

## VIDA-Enfermería v1.0: realidad virtual inmersiva en la recolección de sangre al vacío en adultos\*

Valtuir Duarte De Souza-Junior<sup>1,2</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-8660-9743>

Isabel Amélia Costa Mendes<sup>1</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-0704-4319>


Romero Tori<sup>3</sup>

 <https://orcid.org/0000-0001-9381-9565>


Leonardo Prates Marques<sup>1,4</sup>

 <https://orcid.org/0000-0003-3544-0818>

Felipe Kenzo Kusakawa Mashuda<sup>3,5</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-2075-3259>

Leonardo Akira Fattore Hirano<sup>3</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-1559-9250>

Simone De Godoy<sup>1</sup>

 <https://orcid.org/0000-0003-0020-7645>

**Objetivo:** desarrollar y validar la primera versión del simulador de realidad virtual inmersivo en el procedimiento de recolección de vacío de sangre en pacientes adultos: VIDA-Enfermería v1.0. **Método:** estudio con diseño metodológico para validar 14 pasos del procedimiento de extracción de sangre al vacío en adultos, diseñado para el desarrollo del simulador inmersivo de realidad virtual VIDA-Enfermería v1.0, que fue evaluado por 15 profesionales de la salud y 15 estudiantes universitarios de enfermería con relación a los aspectos visual, interactiva, realidad de movimiento, pedagógico y esfuerzo de uso. **Resultados:** en general, el 79.6% de los ítems evaluados por los profesionales y el 66.7% de los ítems evaluados por los estudiantes de pregrado se consideraron válidos, y la mayoría de las necesidades de mejoras del sistema están sujetas a corrección en el incremento de las próximas versiones. **Conclusión:** el simulador fue considerado como una herramienta prometedora e innovadora para enseñar la extracción de sangre al vacío en adultos, como una estrategia que se combina con los recursos utilizados actualmente en la educación de estudiantes de enfermería que están comenzando a estudiar el tema y la técnica.

**Descriptor:** Realidad Virtual; Simulación; Entrenamiento Simulado; Recolección de Muestras de Sangre; Proyectos de Desarrollo Tecnológico e Innovación; Enfermería.

\* Este artículo hace referencia a la convocatoria "Tecnologías educativas y métodos pedagógicos innovadores en la formación de recursos humanos en salud". Artículo parte de la tesis de doctorado "Simulación de realidad virtual inmersiva en el procedimiento de punción venosa periférica para la recolección de sangre al vacío", presentada en la Universidade de São Paulo, Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Centro Colaborador de la OPS/OMS para el Desarrollo de la Investigación en Enfermería, Ribeirão Preto, SP, Brasil. Tesis Premiada con Mención Honrosa, Prêmio CAPES de Tese, 2018. Apoyo Financiero de la Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), Proceso 2016/19920-0, Brasil.

<sup>1</sup> Universidade de São Paulo, Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Centro Colaborador de la OPS/OMS para el Desarrollo de la Investigación en Enfermería, Ribeirão Preto, SP, Brasil.

<sup>2</sup> Fundação Hemominas, Hemocentro Regional de Uberaba, Uberaba, MG, Brasil.





<sup>3</sup> Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, São Paulo, SP, Brasil.

<sup>4</sup> Becario de la Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), Brasil.

<sup>5</sup> Becario del Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Brasil.

### Cómo citar este artículo

Souza-Junior VD, Mendes IAC, Tori R, Marques LP, Mashuda FKK, Hirano LAF, Godoy S. VIDA-Nursing v1.0: immersive virtual reality in vacuum blood collection among adults. Rev. Latino-Am. Enfermagem. 2020;28:e3263.

[Access    ]; Available in:  . DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1518-8345.3685.3263>.

mes día año

URL

## Introducción

La punción venosa periférica se define como la inserción de dispositivos a través de una vena periférica para acceder al torrente sanguíneo. Sin embargo, el procedimiento común en el cuidado de la salud es complejo y requiere que el profesional sea competente en su desempeño<sup>(1-3)</sup>. La punción venosa periférica es un paso esencial en los procedimientos realizados para varios fines, incluidas la terapia intravenosa y la extracción de sangre para los exámenes.

Realizar este paso de manera inapropiada puede exponer al paciente a complicaciones locales como flebitis, infiltración y/o hematoma. Y cuando se asocia con deficiencias en otras etapas, tales complicaciones pueden ser sistémicas, como: tromboflebitis e infecciones del torrente sanguíneo, que a menudo se asocian con el uso de dispositivos intravenosos<sup>(1-2,4-7)</sup>.

La punción venosa periférica inadecuada también puede comprometer los resultados de las pruebas de laboratorio, convirtiéndose en uno de los principales puntos de atención para trabajar permanentemente con el equipo en la fase pre-analítica de la extracción de sangre<sup>(8)</sup>, que puede reflejarse en conducta inapropiada para el tratamiento del paciente<sup>(9-11)</sup>.

Para el desarrollo de habilidades, competencias relacionadas con la extracción de sangre y el cateterismo venoso periférico, hay varias tecnologías disponibles, que incluyen simulador de brazo convencional, modelos con venas de látex que se pueden unir con correas sobre el brazo humano y simulador de realidad virtual no inmersivo.

El uso de la simulación en estrategias de enseñanza ha sido incorporado cada vez más por varias instituciones educativas. La simulación se puede utilizar para el desarrollo de habilidades técnicas, relaciones interpersonales, el desarrollo de habilidades específicas o la resolución de escenarios. Para su desarrollo, se utilizan varios tipos de simuladores y entornos, incluido un entorno virtual<sup>(12)</sup>. En este contexto, virtual se refiere a entornos o elementos sintetizados por dispositivos digitales con la posibilidad de ser replicados de manera inmaterial<sup>(13)</sup>.

Con el desarrollo tecnológico, la interacción hombre-máquina es cada vez más avanzada, lo que permite la construcción de entornos virtuales más realistas. En esta perspectiva, la simulación con realidad virtual (VR) proporciona una simulación interactiva y motivadora. VR es una interfaz avanzada generada por aplicaciones que se ejecutan en la computadora, a través de la cual el usuario interactúa en tiempo real estimulando los sentidos con los elementos del entorno tridimensional, que puede ser a través de la visualización, el movimiento, la audición y/o el tacto<sup>(14)</sup>.

En la literatura internacional, ya se ha demostrado que la simulación con VR es factible en estudios recientes

con resultados importantes centrados tanto en el área de capacitación de recursos humanos como en ayudar a los pacientes a ser tratados. Esto se puede evidenciar en dos ensayos clínicos sobre la ayuda del tratamiento de pacientes<sup>(15-16)</sup> y cinco ensayos clínicos en el área de capacitación de recursos humanos<sup>(17-21)</sup>. Y, sin embargo, en otros tipos de investigación también en el área de capacitación de recursos humanos<sup>(22-23)</sup>.

Existen registros del uso de la simulación con VR en 15 metanálisis con el objetivo de ayudar en el tratamiento de pacientes<sup>(24-38)</sup>, además de otros dos metanálisis en el área de capacitación de recursos humanos<sup>(39-40)</sup>. En general, los estudios han mostrado resultados prometedores en el uso de la simulación de realidad virtual. El área de entrenamiento se enfocó en procedimientos médicos en el área quirúrgica en general y en cirugía laparoscópica, histeroscopia, mastoidectomía y suturas.

Se ha encontrado poca evidencia del uso de la simulación de VR en la educación de enfermería en la literatura, sin embargo, creemos que esta tecnología puede contribuir a innovaciones en la formación de recursos de salud, especialmente en especialidades en las que la falta de conocimiento y habilidades afecta directamente la seguridad y la integridad del paciente.

