

Artículo de Proyecto de Grado del Departamento de Diseño

Herramienta didáctica digital para el desarrollo de destrezas en microcirugía en estudiantes de especializaciones médico quirúrgicas

Nicholas Santamaría Bejarano, *nikosantamaria0@gmail.com* y Jerry Lee Minotta, *jminottar@gmail.com* Tutor(a): Javier Aguirre, *jaaguirre@icesi.edu.co*

Abstract

Purpose - Designing a digital teaching tool for the development of microsurgical (vascular anastomosis) skills in students of medical-surgical specializations.

Design/methodology/approach - The project was developed under 3 important stages. First, an investigation was made in the literature to know, establish and define the different theoretical, didactic and practical dimensions used in the development of a skill in microsurgery (vascular anastomosis). Likewise, field work was carried out to identify the pains and needs presented by microsurgery students and teachers who are in charge of guiding them in their process of developing the skill. After that, with the help of the information collected from the literature and the field work, different requirements and tools were identified that would lead to the solution of the users' needs. Finally, with the gathered information and the tools found, an application was developed to improve communication between teachers and students in terms of feedback on the training carried out by the student, the immediate qualification for each training by the teachers, the possibility of carrying out training anywhere (only with the use of a smartphone device), and finally to provide the students with a tool that illustrates their progress in the development of the skill.

Findings - In a next evolution of the project, it is proposed to add gamification so that students can have a competition among themselves and have an incentive for the development of the vascular anastomosis skill.

Practical implications - According to the literature and experts mentioned earlier in the project, the use of low-budget tools makes vascular anastomosis training possible without the limitations of specific spaces and expensive tools.

Originality/Value - This project gives students of medical-surgical specializations the possibility to perform their vascular anastomosis training only with the use of their mobile device, in addition to having feedback from each practice by having better communication with the people who evaluate them.

Keywords

Vascular anastomosis, microsurgery, didactics, software, students.

I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo tecnológico dado en las últimas décadas ha permitido la masificación de dispositivos móviles (smartphones) con gran capacidad de cómputo, conexión a internet y accesorios de alta calidad como cámaras, micrófonos y sensores. Sin embargo, las ayudas didácticas que se encuentran disponibles son apenas incipientes y no permiten el desarrollo de las habilidades ya mencionadas.

1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

A. Antecedentes

Entre los años 2009 y 2013 se realizaron 48 cirugías utilizando un dispositivo llamado Coupler que realiza el proceso de anastomosis vascular de una manera efectiva, rápida, fácil etc. Su funcionalidad es sencilla, primero se utilizan unos anillos con diferentes diámetros según el tamaño de la vena a saturar, las esquinas de la vena se sujetan con unos tornillos que se presentan en los anillos y por último se realiza una pequeña fuerza con el fin de unir las dos esquinas.

Desde 1994 se ha utilizado este dispositivo dando buenos resultados ya que se han realizado operaciones de reconstrucción de cabeza y cuello, reconstrucción mamaria, reconstrucción de extremidades, etc. Comparado con el proceso tradicional este dispositivo reduce las consecuencias de trombosis venosa en 3%. Por otro lado este proceso ha sido cuestionado en ámbitos académicos ya que se está obviando la habilidad de sutura tradicional de la medicina en los estudiantes. Andrades C., P., Calderón G., M. E., Danilla E., S., Erazo C., C., Benítez S., S., & Sepúlveda P., S. (2014).

Existen otros métodos más utilizados como el uso de extremidades en laboratorios especializados para la práctica de anastomosis vascular. (J.C Manuel-Palazuelos, F. Castillo, C. Gavilanes et al. 2013).

B. Delimitaciones

Este proyecto está planeado para diseñar una herramienta (software) que facilite conocer, desde las dimensiones teóricas, didácticas y metodológicas el desarrollo de destrezas en microcirugías. Definir las características técnicas y didácticas de la herramienta didáctica digital y por último desarrollar una herramienta didáctica digital para el desarrollo de destrezas en microcirugía (anastomosis vasculares).

C. Consecuencias

Debido a la metodología actual que se emplea para enseñar a los estudiantes de las especializaciones médico quirúrgicas (anastomosis vascular) no se puede determinar una curva de aprendizaje para cada uno de ellos.

Debido a que cada estudiante cuenta con diferentes niveles y velocidades de desarrollo para cada destreza, es muy difícil encontrar un punto de partida que permita al profesor de la especialización tener totalmente establecido una serie de actividades específicas que se adapten a la mejora o desarrollo de las destrezas necesarias para el uso de su función, y además le brinde al estudiante un acompañamiento continuo e inmediato para que dicho desarrollo se haga efectivo en el menor tiempo posible.

Por otra parte, es importante tener en cuenta las herramientas que se usan actualmente para entrenar a los estudiantes de la especialización, por ejemplo, el microscopio, pinzas, castroviejo, etc. Dichas herramientas tienen un costo bastante elevado, por consecuencia, no hay muchas unidades de este tipo, lo cual dificulta el aprendizaje debido a que limita la práctica según la disponibilidad de la herramienta, imposibilitando la opción de practicar por fuera de la clínica de manera flexible.

D. Enunciado del problema

El procedimiento de microcirugía requiere que el cirujano tenga habilidades especiales que debe realizar con precisión y en el menor tiempo posible. El método de enseñanza tradicional de esta habilidad hace necesario contar con extensos periodos de entrenamiento y con equipos especializados, recursos que son de difícil acceso para estudiantes de especializaciones médico quirúrgicas.

