsionen los resultados observados en las competencias clínicas de los enfermeros y los resultados clínicos de los pacientes en la UCI.

#### **9.4.4. Variables sociodemográficas**

Las variables sociodemográficas son aspectos cruciales en cualquier estudio de investigación, ya que proporcionan información esencial sobre los antecedentes y características de los participantes. Se evaluarán cuidadosamente diversas variables sociodemográficas para comprender mejor las características de los participantes y cómo estas podrían influir en los resultados de la formación:

- **Edad de los participantes:** Se documentará la edad de los enfermeros para identificar diferencias generacionales que podrían afectar la adaptación y el aprendizaje con tecnologías innovadoras como la realidad virtual.
- **Género:** Se registrará el género de los participantes para explorar posibles variaciones en cómo hombres y mujeres responden a la formación en realidad virtual.
- **Nivel educativo:** Se tomará en cuenta el nivel educativo alcanzado por los enfermeros para determinar la influencia de la educación formal en la capacidad de comprender y asimilar los contenidos del programa de formación.
- **Antecedentes culturales y lingüísticos:** Se considerarán los antecedentes culturales y lingüísticos de los participantes para evaluar la necesidad de adaptaciones en el material de formación y en la interfaz de usuario de los sistemas de realidad virtual utilizados.
- **Años de experiencia en enfermería:** Se recopilará información sobre los años de experiencia en enfermería para analizar cómo la experiencia previa puede afectar la integración de nuevos conocimientos y habilidades adquiridos en la formación.
- **Especialización en enfermería:** Se identificarán las áreas de especialización dentro de la enfermería de los participantes para investigar si diferentes especialidades perciben o aprovechan de manera distinta la formación en realidad virtual.

El análisis de estas variables sociodemográficas permitirá una comprensión más profunda de la diversidad y las características del grupo de participantes. La recopilación y análisis de estas variables sociodemográficas son fundamentales para asegurar una comprensión detallada de la diversidad y características únicas del grupo de participantes, permitiendo así ajustar y contextualizar mejor los resultados del estudio.

#### **9.4.5. Variables moderadoras**

Este estudio también considerará las variables moderadoras, que serán factores que pueden influir en la relación entre la formación en realidad virtual y los resultados obtenidos. Una de estas variables será la familiaridad con la tecnología. La experiencia previa de los participantes con tecnologías avanzadas, incluida la realidad virtual, podría afectar su capacidad para adaptarse y aprovechar al máximo la formación. Por lo tanto, se prestará

especial atención a este aspecto para comprender cómo la familiaridad tecnológica podría influir en la efectividad del programa de formación.

Otra variable moderadora importante será el estilo de aprendizaje del personal de enfermería. Diferentes individuos tienen preferencias distintas en cuanto a cómo procesan la información, y estos estilos de aprendizaje podrían afectar la manera en que interactúan y responden a la formación en realidad virtual. Se explorará cómo estos estilos de aprendizaje pueden impactar la absorción del conocimiento y la aplicación práctica de las habilidades aprendidas.

Además, la motivación personal y las actitudes hacia la formación continua serán factores moderadores clave. La disposición y la actitud de los enfermeros hacia el aprendizaje continuo y el desarrollo profesional podrían influir significativamente en la manera en que perciben y se benefician de la formación en realidad virtual. Se evaluará cómo estos factores motivacionales pueden afectar la eficacia de la intervención educativa.

## **9.5. Instrumentos**

Para abordar adecuadamente los objetivos del estudio sobre la formación en ventilación mecánica a través de la realidad virtual, se diseñará un instrumento de medida ad hoc. Este instrumento será creado específicamente para recopilar información relevante y precisa que permita evaluar tanto la efectividad de la formación como los resultados clínicos derivados de ella.

El instrumento de medida constará de varias partes, cada una destinada a recoger diferentes tipos de datos esenciales para el estudio:

En la primera sección del instrumento, se recogerán datos sobre las variables sociodemográficas de los participantes. Esta parte incluirá ítems diseñados para registrar la edad, género, nivel educativo, antecedentes culturales y lingüísticos, años de experiencia en enfermería y especialización dentro del campo. La inclusión de estas variables será crucial para analizar cómo los diferentes factores demográficos y profesionales pueden influir en la respuesta a la formación en realidad virtual (Anexo 3).

La segunda sección del instrumento estará dedicada específicamente a recopilar datos sobre las complicaciones asociadas a la ventilación mecánica. Esta parte incluirá variables dependientes como la incidencia de neumonía asociada al ventilador, barotrauma, y otras lesiones pulmonares inducidas por ventilación. La precisión en la recopilación de estos datos será fundamental para evaluar directamente los efectos de la formación recibida en la seguridad y eficacia de la ventilación mecánica.

Este instrumento diseñado ad hoc será fundamental para la recogida sistemática y estructurada de información, lo que asegurará la coherencia y la fiabilidad de los datos obtenidos. La información recopilada mediante este instrumento permitirá realizar análisis estadísticos robustos y proporcionar respuestas claras a los objetivos planteados en el estudio.

#### **9.5.1. Evaluación del conocimiento teórico:**

Se utilizarán pruebas de elección múltiple y cuestionarios estructurados para evaluar el conocimiento teórico de los participantes en ventilación mecánica. Estos instrumentos permitirán medir de manera objetiva el nivel de comprensión teórica de los conceptos esenciales en ventilación mecánica antes y después de la formación.

Las pruebas estarán compuestas por preguntas que cubran una gama de temas relevantes para la ventilación mecánica, incluyendo principios básicos, protocolos de operación y manejo de complicaciones.

Para complementar las pruebas de elección múltiple y cuestionarios estructurados en el estudio sobre la formación en ventilación mecánica a través de la realidad virtual, se considerará la incorporación de estrategias adicionales de evaluación, similares a las utilizadas en estudios previos en el ámbito de la enfermería y la ventilación mecánica.

Una de estas estrategias incluirá la evaluación de datos de recolección clínica y la revisión de historias clínicas, como se observó en el estudio de Granizo-Taboada, et al. Este enfoque permitirá analizar la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos por el personal de enfermería en escenarios reales, evaluando su capacidad para prevenir complicaciones como la neumonía asociada a la ventilación mecánica (14).

Además, se contemplará la adaptación del cuestionario utilizado en el estudio de Prieto-Miranda, et al; modificándolo para que sea pertinente para el personal de enfermería. Este cuestionario adaptado se enfocará en aspectos específicos del manejo de la ventilación mecánica, como la identificación de parámetros adecuados, la respuesta a alarmas y el manejo de situaciones de emergencia (15) (Anexo 4 y 5).

### **9.5.2. Evaluación de la incidencia de complicaciones asociadas a la ventilación mecánica:**

Para medir cambios en la incidencia de complicaciones como la neumonía asociada al ventilador, barotrauma, volutrauma, atelectasia y fibrosis pulmonar, se recolectarán y analizarán datos clínicos de los pacientes atendidos por profesionales capacitados en el programa de realidad virtual. Esto implicará revisar registros médicos y bases de datos hospitalarias para documentar y comparar las tasas de complicaciones antes y después de la implementación del programa de formación.

Para esta evaluación, la investigación incluirá registros de pacientes de cuidados intensivos que hayan requerido ventilación mecánica asistida, seleccionando aquellos con expedientes clínicos completos para un análisis exhaustivo. Se excluirán pacientes que no cumplan con los criterios específicos de inclusión, como aquellos referidos de otros hospitales o con diagnósticos no relacionados directamente con la ventilación mecánica, así como aquellos pacientes que fallezcan en las primeras horas de ingreso por causas no relacionadas con la ventilación mecánica. El muestreo se realizará por casos consecutivos, registrando datos relevantes como edad gestacional, género, edad al inicio de la ventilación, peso al nacimiento, días de ventilación mecánica, intentos de intubación y tratamientos aplicados. Se documentarán complicaciones asociadas a la ventilación mecánica, como neumotórax, atelectasia, neumonía, displasia broncopulmonar, hemorragia pulmonar, volutrauma y fibrosis pulmonar, utilizando criterios diagnósticos reconocidos. Los datos se analizarán utilizando software estadístico, empleando técnicas como frecuencias y porcentajes para variables cualitativas y medidas de tendencia central para cuantitativas, así como pruebas estadísticas para comparar variables y análisis de correlación para explorar relaciones entre ellas. Este enfoque permitirá evaluar efectivamente la incidencia de complicaciones y su

naturaleza en pacientes atendidos por profesionales formados en realidad virtual (16) (Anexo 6).

### **9.5.3. Análisis de la satisfacción y autoeficacia del personal de enfermería:**

Para medir la percepción de los enfermeros sobre su conocimiento, motivación y preparación, se aplicarán encuestas y escalas de autoeficacia. Estas herramientas proporcionarán una evaluación cualitativa de la experiencia de aprendizaje y la confianza en la aplicación de las habilidades adquiridas.

En el marco del análisis de la satisfacción y autoeficacia del personal de enfermería en el estudio sobre la formación en ventilación mecánica a través de la realidad virtual, se aplicarán encuestas y escalas de autoeficacia para evaluar de manera integral la percepción de los enfermeros sobre su conocimiento, motivación y preparación. Estas herramientas serán fundamentales para ofrecer una evaluación cualitativa profunda de la experiencia de aprendizaje y la confianza en la aplicación de las habilidades adquiridas en contextos clínicos reales (Anexo 7).

Se incorporarán en el análisis los resultados relevantes del estudio de García-Pozo, et al; que identifica variables clave que explican el clima laboral y la satisfacción laboral en el entorno de enfermería. Según este estudio, las variables que influyen significativamente en el clima laboral incluyen aspectos como las condiciones físicas, la formación recibida, la satisfacción general, las oportunidades de promoción, la organización interna y las relaciones con los compañeros, incluyendo aquellos de otros turnos. Además, se destacará la importancia del conocimiento y la adecuación de los objetivos de la dirección. En relación con la satisfacción laboral, los factores identificados abarcan el aprovechamiento de la capacidad individual, el reconocimiento recibido, la efectividad de la organización interna, el nivel de satisfacción general, la calidad de la información recibida, el conocimiento de los objetivos de la dirección y la receptividad de la misma (17).

## **9.6. Recogida de datos**

### **9.6.1. Solicitud de aprobación por parte del Comité de Ética de Investigación Clínica (CEIC)**

El primer paso en la recogida de datos será obtener la aprobación del Comité de Ética de Investigación Clínica (CEIC) del Hospital Universitario Bellvitge. Para ello, se presentará un protocolo detallado del estudio que incluirá los objetivos, la metodología, los instrumentos de medida, los criterios de inclusión y exclusión, y los procedimientos de protección de datos y confidencialidad de los participantes. La aprobación del CEIC garantizará que el estudio cumpla con los estándares éticos y legales establecidos para la investigación clínica.

### **9.6.2. Reclutamiento de participantes**

Una vez obtenida la aprobación del CEIC, se procederá al reclutamiento de los participantes. Se informará a los posibles participantes sobre los objetivos del estudio, los procedimientos, los beneficios y los riesgos potenciales. Aquellos que estén interesados en participar y cumplan con los criterios de inclusión deberán firmar un consentimiento informado.

### **9.6.3. Formación y capacitación del personal de recogida de datos**

El personal encargado de la recogida de datos recibirá formación específica para asegurar la consistencia y precisión en la recopilación de información. Este equipo incluirá:

- **Enfermeros especializados en ventilación mecánica:** Encargados de supervisar y registrar las prácticas clínicas de los participantes.
- **Técnicos en realidad virtual:** Responsables de garantizar el correcto funcionamiento de los equipos de VR durante las sesiones de formación.
- **Investigadores principales:** Encargados de coordinar el estudio y garantizar la integridad de los datos.

#### 9.6.4. Proceso de recogida de datos

La recogida de datos se realizará en varias fases, cada una diseñada para asegurar la integridad y validez de los datos obtenidos (Anexo 8).

1. **Recogida de datos sociodemográficos:** Se recogerán datos sobre la edad, género, nivel educativo, antecedentes culturales y lingüísticos, años de experiencia en enfermería y especialización dentro del campo. Esta información se recopilará mediante un cuestionario estandarizado.
2. **Recogida de datos clínicos:** Durante el período del estudio, se recopilarán datos clínicos de los pacientes atendidos por los participantes del estudio. Los datos incluirán:
  - **Duración de la estancia en la UCI**
  - **Tasa de éxito en el destete de la ventilación mecánica**
  - **Incidencia de complicaciones relacionadas con la ventilación mecánica:** neumonía asociada al ventilador, barotrauma, volutrauma, atelectasia, fibrosis pulmonar y otras lesiones pulmonares inducidas por ventilación.
  - **Tasa de mortalidad en la UCI**

Estos datos se recogerán directamente de los registros médicos electrónicos (EMR) y sistemas de información hospitalaria. El personal de enfermería especializado será responsable de documentar estas variables en tiempo real.

3. **Evaluación del conocimiento teórico:** Se realizarán pruebas de elección múltiple y cuestionarios estructurados antes y después de la formación para evaluar el nivel de comprensión teórica de los participantes sobre la ventilación mecánica.
4. **Evaluación de la práctica clínica:** Durante las sesiones de formación, se registrarán las interacciones simuladas y las horas de contacto directo. Se documentarán los casos de éxito en la simulación y los errores cometidos para su posterior análisis.
5. **Encuestas de satisfacción y autoeficacia:** Al final del período de formación, se aplicarán encuestas y escalas de autoeficacia para medir la percepción de los enfermeros sobre su conocimiento, motivación y preparación.