Por lo tanto, siendo el procedimiento de recolección de sangre periférica uno de los primeros procedimientos invasivos comúnmente enseñados durante la capacitación de recursos humanos en enfermería, se decidió desarrollar un simulador de realidad virtual inmersivo aplicado al contexto de la recolección de sangre al vacío en adultos.

Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue desarrollar y validar la primera versión del simulador de realidad virtual inmersivo en el procedimiento de recolección de vacío de sangre en pacientes adultos: VIDA-Enfermería v1.0.

## Método

Estudio con diseño metodológico para desarrollar y validar 14 pasos del procedimiento de extracción de sangre al vacío en pacientes adultos, utilizando el simulador inmersivo de realidad virtual VIDA-Enfermería v1.0. El nombre se refiere a VIDA-Odonto<sup>(41)</sup>, que a su vez es una evolución del entorno VIDA (Virtual Interactive Distance-Learning on Anatomy). El estudio fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación de la Escuela de Enfermería Ribeirão Preto, Universidad de São Paulo (EERP-USP), bajo el protocolo CAAE 63058516.8.0000.5393.

Para el desarrollo del simulador, los requisitos se establecieron de acuerdo con la evidencia en la literatura con respecto al procedimiento para recolectar sangre al vacío en pacientes adultos<sup>(8,42-43)</sup>. Debido a la complejidad

tecnológica del desarrollo de un simulador con realidad virtual inmersiva para el entrenamiento de procedimientos invasivos, se definieron requisitos básicos para ser aplicados a corto plazo para probar y verificar la viabilidad del sistema y, más tarde, para complementarse a medio y largo plazo.

Fueron enumerados 16 requisitos a corto plazo para el procedimiento, que son: 1- Aplicar torniquete en el brazo; 2- Hacer antisepsia de la piel, desde el sitio seleccionado para la punción, con algodón empapado en alcohol al 70%; 3- Retirar el protector de la aguja; 4- Fijar la vena con la mano no dominante; 5- Perforar la vena del paciente con el bisel hacia arriba, en un ángulo oblicuo de 10° a 30° compatible con la profundidad de la vena; 6- Insertar el tubo de vacío en el adaptador; 7- Identificar la sangre que fluye hacia el tubo; 8- Remover el torniquete del brazo del paciente; 9- Esperar a que se llene el tubo de vacío; 10- Retirar el tubo lleno de sangre del adaptador; 11- Homogeneizar la muestra de sangre con movimientos suaves de inversión de 5 a 10 veces; 12- Acercar algodón seco del lugar donde la aguja perfora el brazo; 13- Retirar la aguja; 14- Colocar el algodón y comprimir el lugar; 15- Activar un dispositivo de seguridad para proteger la aguja; 16- Colocar el intermedio en la bandeja. Cabe señalar que los requisitos 3 y 15 no estaban cubiertos en la primera versión, debido a la dificultad de reproducir movimientos en un entorno virtual, y se implementarán en la segunda versión del simulador.

Para el desarrollo de la primera versión de VIDA-Enfermería v1.0, el equipo contó con ocho personas trabajando directamente, siendo: un estudiante graduado en enfermería, dos estudiantes universitarios en ingeniería eléctrica, un ingeniero mecánico, un ingeniero eléctrico y tres enfermeras.

Para almacenar, compartir, gestionar y desarrollar el modelado y la programación del entorno, así como los objetos virtuales, se utilizaron los siguientes: Unreal 4.18 (Game Engine); Visual Studio Community 2017 (Editor de imágenes); Blender 2.79 (Modelador 3D); GitHub (Proyecto en línea y Servicio de gestión de versiones); Git para Windows 2.16.1, 64 bits (Proyecto local y gestión de versiones); TortoiseGit 2.6.0, 64 bits para Windows (interfaz gráfica para Git); Inventor - AutoDesk 2018 (3D CAD Modeler); AutoCad - AutoDesk 2018 (3D CAD Modelador). Los programas se ejecutaron en el equipo: computadora Dell modelo XPS 8920; Leap Motion (Sensor de gestos); Oculus Rift (-Pantalla montada en la cabeza) + Sistema de realidad virtual táctil (Control). El personaje utilizado como paciente es un modelo 3D proporcionado por Adobe®<sup>(44)</sup> de forma gratuita para la creación, manipulación y animación en proyectos de diseño virtual.

Para validar el simulador, se utilizó el Índice de Validez de Contenido (CVI), calculando el CVI de los ítems individuales, que mide la proporción de acuerdo entre el grupo de jueces en la evaluación de un instrumento

de medición. El cálculo utilizado para cada ítem individualmente fue  $CVI = \frac{\text{número de respuestas 1} + 2}{\text{número total de respuestas}}$ , considerando el acuerdo mínimo del 80% para cada ítem evaluado<sup>(45-46)</sup>.

El instrumento de validación del simulador contempló los siguientes aspectos: Visual, Interactivo, Realidad de Simulación de Movimiento, Pedagógico y Esfuerzo de Utilización. Fue elaborado por los investigadores, y la evaluación de faz y de contenido fue llevado a cabo por tres profesionales con experiencia clínica y docente en la enseñanza del procedimiento.

En una escala tipo Likert que variaba entre muy de acuerdo, de acuerdo, neutral, totalmente en desacuerdo y en desacuerdo, los participantes indicaron su nivel de acuerdo sobre los ítems de evaluación del instrumento, después de participar en la simulación.

La validación de faz y del contenido se llevó a cabo por dos grupos de sujetos: el grupo 1 formado por 15 profesionales de la salud que tenían dominio del tema y el procedimiento para recolectar sangre al vacío en pacientes adultos, seleccionados por estar vinculados a los profesores de disciplinas teóricas-prácticas que tratan del contenido en la institución donde se recopilaban los datos; y el grupo 2 formado por 15 estudiantes de enfermería que ya habían ejecutado el procedimiento de recolección de sangre al vacío mínimamente en una situación simulada. Ningún participante en ambos grupos tuvo contacto previo con el simulador.

La recopilación de datos se llevó a cabo del 16 al 23 de octubre de 2018. Se invitó a cada grupo a participar en la simulación en el simulador VIDA-Enfermería v1.0 instalado en el laboratorio del Grupo de Estudio e Investigación en Comunicación en el Proceso de Enfermería-GEPECOPE de EERP-USP. El entorno se preparó para que los participantes recibieran información sobre la investigación, firmaron el formulario de consentimiento libre e informado, participaron en la simulación, respondieron a los instrumentos de caracterización y evaluación del simulador, de modo que, finalmente, los investigadores evaluaron su desempeño. La pantalla del monitor se grabó en video durante la simulación para facilitar el análisis y resolver posibles dudas sobre el rendimiento alcanzado por los participantes.

El marco teórico utilizado para ayudar en el desarrollo del simulador fue el de Skinner. El estudio de Skinner sobre el comportamiento operante se ha adoptado en el uso de juegos educativos, juegos de entretenimiento y simulación virtual en el campo de la enseñanza (47-49). El condicionamiento operante se refiere a la respuesta del organismo a través del refuerzo diferencial de aproximaciones sucesivas, en el que una respuesta genera una consecuencia, que afecta la probabilidad de que ocurra nuevamente en el futuro<sup>(50)</sup>.

Los datos se codificaron e ingresaron dos veces en hojas de cálculo de Excel, así como también se exportaron y analizaron utilizando SPSS (Paquete Estadístico para Ciencias Sociales) versión 22.0. Se utilizó estadística descriptiva, con análisis de frecuencia, porcentaje y CVI con un acuerdo mínimo del 80% entre los ítems evaluados. También fueron recogidas las sugerencias de los participantes para implementación en las siguientes versiones.