2. MARCO DE REFERENCIA

Capítulo 1. Introducción

La medicina ha tenido un desarrollo significativo a comparación del siglo pasado donde los residentes entrenados en esa época, fueron los que aumentaron la expectativa de vida humana, sin embargo los errores médicos hoy en día son la tercera causa de muerte en Estados Unidos con más de 400.000 al año. (Enrique Berner, J., & Ewertz, E. 2018).

Existen procesos demasiados precisos que pueden poner en riesgo la vida del paciente como la anastomosis vascular, por este motivo es necesario que cuando un residente vaya a enfrentarse a este tipo de cirugías se encuentre muy bien entrenado. (Enrique Berner, J., & Ewertz, E. 2018). La anastomosis vascular es el proceso por el cual se unen dos cavidades generalmente venas o arterias, por medio de un proceso quirúrgico. (Biblioteca nacional de U.S.A. (2018).

Esto llevó a que se tuviera en cuenta como solución el uso de simuladores que representen una imitación anatómica humana para realizar entrenamientos antes de proceder a una operación. (Enrique Berner, J., & Ewertz, E. 2018).

En Bogotá, Colombia, se realizó un estudio donde realizaron una comparación entre las estadísticas mundiales acerca de la falla anastomótica las cuales se presentan en un 3,4% a 15% en pacientes concluyendo que la cifra en Colombia es similar a la mencionada anteriormente. Pacheco, Aldana, Martínez, Forero, Gómez, Coral, Olaya. (2017).

La fistula o falla anastomótica es cuando después de un procedimiento de anastomosis vascular se presenta una complicación que requiera intervención médica según Berry y Fisher. Por otro lado Pacheco (2017) nos habla acerca de cuáles son las posibles consecuencias de una falla anastomótica “Los criterios clínicos para el diagnóstico de la fistula pueden incluir signos de reacción inflamatoria, salida de material intestinal por la herida y deterioro hemodinámico” (p.270).

Capítulo 2. Métodos de aprendizaje

Actualmente existen diferentes tipos de aprendizaje en la medicina: aprendizaje basado en la práctica, aprendizaje basado en problemas, aprendizaje basado en el equipo, aprendizaje electrónico y aprendizaje por medio de simuladores. (Barsom, E. Z., Graafland, M., & Schijven, M. P. 2016).

Este proyecto se desarrolla teniendo en cuenta el aprendizaje basado en problemas el cual se plantea como una estrategia donde los estudiantes deben realizar procesos clínicos desde que ingresan a una escuela de salud, con el fin de desarrollar habilidades por medio de ejercicios práctico y no solamente se queden con la parte teórica. (Kevin David Laguna Maldonada, c, D. M. M., Vázquez, J. P. P., & Teresa I. Fortoul Van der Goes. 2020). Por otro lado (Fernández March. 2006) profundiza más sobre cómo debe ser utilizada esta estrategia mencionando que las prácticas deben ser acompañadas por un tutor que guíe en el desarrollo de la problemática y que el estudiante debe tener un estudio independiente.

Capítulo 3. Tipos de entrenamiento

Los métodos de entrenamiento quirúrgico han cambiado, anteriormente los residentes realizaban sus prácticas directamente en el quirófano con los pacientes, esto llevaba a que el índice de mortalidad fuera más alto y que la curva de aprendizaje fuera ineficiente, (J.C Manuel-Palazuelos, F. Castillo, C. Gavilanes et al. 2013). Hoy en día los residentes tienen diferentes herramientas tecnológicas que les permite alejarse de la sala de cirugía y poder practicar sin tomar tantos riesgos sobre los pacientes, incluso sin la necesidad de poseer un software y hardware costosos. (Cenydd, L.A., John, N.W., Phillips, N.I., & Gray, W.P. 2013)

Una de las metodologías de aprendizaje utilizadas en la actualidad son los simuladores quirúrgicos, estos se pueden dividir en dos tipos orgánicos o inorgánicos. Los orgánicos se refieren a animales o cuerpos humanos frescos y los inorgánicos son los simuladores de realidad virtual/aumentada. (J.C Manuel-Palazuelos, F. Castillo, C. Gavilanes et al. 2013).

Dentro de los tipos de simuladores quirúrgicos orgánicos se encuentran los modelos in-vivo y ex-vivo. In-vivo hace referencia a la utilización de cuerpos vivos o muertos para la experimentación científica, por otro lado el modelo ex-vivo hace referencia a un órgano fuera del cuerpo al que pertenecía. (J.C Manuel-Palazuelos, F. Castillo, C. Gavilanes et al. 2013). Según la BBC las ratas son animales más similares en su genoma con un 95% con el de los humanos (Torres, G. Pianzola N. 2014), Por este motivo son los animales más utilizados para este tipo de prácticas (modelo in-vivo), sin embargo la manipulación de animales para entrenamiento quirúrgico es costosa. (ELENA SCARAFONI, E. 2019).

En un estudio realizado por Sierra-Juárez, M. A., Cruz-Romero, C. I., Godinez-Vidal, A. R., & Durán-Padilla, M. A. 2018) demuestra que el uso de simuladores orgánicos (en este caso una extremidad animal amputada), sigue siendo una herramienta útil para el desarrollo de habilidades quirúrgicas como la simplificación del tiempo empleado y la disminución de riesgo frente al paciente. Sin embargo este estudio resalta que en este tipo de entrenamiento se anula la hemorragia.