### **9.6.5. Almacenamiento y protección de datos**

Todos los datos recogidos serán almacenados de manera segura en una base de datos encriptada, accesible únicamente para el equipo de investigación. Se asegurará la confidencialidad y anonimato de los participantes mediante la asignación de códigos de identificación únicos. Los datos se mantendrán protegidos conforme a la normativa vigente sobre protección de datos y se utilizarán exclusivamente para los fines de este estudio.

### **9.7. Procedimiento de análisis**

Para una evaluación exhaustiva y rigurosa de los efectos de la formación en ventilación mecánica mediante realidad virtual, se diseñará y ejecutará un procedimiento de análisis meticuloso que abarcará tanto aspectos descriptivos como inferenciales de las variables del estudio.

#### **9.7.1. Análisis descriptivo**

Inicialmente, se realizará un análisis descriptivo de todas las variables incluidas en el estudio. Para las variables cuantitativas, se calcularán medidas de tendencia central como la media, mediana y moda, así como la desviación estándar (DE). Este paso será fundamental para entender las características fundamentales de los datos y proporcionar un contexto para los análisis inferenciales subsecuentes.

En cuanto a las variables cualitativas, se calcularán frecuencias y porcentajes. Este análisis proporcionará una comprensión clara de la distribución de características categóricas dentro de la muestra, facilitando una visión detallada de las diferencias demográficas, niveles de formación previa y otras características sociodemográficas de los participantes.

#### **9.7.2. Análisis inferencial**

Tras el análisis descriptivo, se procederá con el análisis inferencial para examinar las relaciones y diferencias estadísticas entre los grupos y variables del estudio:

- **Prueba de Chi-cuadrado de Pearson:** Esta prueba será aplicada para evaluar las relaciones entre variables cualitativas y determinar si las diferencias en las

distribuciones de frecuencia entre los grupos serán estadísticamente significativas. Por ejemplo, se utilizará para analizar si la distribución de complicaciones asociadas a la ventilación mecánica variará significativamente entre los enfermeros formados en realidad virtual y aquellos con formación tradicional.

- **Prueba T de Student:** Se empleará esta prueba para comparar las medias de dos grupos en variables cuantitativas, como la duración de la estancia en la UCI o el número de días hasta el destete exitoso de la ventilación mecánica. Este análisis ayudará a determinar si las diferencias observadas en los resultados clínicos y en las medidas de rendimiento serán estadísticamente significativas entre los diferentes métodos de formación.

### **9.7.3. Significancia estadística**

En todos los análisis, se establecerá que una relación será considerada estadísticamente significativa si el valor de  $p$  es igual o menor a 0,05. Este umbral confirmará que los resultados obtenidos no serán producto del azar, reflejando verdaderas diferencias o correlaciones atribuibles a las variables de estudio, como el tipo de formación recibida.

### **9.7.4. Procedimientos de validación y consistencia**

Antes de su aplicación definitiva en el estudio, todos los instrumentos y procedimientos de análisis serán validados y probados para su consistencia. Esto incluirá la realización de pruebas piloto de los cuestionarios y análisis preliminares para asegurar la robustez y confiabilidad de los métodos.

Este procedimiento de análisis, integrando métodos descriptivos e inferenciales, proporcionará una base sólida para interpretar los efectos de la formación en realidad virtual en el ámbito de la enfermería en cuidados intensivos, ofreciendo insights valiosos tanto para la práctica clínica como para futuras investigaciones en este campo.

## **10. Presupuesto**

Este presupuesto se diseñará considerando los distintos componentes metodológicos y operativos del estudio.

Inicialmente, se invertirá en el desarrollo y adquisición de contenidos en realidad virtual. Esto incluirá tanto el desarrollo de software de realidad virtual, realizado por un equipo de desarrolladores, diseñadores gráficos y expertos en contenido clínico, como las licencias de software necesarias para la creación y ejecución de entornos de realidad virtual interactivos. Según fuentes, el costo de desarrollo de software de VR puede variar entre 10,000 y 30,000 euros dependiendo de la complejidad y las características necesarias (18).

En cuanto al hardware y equipamiento, se adquirirán equipos de realidad virtual y dispositivos auxiliares necesarios para la formación. Los precios de los equipos de VR, como los cascos, pueden oscilar entre 300 y 700 euros por unidad (18). Además, se contará con equipos de ventilación para simulaciones, que pueden costar aproximadamente 5,000 a 10,000 euros cada uno (19).

El personal jugará un papel crucial en el estudio. Se contratarán formadores y expertos en contenido, profesionales de enfermería especializados en ventilación mecánica, para desarrollar e impartir la formación. También se contará con personal de apoyo técnico para asegurar el buen funcionamiento de la tecnología de realidad virtual y la gestión de problemas técnicos durante las sesiones de formación. Los costos de personal pueden incluir salarios y honorarios profesionales, estimados en alrededor de 10,000 a 20,000 euros (18).

Los costos operativos incluirán el alquiler de espacios adecuados para realizar las sesiones de formación y los materiales y suministros necesarios para llevar a cabo las actividades educativas. El alquiler de espacios podría costar aproximadamente 2,000 a 5,000 euros dependiendo de la duración y ubicación (18).

Para la recopilación y análisis de datos, se adquirirán licencias de software estadístico como SPSS o SAS, que permitirán el análisis detallado de los datos recogidos durante el estudio. Las licencias de software estadístico pueden costar entre 1,000 y 3,000 euros (19). Se implementarán además recursos específicos para la recolección de datos, incluyendo encuestas y sistemas de gestión de datos, con un costo aproximado de 1,000 a 2,000 euros (19).

Finalmente, se planificarán los gastos de diseminación de resultados, que cubrirán los costos asociados con la publicación de los hallazgos del estudio en revistas científicas y la participación en conferencias para presentar los resultados. La publicación en Open Access en una revista con factor de impacto puede costar alrededor de 1,700 euros, y la asistencia a un congreso puede costar aproximadamente 400 euros. Además, se asignarán fondos para la gestión del proyecto y gastos administrativos, asegurando una coordinación eficaz y la comunicación entre todos los participantes del estudio, así como una contingencia para cubrir gastos imprevistos, estimada en unos 2,000 euros (18, 19).

Este enfoque presupuestario integral garantizará que se dispondrá de los recursos necesarios para ejecutar el estudio con éxito y obtener resultados válidos y confiables, proporcionando una base sólida para evaluar la efectividad de la formación en ventilación mecánica mediante realidad virtual (18).

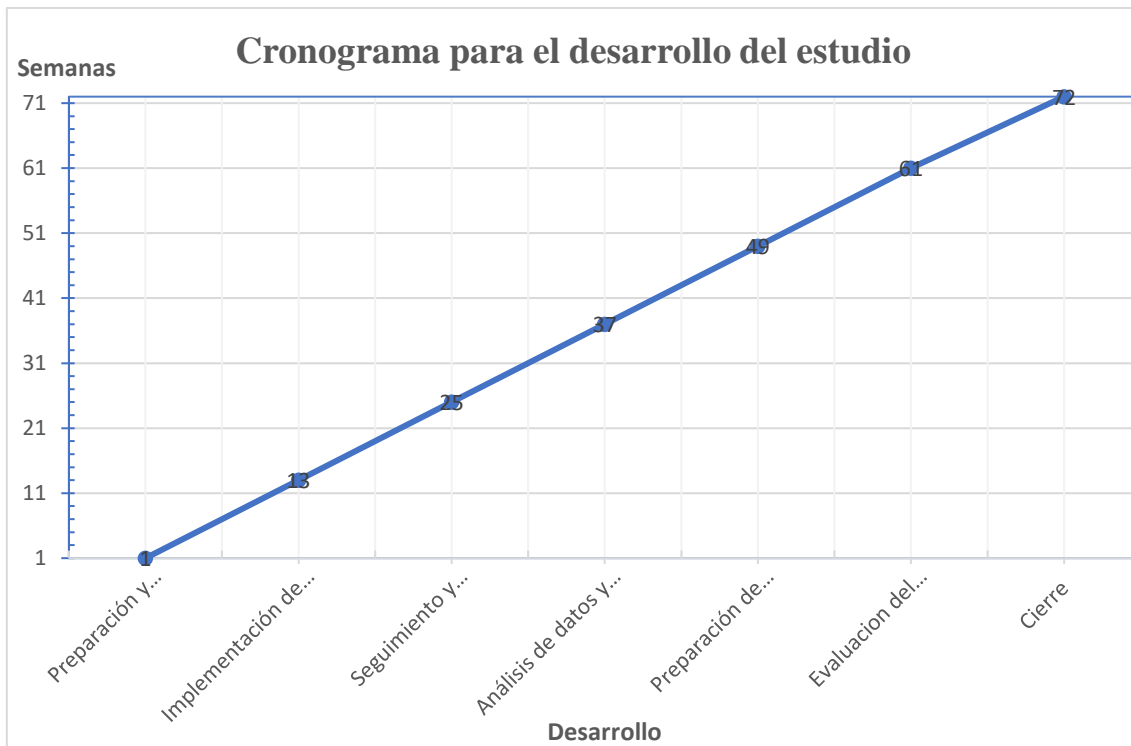
<b>Concepto</b>	<b>Importe Aproximado (€)</b>
Desarrollo de software de realidad virtual	15.000 – 20.000
Licencias de software para VR	3.000 – 5.000
Adquisición de equipos de realidad virtual	3.000 - 7.000
Equipos de ventilación para simulaciones	5.000 – 10.000
Contratación de formadores y expertos en contenido	10.000 - 15.000
Personal de apoyo técnico	5.000 - 8.000
Alquiler de espacios para formación	2.000 - 4.000
Materiales y suministros para actividades educativas	1.000 - 2.000

Licencias de software estadístico (SPSS o SAS)	1.000 - 2.000
Encuestas y sistemas de gestión de datos	1.000 - 2.000
Publicación en Open Access (revista con factor de impacto)	1.700
Asistencia a un congreso	400
Gestión del proyecto y gastos administrativos	2.000 – 3.000
Contingencia para gastos imprevistos	2.000
<b>Total</b>	<b>53.100 – 84.100</b>

**Tabla 2.** Tabla resumen de presupuesto

### **11. Cronograma para el desarrollo del estudio**

Para garantizar una organización y ejecución eficaz del estudio sobre la formación en ventilación mecánica a través de la realidad virtual, se desarrollará un cronograma detallado que abarcará todas las fases del proyecto desde la preparación inicial hasta la diseminación de los resultados. Este cronograma será crucial para mantener el estudio en curso y asegurar que cada etapa se complete de manera oportuna y eficiente.



**Gráfico 1.** Cronograma para el desarrollo del estudio según semanas

## Cronograma detallado

### Año 1:

- **Meses 1-3 (Semanas 1-12): Preparación y desarrollo del proyecto**
  - **Desarrollo de contenidos de realidad virtual:** Los contenidos para la formación en realidad virtual se crearán durante este período, incluyendo la programación de software y el diseño de escenarios interactivos.
  - **Adquisición de equipos y software:** Se realizará la compra y configuración de equipos de realidad virtual y de ventilación necesarios para la formación.
  - **Reclutamiento de personal:** Se completará la contratación y capacitación de formadores, expertos en contenido y personal de apoyo técnico.

- **Diseño de instrumentos de evaluación:** Se desarrollarán y validarán los instrumentos de evaluación mediante pruebas piloto para asegurar su validez y fiabilidad.
- **Meses 4-6 (Semanas 13-24): Implementación de la formación**
  - **Capacitación del personal de enfermería:** Se llevarán a cabo las sesiones de formación en realidad virtual y métodos tradicionales, cubriendo tanto grupos de control como de intervención.
  - **Recolección de datos iniciales:** Se recopilarán datos sociodemográficos y evaluaciones de conocimientos previos de los participantes.
- **Meses 7-9 (Semanas 25-36): Seguimiento y recolección de datos**
  - **Monitorización de la aplicación de la formación:** Se realizará un seguimiento continuo de la implementación de la formación para asegurar la adherencia al protocolo del estudio.
  - **Evaluación intermedia y recolección de datos clínicos:** Se recopilarán datos sobre los resultados clínicos intermedios, incluyendo complicaciones y éxito en el destete de la ventilación.
- **Meses 10-12 (Semanas 37-48): Análisis de datos y evaluación final**
  - **Análisis estadístico de datos:** Se procesarán y analizarán todos los datos recolectados, utilizando métodos estadísticos para comparar los grupos de formación en realidad virtual y tradicional.
  - **Evaluaciones de satisfacción y competencia:** Se aplicarán encuestas y evaluaciones finales para medir la satisfacción y la autoeficacia del personal de enfermería.

## **Año 2:**

- **Meses 1-3 (Semanas 49-60): Preparación de informes y diseminación**
  - **Redacción de informes de investigación:** Se elaborarán informes detallados de los resultados del estudio, incluyendo análisis estadísticos y conclusiones.
  - **Preparación para publicaciones y presentaciones:** Se desarrollarán manuscritos para publicación en revistas científicas y se prepararán presentaciones para conferencias nacionales e internacionales.

