

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Comunicación y Artes Contemporáneas

**Pulso Virtual – formación en realidad virtual para
electrocardiograma**

Xavier Andrés Contreras Cevallos

Diseño de Medios Interactivos

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito
para la obtención del título de
LICENCIADO EN DISEÑO DE MEDIOS INTERACTIVOS

Quito, 15 de diciembre de 2023

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Comunicación y Artes Contemporáneas

HOJA DE CALIFICACIÓN DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA

Pulso Virtual - formación en realidad virtual para electrocardiograma

Xavier Andrés Contreras Cevallos

Nombre del profesor, Título académico

Mark Steven Bueno Green, M.I.S.

Quito, 15 de diciembre de 2023

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombres y apellidos: Xavier Andrés Contreras Cevallos

Código: 00209763

Cédula de identidad: 1704130044

Lugar y fecha: Quito, 15 de diciembre de 2023

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Comité en Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETHeses>.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETHeses>.

RESUMEN

La educación tradicional está lentamente evolucionando hacia un aprendizaje interactivo utilizando la tecnología de la realidad virtual. En el campo de la salud, tiene especial importancia y aplicación pues se requiere personal altamente calificado y con experiencia. Sabemos que la mejor forma de aprender es practicando y cometiendo errores, pero en medicina los pacientes no pueden ser utilizados en la implementación de esta dinámica.

El examen de diagnóstico de funcionamiento del corazón a través de un electrocardiograma es un procedimiento delicado, que genera temor y ansiedad en el paciente, por lo que debe realizarse con el debido cuidado y técnica correcta para no repetir el procedimiento por errores durante el proceso.

El contar con personal de enfermería debidamente capacitado es fundamental para evitar reclamos de pacientes por repetición del examen, distorsión de resultados, errores en el diagnóstico y perjuicios de imagen del centro hospitalario.

Pulso Virtual es una Aplicación en realidad virtual que ofrece un sistema de formación integral al personal de la salud para la correcta realización de un electrocardiograma en un entorno seguro, conectado virtualmente con el ambiente de trabajo, utilizando la realidad virtual como un nuevo formato en el aprendizaje interactivo. El diseño abarca cuatro módulos:

Familiarización con los componentes y herramientas de un ECG.

Capacitación del proceso paso a paso.

Entrenamiento y retroalimentación.

Evaluación con tiempo límite en la toma del examen ECG y calificación.

Palabras Clave: Realidad Virtual, Capacitación, Electrocardiograma.

ABSTRACT

Traditional education is slowly evolving towards interactive learning using virtual reality technology. In the health field, it has special importance and application since highly qualified and experienced personnel are required. We know that the best way to learn is by practicing and making mistakes, but in medicine, patients cannot be used in the implementation of this dynamic.

The diagnostic examination of heart function through an electrocardiogram is a procedure that generates fear and anxiety in the patient, so it must be performed with due care and the correct technique to avoid repeating the procedure due to errors during the process. Having properly trained nursing staff is essential to avoid patient complaints due to repetition of the exam, distortion of results, errors in diagnosis and damage to the image of the hospital.

Virtual Pulse is a virtual reality application that offers a comprehensive training system to health personnel to correctly perform an electrocardiogram in a safe environment, virtually connected to the work environment, using virtual reality as a new format in interactive learning.

The design covers four modules:

Familiarization with the components and tools of an EKG.

Step-by-step process training.

Training and feedback.

Evaluation with a time limit for taking the EKG exam and grading.

Keywords: Virtual Reality, Training, Electrocardiogram

TABLA DE CONTENIDO

Introducción	8
Desarrollo del Tema.....	9
Antecedentes y justificación	9
Problemática	9
Solución	8
Conceptualización del proyecto.....	10
Resultado final	15
Conclusiones	16
Reflexión.....	19
Recomendaciones	19
Referencias bibliográficas.....	17
Anexo A: Materiales y elementos de un electrocargiógrafo.....	22
Anexo B: técnica para realizar un electrocardiograma	26
Anexo C: resultados de encuesta pruebas de usuario	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Menú de inicio.....	15
Figura 2	Escenas de formación que provee la aplicación.....	15
Figura 3	Módulos de la escena Familiarización.	16
Figura 4	Descripción de función y uso de cada componente y materiales.	16
Figura 5	Módulos de la escena ECG.....	17
Figura 6	Imagen de la colocación de electrodos y sistemas de fijación	18
Figura 7	Módulo de evaluación final en ECG.	18
Figura 8	Calificación en evaluación final en ECG.	19
Figura 9	Materiales utilizados en el ECG.....	22
Figura 10	Cable de 10 derivaciones.....	27

INTRODUCCIÓN

El aprendizaje mediante instrucción explícita es una forma muy eficiente de aprender instantáneamente nuevos comportamientos y de superar el aprendizaje mediante prueba y error. (Vogel & Schwabe, 2018). Este proyecto nació de mi inclinación por la capacitación, así como por considerar que la salud está incorporando tecnología en todos los ámbitos para su desarrollo. Lo anterior me permitió pensar en campos de aplicación de los medios interactivos en el mundo real para simplificar procesos que ocasionan demoras en el aprendizaje y brindar una solución a la problemática permanente que tienen clínicas, hospitales y centros de salud en cuanto a capacitar a su personal, así como también en carreras de medicina en universidades.