## Resultados

La edad de los participantes profesionales osciló entre 22 y 53 años, con un promedio de 32,7 años, la mayoría siendo mujeres (80%). Con respecto a los estudios de posgrado, diez (66,7%) tenían especialización, nueve (60%) maestría, siete (46,7%) doctorado y uno (6,7%) post-doctorado. En cuanto a la experiencia de recolectar sangre al vacío, solo un profesional (6,7%) informó no tener experiencia específica con la técnica de vacío, 13 (86,7%) ya habían recolectado sangre al vacío en un modelo anatómico para adultos y tres (20%) tenían cierta experiencia en el uso de un simulador de realidad virtual. Entre las experiencias reportadas, una estaba en una situación de ocio con juegos usando HMD (término popular para "gafas de realidad virtual") y dos en una situación de enseñanza en el tema con el simulador Virtual IV®.

Entre los graduados en enfermería, la edad varió de 20 a 26 años con un promedio de 22,3 años, 11 de los cuales eran mujeres (73,3%). Con respecto al curso de pregrado, cinco (33,3%) eran del Bachillerato y Licenciatura en Enfermería y 10 (66,7%) del Bachillerato en Enfermería. Con respecto a la experiencia previa en el procedimiento de recolección de sangre al vacío, 11 (73,3%) ya han recolectado sangre al vacío en un paciente adulto, 15 (100%) ya han recolectado sangre al vacío en un modelo anatómico para adultos y ocho (53,3%) informó utilizando un simulador de realidad virtual. Las experiencias relacionadas con el uso del simulador de realidad virtual fueron: una en una situación de ocio con juegos que utilizan HMD y siete en la enseñanza, cuatro de ellas en el tema con el simulador Virtual IV®, dos en el área neonatal en un entorno de aprendizaje virtual y una en autoescuela con el simulador de coche.

Los valores del índice de validez de contenido de la evaluación de profesionales y estudiantes universitarios en relación con aspectos del simulador de vida y enfermería. v.1.0 fueron, respectivamente:

Aspecto visual - P1- En general, los objetos virtuales son realistas en relación con la apariencia (1,0 y 0,9); Cada uno de los siguientes objetos es realista en términos de apariencia: Q2- Silla (1,0 y 0,8); Q3- Paciente (1,0 y 0,9); Q4- Banco (0,9); Q5- Bandeja (0,9 y 0,8); Q6- Intermedio (1,0 y 0,9); Q7- Aguja (1,0 y 0,7); Q8- Algodón seco

(0,9 y 0,7); Q9- Algodón con alcohol (0,8 y 0,5); Q10- Torniquete (1,0 y 0,7); Q11- Manos (0,9). Los objetos virtuales son realistas en relación con la escala: (relación entre las dimensiones de los objetos) Q12- Silla (0,9); Q13- Paciente (0,8 y 0,9); Q14- Banco (0,9); Q15- Bandeja (0,9 y 0,7); Q16- Intermedio (0,9 y 0,8); Q17- Aguja (0,9 y 0,8); Q18- Algodón seco (0,9); Q19- Algodón con alcohol (0,9); Q20- Torniquete (0,9); Q21- Manos (0,9 y 1,0). Los objetos virtuales son realistas en relación con la posición de los modelos en el entorno: Q22- Silla (1,0 y 0,9); Q23- Paciente (0,9); Q24- Banco (0,9); Q25- Bandeja (0,9); Q26- Intermedio (1,0 y 0,9); Q27- Aguja (1,0); Q28- Algodón seco (1,0 y 0,9); Q29- Algodón con alcohol (1,0 y 0,9); Q30- Torniquete (0,9); Q31- Manos (0,9 y 1,0); Q32- El número de objetos virtuales presentes en el entorno es suficiente para la simulación propuesta (0,9 y 1,0);

Aspecto interactivo - Q33 - Los movimientos del dispositivo fueron precisos (relación entre movimiento, velocidad de la aguja intermedia/virtual y movimiento) (0,3); Q34- El espacio de movimiento para el movimiento de punción es suficiente (rango de movimiento del participante durante la manipulación) (0,7 y 0,9); Q35- El entorno de visualización del simulador (entorno de inmersión) es suficiente para la experiencia de simulación (0,9); Q36- El entorno donde se realiza el movimiento de punción real (con manos libres) es suficiente para la experiencia de simulación (0,9);

Aspecto Realidad de la Simulación de Movimiento - Q37 - Aplicación de torniquete al brazo (0,5); Q38- Antisepsia de la piel (1,0 y 0,8); Q39- Fijación de la piel con la mano no dominante (0,8 y 0,5); Q40- Punción venosa (0,7 y 0,2); Q41- Introducción del tubo de vacío en el adaptador (0,7); Q42- Sangre que fluye hacia el tubo (0,9); Q43- Desengrasar el brazo del paciente (0,6 y 0,5); Q44- Retirar el tubo lleno de sangre del adaptador (0,5); Q45- Homogeneización de la muestra de sangre (0,7 y 0,9); Q46- Retirada de la aguja (0,6 y 0,5); Q47- Compresión del sitio de punción con algodón (0,9 y 0,7); Q48- Colocación del intermedio en la bandeja (0,9 y 0,7);

Aspecto pedagógico - Q49- La simulación virtual inmersiva puede ser una herramienta para enseñar el procedimiento de punción venosa periférica para la extracción de sangre al vacío (1,0); Q50- La investigación sobre simulación virtual inmersiva puede contribuir a la enseñanza en enfermería (1,0); Q51- El entorno inmersivo contribuyó al aprendizaje del procedimiento de punción venosa periférica para la extracción de sangre al vacío durante la simulación (1,0);

Aspecto del esfuerzo de uso - Q52- El uso del simulador es fácil (0,7); Q53- El uso del simulador es difícil (0,4 y 0,3); Q54- El uso del simulador es agotador (0,1 y 0,3).

Los datos relacionados con el área de actividad y desempeño se presentan en las Figuras 1 a 3.

	Formación	Tiempo Formación	Ocupación actual/Tiempo	Ocupación anterior
01	Enfermero	30 años	Docencia (12 años)	Atención (18 años)
02	Enfermero	08 años	Alumno de Postgrado	Clínica Médica (03 años)
03	Farmacéutico Bioquímico	06 años	Funcionario público (08 años)	Docencia (10 años)
04	Enfermero	15 años	Docencia (02 años)	Atención Hospitalaria (15 años); Terapia Intensiva (06 años)
05	Enfermero	03 años	Alumno de Postgrado	Atención primaria (11 meses); Urgencia/Trauma (02 años); Terapia Intensiva (06 meses)
06	Enfermero	12 años	Alumno de Postgrado	Atención (08 años); Docencia (04 años)
07	Enfermero	06 años	Alumno de Postgrado; Docencia (02 años)	Atención prehospitalaria (03 años); Terapia Intensiva (02 años)
08	Enfermero	07 años	Alumno de Postgrado; Enseñanza-Administrativo (03 años)	Atención Básica (02 años)
09	Enfermero	16 años	Enseñanza (09 años)	Atención (07 años)
10	Enfermero	15 años	Docencia (12 años)	-
11	Enfermero	07 años	Docencia en Salud de la Familia (02 años)	Gestión de Unidad Básica Salud (01 años)
12	Enfermero	05 años	Alumno de Postgrado	Atención (01 año); Interprete de libras (05 años)
13	Enfermero	04 años	Docencia (02 meses); Atención (01 mes)	-
14	Enfermero	05 años	Alumno de Postgrado	Docencia (04 meses)
15	Enfermero	03 años	Alumno de Postgrado	-

Figura 1 - Formación y ocupación de los profesionales participantes de la simulación en VIDA-Enfermería v.1.0. Ribeirão Preto, SP, Brasil, 2018

Desempeño	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	Total
Duración del primer ambiente	00'50"	01'15"	02'25"	01'38"	01'21"	02'34"	01'29"	05'10"	01'52"	02'25"	03'20"	02'20"	02'44"	01'24"	01'57"	32'44" (M'-02'11")
Duración de la simulación	16'38"	07'38"	15'00"	20'10"	23'53"	18'21"	08'58"	28'49"	22'38"	11'09"	15'48"	16'12"	19'28"	10'48"	13'47"	249'17" (M'-16'37")
Tiempo/ tentativa del primer acierto	16'28" /11ª	07'23" /2ª	14'31" /5ª	06'58" /2ª	20'36" /11ª	14'20" /10ª	08'37" /3ª	-	-	05'37" /2ª	11'50" /5ª	06'59" /2ª	08'51" /3ª	06'13" /1ª	08'17" /3ª	-
Aciertos/ Tentativas	1/11	1/2	1/5	4/9	2/13	2/11	1/3	0/12	0/11	2/5	2/7	3/7	3/9	2/2	2/5	26/112 (M'-1,7/7,5) (23,2% acierto)
Solicitó demostración	Sí	No	Sí	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí	No	No	No	No	No	No	06 (40%)
Uso reciente Kinect/Xbox	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	Sí	01 (6,7%)
Uso de gafas	Sí	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	Sí	No	02 (13,3%)
Diestro/ Siniestro	D <sup>+</sup>	S <sup>+</sup>	D <sup>+</sup>	D <sup>+</sup>	D <sup>+</sup>	D <sup>+</sup>	D <sup>+</sup>	S <sup>+</sup>	D <sup>+</sup>	D <sup>+</sup>	D <sup>+</sup>	S <sup>+</sup>	D <sup>+</sup>	D <sup>+</sup>	D <sup>+</sup>	D <sup>+</sup> -12 (80%)/ S <sup>+</sup> - 03 (20%)

\*M = Promedio; \*D = Diestro; \*S = Siniestro

Figura 2 - Desempeño de los profesionales participantes de la simulación en el simulador VIDA-Enfermería v.1.0. Ribeirão Preto, SP, Brasil, 2018

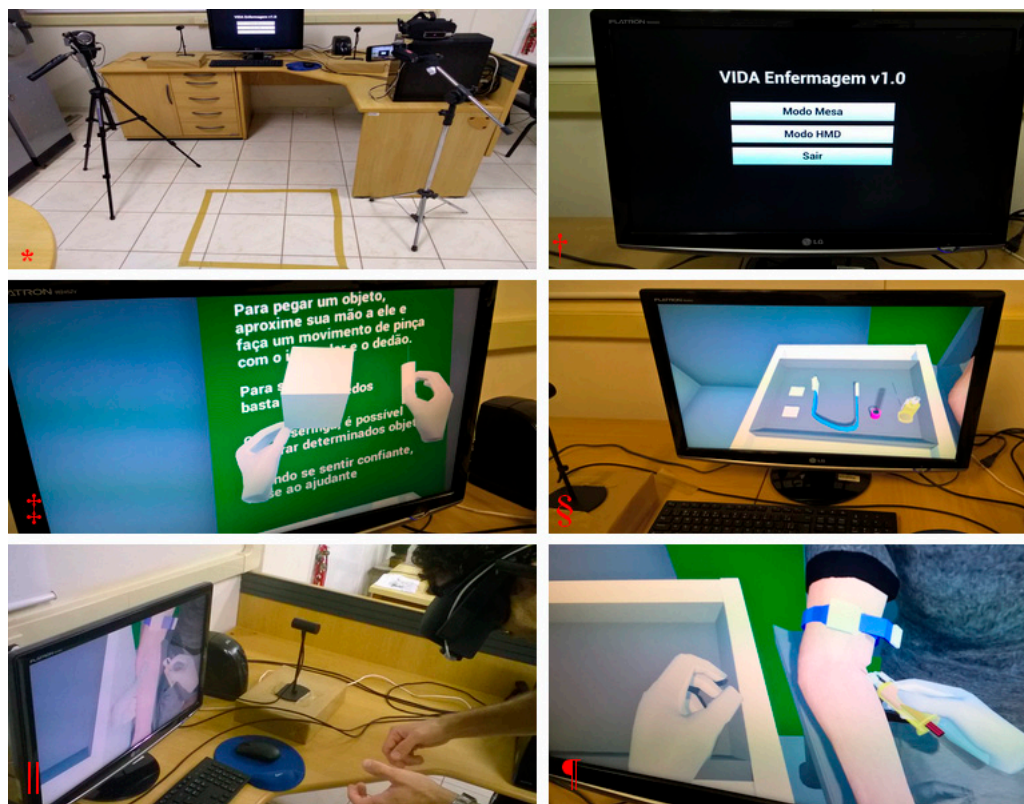
Desempeño	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	Total
Duración del primer ambiente	01'25"	01'04"	01'31"	01'15"	02'06"	02'45"	02'19"	02'00"	03'30"	01'25"	02'02"	01'21"	01'10"	01'40"	01'45"	27'18" (M'-01'49")
Duración de la simulación	10'47"	12'55"	08'00"	09'16"	18'32"	16'30"	25'37"	20'37"	17'09"	22'22"	08'52"	37'00"	16'09"	06'29"	24'49"	255'04" (M'- 17'00")
Tiempo/ tentativa del primer acierto	10'35" /4ª	12'41" /7ª	06'12" /2ª	06'32" /3ª	08'57" /3ª	07'04" /1ª	09'08" /3ª	18'17" /9ª	14'09" /7ª	06'50" /5ª	06'53" /3ª	30'43" /18ª	04'29" /1ª	05'51" /2ª	24'39" /19ª	-
Aciertos/ Tentativas	1/4	1/7	2/3	2/5	3/12	4/5	3/15	1/11	2/9	10/23	2/4	2/21	2/8	1/2	1/19	37/148 (M'- 2,5/9,9) (25% acierto)
Solicitó demostración	Sí	Sí	No	No	No	No	No	Sí	Sí	No	No	Sí	No	No	Sí	06 (40%)
Uso reciente del Kinect/ Xbox	No	No	Sí	No	No	No	No	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	06 (40%)
Uso de gafas	Sí	Sí	No	No	Sí	No	No	No	No	No	Sí	No	No	No	No	04 (26,7%)
Diestro o Siniestro	D <sup>+</sup>	S <sup>+</sup>	D <sup>+</sup>	D <sup>+</sup>	S <sup>+</sup>	D <sup>+</sup>	D <sup>+</sup>	D <sup>+</sup>	D <sup>+</sup>	D <sup>+</sup>	D <sup>+</sup>	D <sup>+</sup>	D <sup>+</sup>	D <sup>+</sup>	D <sup>+</sup>	D <sup>+</sup> -13 (86,7%)/ S <sup>+</sup> -02 (13,3%)
Período	8º	8º	8º	8º	8º	8º	8º	8º	8º	6º	4º	4º	6º	7º	10º	-

\*M = Promedio; \*D = Diestro; \*S = Siniestro

Figura 3 - Desempeño de los alumnos participantes de la simulación en el simulador VIDA- Enfermería v.1.0. Ribeirão Preto, SP, Brasil, 2018

La Figura 4 ilustra la configuración del equipo utilizado en el simulador, la pantalla inicial, el escenario de configuración, los materiales y el procedimiento.

En la evaluación del simulador VIDA-Enfermería v1.0, los profesionales consideraron válido el 79,6% de los ítems evaluados y los estudiantes de pregrado el 66,7% de los ítems.



\*Configuração do equipo; †Pantalla de inicio; ‡Configuração do ambiente; §Materiais; ¶Realizar punção venosa

Figura 4 - VIDA-Enfermería v1.0

## Discussão

El uso de recursos tecnológicos en la educación de enfermería está en constante evolución, pero el uso de la simulación inmersiva de realidad virtual en el desarrollo de estas estrategias sigue siendo un campo por explorar. En una publicación, que analizó las contribuciones de las tecnologías educativas digitales en la educación de enfermería, se encontró que de 30 estudios, solo dos (6,7%) involucraron el uso de la realidad virtual<sup>(51)</sup>.

En un análisis de la literatura<sup>(52)</sup> sobre estrategias utilizadas en la enseñanza de la punción venosa periférica, se desarrollaron tres simuladores utilizando VR, sin utilizar recursos de inmersión: el simulador Virtual I.V. (Laerdal Medical), el simulador del sistema CathSim AccuTouch (Immersion Medical, Inc.) y Sim Sim IV (AR-vision, Daejeon, República de Corea). La mayoría de estos estudios mostraron resultados positivos en el uso de estos simuladores, sin embargo, en aquellos que compararon los métodos de enseñanza tradicionales con la simulación virtual, no hubo resultados significativos, pero mostraron que la combinación de estrategias, como la simulación virtual y los métodos tradicionales, está indicada para la enseñanza de la punción venosa

periférica. Estos simuladores tienen una unidad háptica en la cual el usuario realiza la punción venosa periférica y visualiza el resultado en una simulación virtual en la computadora. La unidad háptica es un recurso interesante para la interacción táctil durante la simulación, pero estos simuladores, además de ser costosos, se distancian de la realidad del procedimiento utilizando el mouse en parte de la interacción.

Para el desarrollo del simulador VIDA-Enfermería v1.0, se utilizó el sensor de movimiento Leap Motion asociado con el HMD Oculus Rift. El sensor de gestos es un dispositivo de seguimiento que captura los movimientos de las manos y los dedos con alta precisión<sup>(53)</sup>. El HMD (pantalla montada en la cabeza) permite la inmersión total del usuario en un entorno artificial, a través de dos pantallas de cristal líquido que permiten la visión estereoscópica<sup>(13)</sup>. El uso de estos dispositivos asociados es favorable, tanto por la facilidad de programación como por el gran potencial que tienen los dos dispositivos para trabajar juntos para el sistema sensorial y la inmersión del usuario. La utilización de las manos libres con posibilidad de manipulación de objetos en el ambiente virtual y reproducción del ambiente con visualización estereoscópica en un HMD le permite al usuario una

experiencia muy realista del mundo artificial de la simulación, siendo esa una característica esencial para el desarrollo de la habilidad de coordinación mano-ojos, presente en muchos procedimientos invasivos en salud.

En la evaluación general de VIDA-Enfermería v1.0, el simulador se consideró como una herramienta válida y prometedora para enseñar el procedimiento de extracción de sangre al vacío a pacientes adultos, dirigido a estudiantes de enfermería que están comenzando a estudiar el tema y la técnica. Consideramos que después de la adecuación y las mejoras sugeridas, necesarias en el incremento de las siguientes versiones, el simulador puede usarse para enseñar el procedimiento. Los estudios sobre el desarrollo de estrategias con el uso de la RV inmersiva han mostrado resultados positivos para la educación sanitaria, especialmente en la formación para procedimientos específicos<sup>(41,54)</sup>.

A partir de la evaluación de los profesionales, se identificó que, en el aspecto de simulación de realidad de movimiento, nueve elementos necesitan revisión (Q33, Q34, Q37, Q40, Q41, Q43, Q44, Q45 y Q46). En la evaluación del aspecto de esfuerzo de uso, se deben revisar dos ítems (Q52 y Q53), mientras que el ítem Q54 se evaluó bien.

En la evaluación realizada por estudiantes universitarios, se deben revisar 18 elementos, cinco de los cuales están relacionados con el aspecto visual (Q7, Q8, Q9, Q10 y Q15), un elemento en el aspecto interactivo (Q33), nueve elementos en el aspecto de realidad de simulación de movimiento (Q37, Q39, Q40, Q41, Q43, Q44, Q46, Q47, Q48) y tres elementos en la evaluación del aspecto de esfuerzo de uso (Q52, Q53 y Q54).

Para los artículos que necesitan revisión en el aspecto visual (Q7, Q8, Q9, Q10 y Q15) en la evaluación de los estudiantes, tenemos que: Dificultad para visualizar la aguja (Q7), algodón seco (Q8) y algodón con alcohol (Q9), puede estar relacionado con una limitación de la resolución del sistema, principalmente en la visualización del bisel de la aguja. Creemos que esta evaluación puede haber sido influenciada por el hecho de que cuatro estudiantes universitarios usan anteojos recetados para ver objetos cercanos. En la evaluación de los profesionales, no hubo necesidad de revisar elementos en el aspecto visual. La limitación del Oculus Rift es que, para quienes necesitan anteojos, puede ser un problema para quienes tienen hipermetropía. Una de las estrategias para minimizar la dificultad de visualización de estos usuarios es el uso de una versión del simulador con los objetos en escalas mayores que la realidad. Con relación al Torniquete (Q10), los estudiantes no conocían el modelo utilizado en el simulador y, en cuanto a la Bandeja (Q15), algunos lo percibieron como más grande que la realidad. Todos estos elementos se pueden

mejorar refinando el modelado de objetos virtuales. Además, una configuración previa del simulador desde la altura del participante al comienzo de la simulación puede cumplir mejor con los detalles de los usuarios.

En el aspecto interactivo, los elementos que necesitan revisión son: los movimientos del dispositivo fueron precisos (Q33), espacio de movimiento para el movimiento de punción (Q34), punción venosa (Q40), introducción del tubo de vacío en el adaptador (Q41), Retirar el tubo lleno de sangre del adaptador (Q44), Retirar la aguja (Q46), Comprimir el lugar de la punción con algodón (Q47) y Colocar el intermedio en la bandeja (Q48). Todos los artículos están básicamente relacionados con la dificultad de realizar movimientos finos (tiempo de punción venosa y manipulación de objetos) y la configuración del espacio en el momento de la punción. Tales reverses pueden estar relacionados con la dificultad de Leap Motion para capturar algunos movimientos, si su configuración no está bien estandarizada<sup>(53)</sup>, sin embargo, hay mejoras que pueden implementarse en la calibración del sistema. Modelar un calibre más grande para facilitar el acceso del usuario puede minimizar un poco este problema.

El ítem Espacio de movimiento para el movimiento de punción (P34) generó dudas para algunos participantes, incluso con las explicaciones detalladas en el instrumento de evaluación y las proporcionadas durante el experimento. Este elemento corresponde al espacio de movimiento físico, pero algunos participantes lo consideraron como el espacio del entorno virtual. Por lo tanto, el artículo será revisado.

Con relación al Aspecto de Realidad de Simulación de Movimiento, las mejoras sugeridas fueron en los elementos de Aplicación del torniquete (Q37 y Q43), que en este primer experimento se programó para hacerse con una sola mano, y luego se reconfigurará para su colocación con ambas manos. Además, la fijación de la piel (Q39) con la mano no dominante cuando se realiza en un solo lugar limita el área de punción. Al evaluar la homogeneización de la muestra de sangre (Q45) se sugirió que cuando el tubo gira, la sangre contenida en el interior debe acompañar el movimiento. En los pasos de Compresión del sitio de punción con algodón (Q47) y Colocación del intermedio en la bandeja (Q48) se indicó que la sangre debería drenar del sitio si no se presiona lo suficiente y que el intermedio no vuelve a colocarse como al comienzo de la simulación (con aguja hacia arriba), pero aparecen acostados en la bandeja o la posibilidad de desecharlo en un contenedor de objetos punzantes. Otra medida para mejorar estos pasos es la configuración de estructuras en el entorno virtual para que no haya superposición entre ellas, de modo que el usuario no vea que un objeto ingrese al otro.

Se cree que la implementación de las mejoras descritas probablemente resolverá los pasos del aspecto de esfuerzo de uso (Q52, Q53 y Q54). Otras opciones para facilitar su uso serían: hacer una versión para reclamos o permitir que el usuario repare la piel libremente en el momento de la punción venosa. En la versión actual, cuando se coloca la mano para arreglar la piel, el sistema la reconoce y la mano izquierda aparece reparando la piel. Si el usuario siniestro repara la piel con la mano derecha para pinchar con la izquierda, el sistema indicará que las manos están invertidas, lo que hace imposible continuar con la simulación. Los siniestros usuarios realizaron la simulación en la posición correcta. De los cinco siniestros participantes, solo uno no pudo completar el procedimiento. Esto demuestra que el simulador es fácil de usar y ayudará a los estudiantes de enfermería a aprender la técnica.

Uno de los aspectos a considerar cuando se utilizan tecnologías en la enseñanza es el grado de presencia de la tecnología en la vida del individuo. Entre los dos grupos, el grupo profesional informó menos contacto con los dispositivos de realidad virtual, ya que algunos estudiantes informaron el uso previo de estos dispositivos aplicados a la enseñanza, lo que puede haber influido en el rendimiento/interés de los grupos en la participación / evaluación del simulador.

Entre los 30 participantes, solo dos no completaron el procedimiento, y estos profesionales tienen una experiencia casi diaria en la recolección de sangre en el vacío. Profesionales con gran experiencia profesional que no realizan el procedimiento a diario, hicieron la simulación con mayor facilidad, de manera similar a aquellos que no tenían práctica en la técnica como los estudiantes universitarios.

El grupo con profesionales más experimentados, como ya han realizado el procedimiento varias veces, quería que el simulador hiciera posible un comportamiento similar al de un paciente (principalmente en términos de comunicación verbal). Y eso permitiría que se realizara rápida e individualmente, con cada profesional teniendo una forma específica de realizar el procedimiento, dentro de los estándares recomendados. Cuando analizamos el comportamiento operativo de Skinner<sup>(49)</sup>, la ausencia del comportamiento del simulador, como lo esperaba el profesional, generó un refuerzo negativo para continuar. Para estudiantes universitarios o profesionales, sin mucha experiencia, la dificultad de completar la simulación hasta el final generó un refuerzo positivo, como un desafío, en el que el usuario solo finalizaría la simulación después de completar todos los pasos. Además, cuanto menor es la experiencia, mayor es el refuerzo positivo en el comportamiento para completar el procedimiento, lo que se demostró entre estudiantes universitarios cuyo

número promedio de respuestas correctas fue mayor (2,5 respuestas correctas/9,9 intentos) que entre profesionales (1,7 respuestas correctas/7,5 intentos). Otra respuesta del comportamiento operante observado fue que a medida que los participantes interactuaban con el simulador, mejoraban su rendimiento en relación con el tiempo de uso.

Además de varias otras posibilidades para hacer que el simulador sea una herramienta más interactiva y motivadora para los estudiantes, los elementos prioritarios que se abordarán en la próxima versión incluyen: agregar nuevos dispositivos para acercar el entorno de simulación virtual al entorno de los estudiantes, como el uso de anteojos recetados con el dispositivo de inmersión por personas que dependen de corrección externa; y el ajuste del sistema para el manejo de diestros y reclamos. Es probable que estas y otras mejoras se aborden en las próximas versiones del simulador, a medida que la investigación evoluciona y muestra nuevas demandas y oportunidades.

En la versión final del simulador, se generará retroalimentación a los usuarios, al final de la simulación, con los eventos adversos que ocurrieron durante el procedimiento, para proporcionar un refuerzo positivo para los usuarios en el aprendizaje de simulación. Aunque en la versión actual hay poca retroalimentación para el usuario, fue posible ver efectos prometedores en el refuerzo positivo durante su uso.

Entre los posibles sesgos y limitaciones relacionados con la investigación, destacamos el hecho de que, durante la recopilación de datos, se descubrió que al final del día el sensor de gestos parecía tener un rendimiento reducido, con la necesidad de pausas entre simulaciones, para un mejor rendimiento del sistema. El instrumento para evaluar el simulador demostró ser completo, pero requirió tiempo y atención de los participantes para completarlo. La presencia de participantes siniestros, así como usuarios de anteojos recetados para ver objetos cercanos, sin una adaptación previa del sistema, puede haber influido en su evaluación del simulador. Tales limitaciones no habían sido anticipadas.

## Conclusión

En el desarrollo de VIDA-Enfermería v1.0, se reveló que obtener un simulador del procedimiento completo es una tarea compleja. Hay innumerables recursos tecnológicos que deben usarse e incorporarse durante las implementaciones del simulador, que solo se cubrirán con la continuación del estudio, las pruebas y la mejora de la investigación. Por lo tanto, para alcanzar un producto final que pueda incorporarse como recurso pedagógico en las escuelas de enfermería, satisfacer las necesidades de enseñanza del procedimiento a su público blanco.



Los 14 pasos realizados durante la simulación del procedimiento fueron evaluados con el uso de 54 ítems. Aunque hubo una necesidad de revisión en aproximadamente un tercio de los ítems, según la evaluación de los participantes en este estudio, VIDA-Enfermería v1.0 se consideró una herramienta prometedora para enseñar el procedimiento de extracción de sangre al vacío en pacientes adultos. Esto es especialmente cierto para los estudiantes de pregrado de enfermería que están comenzando a estudiar el tema, como una estrategia que se combina con los recursos que ya se utilizan hoy en la enseñanza del procedimiento. Por lo tanto, proporcionar una mejor preparación de los estudiantes para el desarrollo de las habilidades necesarias para la atención al paciente en pasantías supervisadas y, más tarde, en la práctica profesional.

## Referencias

- Vizcarra C, Cassutt C, Corbitt N, Richardson D, Runde D, Stafford K. Recommendations for improving safety practices with short peripheral catheters. *J Infus Nurs.* 2014 Mar-Apr;37(2):121-4. doi: 10.1097/NAN.000000000000028.
- Gorski LA, Hadaway L, Hagle M, McGoldrick M, Orr M, Doellman D. 2016 Infusion therapy standards of practice. *J Infus Nurs.* [Internet]. 2016 [cited Jun 10, 2018];39(1 Suppl.):S1-S159. Available from: <https://www.ins1.org/Store/ProductDetails.aspx?productId=113266>
- Royal College of Nursing. Standards for infusion therapy. Fourth edition. RCN. [Internet]. 2016 [cited Nov 20, 2017]. Available from: <https://www.rcn.org.uk/professional-development/publications/pub-005704>
- Cicolini G, Manzoli L, Simonetti V, Flacco ME, Comparcini D, Capasso L, et al. Phlebitis risk varies by peripheral venous catheter site and increases after 96 hours: a large multi-centre prospective study. *J Adv Nurs.* 2014 Nov;70(11):2539-49. doi: 10.1111/jan.12403.
- Wallis MC, McGrail M, Webster J, Marsh N, Gowardman J, Playford EG, et al. Risk factors for peripheral intravenous catheter failure: a multivariate analysis of data from a randomized controlled trial. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2014 Jan;35(1):63-8. doi: 10.1086/674398.
- Danski MTR, Johann DA, Vayego SA, Oliveira GRL, Lind J. Complications related to the use of peripheral venous catheters: a randomized clinical trial. *Acta Paul. Enferm.* 2016 Feb;29(1):84-92. doi: 10.1590/1982-0194201600012.
- Sato A, Nakamura I, Fujita H, Tsukimori A, Kobayashi T, Fukushima S, et al. Peripheral venous catheter-related bloodstream infection is associated with severe complications and potential death: a retrospective observational study. *BMC Infect Dis.* 2017 Jun 17;17(1):434. doi: 10.1186/s12879-017-2536-0.
- Sociedade Brasileira de Patologia Clínica/Medicina Laboratorial. Recomendações da Sociedade Brasileira de Patologia Clínica/Medicina Laboratorial (SBPC/ML): coleta e preparo da amostra biológica. [Internet]. Barueri, SP: Manole; 2014. [Acesso em 5 abr 2018]. Disponível em: [http://www.sbpc.org.br/upload/conteudo/livro\\_coleta\\_biologica2013.pdf](http://www.sbpc.org.br/upload/conteudo/livro_coleta_biologica2013.pdf)
- Plebani M, Sciacovelli L, Aita A, Chiozza ML. Harmonization of pre-analytical quality indicators. *Biochem Med. (Zagreb).* 2014 Feb;15;24(1):105-13. doi: 10.11613/BM.2014.012.
- Cadamuro J, von Meyer A, Wiedemann H, Klaus Felder T, Moser F, Kipman U, et al. Hemolysis rates in blood samples: differences between blood collected by clinicians and nurses and the effect of phlebotomy training. *Clin Chem Lab Med.* 2016 Dec 1;54(12):1987-92. doi: 10.1515/cclm-2016-0175.
- Lippi G, von Meyer A, Cadamuro J, Simundic AM. Blood sample quality. *Diagnosis. (Berl).* 2019 Mar 26;6(1):25-31. doi: 10.1515/dx-2018-0018.
- Martins JCA, Mazzo A, Baptista RCN, Coutinho VRD, Godoy S, Mendes IAC, et al. The simulated clinical experience in nursing education: a historical review. *Acta Paul Enferm.* 2012;25(4):619-25. doi: 10.1590/S0103-21002012000400022.
- Tori R, Hounsell MS, Kirner C. Realidade Virtual. In: Tori R, Hounsell M (Org). *Introdução a Realidade Virtual e Aumentada.* [Internet]. Porto Alegre: Editora SBC; 2018. [Acesso 25 nov 2018]; cap. 1, p. 9-25. Disponível em: [http://www.de.ufpb.br/~labteve/publi/2018\\_livroRVA.pdf](http://www.de.ufpb.br/~labteve/publi/2018_livroRVA.pdf)
- Tori R, Kirner C. Fundamentos de realidade virtual. In: Tori R, Kirner C, Siscoutto R. (Eds). *Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada.* Editora SBC. [Internet]. 2006 [acesso em 25 nov, 2018]; cap 1., p. 2-58. Disponível em: [http://www.ckirner.com/download/capitulos/Fundamentos\\_e\\_Tecnologia\\_de\\_Realidade\\_Virtual\\_e\\_Aumentada-v22-11-06.pdf](http://www.ckirner.com/download/capitulos/Fundamentos_e_Tecnologia_de_Realidade_Virtual_e_Aumentada-v22-11-06.pdf)
- Brunner I, Skouen JS, Hofstad H, Aßmuss J, Becker F, Pallesen H, et al. Is upper limb virtual reality training more intensive than conventional training for patients in the subacute phase after stroke? An analysis of treatment intensity and content. *BMC Neurol.* 2016 Nov 11;16(1):219. doi: 10.1186/s12883-016-0740-y.
- Faria AL, Andrade A, Soares L, I Badia SB. Benefits of virtual reality based cognitive rehabilitation through simulated activities of daily living: a randomized controlled trial with stroke patients. *J Neuroeng Rehabil.* 2016 Nov 2;13(1):96. doi: 10.1186/s12984-016-0204-z.
- Lendvay TS, Brand TC, White L, Kowalewski T, Jonnadula S, Mercer LD, et al. Virtual reality robotic surgery warm-up improves task performance in a dry laboratory

- environment: a prospective randomized controlled study. *J Am Coll Surg.* 2013 Jun;216(6):1181-92. doi: 10.1016/j.jamcollsurg.2013.02.012.
18. Bartlett RD, Radenkovic D, Mitrasinovic S, Cole A, Pavkovic I, Denn PCP, et al. A pilot study to assess the utility of a freely downloadable mobile application simulator for undergraduate clinical skills training: a single-blinded, randomised controlled trial. *BMC Med Educ.* 2017 Dec 11;17(1):247. doi: 10.1186/s12909-017-1085-y.
19. Nilsson C, Sorensen JL, Konge L, Westen M, Stadeager M, Ottesen B, et al. Simulation-based camera navigation training in laparoscopy—a randomized trial. *Surg Endosc.* 2017;31(5):2131-9. doi: 10.1007/s00464-016-5210-5.
20. Yiasemidou M, de Siqueira J, Tomlinson J, Glassman D, Stock S, Gough M. "Take-home" box trainers are an effective alternative to virtual reality simulators. *J Surg Res.* 2017 Jun 1;213:69-74. doi: 10.1016/j.jss.2017.02.038.
21. Courteille O, Fahlstedt M, Ho J, Hedman L, Fors U, von Holst H, et al. Learning through a virtual patient vs. recorded lecture: a comparison of knowledge retention in a trauma case. *Int J Med Educ.* 2018;9:86-92. doi: 10.5116/ijme.5aa3.ccf2.
22. Fu Y, Cavuoto L, Qi D, Panneerselvam K, Yang G, Artikala VS, et al. Validation of a virtual intracorporeal suturing simulator. *Surg Endosc.* 2018 Oct 17. doi: 10.1007/s00464-018-6531-3.
23. Savran MM, Nielsen AB, Poulsen BB, Thorsen PB, Konge L. Using virtual-reality simulation to ensure basic competence in hysteroscopy. *Surg Endosc.* 2019 Jul;33(7):2162-8. doi: 10.1007/s00464-018-6495-3.
24. Gibbons EM, Thomson AN, de Noronha M, Joseph S. Are virtual reality technologies effective in improving lower limb outcomes for patients following stroke - a systematic review with meta-analysis. *Top Stroke Rehabil.* 2016 Dec;23(6):440-57. doi: 10.1080/10749357.2016.1183349.
25. de Rooij IJ, van de Port IG, Meijer JG. Effect of virtual reality training on balance and gait ability in patients with stroke: systematic review and meta-analysis. *Phys Ther.* 2016 Dec;96(12):1905-18. doi:10.2522/ptj.20160054.
26. Neğuț A, Matu SA, Sava FA, David D. Virtual reality measures in neuropsychological assessment: a meta-analytic review. *Clin Neuropsychol.* 2016 Feb;30(2):165-84. doi: 10.1080/13854046.2016.1144793.
27. Donath L, Rössler R, Faude O. Effects of Virtual Reality Training (Exergaming) Compared to Alternative Exercise Training and Passive Control on Standing Balance and Functional Mobility in Healthy Community-Dwelling Seniors: A Meta-Analytical Review. *Sports Med.* 2016 Sep;46(9):1293-309. doi: 10.1007/s40279-016-0485-1.
28. Pericot-Valverde I, Germeroth LJ, Tiffany ST. The Use of Virtual Reality in the Production of Cue-Specific Craving for Cigarettes: A Meta-Analysis. *Nicotine Tob Res.* 2016 May;18(5):538-46. doi: 10.1093/ntr/ntv216.
29. Neri SG, Cardoso JR, Cruz L, Lima RM, de Oliveira RJ, Iversen MD, et al. Do virtual reality games improve mobility skills and balance measurements in community-dwelling older adults? Systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil.* 2017 Oct;31(10):1292-304. doi: 10.1177/0269215517694677.
30. Iruthayarajah J, McIntyre A, Cotoi A, Macaluso S, Teasell R. The use of virtual reality for balance among individuals with chronic stroke: a systematic review and meta-analysis. *TopStrokeRehabil.* 2017Jan;24(1):68-79. doi: 10.1080/10749357.2016.1192361
31. Booth ATC, Buizer AI, Meyns P, Oude Lansink ILB, Steenbrink F, van der Krogt MM. The efficacy of functional gait training in children and young adults with cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis. *Dev Med Child Neurol.* 2018 Sep;60(9):866-83. doi: 10.1111/dmcn.13708.
32. Carl E, Stein AT, Levihn-Coon A, Pogue JR, Rothbaum B, Emmelkamp P, et al. Virtual reality exposure therapy for anxiety and related disorders: A meta-analysis of randomized controlled trials. *J Anxiety Disord.* 2019 Jan;61:27-36. doi: 10.1016/j.janxdis.2018.08.003.
33. Fernández-Álvarez J, Rozental A, Carlbring P, Colombo D, Riva G, Anderson PL, et al. Deterioration rates in Virtual Reality Therapy: An individual patient data level meta-analysis. *J Anxiety Disord.* 2019 Jan;61:3-17. doi: 10.1016/j.janxdis.2018.06.005.
34. Chan E, Foster S, Sambell R, Leong P. Clinical efficacy of virtual reality for acute procedural pain management: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One.* 2018 Jul 27;13(7):e0200987. doi: 10.1371/journal.pone.0200987.
35. Fodor LA, Coteț CD, Cuijpers P, Szamoskozi S, David D, Cristea IA. The effectiveness of virtual reality based interventions for symptoms of anxiety and depression: A meta-analysis. *Sci Rep.* 2018 Jul 9;8(1):10323. doi: 10.1038/s41598-018-28113-6.
36. Casuso-Holgado MJ, Martín-Valero R, Carazo AF, Medrano-Sánchez EM, Cortés-Vega MD, Montero-Bancalero FJ. Effectiveness of virtual reality training for balance and gait rehabilitation in people with multiple sclerosis: a systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil.* 2018 Sep;32(9):1220-34. doi: 10.1177/0269215518768084.
37. Aminov A, Rogers JM, Middleton S, Caeyenberghs K, Wilson PH. What do randomized controlled trials say about virtual rehabilitation in stroke? A systematic literature review and meta-analysis of upper-limb and

- cognitive outcomes. *J Neuroeng Rehabil.* 2018 Mar 27;15(1):29. doi: 10.1186/s12984-018-0370-2.
38. Chen Y, Fanchiang HD, Howard A. Effectiveness of Virtual Reality in Children With Cerebral Palsy: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Phys Ther.* 2018 Jan 1;98(1):63-77. doi: 10.1093/ptj/pzx107.
39. Alaker M, Wynn GR, Arulampalam T. Virtual reality training in laparoscopic surgery: A systematic review & meta-analysis. *Int J Surg.* 2016 May;29:85-94. doi: 10.1016/j.ijssu.2016.03.034.
40. Lui JT, Hoy MY. Evaluating the effect of virtual reality temporal bone simulation on mastoidectomy performance: a meta-analysis. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2017 Jun;156(6):1018-24. doi: 10.1177/0194599817698440.
41. Tori R, Wang GZ, Sallaberry LH, Tori AA, Oliveira EC, Machado MAAM. VIDA ODONTO: Virtual Reality Environment for Dental Training. [Portuguese]. *RBIE.* 2018;26(2):80. doi: 10.5753/rbie.2018.26.02.80.
42. World Health Organization (WHO). WHO guidelines on drawing blood: best practices in phlebotomy. [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2010 [cited Jun 10, 2018]. Available from: [https://www.who.int/infection-prevention/publications/drawing\\_blood\\_best/en/](https://www.who.int/infection-prevention/publications/drawing_blood_best/en/)
43. Potter PA, Perry AG, Stockert P, Hall A. *Fundamentals of Nursing.* 9th Edition. St. Louis: Elsevier Inc., 2017.
44. Adobe Systems Incorporated. Copyright © 2019 Adobe Systems Incorporated. Available from: [www.mixamo.com](http://www.mixamo.com)
45. Alexandre NMC, Coluci MZO. Content validity in the development and adaptation processes of measurement instruments. [Portuguese]. *Ciênc Saúde Coletiva.* 2011 July;16(7):3061-8. doi: 10.1590/S1413-81232011000800006.
46. Polit DF, Beck CT. *Nursing Research: Generating and Assessing Evidence for Nursing Practice.* Ninth Edition. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins; 2012.
47. Ang CS, Avni E, Zaphiris P. Linking Pedagogical Theory of Computer Games to Their Usability. *Int J E-Learning.* [Internet]. 2008[cited Dec 16, 2019];7(3):533-58. Available from: [http://ktisis.cut.ac.cy/bitstream/10488/5160/6/Ang2008-Linking\\_Pedagogical\\_Theory\\_of\\_Computer\\_Games\\_to\\_their\\_Usability.pdf](http://ktisis.cut.ac.cy/bitstream/10488/5160/6/Ang2008-Linking_Pedagogical_Theory_of_Computer_Games_to_their_Usability.pdf)
48. Nagle A, Wolf P, Riener R, Novak D. The use of player-centered positive reinforcement to schedule in-game rewards increases enjoyment and performance in a serious game. *IJSG.* Oct 2014;1(4). doi: 10.17083/ijsg.v1i4.47.
49. Slussareff M, Braad E, Wilkinson P, Strååt B. Games for Learning. In: Dörner R, Göbel S, Kickmeier-Rust M, Masuch M, Zweig KA, editors. *Entertainment Computing and Serious Games.* Gewerbestrasse: Springer International Publishing AG; 2016 p. 189-211.
50. Skinner BF. Selection by consequences. *Science.* 1981 Jul 31;213(4507):501-4. doi: 10.1126/science.7244649.
51. Silveira M, Cogo ALP. The contributions of digital technologies in the teaching of nursing skills: an integrative review. *Rev Gaúcha Enferm.* 2017;38(2):e66204. doi: 10.1590/1983-1447.2017.02.66204
52. Souza-Junior VD, Mendes IAC, Marchi-Alves LM, Jackman D, Wilson-Keates B, de Godoy S. Peripheral Venipuncture Education Strategies for Nursing Students. *J Infus Nurs.* 2020;43(1): Forthcoming.
53. Costa RM, Kayatt P, Bogoni T. Hardware. In: Tori R, Hounsell M (Org). *Introdução a Realidade Virtual e Aumentada.* [Internet]. Porto Alegre: Editora SBC; 2018. cap. 5, p. 77-86. [Acesso 25 nov 2018]. Disponível em: [http://www.de.ufpb.br/~labteve/publi/2018\\_livroRVA.pdf](http://www.de.ufpb.br/~labteve/publi/2018_livroRVA.pdf)
54. Corrêa CG, Machado MAAM, Ranzini E, Tori R, Nunes FLS. Virtual Reality simulator for dental anesthesia training in the inferior alveolar nerve block. *J Appl Oral Sci.* 2017 Jul-Aug;25(4):357-66. doi: 10.1590/1678-7757-2016-0386.

Recibido: 26.05.2019

Aceptado: 23.12.2019

Editora Asociada:  
 Maria Lúcia Zanetti

**Copyright © 2020 Revista Latino-Americana de Enfermagem**  
 Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons CC BY.


Esta licencia permite a otros distribuir, mezclar, ajustar y construir a partir de su obra, incluso con fines comerciales, siempre que le sea reconocida la autoría de la creación original. Esta es la licencia más servicial de las ofrecidas. Recomendada para una máxima difusión y utilización de los materiales sujetos a la licencia.

---

Autor de correspondencia:

Simone de Godoy

E-mail: [sig@eerp.usp.br](mailto:sig@eerp.usp.br)

 <https://orcid.org/0000-0003-0020-7645>