- **Meses 4-6 (Semanas 61-72): Evaluación del proyecto y cierre**
  - **Revisión del proyecto:** Se llevará a cabo una evaluación general del proyecto para identificar logros, limitaciones y áreas de mejora.
  - **Cierre administrativo:** Se finalizarán todos los aspectos administrativos y financieros del proyecto.

Año	Meses	Semanas	Fase del Proyecto	Tareas
1	1 – 3	1 - 12	Preparación y desarrollo del proyecto	Desarrollo de contenidos VR, adquisición de equipos y software, reclutamiento de personal, diseño de instrumentos de evaluación
	4 – 6	13 – 24	Implementación de la formación	Capacitación del personal de enfermería, recolección de datos iniciales
	7 – 9	25 – 36	Seguimiento y recolección de datos	Monitorización de la aplicación de la formación, evaluación intermedia y recolección de datos clínicos
	10 – 12	37 – 48	Análisis de datos y evaluación final	Análisis estadístico de datos, evaluaciones de satisfacción y competencia
2	1 – 3	49 – 60	Preparación de informes y diseminación	Redacción de informes de investigación, preparación para publicaciones y presentaciones
	4 – 6	61 – 72	Evaluación del proyecto y cierre	Revisión del proyecto, cierre administrativo

**Tabla 3.** Tabla de cronograma detallado

### 11.1. Diseminación de resultados

Para facilitar la difusión de los resultados y compartir las conclusiones de este estudio con la comunidad científica y profesional, se ha preparado una propuesta de artículo para su presentación en una revista científica en el ámbito de la enfermería y la medicina intensiva.

Esta propuesta está detallada en el Anexo 9 y se enfocará en resaltar los principales hallazgos del estudio, la metodología utilizada y las implicaciones prácticas de la formación en ventilación mecánica mediante realidad virtual.

La participación en estas divulgaciones permitirá intercambiar conocimientos y experiencias con otros profesionales del campo, contribuyendo así a la mejora continua de las prácticas educativas y clínicas en enfermería.

## **12. Implicaciones éticas**

El presente estudio se regirá por principios éticos fundamentales, asegurando la protección y el respeto hacia los participantes, así como el manejo adecuado de los datos obtenidos. En primer lugar, se solicitará el consentimiento informado (Anexo 10) a todos los participantes antes de su inclusión en el estudio. Esto implicará proporcionarles información detallada sobre el propósito de la investigación, los procedimientos involucrados, los posibles riesgos y beneficios, así como su derecho a retirarse en cualquier momento sin consecuencias adversas.

La confidencialidad de la información recopilada será una prioridad, garantizando que todos los datos sean tratados de forma anónima y utilizados exclusivamente con fines de investigación. Se implementarán medidas para proteger la identidad de los participantes y evitar cualquier divulgación indebida de información sensible.

En todo momento, se respetará la dignidad, autonomía y derechos de los participantes. Se evitará cualquier forma de discriminación, coacción o trato injusto, asegurando que la participación sea voluntaria y libre de presiones externas.

Se buscará maximizar los beneficios del estudio para los participantes y la comunidad en general, minimizando al mismo tiempo cualquier riesgo potencial. Se adoptarán medidas para garantizar la seguridad y el bienestar de los participantes durante todo el proceso de investigación.

Para permitir el desarrollo del estudio, la institución sanitaria deberá otorgar su consentimiento, mediante la lectura de los materiales de información dispuestos y la resolución de dudas planteadas a los profesionales del estudio (Anexo 11).

Este proyecto se elaborará en base a la normativa dispuesta en la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, así como de la Normativa de Protección de Datos General de la UE 2016/679, de 25 de mayo de 2018. Asimismo, la declaración de Helsinki respalda la protección de la información de las personas incluidas como parte de la muestra del estudio. Los datos obtenidos de las historias clínicas serán codificados y anonimizados para evitar la identificación de las usuarias. La información será empleada únicamente con propósitos de investigación y no se difundirán para más fines que los propios del proyecto.

Los resultados del estudio se divulgarán de manera clara y transparente, tanto a los participantes como a la comunidad científica. Se presentarán de manera objetiva y precisa, evitando cualquier distorsión o tergiversación de los hallazgos.

Finalmente, se solicitará la aprobación de un comité de ética (Anexo 12) antes de iniciar el estudio. Se seguirán todas las directrices y regulaciones éticas establecidas por dicho comité, así como por las normativas nacionales e internacionales aplicables. En resumen, este estudio se compromete a llevar a cabo una investigación ética y responsable, que garantice el respeto, la integridad y la protección de los participantes en todas las etapas del proceso.

### **13. Limitaciones del estudio**

Al planificar el estudio sobre la eficacia de la formación en ventilación mecánica mediante realidad virtual, se anticiparon varias posibles limitaciones que podrían influir en la interpretación y la generalización de los resultados obtenidos.

Una posible limitación es la dependencia de la tecnología de realidad virtual, cuya efectividad puede variar significativamente según la calidad y el realismo de los simuladores usados. Esta variabilidad en la experiencia de inmersión podría afectar la consistencia en la adquisición de habilidades entre los participantes, influyendo así en la eficacia percibida de la formación.

Otra limitación considerada es la selección de un grupo específico de enfermeros de una sola institución para el estudio, lo que podría limitar la capacidad de generalizar los

resultados a otros contextos o poblaciones. La homogeneidad del grupo en términos de experiencia y exposición previa a la tecnología podría sesgar los resultados, favoreciendo a aquellos con mayor afinidad o experiencia previa con tecnologías avanzadas.

El estudio también podría enfrentarse a la limitación de un corto período de seguimiento post-formación. Este factor limitaría la capacidad para evaluar los efectos a largo plazo de la formación en realidad virtual sobre la práctica clínica y los resultados del paciente. Cambios en la práctica clínica o en los protocolos de atención durante el período de estudio también podrían influir en los resultados independientemente de la intervención de formación.

Finalmente, se considera la posibilidad de sesgos inherentes en la autoevaluación y en la evaluación de competencias prácticas, lo cual no puede ser completamente eliminado. Estos sesgos podrían afectar la precisión de las medidas de competencia y resultado, introduciendo variables no controladas que podrían distorsionar los hallazgos.

Estas posibles limitaciones son importantes para tener en cuenta y, de ser posible, abordar en la planificación y ejecución del estudio, con el objetivo de fortalecer la validez y aplicabilidad de los resultados obtenidos. Se recomienda considerar estrategias adicionales para minimizar estos potenciales sesgos y explorar métodos para ampliar la población de estudio y prolongar los períodos de seguimiento en futuras investigaciones.

## 14. Bibliografía

1. Abu-Baker NN, AbuAlrub S, Obeidat RF, Assmairan K. Evidence-based practice beliefs and implementations: a cross-sectional study among undergraduate nursing students. BMC nursing. Dic 2021;20(1):1-8. Disponible en: <https://bmcnurs.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12912-020-00522-x>
2. Sumpter D, Blodgett N, Beard K, Howard V. Transforming nursing education in response to the future of nursing 2020–2030 report. Nursing Outlook. Nov 2022;70(6):S20-31. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0029655422000197>
3. Venkatesan M, Mohan H, Ryan JR, Schürch CM, Nolan GP, Frakes DH, Coskun AF. Virtual and augmented reality for biomedical applications. Cell reports medicine. Jul 2021 20;2(7). Disponible en: [https://www.cell.com/cell-reports-medicine/pdf/S2666-3791\(21\)00197-X.pdf](https://www.cell.com/cell-reports-medicine/pdf/S2666-3791(21)00197-X.pdf)
4. Lee H, Han JW. Development and evaluation of a virtual reality mechanical ventilation education program for nursing students. BMC Medical Education. Nov 2022;22(1):775. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1186/s12909-022-03834-5>
5. Kiegaldie D, Shaw L. Virtual reality simulation for nursing education: effectiveness and feasibility. BMC nursing. Dic 2023;22(1):1-3. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1186/s12912-023-01639-5>

6. Plotzky C, Lindwedel U, Sorber M, Loessl B, König P, Kunze C, Kugler C, Meng M. Virtual reality simulations in nurse education: A systematic mapping review. *Nurse education today*. Jun 2021;101:104868. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0260691721001258>
7. Risling T. Educating the nurses of 2025: Technology trends of the next decade. *Nurse Educ Pract*. Ene 2017; 22:89-92. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1471595316302748>
8. Barchielli C, Marullo C, Bonciani M, Vainieri M. Nurses and the acceptance of innovations in technology-intensive contexts: the need for tailored management strategies. *BMC Health Services Research*. Dic 2021;21(1):1-1. Disponible en: <https://bmchealthservres.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12913-021-06628-5>
9. Liu K, Zhang W, Li W, Wang T, Zheng Y. Effectiveness of Virtual Reality in Nursing Education: A Systematic Review and Meta-analysis. 2023. Disponible en: <https://www.researchsquare.com/article/rs-2970658/latest>
10. Cuzzo B, Padala SA, Lappin SL. Physiology, vasopressin. In: *StatPearls*. Ago 2023. StatPearls Publishing. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK526069>
11. Nguyen JD, Duong H. Pursed-lip breathing. 2019. Disponible en: <https://europepmc.org/books/nbk545289>
12. Lino JA, Gomes GC, Sousa ND, Carvalho AK, Diniz ME, Junior AB, Holanda MA. A critical review of mechanical ventilation virtual simulators: is it time to use them?. *JMIR medical education*. Jun 2016; 2(1): e5350. Disponible en: <https://mededu.jmir.org/2016/1/e8>
13. Efendi D, Apriliyasari RW, Prihartami Massie JG, Wong CL, Natalia R, Utomo B, Sunarya CE, Apriyanti E, Chen KH. The effect of virtual reality on cognitive, affective, and psychomotor outcomes in nursing staffs: systematic review and meta-analysis. *BMC nursing*. Dic 2023;22(1):1-5. Disponible en: <https://bmcnurs.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12912-023-01312-x>
14. Granizo-Taboada WT, Jiménez-Jiménez MM, Rodríguez-Díaz JL, Parcon-Bitanga M. Conocimiento y prácticas del profesional de enfermería sobre prevención de neumonía asociada a ventilación mecánica. *Revista Archivo Médico de Camagüey*.

- Feb 2020; 24(1). Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1025-02552020000100007&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1025-02552020000100007&script=sci_arttext&tlng=en)
15. Prieto-Miranda SE, Calixto-Bello RA, Jiménez-Bernardino CA, Guerrero-Quintero LG. Evaluación de conocimientos sobre el manejo de ventilación mecánica en médicos residentes. FEM: Revista de la Fundación Educación Médica. Dic 2013;16(4):203-13. Disponible en: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S2014-98322013000600004&script=sci\\_arttext&tlng=pt](https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S2014-98322013000600004&script=sci_arttext&tlng=pt)
  16. Torres-Castro C, Valle-Leal J, Martínez-Limón AJ, Lastra-Jiménez Z, Delgado-Bojórquez LC. Complicaciones pulmonares asociadas a ventilación mecánica en el paciente neonatal. Boletín médico del Hospital Infantil de México. Oct 2016;73(5):318-24. Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1665-11462016000500318](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-11462016000500318)
  17. García-Pozo, Ana, María Nieves Moro-Tejedor, and M. Medina-Torres. "Evaluación y dimensiones que definen el clima y la satisfacción laboral en el personal de enfermería." Revista de Calidad Asistencial 25.4 (2010): 207-214. Disponible en: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1134282X10000448?casa\\_token=L\\_ZoLRhnMHcAAAAA:bcd1Mnl-foRCOCmPGqYiYdG3HEtctzQQle6oxrNj-vhQ\\_noLKVuTgHEPnbtv-voHQ-Bw7FPDcxY](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1134282X10000448?casa_token=L_ZoLRhnMHcAAAAA:bcd1Mnl-foRCOCmPGqYiYdG3HEtctzQQle6oxrNj-vhQ_noLKVuTgHEPnbtv-voHQ-Bw7FPDcxY)
  18. Freeman, T. (2021) The cost of Medical VR training, Axon Park. Available at: <https://axonpark.com/the-cost-of-medical-vr-training/>
  19. Virtual reality (VR) for medical education in 2024 (no date) Virtual Reality (VR) for Medical Education in 2024. Available at: <https://www.scnsoft.com/healthcare/virtual-reality/medical-education>
  20. Norberto C., Félix Téllez-Ávilab, Jean J., Francisco A., Misael Uribea. "Sugerencias sobre cómo publicar un artículo científico". Endoscopia. 2021. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-endoscopia-335-articulo-sugerencias-sobre-como-publicar-un-X0188989312226743>

## 15. Anexos

### 15.1. Anexo 1. Cálculo estimado de tamaño muestral de personal de enfermería

Utilizando los parámetros mencionados en el apartado de cálculo de tamaño muestral del presente estudio, se puede calcular el tamaño muestral necesario. Por ejemplo, suponiendo un tamaño de efecto medio ( $d = 0.5$ ), podemos usar una fórmula estándar para el cálculo del tamaño muestral en estudios con diseño de dos grupos, como la fórmula de Cohen para tamaños de efecto:

$$n = 2\left(\frac{Z_{1-\alpha/2} + Z_{1-\beta}}{d}\right)^2$$

Donde:

- $Z_{1-\alpha/2}$  es el valor Z para un nivel de confianza del 95% (aproximadamente 1.96).
- $Z_{1-\beta}$  es el valor Z para un poder del 80% (aproximadamente 0.84).
- $d$  es el tamaño del efecto esperado.