El director de cardiología del Hospital Metropolitano expresó su interés por contar con un sistema de capacitación en realidad virtual para los exámenes de mayor frecuencia en su área, iniciando por el principal, el ECG o electrocardiograma. Me proporcionaron la información técnica para desarrollar este trabajo, sin embargo, todas las charlas fueron teóricas, dado que está prohibido presenciar un examen de paciente por temas de confidencialidad.

La idea de este proyecto fue crear una aplicación que funcione como un sistema integral de formación para la toma de un examen puntual en cardiología, contrastarla con los métodos tradicionales de formación a técnicos de enfermería y en función de sus resultados calificados por el departamento, extenderla a otros procedimientos, incluso en distintas áreas del hospital. Se espera que con la capacitación en VR se acorten los tiempos de formación al nuevo personal, mejore la retentiva de las instrucciones y pasos en el procedimiento ECG, se obtengan ejecuciones con cero errores lo cual es una meta en el departamento de cardiología para lograr calidad de servicio al paciente, confiabilidad en la interpretación de los resultados del ritmo cardíaco, seguridad en el diagnóstico y tratamiento, obteniendo un manejo optimizado de costos en tiempo, materiales y herramientas.

DESARROLLO DEL TEMA

Antecedentes y justificación

El electrocardiograma es un procedimiento de diagnóstico fundamental en pacientes que necesitan un examen de funcionamiento cardiológico, medición del ritmo cardíaco y circuito eléctrico del corazón, por lo que debe ser preciso y garantizar de manera óptima los resultados para un diagnóstico confiable y tratamiento 100% efectivo. El sistema tradicional de aprendizaje de la técnica correcta para realizar este examen en carreras universitarias de medicina y centros médicos está limitado por tiempo y recursos a una capacitación teórica y a una práctica insuficiente del personal técnico con supervisión permanente mientras se adquiere experiencia para realizar la toma de forma autónoma.

Los participantes en este examen de diagnóstico son:

- Paciente.
- Personal técnico de enfermería que realiza electrocardiogramas.
- Doctor en cardiología que interpreta los resultados del examen.
- Personal que capacita en el procedimiento de electrocardiogramas.
- Centro Médico donde se realiza este examen de diagnóstico.

Problemática

Una problemática importante que sigue enfrentando el sistema de salud en Ecuador es la alta rotación del personal de enfermería, lo cual ha derivado en permanentes contrataciones de nuevo personal y en consecuencia, la necesidad de entrenarlos como habitualmente lo hacen los centros médicos, a través de una capacitación tradicional.

Un estudio específico en la Clínica Internacional señala que las renunciadas y/o despidos del personal de enfermería, originan una elevada rotación que ocasiona una serie de pérdidas de recursos para la compañía, además del tiempo en la liquidación y nueva contratación, trayendo consigo también insatisfacción del cliente. . (Carvajal, A. 2018).

Lo anterior perjudica, a su vez, a cada participante en el procedimiento de ECG, en aspectos que se resumen a continuación.

Paciente.

El examen de diagnóstico de funcionamiento del corazón a través de un electrocardiograma, es un procedimiento delicado que genera temor y ansiedad en el paciente, por lo que debe realizarse con el debido cuidado y técnica correcta para no repetir el procedimiento por errores durante el proceso, distorsión de resultados, diagnósticos y tratamientos errados, a fin de evitar malestar en el paciente que genere reclamos, demandas y un perjuicio de imagen al centro hospitalario.

Personal técnico de enfermería que realiza electrocardiogramas.

Debe conocer perfectamente los pasos para realizar el procedimiento, así como las zonas del cuerpo para conectar los electrodos dependiendo de la contextura física, edad y género del paciente, lo cual conlleva de mucha práctica para adquirir experiencia.

Doctor en cardiología que interpreta los resultados del examen.

El electrocardiograma es un examen fundamental para que el cardiólogo pueda diagnosticar un mal funcionamiento en el circuito eléctrico del corazón y el ritmo cardíaco a fin de tomar decisiones sobre el mejor tratamiento para el paciente. De ahí la importancia de que esta prueba haya sido realizada técnicamente de forma correcta para que los resultados sean 100% confiables.

Personal que capacita en el procedimiento de electrocardiogramas.

La rotación del personal de enfermería en hospitales y centros médicos es en general elevada por lo que con frecuencia es necesario entrenar en este procedimiento al nuevo personal técnico, con el correspondiente costo y tiempo en asignar recursos internos para impartir la capacitación. Cabe anotar que en centros médicos de especialización cardiológica, generalmente son los mismos médicos quienes imparten esta capacitación.

Centro Médico donde se realiza este procedimiento.

La prueba de electrocardiograma es un procedimiento de diagnóstico frecuente en pacientes con afecciones cardiológicas y alteraciones del ritmo cardíaco. Una alta rotación del personal técnico que realiza estos exámenes no puede paralizar la prestación de este servicio en hospitales y centros especializados, pues conllevaría derivar a los pacientes a otros centros de diagnóstico con el riesgo de que continúen su tratamiento con cardiólogos de esas instituciones.

Solución

La solución a la problemática expuesta consiste en contar con un sistema de capacitación individual e independiente para que cada técnico de enfermería pueda entrenarse y practicar, sin que la adquisición de experiencia sea a costa de una atención deficiente a sus primeros pacientes. En tal sentido, la realidad virtual es una excelente tecnología para cumplir con este objetivo.