Capítulo 4. Inclusión de las tecnologías para el entrenamiento de microcirugías (*anastomosis vascular*)

La realidad virtual (RV) es un mundo digital donde las personas pueden experimentar una situación como si estuviese en el mundo real. En el ámbito médico la RV ha permitido que los especialistas/estudiantes logren una inmersión en escenarios problemáticos en el cual existe la posibilidad de resolver dichos problemas sin riesgo alguno.

“Los dos objetivos principales de los simuladores de VR (o "immersivos") son 1) permitir la capacitación en un entorno realista y consistente, y 2) ensayar un procedimiento real para que el médico no "practique en el paciente"p viii. (Vosburgh, K. G., Golby, A., & Pieper, S. D. 2013).

Esta tecnología ha logrado que disminuya la tasa de morbilidad, costos y seguridad del paciente. (Barsom, E. Z., Graafland, M., & Schijven, M. P. 2016). Gracias a su capacidad didáctica la (RV) es una herramienta muy

utilizada para adquirir conocimiento ya que a diferencia de la enseñanza tradicional esta tecnología brinda un espacio interactivo, motivador y atractivo. (Enríquez, D. C., Arellano Pimentel, J. J., Hernández López, M. Á., & Nieva García, O. S. 2017).

La realidad aumentada logra combinar el mundo físico con el mundo digital. (Barsom, E. Z., Graafland, M., & Schijven, M. P. (2016). Por medio de una cámara se logran sobreponer imágenes 3D sobre la imagen del mundo real que proyecta la cámara según (E. Aguilar, A. Vivas, y J. S. 2018). Esta tendencia tecnológica ha logrado introducirse en el medio educativo gracias a que la mayoría de los estudiantes cuentan con un dispositivo móvil inteligente, además de ser una tecnología que disminuye costos, preocupaciones éticas, disponibilidad, etc. También es una herramienta que motiva a la participación activa de los estudiantes. (Almenara, J. C., Osuna, J. B., Puente, Á. P., & Pichardo, I. C. (2018).

"Si bien puede haber razones convincentes para reducir la dependencia de pacientes, cadáveres y animales para el entrenamiento quirúrgico, ninguno de los métodos de entrenamiento simulado (incluida la simulación por computadora) ha demostrado ser mejor que otras formas de entrenamiento quirúrgico. Además, poco se conoce los costos reales (incluidos los resultados adversos en los pacientes) del entrenamiento quirúrgico simulado o estándar". p50. (J.C Manuel-Palazuelos, F. Castillo, C. Gavilanes et al. 2013).

A pesar de ser herramientas tan desarrolladas que buscan "imitar" la realidad (Campos, A. 2016) afirma que la tecnología ha sido incapaz de imitar la anatomía humana y que los cadáveres frescos son los únicos que se acercan a simular el cuerpo humano con vida.

Capítulo 5. Desarrollo de la destreza

Un estudio donde participaron 5 neurocirujanos que no tenían conocimiento del proceso de anastomosis logró arrojar como resultado que después de 10 sesiones bajo un protocolo de práctica sumando a una retroalimentación constante la curva de aprendizaje pasa de por un proceso cognitivo hasta llegar a una fase de consistencia. Mokhtari, P., Meybodi, A. T., Benet, A., & Lawton, M. T. (2019)

Definir una curva de aprendizaje puede ayudar a que el proceso de anastomosis sea más eficiente, si se tiene, orden en definir un protocolo a seguir, un modelo de práctica y una evaluación (retroalimentación) del progreso durante la práctica. (Mokhtari, P., Meybodi, A. T., Benet, A., & Lawton, M. T. 2019).

Para el desarrollo de la destreza de anastomosis vascular los estudiantes de especializaciones médico quirúrgicas deben pasar por un proceso de demostración donde participan como observadores en procedimientos reales realizados por cirujanos expertos, posteriormente pasan a la fase de deconstrucción donde los estudiantes deben ser capaces de describir en detalle los diferentes pasos del proceso de una anastomosis, después pasan por un proceso de comprensión donde el cirujano mentor realiza el procedimiento y explica al estudiante los pasos a seguir a medida que los va realizando, relacionando lo aprendido en las fases de demostración y deconstrucción, por último la fase de rendimiento donde el estudiante practica el procedimiento de anastomosis en diversos espacios de simulación hasta obtener la mejor calidad en el menor tiempo posible. (J.C Manuel-Palazuelos, F. Castillo, C. Gavilanes et al. 2013). Este estudio demuestra que después de 70 horas de entrenamiento en la fase de rendimiento los estudiantes logran llegar a un punto de constancia o de desarrollo de la destreza.

Capítulo 5. Smartphone como una nueva alternativa

Los residentes de microcirugía de los hospitales cuentan con herramientas limitadas para llevar a cabo sus prácticas y así poder desarrollar la destreza de realizar con éxito la práctica de anastomosis vascular, misma práctica que regularmente requiere de elementos como: microscopios, lupas, pintas especializadas, hilos muy pequeños, etc. (DONG MIN KIM, M.D, JONG WOO KANG, M.D, et al. 2009). Los microscopios son elementos que permiten ver objetos muy pequeños, (Real Academia Española. 2019) la razón por la cual se utilizan microscopios en las microcirugías es porque son elementos que permiten la ampliación de una imagen real e iluminan la zona quirúrgica sin embargo, generalmente son instrumentos grandes, pesados y costosos lo que genera que sea innecesario adquirir estos solo para realizar entrenamientos. (Huotari, A., Niemelä, M., & Jahromi, B. R. 2017).