Cálculo estimativo: Si sustituimos los valores en la fórmula:

$$n = 2\left(\frac{1.96 + 0.84}{0.5}\right)^2 = 2\left(\frac{2.8}{0.5}\right)^2 = 2(5.6)^2 = 2 \times 31.36 \approx 62,72$$

Por lo tanto, aproximadamente 63 enfermeros por grupo serían necesarios para detectar un efecto medio con un nivel de significancia del 5% y un poder del 80%.

### 15.2. Anexo 2. Calculo estimado de tamaño muestral de pacientes

Usando la fórmula estándar para la comparación de dos medias independientes y considerando una variabilidad mayor, el cálculo es como sigue:

$$n = 2\left(\frac{Z_{1-\alpha/2} + Z_{1-\beta}}{d}\right)^2$$

Donde:

- $Z_{1-\alpha/2}$  es el valor Z para un nivel de confianza del 95% (aproximadamente 1.96).
- $Z_{1-\beta}$  es el valor Z para un poder del 80% (aproximadamente 0.84).
- $d$  es 0.4 (tamaño del efecto ajustado para alta variabilidad)

Sustituyendo los valores en la fórmula:

$$n = 2\left(\frac{1.96 + 0.84}{0.4}\right)^2 = 2(7)^2 = 2 \times 49 = 98$$

Por tanto, se requerirán aproximadamente 100 pacientes por grupo para lograr la potencia necesaria para detectar diferencias estadísticamente significativas en los resultados clínicos. Este tamaño de muestra garantiza que cualquier efecto observado entre los grupos de tratamiento sea estadísticamente robusto y clínicamente significativo.

### 15.3. Anexo 3. Instrumento de evaluación sobre datos sociodemográficos

Pregunta	Respuesta
Edad	_____
Género	<input type="checkbox"/> Masculino <input type="checkbox"/> Femenino <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/> Prefiero no decirlo
Nivel educativo	<input type="checkbox"/> Técnico en Enfermería <input type="checkbox"/> Grado en Enfermería <input type="checkbox"/> Posgrado
Años de experiencia en enfermería	_____
Especialización en enfermería	_____
Antecedentes culturales y lingüísticos	_____
Experiencia previa con tecnologías de realidad virtual	<input type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Básica <input type="checkbox"/> Intermedia <input type="checkbox"/> Avanzada
Área de trabajo actual	<input type="checkbox"/> UCI <input type="checkbox"/> Urgencias <input type="checkbox"/> Planta <input type="checkbox"/> Otra
Horas de formación continua recibidas en el último año	_____
Disponibilidad para participar en el	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No

estudio	
Turno de trabajo	<input type="checkbox"/> Mañana <input type="checkbox"/> Tarde <input type="checkbox"/> Noche <input type="checkbox"/> Rotativo

#### 15.4. Anexo 4. Instrumento de evaluación sobre conocimiento teórico

Pregunta	Opciones
1. ¿Cuál es el volumen tidal recomendado para un paciente adulto con ventilación mecánica?	<input type="checkbox"/> 6-8 ml/kg <input type="checkbox"/> 10-12 ml/kg <input type="checkbox"/> 4-6 ml/kg <input type="checkbox"/> 8-10 ml/kg
2. ¿Qué complicación es más común en pacientes con ventilación mecánica prolongada?	<input type="checkbox"/> Neumotórax <input type="checkbox"/> Atelectasia <input type="checkbox"/> Volutrauma <input type="checkbox"/> Neumonía asociada al ventilador
3. ¿Cuál es la presión máxima de las vías respiratorias permitida durante la ventilación mecánica?	<input type="checkbox"/> 20 cm H <sub>2</sub> O <input type="checkbox"/> 30 cm H <sub>2</sub> O <input type="checkbox"/> 40 cm H <sub>2</sub> O <input type="checkbox"/> 50 cm H <sub>2</sub> O
4. ¿Qué parámetro se utiliza para ajustar la ventilación minuto?	<input type="checkbox"/> Volumen tidal <input type="checkbox"/> Frecuencia respiratoria <input type="checkbox"/> FiO <sub>2</sub> <input type="checkbox"/> PEEP
5. ¿Cuál es el objetivo de la PEEP (Presión Positiva al Final de la Espiración)?	<input type="checkbox"/> Mejorar la oxigenación <input type="checkbox"/> Reducir el CO <sub>2</sub> <input type="checkbox"/> Aumentar la frecuencia respiratoria <input type="checkbox"/> Disminuir la presión arterial
6. ¿Qué complicación puede resultar de una PEEP excesiva?	<input type="checkbox"/> Atelectasia <input type="checkbox"/> Neumotórax <input type="checkbox"/> Hipoxemia <input type="checkbox"/> Hipercapnia
7. ¿Qué se entiende por ventilación asistida-controlada?	<input type="checkbox"/> El ventilador realiza todas las respiraciones <input type="checkbox"/> El paciente realiza todas las respiraciones <input type="checkbox"/> El ventilador asiste las respiraciones del paciente <input type="checkbox"/> El ventilador controla el flujo de aire
8. ¿Cuál es el principal objetivo de la ventilación mecánica?	<input type="checkbox"/> Asegurar la oxigenación <input type="checkbox"/> Reducir el esfuerzo respiratorio <input type="checkbox"/> Prevenir el daño pulmonar <input type="checkbox"/> Todas las anteriores

9. ¿Qué parámetro se ajusta para corregir la hipercapnia?	<input type="checkbox"/> Volumen tidal <input type="checkbox"/> Frecuencia respiratoria <input type="checkbox"/> FiO2 <input type="checkbox"/> PEEP
10. ¿Cuál de los siguientes modos de ventilación permite al paciente iniciar una respiración?	<input type="checkbox"/> CMV (Ventilación Mandatoria Controlada) <input type="checkbox"/> SIMV (Ventilación Mandatoria Intermitente Síncrona) <input type="checkbox"/> PSV (Ventilación de Soporte de Presión) <input type="checkbox"/> PRVC (Control de Presión Regulada por Volumen)
11. ¿Cuál es un signo clínico de insuficiencia respiratoria en un paciente con ventilación mecánica?	<input type="checkbox"/> Aumento de la presión arterial <input type="checkbox"/> Disminución de la frecuencia respiratoria <input type="checkbox"/> Aumento del esfuerzo respiratorio <input type="checkbox"/> Disminución del volumen tidal
12. ¿Qué se debe monitorear para evitar el volutrauma?	<input type="checkbox"/> FiO2 <input type="checkbox"/> Presión de las vías respiratorias <input type="checkbox"/> Volumen tidal <input type="checkbox"/> Frecuencia respiratoria
13. ¿Cuál es el beneficio de la ventilación no invasiva frente a la invasiva?	<input type="checkbox"/> Menor riesgo de infecciones <input type="checkbox"/> Mayor comodidad para el paciente <input type="checkbox"/> Menor necesidad de sedación <input type="checkbox"/> Todas las anteriores
14. ¿Qué factor aumenta el riesgo de neumonía asociada al ventilador?	<input type="checkbox"/> Uso prolongado de ventilación mecánica <input type="checkbox"/> Uso de FiO2 alta <input type="checkbox"/> Baja PEEP <input type="checkbox"/> Alta frecuencia respiratoria
15. ¿Qué se debe hacer si un paciente en ventilación mecánica presenta un neumotórax?	<input type="checkbox"/> Aumentar la PEEP <input type="checkbox"/> Disminuir el volumen tidal <input type="checkbox"/> Colocar un tubo de tórax <input type="checkbox"/> Aumentar la FiO2
16. ¿Cuál es la importancia de la humidificación del aire en la ventilación mecánica?	<input type="checkbox"/> Evitar la deshidratación de las vías respiratorias <input type="checkbox"/> Aumentar la oxigenación <input type="checkbox"/> Reducir el esfuerzo respiratorio <input type="checkbox"/> Prevenir el barotrauma
17. ¿Qué tipo de ventilación se utiliza comúnmente en pacientes con síndrome	<input type="checkbox"/> Ventilación con volumen controlado <input type="checkbox"/> Ventilación con presión controlada <input type="checkbox"/>

de distrés respiratorio agudo (SDRA)?	Ventilación de alta frecuencia [ ] Ventilación no invasiva
18. ¿Cuál es el principal objetivo del destete de la ventilación mecánica?	[ ] Aumentar la PEEP [ ] Aumentar la FiO2 [ ] Reducir la dependencia del ventilador [ ] Aumentar el volumen tidal
19. ¿Qué factor es clave para el éxito del destete de la ventilación mecánica?	[ ] Alto nivel de PEEP [ ] Baja FiO2 [ ] Evaluación frecuente de la función respiratoria [ ] Uso de sedación
20. ¿Qué se debe evaluar antes de iniciar el destete de la ventilación mecánica?	[ ] Estabilidad hemodinámica [ ] Nivel de sedación [ ] Presión de las vías respiratorias [ ] Todas las anteriores

**15.5. Anexo 5. Cuestionario de evaluación sobre conocimientos en el manejo de ventilación mecánica en médicos residentes.**

## Caso 1

Una mujer de 64 años con antecedentes de enfermedad pulmonar obstructiva crónica se presenta en urgencias con dificultad respiratoria en aumento. Usa broncodilatadores hasta cuatro veces al día. Durante la semana pasada, su tolerancia al ejercicio se ha ido reduciendo y ahora presenta disnea en reposo a pesar del empleo frecuente de sus  $\beta$ -agonistas. La paciente muestra tos moderada y esputo hialino. En el examen físico, tiene dificultad respiratoria moderada, pero se encuentra alerta y responde a estímulos. Temperatura corporal de 38 °C, frecuencia cardiaca de 110 latidos/min, frecuencia respiratoria de 28 respiraciones/min, presión arterial de 110/70 mmHg. La paciente usa los músculos accesorios para respirar, pero puede completar frases u oraciones cortas. Se encuentra disminución de los ruidos respiratorios bilaterales y se nota espiración prolongada. Los ruidos cardiacos son distantes, pero regulares, y no hay relevancia en la exploración física del abdomen. Una radiografía de tórax objetiva hiperinsuflación pulmonar y disminución del contorno del pulmón a lo largo de ambos campos pulmonares. Una gasometría arterial realizada en la paciente con oxígeno a 2 L/min con puntas nasales revela un pH de 7,30, PaCO<sub>2</sub> de 60 mmHg, PaO<sub>2</sub> de 58 mmHg y SaO<sub>2</sub> del 88%.

**1. Además de una cuidadosa vigilancia, ¿cuál de las siguientes intervenciones sería la más apropiada en este momento?:**

- a) Aumentar el oxígeno suplementario además de la terapia continua con  $\beta$ -agonistas.
- b) Sólo la terapia continua con  $\beta$ -agonistas.
- c) Intubación y ventilación mecánica.
- d) Ventilación no invasiva con presión positiva (BIPAP).

Durante el curso de su tratamiento, se toma la decisión de intubar a la paciente. Después de un bolo de líquidos de 500 mL, la paciente es sedada e intubada con tubo endotraqueal n.º 7, que se coloca sin dificultad. El indicador de CO<sub>2</sub> muestra la adecuada colocación del tubo endotraqueal. La paciente es ventilada a 25 respiraciones/min con dispositivo válvula bolsa mascarilla (AMBU). Sin embargo, inmediatamente después de la intubación se observa una presión arterial de 70/40 mmHg.

**2. ¿Cuál es la causa más probable de la hipotensión?:**

- a) Sepsis.
- b) Neumotórax.
- c) Aumento de la presión intratorácica (auto-PEEP).
- d) Infarto agudo al miocardio.

**3. La intervención inicial más apropiada para mejorar la afectación cardiovascular sería:**

- a) Aumentar los líquidos por vía intravenosa.
- b) Colocar una aguja de calibre 16 en el segundo espacio intercostal izquierdo línea media anterior.
- c) Dejar de usar AMBU-bolsa y permitir que la paciente exhale.
- d) Empezar con 5  $\mu$ g/kg/min de dopamina.

**4. La presión arterial mejora a 95/65 mmHg. ¿Cuál de los siguientes parámetros del ventilador sería el más adecuado para esta paciente (60 kg)?:**

- a) Asisto controlado por volumen, con frecuencia respiratoria de 22, volumen corriente de 400 mL, PEEP de 5 cmH<sub>2</sub>O y FiO<sub>2</sub> del 100%.
- b) Asisto controlado por volumen, con frecuencia respiratoria de 12, volumen corriente de 500 mL, PEEP de 5 cmH<sub>2</sub>O y FiO<sub>2</sub> del 60%.
- c) Asisto controlado por volumen, con frecuencia respiratoria de 20, volumen corriente de 700 mL, PEEP de 5 cmH<sub>2</sub>O y FiO<sub>2</sub> del 60%.
- d) Asisto controlado por presión, con frecuencia respiratoria de 15, presión inspiratoria de 25 cmH<sub>2</sub>O, relación inspiración espiración de 1 a 1, PEEP de 5 cmH<sub>2</sub>O y FiO<sub>2</sub> del 100%.