La realidad virtual es un entorno simulado del ambiente que puede experimentarse con la ayuda de hardware a través de la vista y el oído, posibilitando la creación de simulaciones realistas y tridimensionales de mundos reales e imaginarios (Bailenson & Patel, 2008)

Si bien se ha posicionado en contenidos de entretenimiento, videos, videojuegos y experiencias en VR, en la última década se ha convertido en una excelente herramienta para los procesos de capacitación con alta efectividad en sectores laborales, independiente del

escenario de entrenamiento. Gracias a esta invención tecnológica, han podido mejorar de manera eficaz el proceso de entrenamiento y retención de nuevos conocimientos por parte del personal, en un entorno seguro, sin tomar riesgos, creando un aprendizaje práctico mediante la simulación real del ambiente de trabajo.

En el campo de la educación, la realidad virtual se utiliza cada vez más como una efectiva herramienta de capacitación, pues por sus características y funcionalidad permite que durante el proceso de aprendizaje, las personas puedan sumergirse dentro de una realidad simulada y aprender cómo deben reaccionar ante una determinada situación, sea ésta de riesgo o no.

Son muchos los beneficios de usar VR en entrenamientos y capacitaciones pues brinda un aprendizaje acortando el tiempo de entrenamiento, genera conocimiento por medio de vivir su propia experiencia, prioriza la práctica en base a la teoría, interioriza los pasos generando una memoria de procedimiento, permite enfrentar diferentes situaciones sin riesgos, mejora la retención de la información, permite el aprendizaje remoto y personalizado, reduce costos de entrenamiento y capacitación, por último, eleva la eficiencia en el trabajo y la mejora continua.

Por lo expuesto, el contar con un sistema de capacitación en realidad virtual personalizado para el personal técnico de enfermería que realiza ECG, permite acortar el tiempo para adquirir experticia en la técnica de realización del procedimiento, garantizando la satisfacción del paciente, evitando el costo de recursos por la repetición de pruebas, a fin de proveer a los cardiólogos de resultados que reflejen fielmente la condición del paciente, para la correcta interpretación, óptimo diagnóstico y tratamiento.

Aplicar esta tecnología de capacitación en universidades y centros médicos, constituye también una solución para que tanto estudiantes como el personal de enfermería constantemente se capaciten de forma individual sin necesidad de invertir recursos y tiempo

de formación para este propósito, evitando la pérdida de pacientes y en consecuencia de ingresos para los hospitales y centros especializados.

Conceptualización del proyecto

Pulso Virtual fue concebida como una aplicación en realidad virtual que se enfoca en el aprendizaje práctico del electrocardiograma (ECG). En este entorno virtual, los usuarios interactúan con una representación de un paciente y de los componentes necesarios para realizar este proceso, guiándolos a través de cada paso. Desde el reconocimiento de los elementos que se utilizan, hasta la conexión de electrodos, la aplicación ofrece un aprendizaje interactivo separado en cuatro módulos, empezando con la familiarización. Los siguientes módulos, de capacitación y entrenamiento, permiten a los usuarios practicar a su propio ritmo, recibiendo de forma permanente la guía y retroalimentación. Con el fin de reforzar el aprendizaje, el último módulo, de evaluación, pone a prueba al usuario a utilizar los conocimientos adquiridos. En este módulo se añade un temporizador de siete minutos, pasados los cuales se muestra una calificación basada en la exactitud del orden en el que siguieron los pasos del proceso. Esta aplicación está desarrollada con la intención de mejorar el aprendizaje y preparar a los profesionales o estudiantes para aplicar estas habilidades en situaciones reales, mejorando la calidad y seguridad en la atención médica.

Tecnologías

Las tecnologías utilizadas en la aplicación Pulso Virtual son VR Framework para crear interacciones en realidad virtual, Meta Quest como headset de realidad virtual, Unity como motor gráfico, C# como lenguaje de programación, Obi Rope para crear cables que puedan manipularse de acuerdo a la física de la vida real, e inteligencia artificial para la voz en la aplicación.

A través de estas tecnologías fue posible dar vida a un ambiente hospitalario con representación del paciente para un examen de ECG, utilizando el equipamiento, componentes y materiales para este procedimiento de diagnóstico del funcionamiento del corazón.

El programa contempla un Menú de Inicio donde se muestran los Controles del VR y la funcionalidad de cada botón, como aparece a continuación en la Figura 1.