Los teléfonos inteligentes son una herramienta que han generado un impacto a nivel mundial convirtiéndose en un elemento de la vida cotidiana de las personas (DONG MIN KIM, M.D, JONG WOO KANG, M.D, et al. 2009). Los médicos no son la excepción ya que el porcentaje de uso de este instrumento que es utilizado ya sea para consultas, comunicación, etc, se encuentra entre el 85 a un 93%. (ELENA SCARAFONI, E. 2019). Estos dispositivos multifuncionales permiten reemplazar las funciones por las cuales se utilizan microscopios en las microcirugías ya que cuentan con cámaras de alta calidad que permiten realizar zoom sobre una imagen real, tiene la capacidad de grabar imagen y audio y facilita la iluminación del espacio requerido (Huotari, A., Niemelä, M., & Jahromi, B. R. 2017). Además estos dispositivos son compatibles con otros utilizados como complementos como lupas que permite

mejorar la calidad de la imagen cuando se aplica zoom. (Ingraffea, A. A. 2013)

Un experimento realizado por (DONG MIN KIM, M.D, JONG WOO KANG, M.D, et al. 2009) muestra cómo buscan reemplazar esas herramientas de difícil acceso para los residentes médicos por una herramienta de la vida cotidiana como es el celular. Este experimento utilizó celulares Iphone 5s y Galaxy S4 utilizando su cámara con su mayor capacidad para simular un microscopio, utilizaron un soporte (trípode) para celular y una aplicación de iluminación especial. Este método igualmente permitió que los profesores tuvieran una visión de cómo los residentes llevaban a cabo el proceso y así poder brindar una retroalimentación inmediata.

Otro experimento realizado por (Huotariinen, A., Niemelä, M., & Jahromi, B. R. 2017) utiliza dispositivos móviles iphone 6 y iphone 7 plus, sin embargo a diferencia del experimento anterior en este utilizaron varias tazas de café como soporte y como representación de un “cuerpo” en cuestiones de tamaño y profundidad.

Los dos experimentos concuerdan en que este tipo de prácticas es útil para realizar entrenamiento de una anastomosis vascular ya que los dispositivos móviles reemplazan de manera justa al microscopio y desarrolla las habilidades necesarias para una anastomosis vascular.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto fue desarrollado bajo 3 etapas importantes. Primero, se realizó una investigación en la literatura para conocer, establecer y definir las diferentes dimensiones teóricas, didácticas y prácticas que se utilizan en el desarrollo de una destreza en microcirugía (anastomosis vascular). Así mismo se realizó un trabajo de campo para identificar los dolores y necesidades que presentaban los estudiantes de microcirugía y los docentes que se encargan de orientarlos en su proceso de desarrollo de la destreza. Después, con ayuda de la información recolectada entre la literatura y el trabajo de campo se lograron identificar diferentes requerimientos y herramientas que llevarían a la solución de las necesidades de los usuarios. Finalmente con la información recopilada y las herramientas encontradas se plantea el desarrollo de una aplicación orientada a mejorar la comunicación entre docente y estudiantes en términos de retroalimentaciones de los entrenamientos realizados por el estudiante, la calificación inmediata para cada entrenamiento por parte de los docentes, la posibilidad de realizar entrenamientos en cualquier lugar (solo con el uso de un dispositivo smartphone), por último brindar al estudiantes una herramienta que logre ilustrar su progreso en el desarrollo de la destreza.

Una vez planteadas las determinantes de la problemática se realizaron diferentes validaciones para cada uno de los escenarios (3) que compone el desarrollo del proyecto. Primero, se realizó la validación del espacio físico y simulación de un smartphone como microscopio, después se validaron los contenidos que debían tener la aplicación y por último se realizó una validación del prototipo final de la aplicación.

1. Validación de espacio físico y simulación de smartphone

En un acercamiento con un experto con perfil académico como médico especializado en trasplante de órganos sólidos, se realizaron entrenamientos de anastomosis vascular utilizando un simulador de textura de piel humana, un smartphone para reemplazar ciertas características del microscopio, utilizando la cámara como recurso para grabar, hacer zoom e iluminar el espacio de trabajo. [Ver anexo A. Imágenes validación de espacio físico y simulación de smartphone](#)

2. Validación de contenido de la aplicación

Una sección de la aplicación busca que los estudiantes tengan la oportunidad de solventar cualquier carencia que puedan tener en su fundamentación teórica, por medio de tutoriales que los docentes y la aplicación suplirán para ellos. Para validar el tipo de información que requieren los estudiantes se realizó una investigación en la literatura y posteriormente se creó un guión para los tutoriales de la aplicación de la mano de un experto en trasplante de órganos sólidos. [Ver anexo B. Guión tutoriales de la aplicación.](#)

3. Metodología de validación de la aplicación. [Ver anexo prototipo en Figma](#)

A. Contexto

Previo a la validación se les brindó información de la aplicación AVA (anastomosis vascular aplicación) a los usuarios, se les explicó que la aplicación contaba con 3 funcionalidades principales para cada tipo de usuario (docente y/o estudiante). También, fueron informados acerca de cuál sería el rol que deberían tomar frente a la validación, y se les recordó constantemente que la evaluación era para la plataforma y no para ellos.