**5. En el modo asisto controlado por volumen (no regulado por presión), si la frecuencia respiratoria es de 16 respiraciones/min y el volumen corriente es de 600 mL, ¿cuál de las siguientes aseveraciones resulta correcta acerca del volumen corriente aplicado si la frecuencia respiratoria del paciente es de 22 respiraciones/min?:**

- a) 600 mL cada respiración.
- b) 600 mL durante las 16 respiraciones determinadas y el resto determinado por el esfuerzo del paciente.
- c) El volumen corriente será determinado por el esfuerzo del paciente cada vez que respira.

- d) El volumen corriente puede variar, dependiendo de la función de distensibilidad pulmonar.

Después de 3 días de ventilación mecánica, la paciente se encuentra despierta, sigue las órdenes y tiene un adecuado reflejo de tos. Es colocada en presión positiva continua de la vía aérea (CPAP) de 5 cmH<sub>2</sub>O. Después de un minuto, tiene una frecuencia respiratoria de 20 por minuto y un volumen corriente de 300 mL.

**6. De las siguientes opciones, ¿cuál sería el plan más adecuado para el día con respecto a la ventilación mecánica?:**

- a) Sedar a la paciente y reanudar con ventilación asistida controlada por volumen.
- b) Sedar a la paciente e iniciar con ventilación asistida controlada por presión.
- c) Iniciar un método de destete de ventilación con presión de soporte o una pieza en T.
- d) Recomendar que la paciente sea evaluada para una traqueostomía.

**Caso 2**

Una mujer de 29 años (60 kg) es encontrada inconsciente en un parque de la ciudad después de ingerir una sustancia desconocida. La paciente es reanimada e intubada en el lugar por servicios médicos de emergencias. A su llegada a urgencias, la temperatura de la paciente es de 38,4 °C, la frecuencia cardíaca es de 110 latidos/min, y la tensión arterial, de 130/78 mmHg. Se succiona esputo espeso por el tubo endotraqueal. La exploración pulmonar revela crepitaciones en la base derecha, sin sibilancias. Los ruidos cardíacos son normales y la producción de orina es la adecuada. Una radiografía de tórax muestra un infiltrado denso en el lóbulo inferior derecho.

Se coloca a la paciente en ventilación mecánica sincronizada intermitente (SIMV) con volumen corriente de 450 mL, frecuencia respiratoria de 16 respiraciones/min, PEEP de 5 cmH<sub>2</sub>O y FiO<sub>2</sub> del 40%. Con estos parámetros la paciente registra una frecuencia respiratoria de 30 respiraciones/min. Una gasometría arterial muestra un pH de 7,45, PaCO<sub>2</sub> de 34 mmHg, PaO<sub>2</sub> de 50 mmHg y SaO<sub>2</sub> del 83%. La FiO<sub>2</sub> se aumenta al 100% y una gasometría arterial 30 minutos más tarde muestra un pH de 7,43, PaCO<sub>2</sub> de 36 mmHg, PaO<sub>2</sub> de 55 mmHg, y SaO<sub>2</sub> del 89%. La frecuencia respiratoria del paciente no se modifica.

**7. La principal anomalía fisiológica responsable de la hipoxemia es:**

- a) Ventilación excesiva del espacio muerto.
- b) Bajo gasto cardíaco.
- c) Corto circuito intrapulmonar.
- d) Hipoventilación.

**8. ¿Cuál de las siguientes aseveraciones es correcta acerca de la SIMV?:**

- a) El volumen corriente de respiraciones iniciado por el paciente, por encima de la tasa establecida, se determina por el total del volumen corriente del paciente.
- b) El volumen corriente de respiraciones iniciado por el paciente, por encima de la tasa establecida, se determina por el esfuerzo del paciente.
- c) El volumen corriente de cada respiración es determinado por el esfuerzo del paciente.
- d) SIMV es una forma de ventilación ciclada por presión.

Más tarde, esa noche, una enfermera lo llama para examinar al paciente debido a que su saturación de O<sub>2</sub> se ha reducido en los últimos cinco minutos del 94% al 80%, a pesar de un aumento de la FiO<sub>2</sub> a 1,0 (oxígeno al 100%). En la exploración física se encuentra que los ruidos respiratorios son audibles bilateralmente, pero han disminuido de forma simétrica, y no hay presencia de sibilancias. La presión pico de la vía aérea se ha incrementado a 65 cmH<sub>2</sub>O (de 40 cmH<sub>2</sub>O), pero la presión meseta está relativamente sin cambios a 25 cmH<sub>2</sub>O. Su frecuencia respiratoria es ahora de 42 respiraciones/min, su frecuencia cardíaca es de 110 latidos/min, y su presión arterial, de 150/85 mmHg.

**9. ¿Qué intervención sería la más probable para mejorar el proceso fisiológico que está causando la hipoxemia del paciente?:**

- a) Descompresión de urgencia con aguja del supuesto neumotórax.
- b) Administración urgente de activador tisular del plasminógeno, seguido de heparina.
- c) Aspiración, seguida de cambio del tubo endotraqueal si no hay mejoría.
- d) Broncodilatadores, seguido de metilprednisolona intravenosa.

Tras realizar una intervención adecuada, la paciente se estabiliza. Poco a poco, durante los próximos tres días, su oxigenación mejora gradualmente. La pacien-

te se cambia a ventilación con presión soporte, con presión inspiratoria de 20 cmH<sub>2</sub>O y PEEP de 5 cmH<sub>2</sub>O.

**10. ¿Cuál de los siguientes enunciados respecto al estado de las vías respiratorias del paciente en ventilación con presión soporte es cierto?:**

- a) Los volúmenes corrientes serán los mismos con cada respiración.
- b) El volumen minuto deberá ser constante.
- c) El volumen minuto varía de acuerdo a su fuerza y esfuerzo respiratorio.
- d) La relación inspiración/expiración es fijada por el médico.

### Caso 3

Una mujer de 56 años con diabetes mellitus es llevada a la sala de urgencias con antecedente de tres días con disuria y dolor en la espalda baja. En urgencias no está completamente consciente y presenta taquipnea. Temperatura corporal de 38,9 °C, frecuencia respiratoria de 28 respiraciones/min, frecuencia cardíaca de 120 latidos/min, tensión arterial de 80/50 mmHg y peso ideal de 60 kg. La paciente presenta mucosas secas y llenado capilar rápido. En la exploración física se encuentran ruidos inspiratorios con estertores débiles bilaterales, y el examen cardíaco es significativo sólo para la taquicardia. El examen abdominal es normal. No tiene edema pedio. El recuento de leucocitos es de 13.000/mL y el análisis de orina revela > 100.000 leucocitos con abundantes bacterias. Una radiografía de tórax muestra infiltrados intersticiales bilaterales sin derrames. Una gasometría arterial tomada mientras el paciente respira con mascarilla y oxígeno al 100% revela un pH de 7,30, PaCO<sub>2</sub> de 25 mmHg, PaO<sub>2</sub> de 62 mmHg y SaO<sub>2</sub> del 90%. Mientras se inicia tratamiento con líquidos y antibióticos por vía intravenosa, se considera que el soporte ventilatorio está indicado.

**11. ¿Cuál de las siguientes opciones sería la forma más apropiada de soporte ventilatorio en este momento?**

- a) BIPAP con mascarilla facial.
- b) Intubación y ventilación asisto controlada por volumen, frecuencia respiratoria de 20 respiraciones/min, volumen corriente de 360 mL.
- c) Intubación y ventilación mandatoria intermitente, frecuencia respiratoria de 20 respiraciones/min, volumen corriente de 700 mL.
- d) Intubación y ventilación asisto controlada por

volumen, frecuencia respiratoria de 20 respiraciones/min, volumen corriente de 700 mL.

En el segundo día de estancia hospitalaria se está manejando con ventilación asisto controlada por volumen. La presión arterial es de 100/70 mmHg, y la frecuencia cardíaca, de 90 latidos/min. Mientras la paciente está sedada, su presión pico es de 40 cmH<sub>2</sub>O, con una FiO<sub>2</sub> del 60% y PEEP de 5 cmH<sub>2</sub>O. La gasometría arterial revela un pH de 7,28, PaCO<sub>2</sub> de 36 mmHg y PaO<sub>2</sub> del 85%.

**12. ¿Cuál de las siguientes opciones sería la medida más apropiada a seguir?:**

- a) Aumentar la FiO<sub>2</sub> al 80%.
- b) Aumentar el volumen corriente a 100 mL de su valor inicial.
- c) Aumentar la frecuencia respiratoria 4 respiraciones/min de los parámetros iniciales.
- d) Aumentar PEEP a 10 cmH<sub>2</sub>O.

**13. ¿Cuál de las siguientes intervenciones prolongaría el tiempo espiratorio de la paciente que recibe ventilación asisto controlada por volumen?:**

- a) Aumentar la frecuencia respiratoria.
- b) Aumentar el flujo inspiratorio.
- c) Aumentar PEEP.
- d) Aumentar el volumen corriente.

Después de varios días, la paciente estaba siendo tratada con ventilación asisto controlada por presión, con una frecuencia de 18 respiraciones/min, PEEP de 12 cmH<sub>2</sub>O y presión inspiratoria total de 30 cmH<sub>2</sub>O. La relación inspiración/expiración es de 1 a 1. Inicialmente, con esos parámetros, la medición de volumen corriente obtenido da un promedio de 400 mL. Dos días después, ahora con los mismos parámetros, el volumen corriente obtenido es de 500 mL.

**14. ¿Cuál de las siguientes circunstancias es la más probable para explicar el cambio del volumen corriente?**

- a) Aumento en el esfuerzo respiratorio por el paciente.
- b) Aumento de la distensibilidad pulmonar.
- c) Aumento de la ventilación del espacio muerto.
- d) Atrapamiento de aire que conduce a aumentar la PEEP intrínseca (auto-PEEP).

En el decimocuarto día de estancia intrahospitalaria, la paciente está afebril, hemodinámicamente es-



table y tiene una presión venosa central de 12 mmHg. Ha sido tratada con ventilación asisto controlada por volumen los últimos siete días, y actualmente recibe un volumen corriente de 360 mL, con frecuencia de 24 respiraciones/min, PEEP de 15 cmH<sub>2</sub>O y FiO<sub>2</sub> del 50%. Una gasometría arterial en este momento revela un pH de 7,35, PaCO<sub>2</sub> de 50 mmHg, PaO<sub>2</sub> de 90 mmHg y SaO<sub>2</sub> del 97%, además de HCO<sub>3</sub> sanguíneo de 27 mEq/L, presión pico de 48 cmH<sub>2</sub>O y presión meseta de 38 cmH<sub>2</sub>O.

**15. ¿Cuál de las siguientes opciones sería la intervención más apropiada en este momento?:**

- a) Disminución de la PEEP.
- b) Iniciar infusión de bicarbonato de sodio.
- c) Aumentar el volumen corriente.
- d) Dar furosemida por vía intravenosa.

En el vigesimoprimer día de estancia intrahospitalaria se realiza una traqueostomía en la camilla de la paciente, sin complicaciones. Esa noche, tras ser volteada durante el baño, suenan las alarmas de presión pico en el ventilador y se observa en el monitor una disminución de la SaO<sub>2</sub>. Al examinarlo, el paciente tiene dificultad respiratoria y taquicardia. El tubo de traqueostomía aparece desplazado de su posición original. El examen pulmonar revela ruidos respiratorios disminuidos bilateralmente, sin sibilancias. El cuello de la paciente se observa hinchado y la piel del cuello y tórax anterior crepita al tacto.

**16. ¿Cuál de las siguientes es la intervención inmediata más apropiada?:**

- a) Pedir una radiografía portátil de tórax.
- b) Colocar un tubo pleural en el tórax bilateral.
- c) Intentar reemplazar el tubo de traqueostomía.
- d) Retirar el tubo de traqueostomía y colocar un tubo endotraqueal.

#### Caso 4

Una mujer de 35 años (60 kg) con asma es intubada al llegar al servicio de urgencias por dificultad respiratoria. El modo del ventilador asisto controlado por volumen muestra los siguientes parámetros: FiO<sub>2</sub> del 60%, volumen corriente de 500 mL, PEEP de 5 cmH<sub>2</sub>O, frecuencia respiratoria de 22 respiraciones/min y flujo inspiratorio de 80 L/min. La pa-

ciente está muy sedada y no respira sobre las respiraciones programadas. Quince minutos después de la intubación, una gasometría revela pH de 7,22, PaCO<sub>2</sub> de 60 mmHg, PaO<sub>2</sub> de 85 mmHg y SaO<sub>2</sub> del 95%. La presión pico es de 70 cmH<sub>2</sub>O, y la presión meseta, de 40 cmH<sub>2</sub>O. Su presión arterial es de 85/60 mmHg y decreciendo. La frecuencia cardiaca se ha incrementado a 120 latidos/min (anterior de 95 latidos/min).

**17. La intervención más apropiada en este momento sería:**

- a) Disminuir la frecuencia respiratoria a 12 respiraciones/min.
- b) Aumentar la PEEP a 15 cmH<sub>2</sub>O.
- c) Aumentar el volumen corriente a 600 mL.
- d) Disminuir la FiO<sub>2</sub> al 30%.