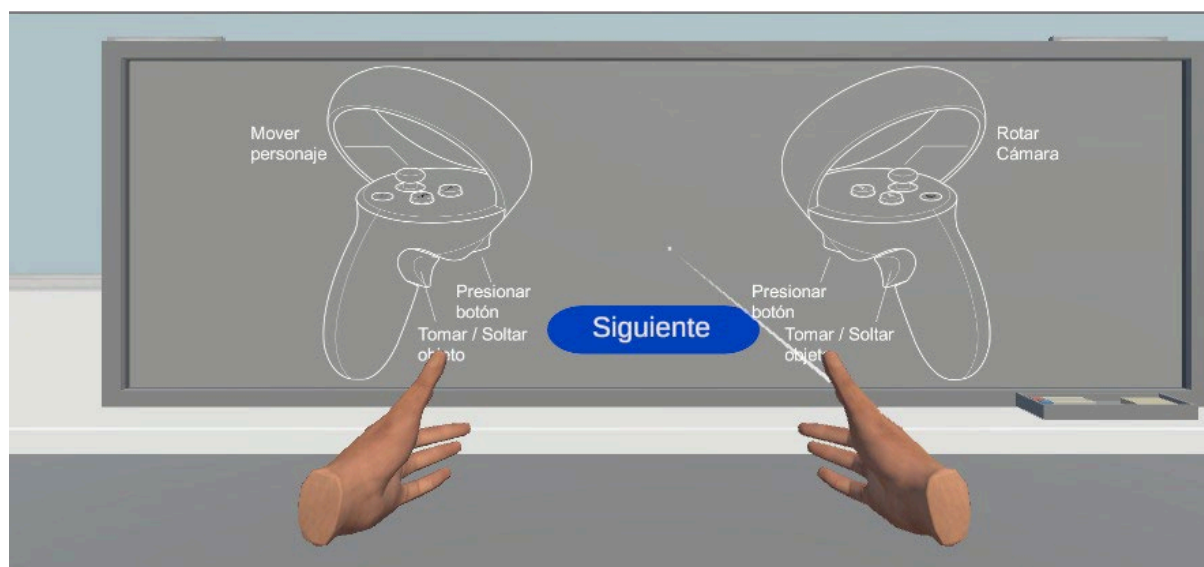


Figura 1 Menú de inicio

Al oprimir “Siguiete” se dirige a un panel con tres botones: “Familiarización”, “ECG” y “Salir”.

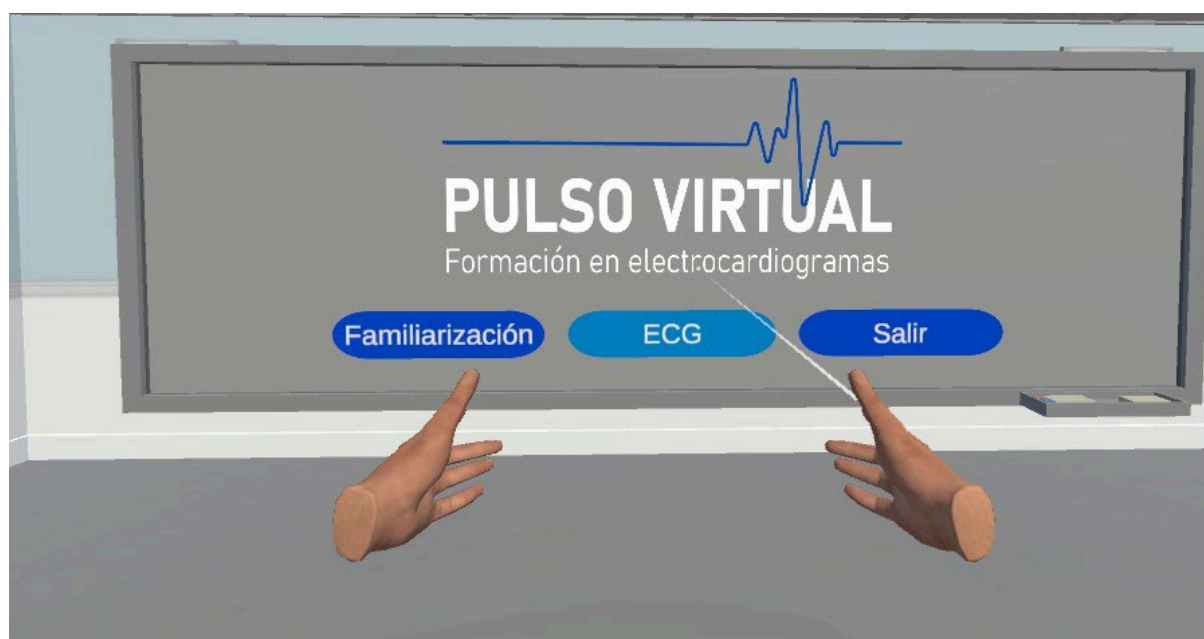


Figura 2- Escenas de formación que provee la aplicación.

El módulo Familiarización muestra un botón de “Capacitación” y otro de “Evaluación”.



Figura 3 - Módulos de la escena Familiarización.

Al oprimir “Capacitación” se accede a un tutorial de identificación de cada uno de los componentes y materiales del ECG, que en esta escena se muestran sobre una mesa y cuya descripción de función y uso se proyecta en una pantalla, como vemos en las Figuras 3 y 4.



Figura 4- Descripción de función y uso de cada componente y materiales.

Los materiales y elementos para un examen de ECG son: Equipo Electrocardiógrafo, Cable de Monitorización, Cable accesorio de ECG de 12 derivaciones, Electrodo adhesivos o chupetes, Sistemas de fijación, Gel conductor, Rasuradora, Elementos de limpieza, gasas y alcohol. (Anexo A)

Al oprimir “Evaluación”, el usuario accede a una prueba con calificación, en la que debe tomar los objetos según escuche y aparezcan en pantalla.

Regresando al Menú Principal, al oprimir el botón “ECG”, se ingresa al Módulo de “Capacitación” sobre la técnica de realización de un Electrocardiograma y se accede a un tutorial para la correcta disposición de cada elemento y material en el cuerpo del paciente. El sistema explica el proceso paso a paso. (Anexo B)

A continuación, el Módulo de “Entrenamiento” permite al usuario practicar el procedimiento sin límite de ejercicios y tiempo. Durante este módulo, el usuario recibe permanente retroalimentación al señalar las selecciones correctas y erróneas.