B. Instrucciones

Para comenzar la prueba, los usuarios recibieron un formulario de confidencialidad con el fin de aclarar cuestiones legales dentro de la investigación del proyecto. Anexo. C Confidencialidad. Posteriormente por medio de la herramienta

de evaluación *Task test*, se logró evaluar las decisiones que tomaba cada usuario gracias a una serie de tareas determinadas en un escenario diseñado por los evaluadores para posteriormente cuantificar estas tareas por medio de una escala Likert (1-5), donde 1 representaba dificultad al momento de realizar la tarea y 5 facilidad.

Durante el proceso de prueba se le pidió a los usuarios que hicieran uso del método *thinking aloud* el cual se basa en narrar la experiencia que estaban viviendo y qué entendían cada vez que avanzaban en las diferentes tareas que les fueron asignadas.

Para finalizar los usuarios recibieron un nuevo cuestionario (*Post task test*) realizado por los facilitadores con el fin de evaluar 4 categorías diferentes (Percepción de utilidad, Affordance, Usabilidad y Satisfacción) estas ya orientadas a la experiencia y la percepción que tuvieron los usuarios sobre la aplicación.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Resultados prueba de espacio físico y simulación de smartphone

Después de realizar y grabar un procedimiento completo de anastomosis vascular en nuestro puesto de trabajo físico, el cual que contaba con materiales como, trípode, smartphone, guantes de látex, instrumental quirúrgico (tijeras, hijo de suturas, pinzas de disección, castroviejo y bisturí), el médico experto concluyó de la práctica lo siguiente:

“Herramientas de bajo presupuesto pueden causar un gran impacto en el desarrollo de destrezas y habilidades quirúrgicas”

“La práctica puede ser realizada en cualquier locación”

Juan Carlos Aguilar
médico especializado en
trasplante de órganos sólidos

Gracias a las pruebas realizadas podemos sintetizar que, los smartphones son dispositivos que cumplen los requerimientos necesarios para poder realizar una práctica de anastomosis vascular ya que cuenta con herramientas asociadas a un solo dispositivo además de ser un dispositivo cotidiano en la vida de los usuarios y que permiten realizar entrenamientos en cualquier locación sin necesidad de espacios especializados y equipos de difícil acceso.

B. Resultados de la evaluación de la aplicación estudiantes

A continuación se exponen los resultados promediados del *Task test* por parte de los estudiantes. [Anexo C. Task test completo](#)

Tabla 1. Calificación promedio de dificultad por tarea para estudiantes.

Tarea	1	2	3	4	5
Promedio	4,8	4	3,8	3,2	4,2

Figura 1. Promedio de dificultad de tareas de la app para los estudiantes. Fuente (propio, 2020).

Es importante aclarar que 1 es difícil y 5 es fácil.

A continuación se exponen los resultados promediados del *Post task test* por parte de los estudiantes. [Anexo D. Post task test completo](#)

Tabla 2. Calificación promedio por cada variable.

Percepción de usabilidad	Affordance	Usabilidad	Satisfacción
4,4	4,8	4,7	4,6

Figura 2. Promedio de percepción de la app para los estudiantes. Fuente (propio, 2020).

Es importante aclarar que 1 es mínimo y 5 es máximo.

C. Resultados de la evaluación de la aplicación profesores

A continuación se exponen los resultados promediados del *Task test* por parte de los profesores. [Anexo E. Task test completo](#)

Tabla 3. Calificación promedio de dificultad por tarea para profesores.

Tarea	1	2	3	4	5
Promedio	4,4	4,4	4	3,8	4,4

Figura 3. Promedio de dificultad de la app para los profesores. Fuente (propio, 2020).

Es importante aclarar que 1 es difícil y 5 es fácil.

A continuación se exponen los resultados promediados del *Post task test* por parte de los profesores. [Anexo F. Post task test completo](#)

Tabla 4. Calificación promedio por cada variable.

Percepción de usabilidad	Affordance	Usabilidad	Satisfacción
4,4	4	3,8	4

Figura 4. Promedio de percepción de la app para los profesores. Fuente (propia, 2020).

Es importante aclarar que 1 es difícil y 5 es fácil

D. Validación experiencia de usuario con la aplicación

En un principio con la ayuda de nuestro público objetivo, se planteó la experiencia (dividida por escenarios) que viven los dos tipos usuarios (docente y estudiante). Con esta validación encontramos que los dos usuarios tienen escenarios idénticos y tienen dificultades o incomodidades en los mismos momentos de la experiencia. Los escenarios de enfoque fueron el teórico y el de entrenamiento, ya que en el teórico los estudiantes planteaban que no existía una estandarización de la teoría y además no contaban con acompañamiento suficiente por parte de los profesores para saber qué teorías investigar. Por otra parte, en la fase de entrenamiento los usuarios sienten que no tienen retroalimentación de sus prácticas.

Los profesores, por otro lado, no cuentan con el tiempo suficiente para tener un acompañamiento más cercano con los estudiantes, esto impide generar retroalimentación de todas las prácticas de los estudiantes.