**18. ¿Cómo cuantificaría la cantidad de auto-PEEP presente en un paciente (que está sedado y paralizado)?:**

- a) Medir la presión de la vía aérea durante una pausa de 1 s al final de la inspiración (y sustraer la PEEP establecida).
- b) Medir la presión de la vía aérea durante una pausa de 1 s al final de la espiración (y sustraer la PEEP establecida).
- c) Restar la presión meseta de la presión pico.
- d) Multiplicar el flujo por el volumen corriente.

En la mañana del segundo día de ventilación mecánica, mientras la paciente se encuentra muy sedada, la SaO<sub>2</sub> disminuye repentinamente del 96% al 84% y la presión arterial cae de 118/76 a 90/55 mmHg. La presión pico de la vía aérea se ha incrementado de 40 a 75 cmH<sub>2</sub>O y la presión meseta, de 28 a 50 cmH<sub>2</sub>O. La paciente permanece sedada. En el examen pulmonar hay presencia de sibilancias y existe buen movimiento de aire en el lado izquierdo, aunque se observa disminución en el lado derecho. Los sonidos cardiacos están distantes y regulares.

**19. ¿Cuál de las siguientes explicaciones es la más probable para los cambios en las presiones de la vía aérea?:**

- a) Oclusión del tubo endotraqueal.
- b) Aumento del broncoespasmo.
- c) Asincronía paciente-ventilador.
- d) Neumotórax a tensión.

**15.6. Anexo 6. Instrumento de recogida de incidencia de complicaciones relacionadas con la ventilación mecánica**

<b>Complicación</b>	<b>Presencia</b>
Neumonía asociada al ventilador	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Barotrauma	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Volutrauma	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Atelectasia	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Fibrosis pulmonar	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Lesiones pulmonares inducidas por ventilación	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Neumotórax	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Displasia broncopulmonar	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Hemorragia pulmonar	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Hipercapnia	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Hipoxemia	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Edema pulmonar	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No

## **15.7. Anexo 7. Encuesta de satisfacción y escala de autoeficacia para el personal de enfermería**

Esta encuesta está diseñada para ser administrada tanto antes como después de la formación para evaluar cambios en la percepción y la confianza de los enfermeros.

### **Datos demográficos**

Edad: \_\_\_\_

Género: M / F / Otro

Años de experiencia en enfermería: \_\_\_\_

Especialización: \_\_\_\_

### **Satisfacción laboral**

(Cada ítem debe ser respondido en una escala de 1 a 5, donde 1 = Muy insatisfecho y 5 = Muy satisfecho)

- ¿Cómo evalúa las condiciones físicas de su lugar de trabajo?
- ¿Está satisfecho con la formación en ventilación mecánica que ha recibido?
- ¿Cómo evalúa las oportunidades de promoción disponibles para usted?
- ¿Está satisfecho con la organización interna de su departamento?
- ¿Cómo calificaría las relaciones con sus compañeros, incluidos aquellos de otros turnos?
- ¿Siente que conoce bien los objetivos de la dirección y que estos son adecuados?

### **Escala de autoeficacia**

(Cada ítem debe ser respondido en una escala de 1 a 5, donde 1 = Nada confiado y 5 = Muy confiado)

- ¿Qué tan confiado se siente en aplicar las habilidades de ventilación mecánica aprendidas en el entrenamiento?
- ¿Cómo evalúa su capacidad para manejar complicaciones en la ventilación mecánica después de la formación?
- ¿Qué tan eficaz se siente al utilizar equipos de ventilación mecánica en situaciones clínicas reales?
- ¿Cómo califica su capacidad para tomar decisiones bajo presión después de la formación en realidad virtual?
- ¿Qué tan preparado se siente para enseñar a otros sobre ventilación mecánica basada en su experiencia de aprendizaje?

### Preguntas abiertas para comentarios adicionales

- ¿Hay algún aspecto de su formación en ventilación mecánica que considere que podría mejorarse?
- ¿Tiene sugerencias específicas sobre cómo mejorar la formación para futuros cursos?

### 15.8. Anexo 8. Instrumento de recogida de datos clínicos

Aspecto Evaluado	Respuesta
Duración de la estancia en la UCI (días)	_____
Tasa de éxito en el destete de la ventilación mecánica	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Complicaciones observadas	
Neumonía asociada al ventilador	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Barotrauma	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Volutrauma	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Atelectasia	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Fibrosis pulmonar	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Lesiones pulmonares inducidas por ventilación	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Neumotórax	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Displasia broncopulmonar	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Hemorragia pulmonar	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Hipercapnia	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Hipoxemia	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Edema pulmonar	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Mortalidad en la UCI	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Parámetros fisiológicos mejorados	
Reducción de intervenciones de emergencia	

## Logotipo y nombre de revista

Proyecto de investigación

### **Formación en ventilación mecánica para enfermería: aplicación de la realidad virtual para el desarrollo de competencias clínicas**

**S. Ye (GUE)**

*Hospital universitario Bellvitge. Barcelona, España*

#### **PALABRAS CLAVE**

Realidad virtual;  
Formación en enfermería;  
Ventilación mecánica;  
Competencias clínicas;  
Cuidados intensivos

#### **Resumen**

Este estudio evalúa la eficacia de un programa de formación en ventilación mecánica para enfermería utilizando realidad virtual (VR). La VR, como herramienta innovadora, mejora las competencias clínicas al ofrecer un entorno inmersivo y práctico.

El diseño experimental incluye grupos de control e intervención, con enfermeros y pacientes de unidades de cuidados intensivos del Hospital Universitario Bellvitge, seleccionados mediante muestreo estratificado aleatorio. Se comparan el programa de formación en VR y los métodos tradicionales, evaluando conocimientos teóricos y competencias prácticas en ventilación mecánica. Se utilizan instrumentos específicos para recoger datos sociodemográficos, evaluar conocimientos y documentar complicaciones relacionadas con la ventilación.

Se espera que la formación en VR mejore significativamente las competencias clínicas, reduciendo la estancia en la UCI, aumentando el éxito en el destete de la ventilación y disminuyendo complicaciones como neumonía, barotrauma, volutrauma, atelectasia y fibrosis pulmonar. Este estudio pretende demostrar cómo la VR puede optimizar la educación en enfermería y la atención al paciente en entornos críticos de salud.

Autor para correspondencia.

Correo electrónico: shengjiangye@gencat.cat (S. Ye).

## Key words

Virtual reality;  
Nursing education;  
Mechanical  
ventilation; Clinical  
competencies;  
Intensive care

## Abstract

This study evaluates the effectiveness of a mechanical ventilation training program for nursing using virtual reality (VR). VR, as an innovative tool, enhances clinical competencies by offering an immersive and practical environment.

The experimental design includes control and intervention groups, with nurses and patients from intensive care units at Hospital Universitari Bellvitge, selected through stratified random sampling. The VR training program is compared with traditional methods, evaluating theoretical knowledge and practical competencies in mechanical ventilation. Specific instruments are used to collect sociodemographic data, assess knowledge, and document ventilation-related complications.

VR training is expected to significantly improve clinical competencies, reducing ICU stays, increasing success in weaning from mechanical ventilation, and decreasing complications such as pneumonia, barotrauma, volutrauma, atelectasis, and pulmonary fibrosis. This study aims to demonstrate how VR can optimize nursing education and patient care in critical health settings.

## Introducción

La enfermería ha evolucionado notablemente con los avances tecnológicos y las cambiantes necesidades de salud. La integración de tecnologías como registros electrónicos y teleasistencia ha mejorado la atención al paciente, requiriendo una actualización en la formación de las enfermeras centrada en habilidades tecnológicas y manejo de información.

La educación en enfermería ahora se basa en competencias, promoviendo la colaboración interprofesional y el uso de tecnologías de información. La realidad virtual (VR) se ha incorporado en la formación, ofreciendo un aprendizaje inmersivo que mejora tanto la comprensión teórica como la preparación práctica en situaciones críticas.

La VR ha sido fundamental en el tratamiento de pacientes con insuficiencia respiratoria aguda, mejorando la calidad de enseñanza y la seguridad del paciente. Los programas educativos con VR incluyen Aprendizaje Basado en Problemas y simulaciones prácticas, proporcionando una experiencia de aprendizaje cercana a la realidad clínica sin riesgos para los pacientes, superando los métodos tradicionales en efectividad.

La adopción de metodologías innovadoras en la formación de enfermería, especialmente en ventilación mecánica, requiere una evaluación exhaustiva. La realidad virtual (VR) ha demostrado mejorar el conocimiento y habilidades prácticas, por lo que es necesario justificar su uso mediante investigación rigurosa. Este estudio explorará la efectividad de la VR en la

formación de ventilación mecánica, un área crucial en el cuidado de pacientes críticos.

Respalda la relevancia del proyecto estudios que demuestran cómo la VR mejora significativamente el conocimiento teórico y práctico comparado con métodos tradicionales. La VR ofrece un aprendizaje inmersivo y experiencial, mejorando la preparación de los enfermeros para desafíos clínicos reales.

El proyecto evaluará la eficacia de un programa de formación en VR en comparación con métodos convencionales, utilizando un diseño experimental. Se espera que este estudio demuestre la eficacia de la VR como herramienta de formación en enfermería, mejorando competencias clínicas y promoviendo una práctica más segura y eficiente. Los hallazgos podrían aplicarse a otras áreas de formación en salud, ampliando su impacto en la educación sanitaria y la práctica clínica.

#### **Evolución de la enfermería y la tecnología**

La enfermería ha evolucionado significativamente debido a los avances tecnológicos, transformando tanto la práctica clínica como la formación. La digitalización, incluyendo los registros electrónicos de salud (EHR) y la teleasistencia, ha mejorado la eficiencia y la calidad del cuidado. Estas tecnologías permiten una monitorización constante y efectiva de los pacientes, y mejoran la comunicación entre profesionales de la salud. Este cambio ha requerido que la educación en enfermería se enfoque en habilidades tecnológicas y de manejo de

información, preparando a los enfermeros para un entorno clínico cada vez más tecnológico.

#### **Aplicación de la realidad virtual en la enseñanza de la enfermería**

La realidad virtual (VR) ha emergido como una herramienta educativa innovadora en la enfermería, ofreciendo un entorno inmersivo para el aprendizaje de habilidades clínicas.

#### **Desarrollo histórico de la realidad virtual en la educación**

Inicialmente utilizada en medicina y aviación, la VR se ha integrado en la educación de enfermería para simular entornos clínicos, proporcionando un aprendizaje seguro y controlado. Esto ha respondido a la necesidad de métodos de enseñanza innovadores en un entorno de salud en constante cambio.

#### **Principios pedagógicos de la realidad virtual**

La VR se basa en crear experiencias de aprendizaje inmersivas, facilitando el desarrollo de habilidades técnicas y de toma de decisiones en un entorno seguro. Este enfoque pedagógico mejora la comprensión teórica y la aplicación práctica, adaptándose a las necesidades individuales de aprendizaje.

#### **Beneficios y desafíos de la realidad virtual en la enseñanza clínica**

La VR mejora el conocimiento teórico y las habilidades prácticas, aumentando la retención de conocimientos y la satisfacción de los estudiantes. Sin embargo, su implementación presenta desafíos como la necesidad de recursos tecnológicos adecuados y formación del personal docente. La efectividad de la VR

depende de la calidad de las simulaciones y su diseño cuidadoso.

### **Ventilación mecánica en el cuidado de la salud**

La ventilación mecánica es crucial en el tratamiento de pacientes con insuficiencia respiratoria aguda. Implica una comprensión profunda de la fisiología respiratoria y el ajuste cuidadoso de parámetros ventilatorios. Aunque vital, esta técnica conlleva riesgos de complicaciones, que pueden ser mitigados con estrategias adecuadas de manejo.

### **Realidad virtual y ventilación mecánica**

La integración de la VR en la formación sobre ventilación mecánica permite a los estudiantes practicar en un entorno simulado realista, desarrollando confianza y competencia sin riesgos para los pacientes.

### **Integración de la realidad virtual en la formación de ventilación mecánica**

La VR ofrece simulaciones de procedimientos de ventilación mecánica, permitiendo a los estudiantes experimentar situaciones clínicas variadas y complejas en un entorno seguro.

### **Simulación virtual y su impacto en el aprendizaje de habilidades clínicas**

Las simulaciones interactivas de VR mejoran la autoeficacia y el razonamiento clínico, proporcionando una experiencia de aprendizaje más profunda y permitiendo la observación de efectos en tiempo real.

Tras un exhaustivo análisis estudios previos han evaluado la eficacia de la realidad virtual en la formación en ventilación mecánica para enfermería. Un estudio en Corea del Sur mostró que la VR mejora significativamente la

### **Evaluación del aprendizaje y competencias a través de la realidad virtual**

La VR permite a los instructores medir eficazmente la competencia de los estudiantes mediante herramientas de evaluación en entornos simulados, garantizando una preparación adecuada para la práctica clínica.

### **Implicaciones futuras y extensión a otras áreas de formación en salud**

La VR tiene un potencial significativo para diversas áreas de la enfermería, ofreciendo entrenamiento en una amplia gama de habilidades clínicas y mejorando la calidad de la atención al paciente.