Figura 5 - Módulos de la escena ECG

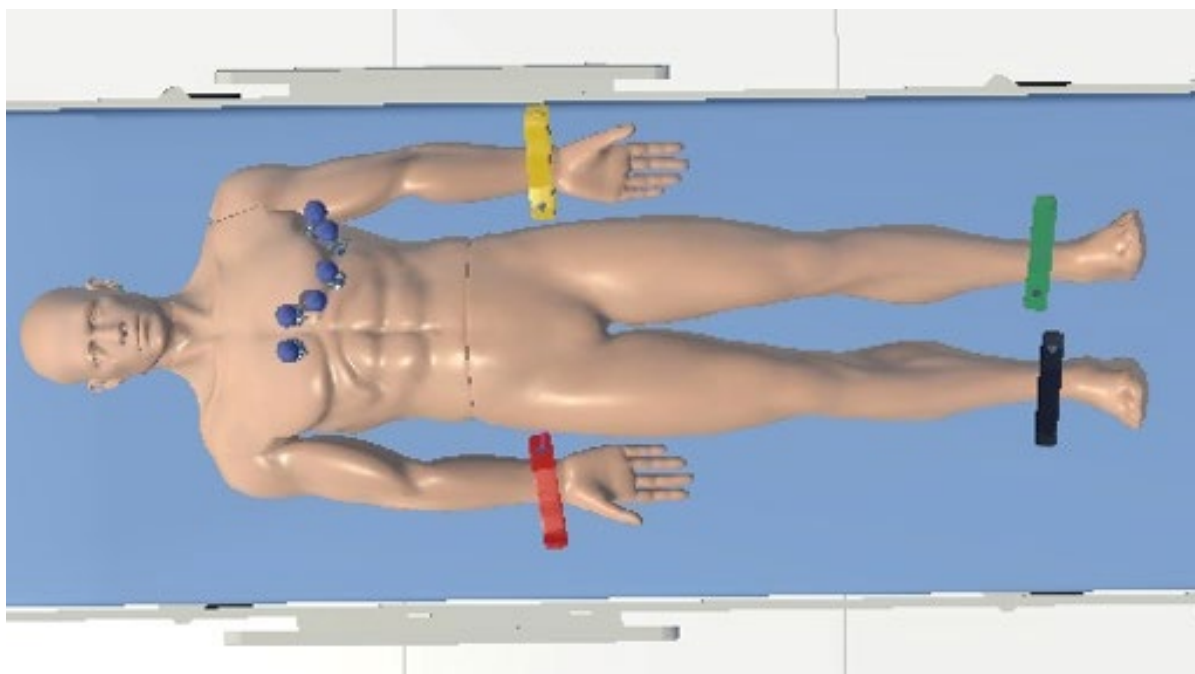


Figura 6 - Imagen de la colocación de electrodos y sistemas de fijación

Finalmente, el botón de “Evaluación” permite rendir un examen con límite de tiempo y calificación en función del número de aciertos, errores y tiempo utilizado en el procedimiento, simulando una toma de ECG real. Al concluir y mostrar los resultados, pregunta si desea repetir la evaluación.

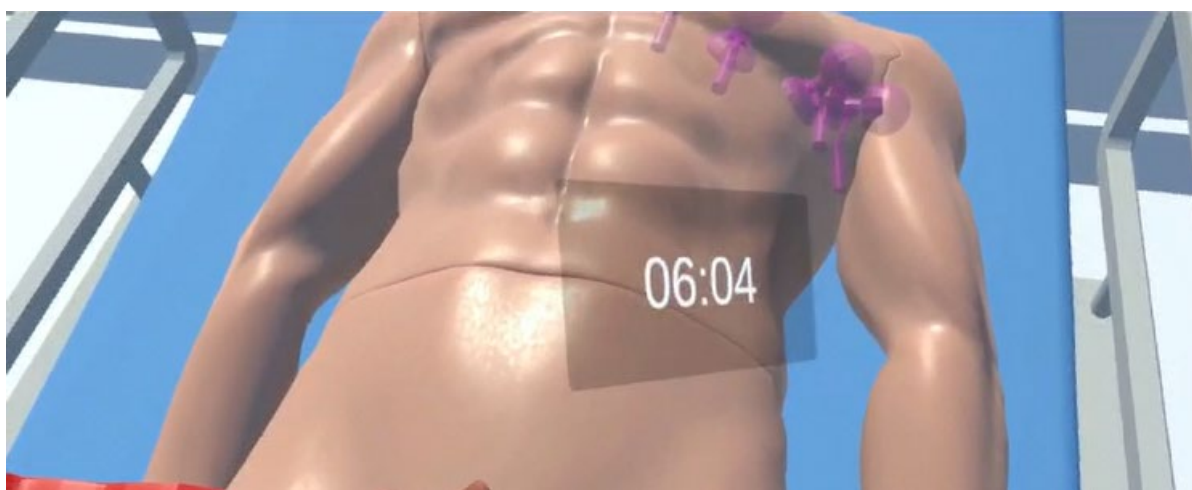


Figura 7- Módulo de evaluación final en ECG.

