

Aplicación de la realidad virtual como apoyo al desarrollo de habilidades no técnicas en profesionales de la salud

Christian O. Benavides
Facultad de Ingeniería
Universidad Autónoma de Colombia
Bogotá, Colombia
christian.benavides@fuac.edu.co

Luisa Camelo Real
Tecnología en Informática
Universidad Minuto de Dios
Bogotá, Colombia
lcameloreal@uniminuto.edu.co

Daniela Garcia Chiribi
Tecnología en Informática
Universidad Minuto de Dios
Bogotá, Colombia
dgarciachir@uniminuto.edu.co

Resumen—En los últimos años se ha investigado como ganar habilidades no técnicas, como uno de los factores más influyentes en las actividades diarias laborales del ser humano; esta deficiencia se manifiesta con mayor frecuencia en personas de temprana edad y con poca experiencia profesional, provocando diferentes efectos negativos en los comportamientos psicológicos (cognitivo, emocional, etc.), perjudicando su bienestar personal, familiar y laboral. No obstante, este factor suele desarrollarse con repetición en escenarios de alta carga laboral, como los ambientes médicos u hospitalarios, y en especial en áreas de alta demanda laboral y con mayor índice de estrés como la unidad de cuidados intensivos (UCI) y urgencias hospitalarias, que son lugares en los cuales el personal médico se encuentra expuesto a brindar una atención personalizada y de calidad, bajo la presión del paciente, familiares y directores de los hospitales, provocando muchas veces la alteración de sus capacidades o factores psicológicos a la hora de prestar el servicio y mantener la seguridad del paciente. De este modo la propuesta de la siguiente investigación es apoyar a los profesionales de la salud a ganar habilidades no técnicas a través de la realidad virtual para controlar situaciones adversas del medio ambientes sin perjudicar la seguridad del paciente.

Palabras Clave—Realidad Virtual, Interacción Hombre máquina, Entorno organizacion médico, Habilidades no técnicas

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad una de las problemáticas por las cuales atraviesa la sociedad médica, es adquirir habilidades no técnicas para controlar situaciones del ambiente de trabajo (como el es estrés), en especial para aquellas personas que están a punto de iniciar una vida laboral, como los estudiantes de medicina o enfermería, residentes, etc.[14], debido a que estos nunca se han enfrentado a escenarios reales con alta carga laboral, desconociendo las actitudes, sentimientos y prejuicios que puedan desarrollar.

Por ejemplo mediante la alta carga laboral se suelen estimular actitudes en contra, que permiten el desarrollo del estrés, perjudicando las tareas a realizar y hasta la propia salud; en la mayoría de los hospitales en especial en las áreas de urgencias y la unidad de cuidados intensivos, donde es mayor la carga laboral el personal que se encuentra laborando debe omitir muchas veces sus sentimientos, formas de actuar, y actitudes puesto que el trabajo en el hospital significa, no sólo esfuerzo físico y mental, sino también emocional[18], muchas veces las emociones deben ser ocultadas para poder brindar un servicio

de calidad, estas situaciones concluyen en la alteración de los nervios, que se une a la presión de los pacientes, al director general de un hospital y/o el comité administrativo que lo conforman médicos especializados que tienen la tarea de exigir al cuerpo médico la prestación de un servicio de alta calidad hacia el usuario.

Entonces, uno de los componentes que permite el desarrollo de eventos como el estrés en las personas que inician por primera vez un rol en un ambiente médico, es que de una u otra forma no han adquirido habilidades no técnicas en la prestación de tal servicio[4]; pero esto no se debe a la falta de conocimientos prácticos por parte de los practicantes, sino a una falta de estrategias metodológicas y de enseñanza que no fueron las adecuadas para permitirle al estudiante un aprendizaje significativo que le ayudará a enfrentar cualquier tipo de situación, y de esta forma lograr una atención ágil en un ambiente médico[9].

Por esta razón, se decide construir un ambiente virtual de urgencias hospitalarias y unidad de cuidados intensivos, que le permita a los residentes, estudiantes y profesionales de medicina, a partir de la experiencia virtual conocer y a través de la practica aprender a enfrentarse a escenarios donde ganen o desarrollen habilidades no técnicas en pos de la seguridad del paciente; este desarrollo cuenta con la integración de dispositivos de realidad virtual para inmersión y control de la aplicación (así como se ve en la figura 1). Actualmente con el desarrollo finalizado y aun en pruebas en distintos ambientes médicos se espera mejorar el desempeño de los estudiantes y profesionales de la salud de manera más dinámica y profunda, donde cada uno de ellos serán los encargados de colocar en práctica sus conocimientos para la toma de decisiones, sin tener miedo de lastimar al paciente y provocar eventos adversos por la falta de experiencia.

II. ESTADO DEL ARTE

La enseñanza y la formación profesional en la medicina se ha caracterizado por aplicar técnicas de aprendizaje que le permitan al docente transmitir conocimientos ágiles, apropiados y factibles a sus estudiantes, utilizando técnicas como





Figura 1. Propuesta de aplicación

la conductista¹ o la cognitiva², que durante la carrera son desarrolladas como: (1) apropiación de conceptos de un marco teórico, (2) aplicación práctica del conocimiento hipotético y (3) la contextualización permanente de lo aprendido en la práctica cotidiana.

Por tanto durante la carrera de medicina, el estudiante, tiene el deber de adquirir día a día nuevos conocimientos teóricos sobre el estudio de la vida, sin embargo, más que un aprendizaje hipotético, se tiene la responsabilidad de probar y experimentar cada hipótesis que se adquiere antes de retenerlo como un conocimiento apropiado; estas prácticas son realizadas con ayuda de docentes, enfocadas a *experimentar especialmente la enseñanza de la fisiopatología*, lo que está dejando un poco de lado la educación que les permita aprender la realidad de escenarios complejos y ambientes rigurosos, para poder desenvolverse correctamente en cualquier situación[19].

Esta problemática se desprende de la forma de educación actual, que contrastada hace un par de años se centraba en el **estudiante/maestro**, donde los docentes eran encargados de la *formación de médicos clínicos que tuvieran una profesión o saber práctico, con fundamentos científico, actitudes y valores humanos*, esto con el objetivo de brindar servicios de calidad. En este escenario los estudiantes eran sometidos a evaluaciones rigurosas que le permitían enfrentarse a ambientes reales, con el propósito de desafiar sus miedos y aprender a responder bajo presión, sin embargo, a medida que avanzó la técnica y la tecnología, el anterior tipo de evaluación fue desapareciendo y fue migrado a evaluaciones de *preguntas de selección múltiple para medir conocimientos teóricos y su aplicación en la resolución de problemas*.

Otro elemento que evoluciono con la tecnología fue la prestación del servicio, anteriormente el cuerpo médico al no contar avances tecnológicos sólo podía ofrecer soluciones básicas a los problemas de los pacientes, entonces la prestación de sus servicios se configuraba en el buen trato, cualidad que era enseñada durante la formación académica. A diferencia de los últimos años, donde el personal médico graduado posee excelentes conocimientos y fueron educados como nativos tecnológicos, y se transformó su enfoque para *ofrecer mayores oportunidades para mejorar la salud de los pacientes, aunque el trato no sea el adecuado*[19], dejando atrás el rol fundamental de la educación en formar estudiantes no sólo como profesionales sino también como personas.

¹Conductista: Consideración de la persona exclusivamente por su conducta y no por sus pensamiento y vida interior[12]

²Cognitivo: Estudio de los procesos mentales que influyen en el comportamiento de cada individuo y el desarrollo intelectual

Este panorama aplicado al entorno colombiano se ve agravado en áreas médicas como la atención a urgencias y la UCI (especialmente en el servicio de salud público), donde se ha podido observar que la mayoría del personal encargado de prestar el servicio de salud son estudiantes de últimos semestres y residentes; personal que se les obliga a desempeñar un papel similar al de un médico general graduado o especialista³ y en ocasiones con más tareas de las normales, por lo que no es raro encontrar jornadas de trabajo de hasta más de 24 horas continuas con pocos espacios de descanso y una baja remuneración, además son personas que se ven sometidas a *insultos, maltratos psicológicos, acoso, y en casos no más extraños a maltrato físico y discriminación*, [1] estas consecuencias se convierte en la base principal para que los estudiantes se vean en la obligación de prestar servicios de baja calidad y muchas veces brindar soluciones erróneas a sus pacientes a causa de la desesperación o miedo que sienten al desempeñar esta labor.

Otros elementos que pueden afectar los estados psicológicos del personal médico se han descrito en el estado del arte y se pueden describir igualmente para la UCI y urgencias, en este sentido para urgencias[10][20] se documentan:

- Infraestructura hospitalaria limitada para atender la alta demanda de pacientes.
- Persecución por parte de los usuarios que requieren del servicio de atención hospitalaria.
- Cuello de botella en el traslado de pacientes de urgencias a hospitalización por la no disponibilidad de camas de piso.
- Falta de educación por parte de los usuarios en el uso adecuado de los servicios de urgencias.
- Infraestructura delgada que no permite la reducción del ruido.
- Políticas de los hospitales de priorización del ingreso de pacientes por admisiones, salas de cirugía y servicios ambulatorios lo cual dilata el traslado del paciente de urgencias a la cama hospitalaria a salas de cirugía, laboratorio clínico, imágenes diagnósticas y otras ayudas diagnósticas.
- Ausencia de guías de manejo o falta de adherencia a éstas.
- Baja demanda de personal para la atención a los usuarios.
- Apertura de espacios informales de atención en corredores y sillas, que desborda toda planeación del servicio con sobrecarga para los profesionales de la salud y afectación de la calidad de atención.
- Deficiencias en la planeación del servicio.
- Límites de tiempo para atención de usuarios.

Y para la Unidad de Cuidados intensivos se presenta[15]:

- Demasiado ruido.

³Persona licenciada en medicina, mediante un programa de formación postgrado para la obtención de conocimientos teóricos y prácticos de una parte específica del cuerpo humano.

- Distracciones por parte de los familiares hacia el personal médico cuando se presentan situaciones críticas.
- Entornos de trabajo llenos de personas.
- Información constante del estado de salud de los pacientes a sus familiares en horarios que no sean de visita.
- Equipos no disponibles.
- Habitaciones con escasos insumos médicos para la atención de pacientes críticos.
- Espacio de trabajo insuficiente.
- Sistemas informáticos lentos para el ingreso de información del paciente.

Para solucionar problemas similares en medicina, la simulación por software en un área que está tomando alta relevancia actualmente. Se entiende a los simuladores *como objetos de aprendizaje que mediante un programa de software, intentan modelar parte de una réplica de los fenómenos de la realidad y su propósito es que el usuario construya conocimiento a partir del trabajo exploratorio, la inferencia y el aprendizaje por descubrimiento*, algunos implementados en universidades como herramienta de apoyo al aprendizaje para los estudiantes de medicina[11][2] (entornos de aprendizaje sin riesgo de dañar al paciente), han ayudado a que los estudiantes puedan obtener un conocimiento semi-práctico, y desde un punto de vista cualitativo de los estudios aportados, la gran mayoría de los estudiantes consideran que la simulación es una herramienta que aporta elementos significativos en su formación como futuros médicos, lastimosamente muchas de estas herramientas se quedan a nivel de conocimientos de técnicos específicos y las pocas relacionadas con la configuración del entorno son muy atadas a ciertas culturas organizacionales[13].

III. PROPUESTA DE DESARROLLO

Contextualizada ampliamente en el estado del arte la problemática médica se plantea entonces construir un ambiente virtual de urgencias hospitalarias y unidad de cuidados intensivos, que le permita a los residentes, estudiantes y profesionales de la salud, a partir de la experiencia virtual independiente y en primera persona⁴ conocer y enfrentarse a escenarios donde a través de la práctica ganen o desarrollen habilidades no técnicas en pos de la seguridad del paciente. Se selecciona para cumplir con el objetivo, la metodología de desarrollo VRID (Virtual Reality Interface Desing)⁵[17] como guía de desarrollo del proyecto.

III-A. Fase 1

Con el propósito de construir un escenario que apoye a construir habilidades no técnicas, se realizó un levantamiento de información en busca de patrones comunes o escenarios propicios a representar en un ambiente virtual, para esto se hizo una visita a tres hospitales en la ciudad de Bogotá

⁴Característica de los ambientes médicos virtuales actuales, con los que se logra inmersión.[7]

⁵La metodología de característica divide su desarrollo en 4 fases: Identificación de elementos de datos, Identificación de Objetos, Desarrollo a alto nivel/diseño y Desarrollo a bajo nivel/programación.

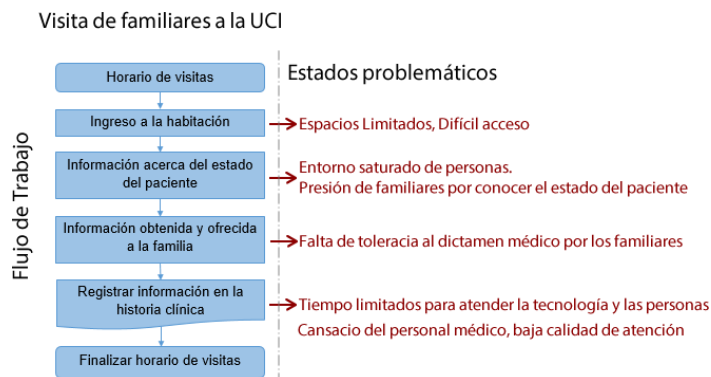


Figura 2. Ejemplo de flujo de trabajo médico

con diferentes condiciones socio-técnicas (ambiente públicos, semi-público y privado), donde se observaron las áreas médicas propuestas de desarrollo y el personal encargado; durante este proceso se documentó algunos flujos de trabajo clínico (que apoyan el objeto de estudio) y sus problemas en espacios de tiempo determinado. Estos estudios se complementaron con estudios locales y nacionales[3][8][6], un ejemplo se lo puede ver la figura 2 .

Sobre esta información se analizaron las diferentes situaciones de característica no técnica a la que se enfrenta el personal médico en su esquema de trabajo diario, se concluyó que: la infraestructura hospitalaria limitada para atender altas demandas de los pacientes, falta de educación por parte de los usuarios, límites de tiempo para atención de los pacientes, distracciones de los familiares, entornos de trabajo lleno de personas, habitaciones de los pacientes con poco suministro e información incompleta eran precedentes de situaciones complejas que podían conllevar eventos adversos.

Con estas conclusiones del ambiente y la investigación previa se proponen actividades virtuales a ser implementadas y se definen 2 actores para el sistema: el estudiante de medicina y el estudiante de enfermería (quienes reflejan alta necesidad de adaptación), la estrategia de nuevo es un ambiente virtual guiado en primera persona en el cual el actor debería:

- Atender las tareas que se le sean asignadas en los consultorios de urgencias (usuario a ingresar debe ser practicante).
- Obedecer las órdenes dadas por el jefe de enfermería (usuario a ingresar puede ser practicante o enfermera).
- Ayudar a tranquilizar a los pacientes que se encuentran enojados en la sala de espera (usuario a ingresar debe ser practicante).
- Simular que realiza y actualiza las historias clínicas de los pacientes internos (usuario a ingresar puede ser practicante o enfermera).
- Obedecer las órdenes dadas por los médicos especialistas (usuario a ingresar puede ser practicante o enfermera).
- Simular que revisa constantemente el estado del paciente que se encuentra a su cargo en la UCI (usuario a ingresar debe ser enfermera).

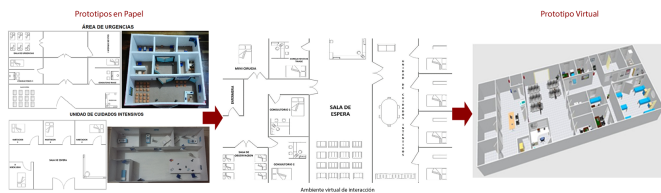


Figura 3. Prototipos virtuales

- Informar a los familiares del paciente el estado de salud (usuario a ingresar debe ser enfermera).
- Informar al médico sobre el estado de salud del paciente asignado y los procedimientos aplicados (usuario a ingresar debe ser enfermera).
- Atender las alarmas que se presenten dentro de la unidad de cuidados intensivos (usuario a ingresar debe ser enfermera).
- El médico especialista será el encargado de examinar a los pacientes.
- El jefe de enfermería será el encargado de asignar el paciente que deberá atender la enfermera en la UCI.

La mayoría de tareas, u órdenes dadas al participante de la aplicación virtual, se deben realizar por sonidos embebidos en el ambiente como un medio de inmersión, así mismo el participante puede responder a ciertos eventos con frases pre grabas y accionadas por los dispositivos de interacción.

III-B. Fase 2

Posteriormente con los elementos encontrados, la documentación de los flujos de procesos, y las actividades virtuales a implementar, se genera un conjunto de prototipos (iteraciones) evolutivos y evaluables para determinar el mejor ambiente virtual (figura 3) para el objetivo propuesto, teniendo siempre como base la documentación en cuanto características y espacios físicos dispuesta por el Ministerio de salud colombiano[5].

Cada iteración del prototipo se elaboró sobre un análisis de evaluación Thinking aloud (pensar en voz alta) sobre un modelo previo creado, donde se solicitó al personal médico (como ente evaluador externo) de los hospitales evaluados (2 médicos por cada hospital), expresar su experiencia y opiniones de: los modelos, la ubicación de los posibles personajes y la ubicación de las acciones virtuales en el escenario. La conclusión final se puede observar en la figura 4, donde después de 5 iteraciones del modelo se detalla los puntos de interacción del usuario frente al mundo virtual.

III-C. Fase 3

Después de concluido el escenario virtual, se genera la historia de la aplicación; se hace referencia a un personaje principal (estudiante de enfermería o medicina) que se encuentra en un hospital dividido por tres áreas: la sala de espera, el área de urgencias y la UCI. En la sala de espera están los visitantes y familiares que discuten y hablan con el personaje principal, expresándole su inconformidad acerca del servicio

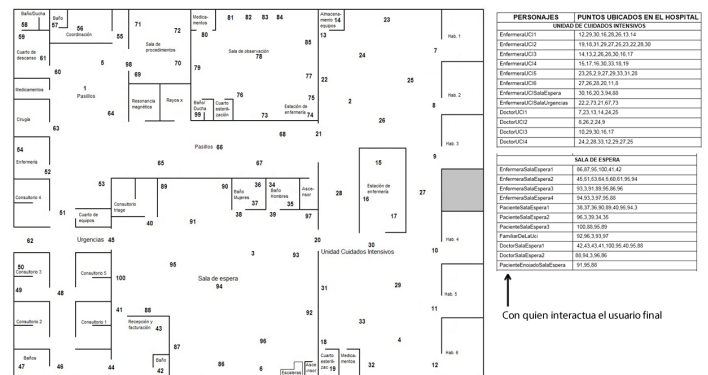


Figura 4. Ambiente final de interacción.



Figura 5. Ambiente final de interacción.

de atención hospitalaria; en el área de urgencias el practicante es el encargado de realizar las diferentes actividades como: atender a los pacientes en consultorios, realizar y actualizar historias clínicas, ayudar a los médicos en las consultas, atender consultorio de triage, recorridos constantes, ayudar y responder las inquietudes de las enfermeras, que le fueron asignadas por el jefe de enfermería; en la unidad de cuidados intensivos la enfermera es la encargada de actualizar la historia clínica del paciente a su cargo, atender las diferentes alarmas que se puedan presentar, informarle al médico lo que está sucediendo cuando la situación sea urgente y responder las preguntas de los familiares. En la figura 5 se muestra el ambiente final de interacción con respecto a la historia de usuario y sin dejar de perder detalles en lo exigido por el ministerio de salud (como la señalización y la disposición de los diferentes elementos médicos en el ambiente)[5].

El desarrollo de interacción de la aplicación se desarrolló en Unity3D donde se integró, como elementos de inmersión el Oculus Rift, el mando Wiimote y audífonos de aislamiento acústico, dando una visión estereó y una interacción más fluida con el usuario final de la aplicación (figura 6). La arquitectura física de la implementación se puede ver en la figura 7, donde se hace claro el uso de un servidor de comunicación a dispositivos[16] que controla el flujo de eventos hacia la aplicación.

⁶Se utiliza para este trabajo el servidor VRPN el cual convierte las señales de los dispositivos analógicas y como de botones en información para ser capturada por cualquier aplicación por medio de sockets.

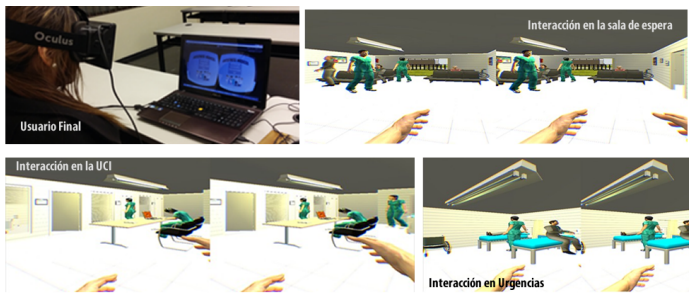


Figura 6. Pruebas de interacción.



Figura 7. Arquitectura de la aplicación.

IV. PRUEBAS

Hasta el momento el sistema propuesto aún se encuentra en estado de pruebas funcionales en los ambientes médicos soporte a este proyecto, sin embargo resultados previos de usabilidad con una muestra de seis estudiantes de medicina, cuatro practicantes y dos enfermeras tras un recorrido cognitivo para las tareas asignadas de la fase 1, muestra para las enfermeras que las tareas asignadas se cumplieron en su totalidad, el estrés, la presión e intranquilidad producida al realizar las diferentes actividades fueron controladas favorablemente; para los practicantes y estudiantes la prueba resultó un 75 % exitosa, la desorientación con múltiples tareas aumento los niveles de ansiedad y estrés haciendo que las diferentes actividades no finalizara. Como hallazgo interesante a medida que se realizaban las tareas y el sistema les sugería más actividades, aunque el nivel de estrés aumentaba, y se producían tiempos de bloqueos (espacios de tiempo para cambiar y acomodarse a nuevas tareas en el participante), en el transcurso de las actividades este tiempo redujo en un 64 %.

Además de las pruebas de funcionalidad se realizaron pruebas de diseño del ambiente para lo cual se aplicó una encuesta de 12 preguntas, para los mismos usuarios evaluados anteriormente, se utilizó un rango de evaluación de 0(Desacuerdo) a 4(De acuerdo). Las preguntas se clasificaron en (1) visualización completa de los objetos del mundo, (2-3) visualización completa suministros Urgencias/UCI, (4-5) Ubicación de suministros Urgencias/UCI (6-7) Visualización completa de personajes Urgencias/UCI, (8-9) Ubicación de personajes Urgencias/UCI, (10) Animaciones, (11) Sonidos, (12) Interacciones.

La figura 8 muestra los promedios de las respuestas de los evaluados, donde es posible concluir en general que el desarro-

	Preguntas											
Respuesta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Promedio	4	3	4	4	2	4	2	4	2	1	1	4

Figura 8. Resultados

llo se encuentra bien diseñado, la visualización y disposición de los objetos, suministros y personajes están bien ubicados, los espacios de las áreas (urgencias, sala de espera y UCI) están correctamente definidas, y las animaciones e interacciones que se reproducen en el ambiente tienen similitud con la realidad; a su vez se cumplió el objetivo principal del proyecto que consiste en que el usuario (practicante o enfermera) reconozca las habilidades no técnicas necesarias en las diferentes áreas médicas. En cuanto a los problemas detectados, si se observas más detalladamente las preguntas 5, 7 y 10 reflejan un bajo promedio debido que al realizar la practica especialmente en la UCI se evidencio que algunas de las acciones deben ajustarse más a la realidad, por ejemplo, los llamados para la atención de pacientes en los consultorios no son anunciados de vez en cuando, sino que casi siempre se llaman pacientes cada 2 o 3 minutos, además se detectó poca presión por parte de los personajes del ambiente. En la pregunta 11 se respondió 1, ya que dicha afirmación hace referencia a la frustración que sintió el usuario por no poder responder libremente a los diferentes audios de los personajes del ambiente, situación que queda como trabajo futuro. Finalmente se realizaron cuatro preguntas abiertas, dos estaban enfocadas a los sentimientos encontrados y técnicas aprendidas, las otras dos enfocadas a los cambios futuros que se le deberían realizar y problemas evidenciados. De estas preguntas los evaluados estuvieron de acuerdo en que el ambiente virtual funciona como un mecanismo de entrenamiento médico basado en habilidades no técnicas que se vive a diario en los hospitales. A su vez la representación de cada uno de los personajes que se encuentran en las áreas del hospital, la similitud de los consultorios, salas, habitaciones de la UCI, sala de espera, recepción, baños y demás, audios y sonidos que se reproducen lograron que los participantes en la práctica se sintieran inmersión y así mismo intentaran controlar los sentimientos de frustración, estrés y presión bajo las diferentes situaciones que les permitió hacer uso de habilidades no técnicas. Como trabajo futuro se deja la evaluación más profunda, y el diseño de nuevos ambientes de interacción

V. CONCLUSIONES

Durante el proceso de construcción del proyecto, al reco-pilar la información necesaria de los factores más influyentes en los estudiantes de medicina, residentes y enfermeras en las diferentes áreas del hospital, se concluyó que fortalecer las habilidades no técnicas es una necesidad para los actuales sistemas médicos, especialmente en las áreas de urgencias hospitalarias y la unidad de cuidados intensivos, donde la seguridad del paciente está en alto riesgo.

Como consecuencia de esta problemática, se desarrolla un ambiente virtual de interacción donde se reconocen a través de navegación la necesidad de habilidades no técnicas, para resolver problemas, la intención es que la practica ayude a controlar estos eventos. Un diseño guiado por la metodología VRID para este objetivo, permitió eficientemente la construc-

ción de un ambiente completo, caracterizado por un análisis y desarrollo de cada uno de los objetos que hacen parte del mundo junto con sus comportamientos autónomos.

Finalmente, el resultado previo de las pruebas realizadas en el ambiente virtual, evidenció que es viable para el manejo y adquisición de habilidades no técnicas. Los estudiantes aprobaron los objetos, personajes, áreas (urgencias, sala de espera y unidad de cuidados intensivos), sonidos, animaciones e inmersión al ambiente virtual, lo que demuestra tempranamente que el ambiente virtual como herramienta de entrenamiento médico es útil para que los estudiantes de medicina o enfermería y residentes controlen factores del ambiente como el estrés en escenarios críticos.

REFERENCIAS

- [1] J. E. Amaya-Rodríguez, J. S. Gonzalez-Sanabria, and A. Castro-Romero. Urna de cristal como canal digital de participación ciudadana en colombia. *Revista Científica*, 4(27):407–417, 2017.
- [2] X. Bai and D. Fusco. Interdisciplinary collaboration through designing 3d simulation case studies. *arXiv preprint arXiv:1103.0065*, 2011.
- [3] C. O. Benavides. Perspectivas y retos en factores humanos e ingeniería de sistemas en ambientes médicos complejos. *Acta Colombiana de Cuidado Intensivo*, 17(1):43–63, 2017.
- [4] F. Carmona, L. Sanz, and D. Marín. Relaciones entre el estrés en profesionales de enfermería. factores sociodemográficos y reactividad al estrés. *Revista Enfermería Científica*, 238(239), 2002.
- [5] S. D. D. S. D. Manual para el diseño de unidad de cuidados intensivos, Mar 2014.
- [6] S. Díaz. *Protocolo de evaluación de interfaces médicas en hospitales públicos*. PhD thesis, FUAC, 2015.
- [7] K. S. Hale and K. M. Stanney. *Handbook of virtual environments: Design, implementation, and applications*. CRC Press, 2014.
- [8] S. Londoño. *Protocolo de evaluación de interfaces médicas*. PhD thesis, FUAC, 2014.
- [9] A. MINGOTE. Perez-corrál: Estrés del médico, manual de autoayuda. Ed. Díaz de Santos, Madrid, 1999.
- [10] O. Muñoz. Urgencias en colombia: la prolongada agonía de un sistema.
- [11] D. Parvati, W. L. Heinrichs, and Y. Patricia. Clinispace: a multiperson 3d online immersive training environment accessible through a browser. *Medicine Meets Virtual Reality 18: NextMed*, 163:173, 2011.
- [12] RAE. Conductismo.
- [13] R. Rebeca. Rehabilitarse con toyra.
- [14] M. C. Roldán. La relación psiconeural en el estrés o de las neuronas a la cognición social: una revisión empírica. *Revista de Investigación en Psicología*, 10(1):125–143, 2007.
- [15] J. R. Schubart, M. Wojnar, J. P. Dillard, E. Meczowski, M. L. Kanaskie, G. F. Blackall, N. Sperry, and T. Lloyd. Icu family communication and health care professionals: A qualitative analysis of perspectives. *Intensive and Critical Care Nursing*, 31(5):315–321, 2015.
- [16] R. Stelzer, E. Steindecker, S. Arndt, and W. Steger. Expanding vrpn to tasks in virtual engineering. In *ASME 2014 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference*, pages V01BT02A026–V01BT02A026. American Society of Mechanical Engineers, 2014.
- [17] V. Tanriverdi and R. J. Jacob. Vrid: a design model and methodology for developing virtual reality interfaces. In *Proceedings of the ACM symposium on Virtual reality software and technology*, pages 175–182. ACM, 2001.
- [18] E. S. Torres Rocha. Factores de estrés hospitalario y su relación con el nivel de ansiedad en los padres de los pacientes hospitalizados en el servicio de pediatría del hospital carlos andrade marín. B.S. thesis, Quito: UCE, 2015.
- [19] V. Valdivieso Dávila. La enseñanza en la medicina en el siglo 21: fundamentos y desafíos. *ARS méd.(Santiago)*, 15(15):15–31, 2007.
- [20] M. Velandía. Seguridad de los pacientes de urgencias en un ambiente de congestión, Jan 2015.