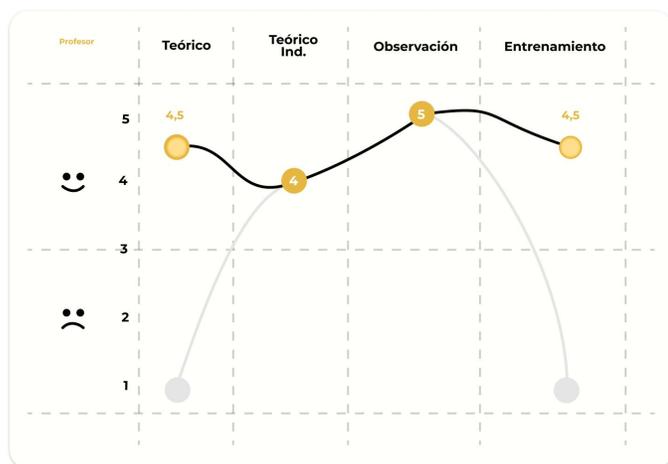


Figura 5. Customer Journey Map experiencia del usuario con la aplicación para profesores. Fuente (Propia, 2020)

Los profesores tienen una herramienta de comunicación directa y hay un mejor acompañamiento y seguimiento hacia los estudiantes.

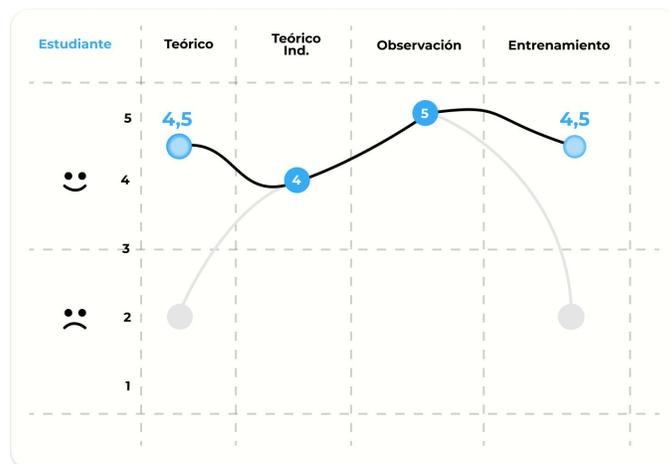


Figura 6. Customer Journey Map experiencia del usuario con la aplicación para estudiantes. Fuente (Propia, 2020)

La herramienta logró un impacto brindando a los estudiantes una manera más práctica de realizar sus entrenamientos y una mejor fundamentación teórica brindada por los profesores.

La sección tutorial de la aplicación se encargó de facilitar la comunicación en términos de teoría entre estudiante-profesor ya que el profesor puede crear piezas basadas en investigaciones, para que los estudiantes posteriormente visualicen y realicen estas prácticas.

La aplicación permite grabar las prácticas y recibir retroalimentación esto ayudó a que los usuarios sintieran una mayor conformidad con el escenario de entrenamiento.

Aspecto económico

Es una herramienta de fácil acceso, puesto que se utilizan los dispositivos móviles (smartphones) para crear una alternativa a espacios especializados, lo cual elimina la necesidad y los costos relacionados con la adquisición de algunas herramientas de laboratorio para las prácticas de estudiantes de especializaciones médico quirúrgicas, por ejemplo, microscopios. Además se reducen los costos relacionados con el desplazamiento de los estudiantes a dichos espacios especializados.

Aspecto social

Brinda la posibilidad de realizar prácticas en cualquier momento y en cualquier lugar, lo que hace que los usuarios puedan tener mayor posibilidad de realizar las prácticas, lo cual reduce la cantidad de días que necesitan para cumplir con una determinada cantidad de horas. Esto tiene un enorme beneficio considerando la difícil agenda y disposición de tiempo que tienen dichos usuarios.

Aspecto tecnológico

Se crea una herramienta novedosa que combina tecnologías existentes en los dispositivos móviles, como el uso de la cámara, para recrear un ambiente óptimo y cercano a la realidad, para la realización de las prácticas y la optimización del proceso de aprendizaje a través de una comunicación directa entre los diferentes tipos de usuarios.

IV. CONCLUSIONES

A. Implicaciones

Los estudiantes tuvieron cierta dificultad para encontrar la retroalimentación de sus tareas en la evaluación de la herramienta.

Según la literatura y expertos mencionados anteriormente en el proyecto, el uso de herramientas de bajo presupuesto hace posible el entrenamiento de anastomosis vascular sin tener limitaciones de espacios específicos y herramientas costosas.

La herramienta permitió tener una comunicación más fluida entre docente y estudiante lo que genera una satisfacción en el estudiante y que con la ayuda de la aplicación podrá recibir mejor acompañamiento de sus prácticas.

B. Limitaciones

El uso de realidad aumentada fue una herramienta que se tuvo en cuenta durante el desarrollo del proyecto sin embargo el desarrollo de herramientas con realidad aumentada es costoso y limitado en el tiempo que se debía desarrollar el proyecto. Por otro lado, la lectura de espacios por medio de la realidad aumentada podría ser un tema a observar en un futuro ya que se podría leer el campo de trabajo y así tener más variables e información de un entrenamiento quirúrgico.