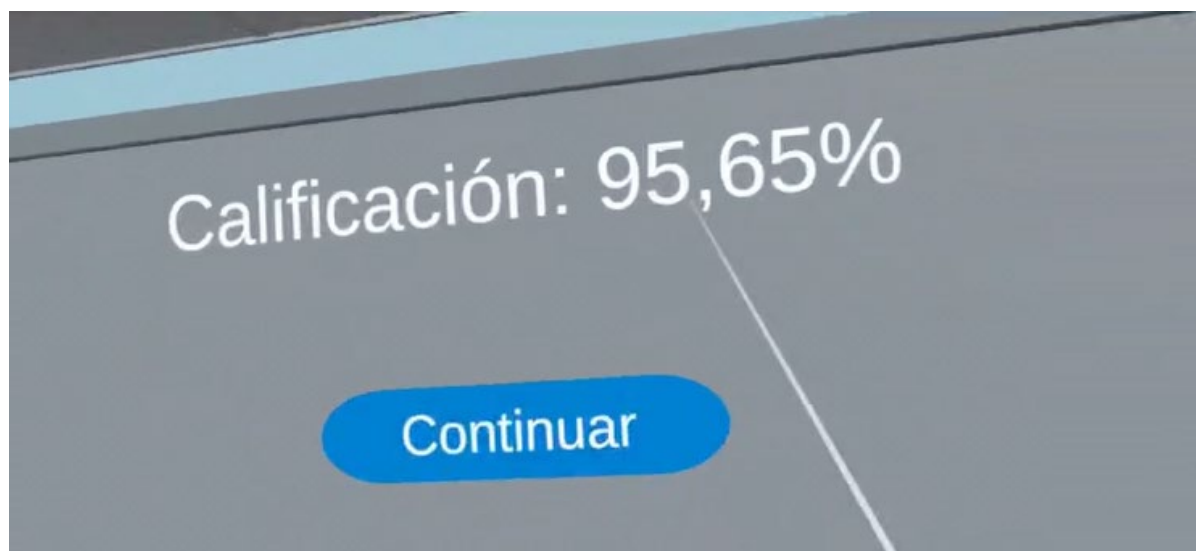


Figura 8- Calificación en evaluación final en ECG.

Resultado final

El proyecto se encuentra listo para ser utilizado y recibir validación del Departamento de Cardiología de un hospital o centro especializado. Como complemento planeo agregar un Módulo para la interpretación de los resultados del ECG, evaluando el trazado en la cinta de papel milimetrado que se desprende del electrocardiógrafo al finalizar el procedimiento.

Adicionalmente, planeo emparejar la capacitación VR con un sitio web donde los usuarios puedan acceder a sus datos de capacitación, calificaciones, número de prácticas y resultados en cada una de ellas. Esta herramienta será de gran utilidad también como información eficaz para sus evaluadores, ya sea en centros médicos o carreras universitarias de medicina. El proyecto más ambicioso a largo plazo consiste en crear un repositorio de capacitaciones en realidad virtual dedicado al área de la salud.

CONCLUSIONES

Reflexión

La elaboración de esta Aplicación como proyecto de titulación en la carrera de Diseño de Medios Interactivos es una demostración que es posible ejecutar infinidad de proyectos revolucionarios, de vanguardia, que simplifiquen procedimientos, solucionen problemas y constituyan una innovación tecnológica que pueda romper con los métodos tradicionales que utiliza la sociedad en el ámbito laboral y estudiantil.

Las pruebas de usuario realizadas con 7 estudiantes de octavo semestre de la Facultad de Medicina reafirman el óptimo resultado alcanzado en sus prácticas y el entusiasmo con que se volcaron a utilizar en varias ocasiones la Aplicación Pulso Virtual. (Anexo C)

La proyección de este modelo de aprendizaje es muy amplia principalmente en el campo de la salud, en primera instancia extensivo a otros procedimientos y exámenes que realizan los departamentos de cardiología de un hospital o centro médico, pero también con miras a escalar a departamentos de otras especialidades. Lo fundamental es contar con el apoyo y dirección del personal médico por tratarse de un campo de tanta especialización.

Recomendaciones

Invito a la Universidad San Francisco de Quito USFQ a utilizar la realidad virtual como formato educativo en las carreras donde se deba incorporar la práctica de procedimientos en un entorno seguro y simulando el ambiente real. Lo anterior no solo colocará a la universidad en la tendencia del 96% de principales universidades estadounidenses y europeas, sino a sus alumnos como beneficiarios de una educación interactiva, sencilla y con mejores resultados de retentiva y experiencia práctica en el aprendizaje.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bailenson, J., Patel, K., Nielsen, A., Bajscy, R., Jung, S. & Kurillo, G. (2008). *The Effect of Interactivity on Learning Physical Actions in Virtual Reality*, *Media Psychology*, 11:3, 354-376, DOI: 10.1080/15213260802285214
- Franchi, J. (1994). *Virtual reality: An overview*. *TechTrends*, 39, 23-26. <https://doi.org/10.1007/BF02763870>.
- González, A., Romero, A., Latorre, F. & Camaño, L. (2021). *La mala práctica médica y sus consecuencias legales en Ecuador*. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(6), 526-530.
- Marks, B., & Thomas, J. (2022). *Adoption of virtual reality technology in higher education: An evaluation of five teaching semesters in a purpose-designed laboratory*. *Education and information technologies*, 27(1), 1287–1305. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10653-6>
- Ruano, A.L., Rodríguez, D., Rossi, P.G. et al. (2021). *Understanding inequities in health and health systems in Latin America and the Caribbean: a thematic series*. *Int J Equity Health* 20, 94. <https://doi.org/10.1186/s12939-021-01426-1>
- Vogel, S., & Schwabe, L. (2018). *Tell me what to do: Stress facilitates stimulus-response learning by instruction*. *Neurobiology of learning and memory*, 151, 43–52. <https://doi.org/10.1016/j.nlm.2018.03.022>
- Carvajal, A. (2018). Reducir la elevada rotación del personal de enfermería en la Clínica Internacional. Trabajo de titulación. 1-2. <http://www.dspace.cordillera.edu.ec:8080/xmlui/handle/123456789/4334>