### **Potencial de la realidad virtual en diferentes áreas de la enfermería**

La VR puede simular situaciones específicas en pediatría, geriatría y enfermería de emergencia, permitiendo prácticas seguras y controladas, y mejorando habilidades de comunicación con pacientes y familiares.

### **Contribución al desarrollo profesional y mejora en la atención sanitaria**

La VR aumenta la motivación y satisfacción de los enfermeros, mejorando la retención de conocimientos y habilidades. Permite una formación continua y actualizada, preparándolos para responder eficazmente a diversas situaciones clínicas, mejorando así la calidad de la atención al paciente.

### **Antecedentes**

autoeficacia, el razonamiento clínico y la satisfacción en comparación con métodos tradicionales. Otros estudios han utilizado evaluaciones cuantitativas y cualitativas para medir el impacto de la VR en el

aprendizaje y han comparado los costos y beneficios con métodos tradicionales.

Una revisión sistemática y meta-análisis, que incluyó 12 estudios y 1167 participantes, encontró que la VR es efectiva para mejorar el conocimiento teórico, aunque la alta variabilidad entre estudios sugiere la necesidad de más investigación. Las principales lagunas identificadas incluyen la falta de estudios sobre escenarios inmersivos y la evaluación de habilidades prácticas en contextos clínicos reales.

Investigaciones recientes han destacado cómo la formación en VR afecta los resultados cognitivos, afectivos y psicomotores del personal de enfermería, según la taxonomía de Bloom. Sin embargo, la variabilidad en la implementación y evaluación de la VR subraya la necesidad de más estudios específicos sobre su impacto en la práctica clínica.

### Objetivo

El objetivo general planteado para este estudio es evaluar la eficacia de un programa formativo estructurado por parte de enfermería basado en el manejo de la ventilación mecánica a través de la realidad virtual para la mejora en los resultados clínicos de complicaciones asociadas a la ventilación mecánica de los pacientes y determinar su efecto en los resultados clínicos de los pacientes ingresados en el servicio de cuidados intensivos del Hospital Universitario Bellvitge.

## Métodología

### Diseño de estudio

El estudio empleará un enfoque cuantitativo con un diseño experimental analítico, que incluirá un grupo control y un grupo de intervención. Esto permitirá comparar objetivamente los resultados entre los enfermeros formados con realidad virtual y aquellos entrenados con métodos tradicionales, buscando establecer relaciones causales y cuantificar el impacto de la formación en VR en la competencia clínica y los resultados de salud de los pacientes.

### Población de estudio

La población objetivo incluye:

- **Enfermeros:** Personal de enfermería de unidades de cuidados intensivos con experiencia en ventilación mecánica.
- **Pacientes:** Pacientes en cuidado intensivo que requieren ventilación mecánica, para evaluar los efectos directos de la formación recibida por los enfermeros.

### Estrategia de muestreo y criterios de inclusión/exclusión

Se utilizará un muestreo estratificado aleatorio:

- **Enfermeros:** La población se dividirá en estratos basados en características relevantes como la experiencia laboral, asegurando la representatividad de todos los subgrupos importantes.
- **Pacientes:** El muestreo estratificado garantizará diversidad en la gravedad de la condición médica y otros factores,

facilitando una evaluación precisa de las relaciones de causa-efecto.

Estos enfoques asegurarán que la muestra sea representativa y los datos recolectados

sean pertinentes para evaluar la eficacia de la formación en realidad virtual en el manejo de ventilación mecánica en contextos críticos de atención médica.

Grupo	Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
<b>Personal de enfermería</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Personal de enfermería registrados y en activo.</li> <li>Tener experiencia previa en la gestión de ventilación mecánica.</li> <li>Disponibilidad y consentimiento para participar en el programa de formación en realidad virtual y en las evaluaciones de seguimiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Enfermeros que trabajan fuera de la UCI.</li> <li>Aquellos que han participado en programas similares de realidad virtual en los últimos 6 meses.</li> <li>Haber recibido formación en realidad virtual previa relacionada con la ventilación mecánica.</li> </ul>
<b>Pacientes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estar recibiendo ventilación mecánica en la UCI durante el período del estudio.</li> <li>Edad mayor o igual a 18 años.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pacientes con expectativas de vida limitadas a corto plazo debido a diagnósticos terminales.</li> <li>Pacientes con contraindicaciones para participar en estudios clínicos.</li> </ul>

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión

#### Tamaño muestral

Para determinar el tamaño adecuado de la muestra se considerarán varios factores, incluyendo los objetivos del estudio, la magnitud del efecto esperado, la variabilidad de las medidas, el nivel de significancia y el poder estadístico necesario para detectar diferencias significativas entre los grupos.

#### Determinación del tamaño muestral de personal de enfermería:

El objetivo principal de este segmento del estudio será evaluar la eficacia del programa de formación en VR en mejorar competencias en ventilación mecánica. Se anticipa un tamaño de efecto medio,

basado en revisiones de literatura y estudios preliminares sobre intervenciones educativas similares. La variabilidad de las medidas se estimará como moderada, reflejando diferencias individuales en la capacidad de aprendizaje y adaptación a la realidad virtual. El nivel de significancia ( $\alpha$ ) se establecerá en 0.05, y el poder estadístico ( $1-\beta$ ) se fijará en 80%, asegurando una probabilidad adecuada de detectar una diferencia real. Se necesitarán aproximadamente 63 enfermeros por grupo para asegurar resultados estadísticamente fiables.

### **Determinación del tamaño muestral de pacientes:**

El objetivo de este segmento se centrará en evaluar el impacto de la formación en VR en indicadores clínicos como la duración de la estancia en la UCI y el éxito en el destete de la ventilación mecánica. Se anticipa una magnitud de efecto medio, con alta variabilidad debido a la diversidad de condiciones médicas. El nivel de significancia ( $\alpha$ ) será 0.05, y el poder estadístico ( $1-\beta$ ) será 80%. Con un enfoque conservador, se requerirán aproximadamente 100 pacientes por grupo para lograr la potencia necesaria para detectar diferencias significativas en los resultados clínicos.

### **Unidades de observación**

Las unidades de observación se centrarán en medir cómo la formación en VR influye en la calidad y eficacia del cuidado médico proporcionado por el personal de enfermería.

La duración de la estancia en la UCI será la primera variable observada, considerada crucial debido a su papel como indicador de eficiencia en el manejo de pacientes críticos. Se espera que una estancia más corta refleje prácticas de cuidado mejoradas, influenciadas por la formación en VR.

La tasa de éxito en el destete de la ventilación mecánica será otro punto clave, indicando el progreso del paciente y la competencia del personal en la aplicación de protocolos de ventilación seguros y efectivos. La formación en VR se anticipa que mejorará las habilidades de los enfermeros en este procedimiento. Se evaluará la incidencia de complicaciones asociadas a la ventilación

mecánica, como neumonía asociada al ventilador y barotrauma. Estas complicaciones reflejan la calidad del manejo ventilatorio y pueden tener impactos significativos en la morbilidad y mortalidad del paciente.

La mortalidad en la UCI será un indicador directo de los resultados clínicos extremos y se seguirá de cerca para evaluar el impacto final de las prácticas de cuidado. También se evaluará la calidad de la atención mediante mejoras en parámetros fisiológicos y la reducción de intervenciones de emergencia.

### **Variables**

En este estudio, la principal variable independiente será el programa de formación en ventilación mecánica. Se distinguirán dos categorías: el programa de formación en VR y el programa de formación tradicional. Ambos grupos completarán un número equivalente de horas de formación, pero la intensidad práctica será mayor en el grupo de VR debido a la naturaleza inmersiva de la tecnología.

Las variables dependientes medirán directamente los resultados del cuidado del paciente y compararán la efectividad de la formación en VR frente a la formación tradicional. Las principales variables dependientes serán la duración de la estancia en la UCI, la tasa de éxito en el destete de la ventilación mecánica, la frecuencia de complicaciones relacionadas con la ventilación mecánica y la tasa de mortalidad en la UCI.

Las variables de control incluirán la experiencia previa en ventilación mecánica, los antecedentes educativos, la disponibilidad de recursos y tecnología en

el lugar de trabajo, los factores demográficos y las condiciones de trabajo en la UCI. Estas variables ayudarán a garantizar que las mejoras observadas se deban a la formación en VR y no a otros factores preexistentes.

Las variables sociodemográficas, como la edad, género, nivel educativo, antecedentes culturales y lingüísticos, años de experiencia en enfermería y especialización, se evaluarán para comprender mejor las características de los participantes y cómo estas pueden influir en los resultados de la formación.

Las variables moderadoras considerarán factores como la familiaridad con la tecnología, el estilo de aprendizaje y la motivación personal y actitudes hacia la formación continua. Estos factores pueden influir en la efectividad del programa de formación en VR.

#### **Instrumentos**

Se diseñará un instrumento de medida ad hoc para recopilar información relevante sobre la efectividad de la formación y los resultados clínicos.

- Evaluación del conocimiento teórico: Se utilizarán pruebas de elección múltiple y cuestionarios estructurados para evaluar el conocimiento teórico de los participantes en ventilación mecánica antes y después de la formación.
- Evaluación de la incidencia de complicaciones: Para medir cambios en la incidencia de complicaciones como la neumonía asociada al ventilador y barotrauma, se recolectarán y analizarán datos clínicos de los

pacientes atendidos por profesionales capacitados en el programa de VR.

- Análisis de la satisfacción y autoeficacia: Se aplicarán encuestas y escalas de autoeficacia para medir la percepción de los enfermeros sobre su conocimiento, motivación y preparación.

#### **Recogida de datos**

- Aprobación del CEIC: El primer paso será obtener la aprobación del Comité de Ética de Investigación Clínica (CEIC) del Hospital Universitario Bellvitge.
- Reclutamiento de participantes: Se informará a los posibles participantes sobre los objetivos del estudio y aquellos interesados deberán firmar un consentimiento informado.
- Formación del personal de recogida de datos: El personal encargado recibirá formación específica para asegurar la consistencia y precisión en la recopilación de información.
- Proceso de recogida de datos: La recogida de datos se realizará en varias fases, incluyendo datos sociodemográficos, clínicos, teóricos, y de práctica clínica.
- Almacenamiento y protección de datos: Todos los datos serán almacenados de manera segura en una base de datos encriptada, accesible únicamente para el equipo de investigación.

## Procedimiento de análisis

- Análisis descriptivo: Inicialmente, se realizará un análisis descriptivo de todas las variables incluidas en el estudio, calculando medidas de tendencia central y frecuencias.
- Análisis inferencial: Se utilizarán pruebas de Chi-cuadrado y T de Student para examinar las relaciones y diferencias estadísticas entre los grupos y variables del estudio.
- Significancia estadística: Una relación será considerada estadísticamente significativa si el valor de p es igual o menor a 0.05.
- Validación y consistencia: Todos los instrumentos y procedimientos de análisis serán validados y probados para su consistencia antes de su aplicación definitiva en el estudio.
- Este enfoque asegura una evaluación rigurosa y fiable del impacto de la formación en realidad virtual en la práctica clínica de enfermería en UCI.

## Presupuesto

El presupuesto del estudio incluirá varios componentes metodológicos y operativos clave. Inicialmente, se invertirá en el desarrollo y adquisición de contenidos en realidad virtual, con un costo estimado de 10,000 a 30,000 euros para el desarrollo de software, más las licencias necesarias. Para el hardware, se adquirirán equipos de VR, cuyos precios oscilan entre 300 y 700 euros por unidad, y equipos de ventilación para simulaciones, con un costo de 5,000 a 10,000 euros cada uno.

El personal, que incluye formadores, expertos en contenido, y profesionales de enfermería especializados, requerirá una inversión de entre 10,000 y 20,000 euros, además del apoyo técnico necesario. Los costos operativos cubrirán el alquiler de espacios para la formación, estimado entre 2,000 y 5,000 euros, y los materiales educativos. Para la recopilación y análisis de datos, se adquirirán licencias de software estadístico como SPSS o SAS (1,000 a 3,000 euros) y se implementarán recursos específicos para la recolección de datos (1,000 a 2,000 euros). La diseminación de resultados, incluyendo la publicación en Open Access (1,700 euros) y la asistencia a congresos (400 euros), también será considerada. Finalmente, se asignarán fondos para la gestión del proyecto y contingencias (2,000 euros), garantizando así los recursos necesarios para la ejecución exitosa del estudio y la obtención de resultados válidos y confiables.

## Cronograma del estudio

El cronograma del estudio está planteado por 2 años, tal como se muestra en la figura 1.

### Año 1:

- Meses 1-3 (Semanas 1-12): Preparación y desarrollo del proyecto

Durante este período, se desarrollarán los contenidos de realidad virtual, incluyendo la programación de software y el diseño de escenarios interactivos. Además, se adquirirán y configurarán los equipos necesarios para la formación en realidad virtual y

ventilación. Se llevará a cabo el reclutamiento y capacitación de formadores, expertos en contenido y personal de apoyo técnico. También se diseñarán y validarán los instrumentos de evaluación mediante pruebas piloto.

- Meses 4-6 (Semanas 13-24):  
Implementación de la formación  
En esta fase, se realizarán las sesiones de formación para el personal de enfermería, abarcando tanto a los grupos de control como de intervención. Se recopilarán datos sociodemográficos y evaluaciones de conocimientos previos de los participantes.
- Meses 7-9 (Semanas 25-36):  
Seguimiento y recolección de datos  
Se realizará un seguimiento continuo de la implementación de la formación para asegurar la adherencia al protocolo del estudio. Además, se recopilarán datos sobre los resultados clínicos intermedios, incluyendo complicaciones y el éxito en el destete de la ventilación.
- Meses 10-12 (Semanas 37-48):  
Análisis de datos y evaluación final

En esta etapa, se procesarán y analizarán todos los datos recolectados utilizando métodos estadísticos para comparar los grupos de formación en realidad virtual y tradicional. Se aplicarán encuestas y evaluaciones finales para medir la satisfacción y la autoeficacia del personal de enfermería.

#### **Año 2:**

- Meses 1-3 (Semanas 49-60):  
Preparación de informes y diseminación  
Se elaborarán informes detallados de los resultados del estudio, incluyendo análisis estadísticos y conclusiones. Además, se desarrollarán manuscritos para publicación en revistas científicas y se prepararán presentaciones para conferencias nacionales e internacionales.
- Meses 4-6 (Semanas 61-72):  
Evaluación del proyecto y cierre  
Finalmente, se llevará a cabo una evaluación general del proyecto para identificar logros, limitaciones y áreas de mejora. Se finalizarán todos los aspectos administrativos y financieros del proyecto.

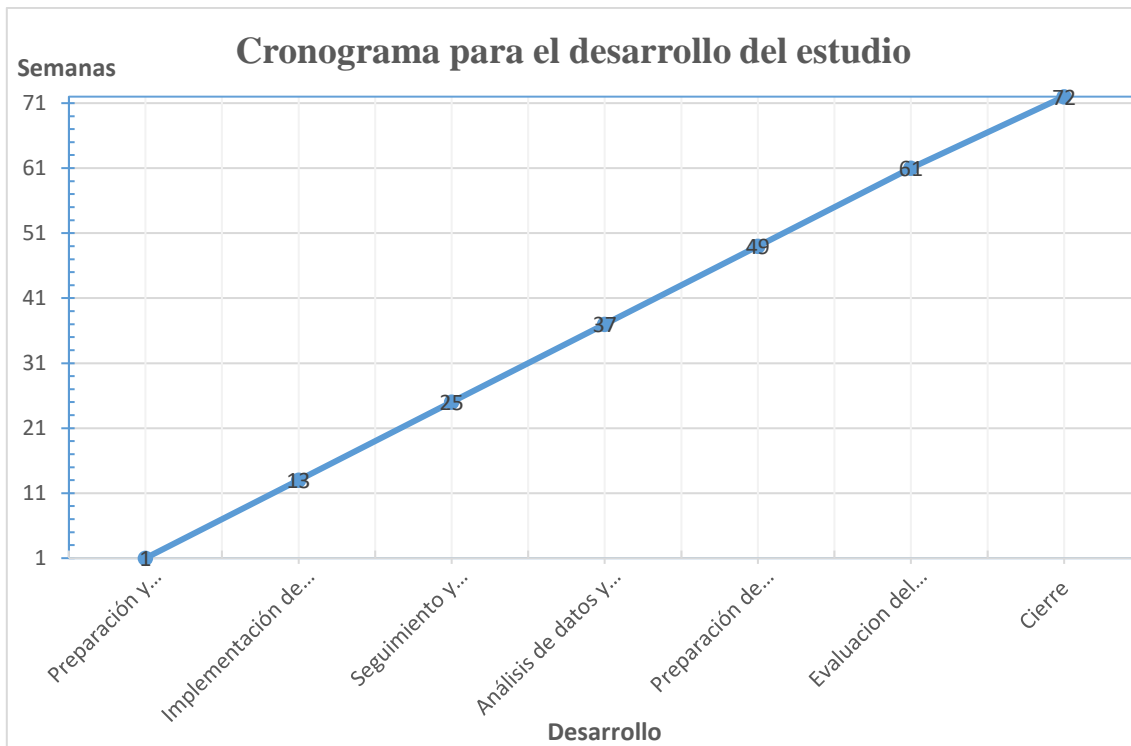


Figura 1. Cronograma para el desarrollo del estudio

## Diseminación de Resultados

Para compartir los hallazgos de este estudio con la comunidad científica y profesional, se ha preparado una propuesta de póster para presentarla en congresos y conferencias relevantes en el ámbito de la enfermería y la medicina intensiva. Esta propuesta se detalla en el Anexo 9 y se enfoca en los principales resultados del estudio, la metodología utilizada y las implicaciones prácticas de la formación en ventilación mecánica mediante realidad virtual. La participación en estos eventos permitirá intercambiar conocimientos y experiencias con otros profesionales del campo, contribuyendo a la mejora continua de las prácticas educativas y clínicas en enfermería.

## Implicaciones Éticas

El estudio se regirá por principios éticos fundamentales, asegurando la protección

y el respeto hacia los participantes, así como el manejo adecuado de los datos. Se solicitará el consentimiento informado a todos los participantes, proporcionando información detallada sobre el propósito del estudio, los procedimientos, los posibles riesgos y beneficios, y el derecho a retirarse en cualquier momento sin consecuencias adversas. La confidencialidad de la información recopilada será una prioridad, y todos los datos se tratarán de forma anónima y se utilizarán exclusivamente con fines de investigación. Se respetará la dignidad, autonomía y derechos de los participantes, evitando cualquier forma de discriminación, coacción o trato injusto. Se buscará maximizar los beneficios del estudio y minimizar los riesgos potenciales, garantizando la seguridad y el bienestar de los participantes. Se solicitará la aprobación de un comité de

ética antes de iniciar el estudio, siguiendo todas las directrices y regulaciones éticas nacionales e internacionales aplicables.

### **Limitaciones del Estudio**

El estudio sobre la eficacia de la formación en ventilación mecánica mediante realidad virtual anticipa varias limitaciones. La dependencia de la tecnología de realidad virtual, cuya efectividad puede variar según la calidad de los simuladores, podría afectar la consistencia en la adquisición de habilidades entre los participantes. Además, la selección de un grupo específico de enfermeros de una sola institución puede limitar la generalización de los resultados. La homogeneidad del grupo en términos de experiencia y exposición previa a la tecnología podría sesgar los resultados. Otro desafío es el corto período de seguimiento post-educación, que limita la evaluación de los efectos a largo plazo de la formación en realidad virtual sobre la práctica clínica y los resultados del paciente. Cambios en la práctica clínica durante el estudio también podrían influir en los resultados. Además, los sesgos inherentes en la autoevaluación y en la evaluación de competencias prácticas pueden afectar la precisión de las medidas de competencia y resultado. Estas limitaciones deben ser consideradas y, de ser posible, abordadas en la planificación y ejecución del estudio para fortalecer la validez y aplicabilidad de los resultados obtenidos.

## **15.10. Anexo 10. Consentimiento informado para participación en investigación**

### **Consentimiento informado para participación en investigación**

#### **Título del estudio:**

Eficacia de la formación en ventilación mecánica mediante realidad virtual

**Investigador principal: Shengjiang Ye**

**Institución: [Nombre de la Institución]**

**Dirección: [Dirección de la Institución]**

**Contacto: [teléfono y correo electrónico del investigador]**

#### **Descripción del estudio:**

Este estudio tiene como objetivo evaluar la eficacia de un programa de formación en realidad virtual para profesionales de enfermería en técnicas de ventilación mecánica. Usted ha sido invitado a participar porque [explicar criterios de inclusión, por ejemplo, su experiencia en cuidados intensivos].

#### **Procedimientos del estudio:**

Si acepta participar, se le pedirá que asista a sesiones de formación utilizando equipos de realidad virtual y luego aplicar lo aprendido en situaciones de simulación clínica. También se realizarán evaluaciones de sus conocimientos y habilidades antes y después de la formación para medir la efectividad del programa.

#### **Riesgos potenciales:**

Los riesgos asociados con este estudio son mínimos y pueden incluir incomodidad temporal al usar el equipo de realidad virtual y fatiga durante las sesiones de formación prolongadas.

#### **Confidencialidad:**

Su identidad se mantendrá confidencial en todo momento. Los datos recogidos durante el estudio se almacenarán de manera segura y solo se utilizarán con fines de

investigación. Los resultados se divulgarán de manera que no se pueda identificar a ningún participante individual.

**Voluntariedad y retirada:**

Su participación en este estudio es completamente voluntaria. Usted puede retirarse en cualquier momento sin consecuencias adversas.

**Consentimiento:**

He leído la información proporcionada anteriormente o se me ha leído. He tenido la oportunidad de hacer preguntas sobre mi participación en este estudio y he recibido respuestas satisfactorias. Entiendo lo que se requiere de mí como participante en este estudio y acepto voluntariamente participar.

**Firma del participante:** \_\_\_\_\_

**Fecha:** \_\_\_\_\_

**Firma del investigador o persona autorizada:** \_\_\_\_\_

**Fecha:** \_\_\_\_\_

## **15.11. Anexo 11. Hoja de Información**

**PROYECTO:** "Formación en ventilación mecánica para enfermería: aplicación de la realidad virtual para el desarrollo de competencias clínicas."

### **Introducción**

Me complace informarles sobre un innovador proyecto de investigación que tiene como objetivo mejorar la formación en ventilación mecánica para enfermería a través del uso de la realidad virtual. Este estudio busca su colaboración y participación, y a continuación se presenta la información necesaria para que puedan tomar una decisión informada.

### **Confidencialidad y protección de datos**

Este estudio garantizará que toda la información recopilada sea tratada de manera confidencial y anónima. Los datos personales serán protegidos conforme a la Ley Orgánica 3/2018 de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, así como al Reglamento General de Protección de Datos (UE) 2016/679. Solo se utilizarán los datos para fines de investigación y no se divulgarán para otros propósitos sin su consentimiento previo. Además, los resultados agregados estarán disponibles para los participantes que deseen conocerlos una vez finalizado el estudio.

### **Descripción del proyecto**

El propósito principal de este estudio es evaluar la efectividad de un programa de formación en ventilación mecánica para personal de enfermería mediante el uso de realidad virtual. La investigación se llevará a cabo en el hospital universitario Bellvitge y se centrará en comparar los resultados de la formación tradicional con los obtenidos a través de un entorno de aprendizaje inmersivo y práctico proporcionado por la realidad virtual.

Los participantes serán enfermeros de las unidades de cuidados intensivos y se recogerán datos tanto de su conocimiento teórico como de su competencia práctica antes y después de la formación. Este análisis permitirá determinar la mejora en sus habilidades clínicas y la influencia directa de la formación en la atención al paciente.

## **Procedimiento y participación**

Su participación en este estudio es crucial. Los profesionales interesados deberán dar su consentimiento informado, tras lo cual se les proporcionará un programa de formación específico. El estudio incluirá evaluaciones previas y posteriores a la formación, así como el seguimiento de la aplicación práctica de las habilidades adquiridas.

## **Contacto**

Si tiene alguna pregunta, desea más información o está interesado en participar, por favor no dude en ponerse en contacto conmigo:

### **Shengjiang Ye**

Máster en Investigación en Ciencias de la Enfermería

Universitat Rovira i Virgili

Email: [Shengjiangye@gencat.cat](mailto:Shengjiangye@gencat.cat)

Agradecemos sinceramente su interés y colaboración en este proyecto, que esperamos contribuya significativamente al avance de la formación en enfermería y a la mejora de la atención en las unidades de cuidados intensivos.

## **15.12. Anexo 12. Formato de solicitud al comité de ética de la investigación**

### **Formato de solicitud al comité de ética de la investigación**

**Fecha de solicitud:** [fecha]

**Investigador principal:** Shengjiang Ye

**Nombre:** [nombre completo]

**Posición:** [cargo]

**Departamento:** [departamento o facultad]

**Institución:** [nombre de la institución]

**Dirección:** [dirección de la institución]

**Teléfono:** [número de teléfono]

**Correo electrónico:** [email]

**Título del estudio:**

Eficacia de la formación en ventilación mecánica mediante realidad virtual

**Descripción del estudio:**

Este estudio tiene como objetivo evaluar la eficacia de un programa de formación en realidad virtual para profesionales de enfermería en técnicas de ventilación mecánica. Usted ha sido invitado a participar porque [explicar criterios de inclusión, por ejemplo, su experiencia en cuidados intensivos].

**Justificación ética del estudio:**

Se protegerán los derechos y el bienestar de los participantes, incluyendo medidas para garantizar la confidencialidad, el consentimiento informado, y la minimización de riesgos.

**Documentación adjunta:**

- Protocolo del estudio
- Formato de consentimiento informado
- Instrumentos de evaluación y recolección de datos
- Curriculum vitae del investigador principal y co-investigadores
- Información sobre la financiación y recursos del estudio

**Solicitud:**

Por la presente, solicitamos la revisión y aprobación del comité de ética para la realización de este estudio. Nos comprometemos a cumplir con todos los principios éticos internacionales y nacionales pertinentes, y a realizar el estudio conforme a las normativas establecidas por este comité.

Agradecemos de antemano la atención a esta solicitud y quedamos a la espera de sus comentarios y sugerencias.

**Firma del investigador principal:** \_\_\_\_\_