En una próxima evolución del proyecto se propone poder evaluar el desarrollo de la destreza de anastomosis vascular por medio de la retroalimentación brindada por el profesor y la suma de tiempo que resulte de la cantidad de prácticas que realicen los estudiantes.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Almenara, J. C., Osuna, J. B., Puente, Á. P., & Pichardo, I. C. (2018). The use of augmented reality in the medical teaching of anatomy: Student's acceptance and motivation. *Revista Cubana de Educación Médica Superior*, 32(4), 56–69.
2. Balci, D., & Ahn, C. S. (2019). Hepatic artery reconstruction in living donor liver transplantation. *Current Opinion in Organ Transplantation*, 24(5), 631–636. <https://doi.org/10.1097/MOT.0000000000000697>
3. Barsom, E. Z., Graafland, M., & Schijven, M. P. (2016). Systematic review on the effectiveness of augmented reality applications in medical training. *Surgical Endoscopy*, 30(10), 4174–4183. <https://doi.org/10.1007/s00464-016-4800-6>
4. Biblioteca nacional de U.S.A. (2018). Anastomosis. medlineplus.gov <https://medlineplus.gov/ency/article/002231.htm>
5. Campos, A. (2016). Entrenamiento con simuladores quirúrgicos. ¿Instrumentos cognitivos o metáforas táctiles? *Cirujano General*, 37(3–4), 109–111.
6. Cenydd, L.A., John, N.W., Phillips, N.I., & Gray, W.P. (2013). VCath: A Tablet-Based Neurosurgery Training Tool. *Studies in health technology and informatics*, 184, 20-3 .
7. DONG MIN KIM, M.D, JONG WOO KANG, M.D, JAE KYUN KIM, M.D., Ph.D, INCHAN YOUN, Ph.D, JONG WOONG PARK, M.D., P. D. . (2009). a New , Custom-Made Device for Flap Protection in. *Microsurgery*, 00, 504–506. <https://doi.org/10.1002/micr>
8. E. Aguilar, A. Vivas, y J. S. (2018). Una aproximación a la realidad aumentada y sus aplicaciones quirúrgicas. 12, 15–22.
9. ELENA SCARAFONI, E. (2019). Uso del teléfono inteligente para facilitar el aprendizaje en Microcirugía. *Cirugía Plástica Ibero-Latinoamericana*, 45(4), 405–411. <https://nebulosa.icesi.edu.co:2144/10.4321/S0376-78922019000400010>
10. Enrique Berner, J., & Ewertz, E. (2018). Bases teóricas del uso simulación para el entrenamiento en cirugía. *Revista Chilena de Cirugía*, 70(4), 382–388. <https://doi.org/10.4067/s0718-40262018000300382>
11. Enríquez, D. C., Arellano Pimentel, J. J., Hernández López, M. Á., & Nieva García, O. S. palazue(2017). Uso didáctico de la realidad virtual inmersiva con interacción natural de usuario enfocada a la inspección de aerogeneradores. *Apertura: Revista de Innovación Educativa*, 9(2), 8–23.

- <https://nebulosa.icesi.edu.co:2144/10.18381/Ap.v9n2.1049>
12. Fernández March, A. (2006). “Metodologías activas para la formación de competencias educativas”, *Revista Siglo XXI*, núm. 24, pp. 35-56.
 13. Huotarinen, A., Niemelä, M., & Jahromi, B. R. (2017). Easy, Efficient, and Mobile Way to Train Microsurgical Skills During Busy Life of Neurosurgical Residency in Resource-Challenged Environment. *World Neurosurgery*, 107, 358–361. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2017.08.024>
 14. Ingraffea, A. A. (2013). Innovative use of a polarized magnifier and a smart phone: A microscope in your pocket. In *Dermatologic Surgery* (Vol. 39, Issue 5, p. 796). <https://doi.org/10.1111/dsu.12141>
 15. Kevin David Laguna Maldonado, c, D. M. M., Vázquez, J. P. P., & Teresa I. Fortoul Van der Goesb. (2020). El aprendizaje basado en problemas como una estrategia didáctica para la educación médica. 63.
 16. Mokhtari, P., Meybodi, A. T., Benet, A., & Lawton, M. T. (2019). Microvascular anastomosis: Proposition of a learning curve. *Operative Neurosurgery*, 16(2), 211–216. <https://doi.org/10.1093/ons/opy072>
 17. Real Academia Española. (2019). *Diccionario de la lengua española* (23. ed) consultado en <https://dle.rae.es/microscopio>
 18. Sierra-Juárez, M. A., Cruz-Romero, C. I., Godinez-Vidal, A. R., & Durán-Padilla, M. A. (2018). Vascular reparation training program in experimental model for general surgery residents. *Cirugia y Cirujanos* (English Edition), 86(6), 481–484. <https://doi.org/10.24875/CIRU.18000163>
 19. Torres, G. Pianzola N. (2014). ¿En qué se parecen los ratones y los humanos?. BBC. (https://www.bbc.com/mundo/noticias/2014/02/140130_salud_laboratorio_ratones_gtg)
 20. Vosburgh, K. G., Golby, A., & Pieper, S. D. (2013). Surgery, virtual reality, and the future. *Studies in health technology and informatics*, 184, vii–xiii.
 21. Andrades C., P., Calderón G., M. E., Danilla E., S., Erazo C., C., Benítez S., S., & Sepúlveda P., S. (2014). Micro Anastomosis venosa mecánica coupler®. Un importante aporte tecnológico a la microcirugía vascular. *Revista Chilena de Cirugía*, 66(1), 52–58. <https://doi.org/10.4067/S0718-40262014000100008>
 22. Pacheco, M. A., Aldana, G. E., Martínez, L. E., Forero, J. C., Gómez, C. A., Coral, E. M., & Olaya, H. G. (2017). Incidencia de falla anastomótica en intestino delgado, colon y recto, Bogotá, Colombia. *Revista Colombiana de Cirugía*, 32(4), 269–276. <https://doi.org/10.30944/20117582.34>
 23. Berry SM, Fischer JE. Classification and pathophysiology of enterocutaneous fistulas. *Surg Clin North Am*. 1996;76:1009-18.