ANEXO A: MATERIALES Y ELEMENTOS DE UN ELECTROCARDIÓGRAFO

Figura 9 – Materiales utilizados en el ECG

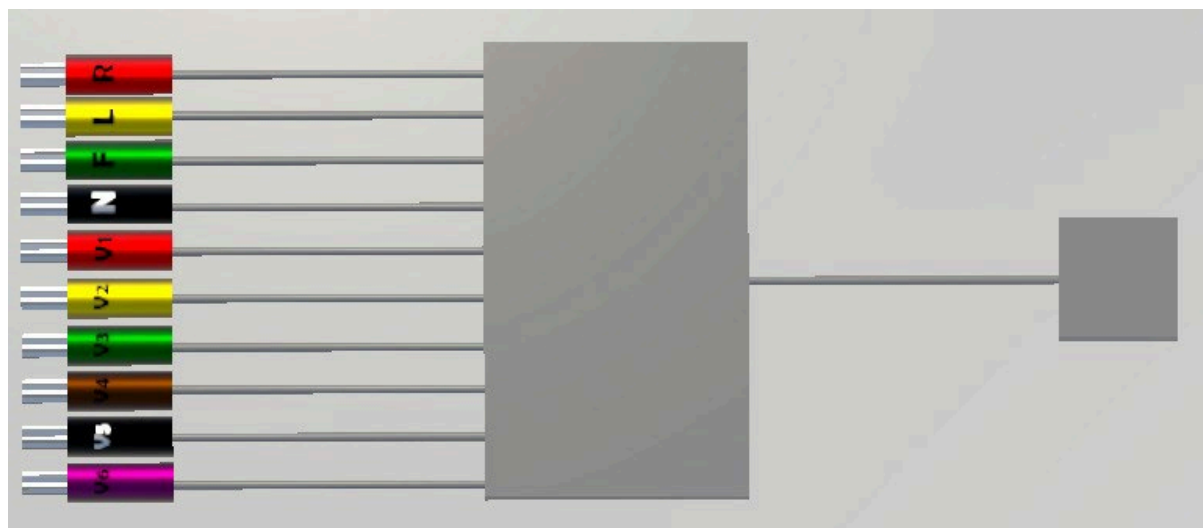


Figura 10 – Cable de 10 derivaciones

Electrocardiógrafo - equipo que registra la corriente eléctrica que acompaña a las contracciones del corazón en un tiempo determinado, dibujando el trazado sobre una cinta de papel. Contiene un monitor ligero con la capacidad de registrar continuamente el ritmo cardíaco.

Cable de Monitorización - se utiliza para transmitir señales electrocardiográficas de un paciente, desde los electrodos a un monitor.

Cable accesorio de EKG 12 derivaciones - dispositivos que ponen en contacto al paciente con el electrocardiógrafo. A través de ellos se obtiene la información eléctrica del ritmo cardíaco para la impresión.

Papel milimetrado de registro - cinta de papel que registra la impresión de medición del ritmo cardíaco proporcionada por el ECG.

Electrodos - dispositivos que contactan al paciente con el ECG.

Sistemas de Fijación - set de 4 electrodos o pinzas caimán para conexión de las extremidades del paciente en exámenes ECG de reposo, con código visual de colores según normas IEC para colocación libre de errores.

Gel conductor - gel de uso tópico que se aplica en los electrodos para reducir la impedancia y compensar las irregularidades de la piel respecto a la superficie, logrando una estimulación perfecta.

Rasuradora - dispositivo para eliminar la velloidad en el torso del paciente, a fin de que la superficie de la piel esté libre de obstáculos.

Elementos de limpieza, gasas y alcohol - materiales que permiten una limpieza profunda de la piel del paciente, a fin de facilitar la correcta sujeción de los electrodos.

ANEXO B: TÉCNICA PARA REALIZAR UN ELECTROCARDIOGRAMA

- 1.- Explicar al paciente en qué consiste el procedimiento, su inocuidad y el motivo por el cual se realiza, a fin de evitar temor y ansiedad en el paciente.
- 2.- Preparación del procedimiento: Tener listo el material, el equipo preparado con sus cables ordenados y un lugar cómodo y tranquilo donde se preserve la privacidad del paciente.
- 3.- El paciente debe descubrir su torso.
- 4.- Material necesario: Electrocardiógrafo, Electroodos, Pegatinas o pinzas, máquina de rasurar, guantes, alcohol antiséptico, gasas.
- 5.- El paciente debe recostarse en una camilla en posición lo más horizontal posible.
- 6.- El paciente debe relajarse, respirar normalmente, permanecer en silencio y sin moverse durante la prueba.
- 7.- Se inicia con la colocación de los electrodos y las pinzas de derivaciones de los miembros, cumpliendo la siguiente regla: Empezar por el brazo derecho y continuar en el sentido de las manecillas del reloj. Los colores van dispuestos igual que un semáforo. El rojo se sujeta al brazo derecho, el amarillo al brazo izquierdo, el verde al tobillo izquierdo y el negro al derecho.
- 8.- La región metálica de las pinzas o las pegatinas deben hacer contacto con la región anterior de las muñecas en las derivaciones de los miembros superiores. Así también debe hacer contacto con la región dos dedos por encima del talón, en las derivaciones de los miembros inferiores.
- 9.- Se debe tener la precaución de evitar resaltos óseos, articulaciones y el contacto con objetos metálicos. La zona de contacto debe encontrarse limpia y libre de productos para la piel, por lo que es recomendable limpiarla con una gasa y alcohol o rasurarla antes de colocar los electrodos. Esto permitirá obtener un trasado de buena calidad y sin artefactos por problemas de contacto.

10.- Para las Derivaciones Precordiales V1 a V6 se deberán colocar los electrodos en los sitios correctos, guiándose sistemáticamente por los reparos anatómicos correspondientes, sin realizar la colocación de los mismos de forma gráfica o esquemática.

11.- V1 y V2 deben colocarse en el cuarto espacio intercostal en el borde esternal derecho e izquierdo respectivamente.

12.- Para la correcta localización del cuarto espacio intercostal debemos valernos de una referencia anatómica conocida como Angulo de Louis ubicado en el centro del esternón al nivel de la segunda costilla. Colocando el dedo índice en la horquilla esternal y deslizándolo hacia abajo sobre la línea media del esternón percibiremos un resalto aproximadamente a 3 cms. A este nivel se encuentra el cuarto espacio intercostal.

12.- No resulta una buena práctica contar los espacios intercostales comenzando desde la clavícula, ya que dependiendo del ángulo de inclinación en el que se encuentra recostado el paciente, esta referencia podría variar confundiendo el primer espacio intercostal con el segundo y viceversa.

13.- Los electrodos irán ubicados en este cuarto espacio intercostal a 2 cms de la línea media sobre el borde esternal derecho e izquierdo.

13.- Las derivaciones V4, V5 y V6 se deberán colocar en el quinto espacio intercostal.

14.- V4 se colocará en el quinto espacio intercostal en la línea media claviclar. En los hombres, habitualmente esta localización se encuentra 2 cms por debajo de la tetilla. Sin embargo, esta referencia no puede extrapolarse a las mujeres o a pacientes de edad avanzada.

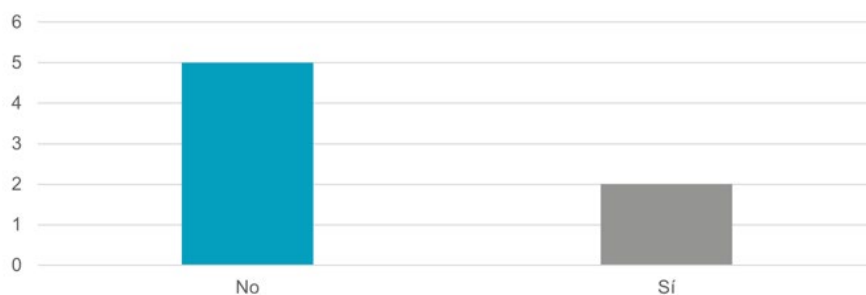
15.- V5 se colocará en el quinto espacio intercostal a nivel de la línea axilar anterior.

16.- V6 se colocará en el quinto espacio intercostal a nivel de la línea media axilar.

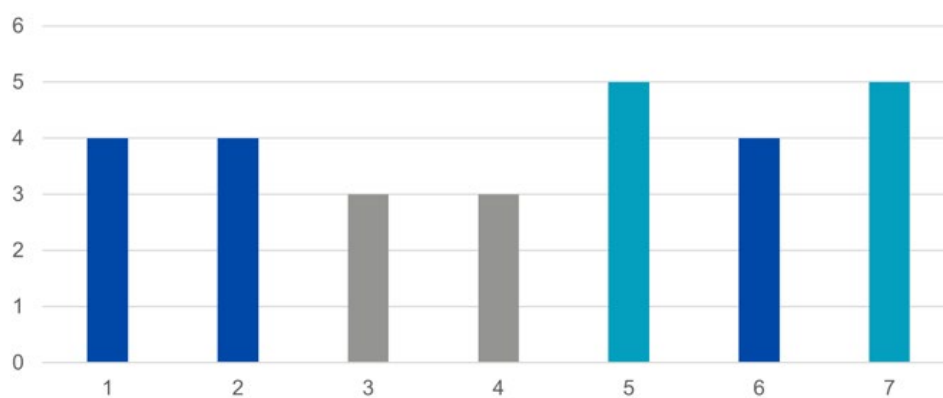
17.- Para la colocación de V3, debe trazarse una línea imaginaria entre V2 y V4 y colocar dicha derivación en el punto medio.

ANEXO C: RESULTADOS DE ENCUESTA PRUEBAS DE USUARIO

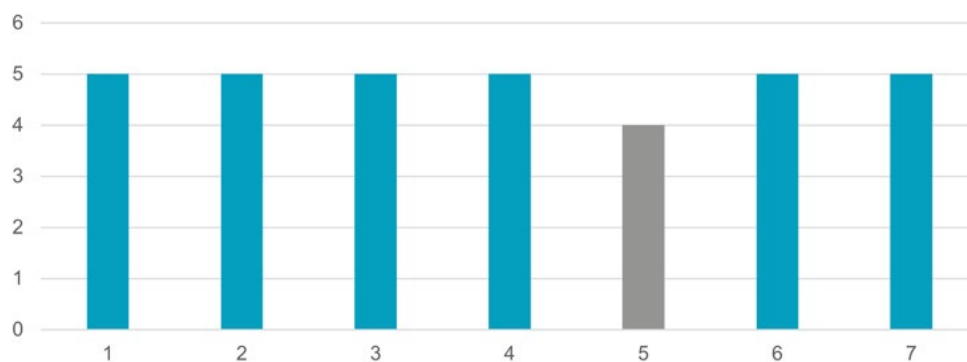
Has usado un equipo de realidad virtual anteriormente?



¿Cómo calificarías la facilidad de uso del equipo de realidad virtual (controles y casco)?



¿Qué tan útil encontraste la experiencia de capacitación con 'Pulso Virtual'?



¿En qué medida crees que este formato de capacitación puede contribuir a la formación de profesionales en el área de medicina?