VI. ANEXOS

1. [Ver anexo A. Imágenes validación de espacio físico y simulación de smartphone](#)
2. [Ver anexo B. Guión tutoriales de la aplicación.](#)
3. [Anexo C. Task test completo](#)
4. [Anexo D. Post task test completo](#)
5. [Anexo E. Task test completo](#)
6. [Anexo F. Post task test completo](#)
7. [Ver anexo prototipo en Figma](#)

Formato EDB-02. Entrega del trabajo (trabajo de grado, caso o tesis) y autorización de su uso a favor de la Universidad Icesi



**Dirección de Servicios y Recursos de Información
Biblioteca
EDB-02. Presentación del Trabajo
(Trabajo de Grado, Caso o Tesis)**

FECHA		
DD	MM	AAAA
14	12	2020

1. Presentación del trabajo (trabajo de grado, caso o tesis).

Código	Documento de Identidad		Apellidos	Nombres	Correo Electrónico
	Tipo	Número			
A00058160	C.C	1107512293	Santamaría Bejarano	Nicholas	nikosantamaria0@gmail.com
A00021072	C.C	1113681552	Minotta Rebellón	Jerry Lee	jlminottar@gmail.com

Programa	Diseño de Medios Interactivos
Facultad	Facultad de ingeniería
Título al que opta	Diseñador de medios interactivos
Asesor	Javier Aguirre

Título de la obra: Herramienta didáctica digital para el desarrollo de destrezas en microcirugía (anastomosis vasculares) en estudiantes de especializaciones médico quirúrgicas

Palabras claves **en español e inglés** (materias): Anastomosis, vascular, entrenamiento, prácticas, estudiantes, microcirugía.
Anastomosis, vascular, training, students, microsurgery.

Resumen del trabajo **en español e inglés:**

Ava es una aplicación que busca facilitar el desarrollo de una destreza (anastomosis vascular) brindando a los estudiantes de especializaciones en microcirugía la posibilidad de realizar sus entrenamientos de anastomosis vascular en cualquier lugar sin la necesidad de usar equipos especializados y tener que asistir de manera presencial a laboratorios para entrenamiento quirúrgico. Por otro lado la aplicación busca mejorar la comunicación entre docente-estudiante para la retroalimentación de todos sus entrenamientos sumado a una retroalimentación automática por parte de la

aplicación, para que los estudiantes sean conscientes de su progreso en el desarrollo de la destreza.

2. Autorización de publicación de versión electrónica del trabajo (trabajo de grado, caso o tesis)

Con esta autorización hago entrega del trabajo (Trabajo de Grado, Caso o Tesis) y de sus anexos (si existen), de forma gratuita en formato digital o electrónico (CD-ROM, DVD) y doy plena autorización a la Universidad Icesi, de forma indefinida, para que en los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, la Ley 44 de 1993, leyes y jurisprudencia vigente al respecto, haga publicación de este con fines educativos. PARÁGRAFO: esta autorización además de ser válida para las facultades y derechos de uso sobre la obra en formato o soporte material, también para formato digital, electrónico, virtual, para usos en: red, Internet, extranet, intranet, biblioteca digital y demás para cualquier formato conocido o por conocer.

EL AUTOR, expresa que el trabajo (Trabajo de Grado, Caso o Tesis) objeto de la presente autorización es original y la elaboró sin quebrantar ni suplantar los derechos de autor de terceros, y de tal forma, el trabajo (Trabajo de Grado, Caso o Tesis) es de su exclusiva autoría y tiene la titularidad sobre éste. PARÁGRAFO: en caso de queja o acción por parte de un tercero referente a los derechos de autor sobre el trabajo (Trabajo de Grado, Caso o Tesis) en cuestión, EL AUTOR, asumirá la responsabilidad total, y saldrá en defensa de los derechos aquí autorizados; para todos los efectos, la Universidad Icesi actúa como un tercero de buena fe.

Todo personal que consulte ya sea la biblioteca o en medio electrónico podrá copiar apartes del texto citando siempre la fuentes, es decir el título del trabajo y el autor. Esta autorización no implica renuncia a la facultad que tengo de publicar total o parcialmente la obra.

La autorización debe estar respaldada por las firmas todos los autores del trabajo (trabajo de grado, caso o tesis)

Si autorizo

3. Firmas

Firma estudiante 1	Firma estudiante 2
Nicholas Santamaría Bejarano	Jerry Lee Minotta Rebellón
Documento: 1107512293	Documento: 1113681552
Firma estudiante 3	Firma estudiante 4
Documento:	Documento: