



USO DE LA REALIDAD VIRTUAL Y LA GAMIFICACIÓN COMO HERRAMIENTAS DE APOYO EN EL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS CON ENFOQUE INTERDISCIPLINARIO

Lola Bautista, Luis Bautista, Henry Mayorga

**Universidad Industrial de Santander
Bucaramanga, Colombia**

Resumen

A la luz de la más reciente reforma al sistema de evaluación de calidad de la educación superior en Colombia, se busca que los programas incorporen estrategias que pongan en contacto tanto a profesores como a estudiantes con los más recientes avances de su disciplina, haciendo énfasis especialmente en propiciar el pensamiento crítico y creativo a través de la búsqueda de soluciones a problemas interdisciplinarios. Esto además, está motivado en la necesidad del entorno laboral y de investigación, de contar con profesionales que sean capaces de trabajar en equipos multidisciplinarios. En el último informe de la Misión de Sabios, también se propone la formación del recurso humano en tecnologías convergentes con enfoque STEAM para la transformación digital de las organizaciones; dentro de éstas se tienen la realidad virtual y la realidad aumentada, dado que proporcionan una manera de integrar el mundo digital dentro del mundo real.

En el presente trabajo se describe la experiencia de la construcción de una herramienta en realidad virtual gamificada para el entrenamiento de estudiantes de Medicina en atención y manejo de pacientes politraumatizados, desarrollada de manera conjunta por estudiantes de Diseño Industrial (de la electiva "Interacción Hombre-Computador") e Ingeniería de Sistemas (de la electiva "Informática Biomédica"), con el apoyo del Laboratorio de Simulación Clínica, adscrito a la Facultad de Salud de la Universidad Industrial de Santander. La motivación surgió como respuesta a la crisis generada por la pandemia de la COVID-19, que ocasionó que los estudiantes de Medicina no pudieran asistir a sus lugares de práctica, ni al Laboratorio de Simulación Clínica. Apoyados en una estrategia de enseñanza-aprendizaje basada en proyectos

(PBL), se definieron equipos de trabajo compuestos por igual número de estudiantes de ingeniería y diseño industrial, emulando una empresa de desarrollo de software, cuya misión era construir a lo largo del semestre el módulo designado de una de las etapas de manejo del paciente politraumatizado. Como parte del proceso metodológico, debieron aplicar el ciclo de vida de un sistema: planeación, diseño, implementación, ejecución, pruebas y entrega. Desde el punto de vista pedagógico, se recrearon escenarios de atención médica en una sala de emergencias, que fueron visualizados usando realidad virtual para incrementar el nivel de inmersión e interacción con los sonidos, equipos e instrumentos, propios del ambiente médico. Además, para motivar y establecer retos en el aprendizaje en el manejo de este tipo de pacientes, se decidió aplicar la gamificación, ya que facilita la incorporación de dinámicas y mecánicas propias de los juegos, con fines de enseñanza. Como resultados de esta experiencia, se evidenció que los estudiantes pudieron identificar sus fortalezas y debilidades en cuanto al desarrollo de sus competencias de liderazgo, trabajo en equipo, y de comunicación verbal y escrita. De igual manera, desde sus respectivas disciplinas, los estudiantes se enfrentaron al aprendizaje de las herramientas para construir ambientes en realidad virtual, así como a la asimilación de la gamificación para las actividades del juego, lo que condujo a que propusieran soluciones novedosas en un área desconocida para ellos como la Medicina.

Palabras clave: realidad virtual; gamificación; aprendizaje basado en proyectos; interdisciplinaria; ingeniería de sistemas; diseño industrial; medicina

Abstract

In the most recent reform to the system of quality assessment of higher education in Colombia, programs are encouraged to introduce strategies that put professors and students in contact with the most novel trends in their disciplines, stressing the opportunity to propitiate critical thinking and creative thinking through the search of solutions to interdisciplinary problems. This is motivated by the need that labor force and research institutions have of professionals able to work in multidisciplinary teams. In the last report of the "Misión de Sabios", it is also proposed to train the workforce in convergent technologies with STEAM approach for the digital transformation of the organizations; among these technologies we have virtual reality and augmented reality, since they allow integrating the digital world inside the real one.

In this work we describe the experience of the construction of a gamified virtual reality tool for training of undergraduate medicine students in the management of polytraumatized patients, which was developed by teams of students from Industrial Design (elective course "Human Computer Interaction") and Computer Systems Engineering (elective course "Biomedical Informatics"), with the support of the Clinic Simulation Laboratory of the Healthcare College of the Universidad Industrial de Santander. This happened as a response to the crisis generated by the COVID-19 pandemic, which made that medicine students could not assist to their in-situ rotations, nor to the Clinic Simulation Laboratory. It was decided to follow the learning-teaching strategy based on project-based learning (PBL), where the students were teamed in equal number of students from engineering and from industrial design, emulating a software development company, whose mission was to develop along the semester, the module designated to one of the



stages of the protocol for polytraumatized patients. The students should follow the systems life cycle: planning, design, implementation, execution, testing, and delivery. From the pedagogical point of view, there were designed scenarios of an emergency room, which were visualized in a virtual reality platform to increase the level of immersion and interaction with sounds, equipment and instruments of the medical environment. In addition to that, in order to motivate and establish challenges in the learning of the management of this type of patients, gamification was applied, since it allows the incorporation of dynamics and mechanics from games to help teaching. From this experience it was evidenced that the students were able to identify their strengths and weaknesses regarding the development of their capabilities in leadership, team work, as well as written and oral communication. Likewise, from their disciplines perspective, the students were confronted with the learning of tools to develop virtual reality environments, as well as the assimilation of gamification for the game activities, which encouraged the proposal of innovative solutions in an unexplored area such as Medicine.

Keywords: *virtual reality; gamification; project-based learning; interdisciplinarity; computer systems engineering; industrial design; medicine*

1. Introducción

La formación de alta calidad del capital humano es un factor que influye positivamente en el desarrollo de cualquier país. En la declaración de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) para el 2030, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) resalta la importancia del enfoque educativo STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) para lograr capacitar un gran número de jóvenes con las competencias necesarias para entender los retos de los ODS, y así proponer soluciones novedosas a dichos retos (UNESCO, 2019). Enmarcado en esto, desde 2016 nos encontramos en la cuarta revolución industrial, guiada por el surgimiento de diferentes tipos de tecnologías sobre las que se están desarrollando los principales avances de la humanidad, dada la convergencia entre el mundo físico, el biológico y el digital. Dentro de estas tecnologías se tienen la inteligencia artificial, la robótica, el internet de las cosas, los vehículos autónomos, la impresión 3D, la realidad virtual, la realidad aumentada, el blockchain, la nanotecnología, la biotecnología, las ciencias de los materiales y la computación cuántica (Schwab, 2016).

En la más reciente “Misión de Sabios” se analizó cómo el fortalecimiento de la industria y la academia pueden contribuir a la productividad, competitividad y sostenibilidad del país, para lo cual se propuso una arquitectura de cinco capas (Fundacional, de Identificación Nacional Digital, de Valor, de Innovación, Beneficiaria) y siete pilares (Recursos Humanos-Desarrollo y Retención; Transformación del Sistema educativo K-12, universidades e institutos técnicos; Marco Ético y Cultural; Alianzas Público-Privadas+Internacionalización; Atracción de dinero inteligente a escala y capital privado; Apalancamiento total del Sistema Nacional Academia+Ciencia; Innovación en Políticas Públicas-Modernización-Benchmarking) (Niño-Ruiz, 2020). Para este trabajo son de interés las propuestas hechas en la capa de valor, donde se busca aprovechar y capacitar el talento humano en las tecnologías emergentes, y en la capa de innovación, en cuanto a la “producción de nuevos servicios digitales de alto valor diferenciado”.



De acuerdo al informe OEI 2020 (Ríos, 2020), se ha encontrado que las personas capaces de proponer soluciones creativas con estrategias colaborativas, son aquellas que han logrado encontrar una alternativa a la crisis generada por la pandemia de la COVID-19. En el mismo informe se tiene que las habilidades más buscadas por los empresarios son las de pensamiento analítico, creatividad, resolución de problemas complejos, pensamiento y análisis crítico, innovación, trabajo en equipo, entre otras.

El imprevisto suceso de la pandemia ha repercutido de manera negativa en el desarrollo económico y social a nivel global, lo que en Colombia ha representado un retroceso de 10 años según la UNDP (UNDP, 2021). El sector educativo es uno de los que más se ha visto impactado por la rápida transición del esquema presencial al virtual, lo cual evidenció diversas problemáticas, como desconocimiento en el uso de herramientas tecnológicas por parte de los docentes, dependencia en contenidos no digitales, desigualdad en acceso a internet, entre otras. En el caso particular del programa de pregrado en Medicina de la Universidad Industrial de Santander (UIS), los estudiantes vieron interrumpidas sus rotaciones a los centros médicos así como al Laboratorio de Simulación de Clínica, en donde tienen la oportunidad de estudiar casos clínicos en simuladores físicos antes de interactuar directamente con los pacientes reales.

En este trabajo se describe la experiencia de la construcción de una herramienta en realidad virtual gamificada para el entrenamiento de estudiantes de Medicina, orientada al aprendizaje del proceso de atención y manejo de pacientes politraumatizados, desarrollada de manera conjunta por estudiantes de Diseño Industrial e Ingeniería de Sistemas, con el apoyo del Laboratorio de Simulación Clínica, adscrito a la Facultad de Salud de la Universidad Industrial de Santander. Para el logro del objetivo pedagógico se siguió la metodología de aprendizaje basado en proyectos con el fin de promover el trabajo colaborativo interdisciplinario, así como desarrollar las habilidades de creatividad y de resolución de problemas complejos. Los estudiantes participantes se motivaron a proponer una alternativa viable a la problemática de sus colegas de Medicina, y como fórmula de apoyo, se encontró que la realidad virtual combinada con la gamificación, representaron un reto para los estudiantes, ya que era la primera vez que tendrían la oportunidad de experimentar con esta tecnología.

El documento se encuentra distribuido de la siguiente manera: en la sección 2 se introduce la conceptualización de realidad virtual y gamificación y su rol en la enseñanza en las áreas de la salud. Los principios sobre los que se basa el aprendizaje basado en proyectos y su contribución al desarrollo de trabajos interdisciplinarios son presentados en la sección 3. La descripción de la ejecución del trabajo realizado para la herramienta propuesta y la discusión de los resultados obtenidos se encuentran en las secciones 4 y 5 respectivamente. Finalmente, en la sección 6 se presentan las conclusiones y oportunidades de mejora.

2. Realidad Virtual y Gamificación

La realidad virtual es un conjunto de tecnologías que crean un ambiente digital que puede ser experimentado e interactuado como si se tratara de un ambiente real (Gutierrez et al., 2009),



(Jerald, 2015). Los elementos que participan en la experiencia de realidad virtual son los usuarios, los creadores, el mundo virtual, la inmersión y la interactividad (Sherman et al., 2018). La experiencia de la realidad virtual es única para cada participante, por lo que los creadores diseñan experiencias lo más generales posibles. La escena virtual es un espacio imaginario en donde se interacciona con objetos, gobernados por reglas y relaciones, y se visualiza a través de un medio o dispositivo inmersivo. La inmersión se refiere a la sensación de presencia en un medio o ambiente, donde el usuario recibe realimentación sensorial (visual, táctil o auditiva). La interactividad se presenta cuando el sistema de realidad virtual responde a las acciones de los usuarios.

El aprendizaje basado en simulación es una estrategia que ha sido usada en contextos como la aviación o la industria aeroespacial. En la publicación de So (So et al., 2019) se le define como “un método para producir una experiencia sin necesidad de ir al evento real”, haciéndola una de las herramientas más usadas actualmente en el entrenamiento médico, ya que tiene la ventaja de poder reproducir y permitir la práctica de una secuencia de actividades o procedimientos las veces que sea necesario, lo que genera más seguridad en el aprendiz y le permite reflexionar sobre los errores cometidos, sin arriesgar la salud y seguridad de un paciente. En el escenario clínico los simuladores pueden clasificarse en tres categorías dependiendo de su acercamiento a la realidad, estas son: baja, moderada y alta fidelidad (Al-Elq, 2010). En la última categoría se encuentran los modelos de maniqués que se asemejan al cuerpo humano y que pueden ser parametrizados a través de software, así como ser conectados a monitores de signos vitales los cuales recrean un entorno realista del ámbito profesional médico. Dadas estas características, las facultades de salud han hecho significativas inversiones para instalar laboratorios de simulación clínica en los que los estudiantes guiados por sus profesores, pueden practicar procedimientos de diferente tipo (Portafolio, 2021). En estos escenarios no sólo se desarrollan destrezas clínicas, sino también se promueven las competencias en comunicación oral, resolución de problemas, pensamiento crítico y trabajo en equipo.

Sin embargo, una dificultad de la enseñanza basada en simuladores clínicos físicos es que la práctica está restringida a la presencia física de los estudiantes en los horarios específicos de las sesiones de aprendizaje, y en el contexto actual de la pandemia de la COVID-19, dicha posibilidad se vió truncada por las medidas de confinamiento y distanciamiento social. Ante esta dificultad, la realidad virtual tomó más fuerza como herramienta de apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje para los estudiantes de medicina. Desde antes del inicio de la pandemia, en el trabajo de (Kyaw et al., 2019) se había reportado evidencia de la influencia positiva del entrenamiento de profesionales de salud con realidad virtual, comparado con la enseñanza tradicional. Luego, en el trabajo de (Pears et al., 2020) se discuten diversos escenarios y situaciones, tanto en centros médicos como en las facultades de salud, en los cuales las tecnologías de realidad extendida (realidad virtual, realidad aumentada, realidad mixta) pueden ser implementadas para garantizar la seguridad de estudiantes y profesionales, así como para presentar de manera más efectiva contenidos educativos y de casos clínicos. Al igual que con los escenarios de simulación físico, con la ayuda de los ambientes virtuales, tanto estudiantes de pregrado como de posgrado de las áreas de salud mejoran en su adquisición de habilidades técnicas y de competencias blandas, importantes para el ejercicio de su profesión.



Con este cambio de paradigma en la enseñanza tradicional en medicina surge la pregunta: ¿cómo se puede incentivar el cambio de mentalidad para que las personas aprendan de diferente manera? En ese contexto aparece el concepto de gamificación, el cual aplica los conceptos del juego a situaciones que no son lúdicas por naturaleza, mediante diversas estrategias. Un juego se caracteriza por ser un sistema interactivo con una estructura formal a través de reglas, que da un resultado medible por la participación. Las mecánicas de los juegos son acciones dentro del juego, permitidas por las reglas, que pueden influenciar positivamente el comportamiento y la motivación del jugador para lograr ciertos objetivos (Stieglitz, 2018). Como ejemplos de mecánicas se tienen: acumulación de puntos (por determinados comportamientos), pseudónimos, trofeos, tableros de clasificación, entre otras. Al incorporar estas mecánicas en el contexto de enseñanza-aprendizaje se busca que los estudiantes se sientan motivados en el proceso al recibir realimentación positiva por el logro de sus acciones.

3. Aprendizaje Basado en Proyectos aplicado a problemas interdisciplinarios

A la luz de la más reciente reforma al sistema de evaluación de calidad de la educación superior en Colombia, se busca que los programas incorporen estrategias que pongan en contacto tanto a profesores como a estudiantes con los más recientes avances de su disciplina, haciendo énfasis especialmente en propiciar el pensamiento crítico y creativo a través de la búsqueda de soluciones a problemas interdisciplinarios. Esto además, está motivado por los requerimientos del entorno laboral y de investigación, de contar con profesionales que sean capaces de trabajar en equipos multidisciplinarios.

De acuerdo a la experiencia de profesores e investigadores en la Universidad de Aalborg en Dinamarca (Jensen et al., 2020), a partir del uso de la perspectiva interdisciplinaria es posible crear “conocimiento y comprensión más allá de lo que una sola disciplina podría ofrecer”, por lo que el enfoque pedagógico del aprendizaje basado en proyectos (PBL, por sus siglas en inglés) puede ser la vía para hacer la transición de monodisciplinaria a interdisciplinaria, ya que propicia el desarrollo de competencias como la colaboración entre compañeros y la integración de la teoría con la práctica. El PBL establece que el punto de partida del aprendizaje se da al trabajar problemas complejos de la vida real, que es lo que busca la interdisciplinaria. Al estar centrado en el estudiante, el PBL exige que los estudiantes aprendan a recolectar, analizar y determinar la relevancia de información compleja. Durante ese proceso los estudiantes desarrollan su creatividad al trabajar con conocimiento que no está estructurado en su disciplina, obligándolos a pasar esos límites y a enfrentarse con la información ofrecida por otra disciplina. Por esto se incentiva el diálogo reflexivo entre compañeros de equipo, lo que los lleva a construir “nuevo” conocimiento, así como a medir y a evaluar su desempeño.

Con el fin de facilitar el aprendizaje interdisciplinario, los profesores deben ser curiosos sobre enfoques no convencionales o desconocidos en la teoría, deben aceptar y ser capaces de manejar cierto grado de incertidumbre del trabajo de los estudiantes y los logros de aprendizaje al final del proceso.



4. Escenario virtual para el entrenamiento en manejo y atención de pacientes politraumatizados

A partir de la problemática generada por el confinamiento estricto desde el inicio de la pandemia, los profesores del Laboratorio de Simulación Clínica vieron una oportunidad para cambiar sus herramientas de enseñanza, de simuladores físicos a escenarios virtuales. Dicha necesidad fue compartida con profesores de Ingeniería de Sistemas y Diseño Industrial, llegando a la conclusión de trabajar la problemática con un enfoque basado en proyectos, de manera conjunta en dos asignaturas electivas: Informática Biomédica de Ingeniería de Sistemas e Interacción Hombre-Computador de Diseño Industrial, durante el primer período académico de 2020. La asignatura de Informática Biomédica (IB) tiene como fin el estudio de las herramientas y algoritmos computacionales usados en el tratamiento de datos biomédicos (señales e imágenes), así como de herramientas de gestión de la información clínica. El propósito de la asignatura Interacción Hombre-Computador (HCI) es el diseño de aplicaciones interactivas basados en nuevos paradigmas de interacción como la realidad virtual, aumentada y mixta. Cada una de las asignaturas tiene una intensidad de 4 horas semanales de trabajo docente directo y 8 horas semanales de trabajo independiente de cada estudiante. Con el fin de facilitar la logística de las actividades, se coordinó que las dos asignaturas tuvieran el mismo horario.

Teniendo en cuenta la afinidad de ambas asignaturas con la problemática propuesta, se determinó que la estrategia para capturar el interés de los estudiantes, maximizar los resultados y mantener el enfoque de las asignaturas, se fundamenta en el diseño y construcción de prototipos de escenarios virtuales novedosos que favorecieron el aprendizaje de los estudiantes de medicina, manteniendo las restricciones de presencialidad propias de la pandemia. Esto representó trabajar en dos retos ambiciosos: primero, la coordinación del trabajo en equipo de estudiantes de dos disciplinas y el manejo del tiempo durante el semestre (4 meses) para la obtención de prototipos funcionales de los escenarios virtuales. Segundo, el diseño y construcción del escenario virtual para el aprendizaje del manejo y atención de pacientes politraumatizados, cuyo objetivo era el de motivar, facilitar y evaluar el aprendizaje de las cinco fases del protocolo "ABCDE" para manejo de trauma (WHO, 2018), donde el significado de cada letra del acrónimo es A: "Airway with cervical spine immobilization"; B: "Breathing plus oxygen if needed"; C: "Circulation with bleeding control and IV fluids"; D: "Disability: AVPU/GCS, pupils and glucose"; E: "Exposure and keep warm".

Cada una de las fases del protocolo se desarrolló como un módulo a cargo por un equipo de cuatro estudiantes, dos de la asignatura IB y dos de la asignatura HCI. En conjunto, la herramienta constaría entonces de cinco módulos. Bajo este esquema se emuló el trabajo en una fábrica de desarrollo de software, cuyo cliente principal era el Laboratorio de Simulación Clínica (LSC). Los profesores de las asignaturas asumieron el rol de gerentes y dentro de cada equipo hubo un estudiante con el rol de líder de proyecto. Durante el primer mes de clases se capacitó a los estudiantes en el uso de herramientas de diseño 3D para la construcción de los objetos e instrumentos que harían parte del escenario de cada módulo, aprendieron a crear lecciones didácticas en realidad virtual con la plataforma AVR de Eon Reality (EON, 2021), realizaron un taller para el desarrollo de contenidos interactivos en la plataforma Unity (Unity, 2021) y estudiaron literatura del estado del arte de gamificación para la enseñanza en medicina. En una



sesión de dos horas, los profesores del LSC explicaron a los estudiantes el protocolo ABCDE ajustado a la normatividad colombiana, y se estableció el caso clínico a partir del cual se desarrollaría la historia del juego. De ahí se llegó a la conclusión que los módulos requeridos serían: (1) "Captura de datos y traslado de paciente de la escena del accidente a sala de emergencias"; (2) "Manejo básico de vía aérea"; (3) "Manejo avanzado de vía aérea"; (4) "Control de sangrado"; (5) "Estabilización de fractura expuesta de tibia".

En los siguientes tres meses se llevó a cabo el desarrollo de cada módulo siguiendo el ciclo de vida de un sistema: planeación, diseño, implementación, ejecución, pruebas y entrega. Para esto se siguió una metodología ágil con "sprints" semanales, cuyos hitos principales fueron: documento de requisitos funcionales y no funcionales, diagrama de actividades del usuario y del sistema, diagrama canvas que incluyera la formulación de las mecánicas y dinámicas del juego, prototipo de bajo nivel usando "mockups", prototipo avanzado semifuncional en Unity, prototipo final funcional en Unity. Para cada uno de los hitos se hizo reuniones plenarias para la presentación de cada uno de los equipos, donde estaban presentes los profesores del LSC para resolver dudas y avalar la implementación hecha.

5. Resultados

El caso clínico que se formuló en conjunto con los profesores del LSC fue el de un individuo mayor de edad, de género masculino, quien sufre un accidente en motocicleta en una vía nacional, presenta sangrado y es visible una fractura de tibia. Desde el punto de vista de evaluación a un estudiante de medicina, quien debe atender este caso, el estudiante debe estar en capacidad de revisar y estabilizar al paciente en el lugar del accidente y recoger la información relevante del paciente (si está consciente y puede hablar) o de los testigos, para abrir la historia clínica que debe entregar al médico que lo recibirá en sala de emergencias; también debe posicionar adecuadamente al paciente en la camilla para ser trasladado en ambulancia al centro de atención médica. Una vez se recibe al paciente en sala de emergencias, el estudiante debe hacer una adecuada estabilización de columna cervical, y de ser necesario, manejo básico o avanzado de la vía aérea. Luego, el estudiante debe controlar el sangrado realizando los procedimientos establecidos para evitar hemorragias y finalmente, explorar el cuerpo del paciente para identificar lesiones no expuestas, en caso de haber fracturas, identificar el tipo e iniciar inmovilización de la extremidad con el método adecuado y reporte del caso al especialista en ortopedia y traumatología.

A partir de ese escenario y de los objetivos de aprendizaje que deben alcanzar los estudiantes de medicina, cada equipo hizo un trabajo reflexivo sobre cómo plasmar todos esos elementos en el escenario virtual, cómo crear un hilo conductor coherente entre los diferentes módulos (fases del protocolo ABCDE), cuáles elementos de interfaz de usuario deberían ser tenidos en cuenta, qué reglas deberían definirse para el juego y qué dinámicas eran necesarias para obtener y dar realimentación al estudiante sobre su progreso o fracaso en el manejo del paciente virtual.

Dentro de los consensos que hicieron los estudiantes se obtuvo: (1) cada módulo debería tener un video de tutorial introductorio al juego que incluyera la historia del accidente del paciente, la explicación de los elementos importantes de la interfaz de usuario y las mecánicas y dinámicas



del juego; (2) cada módulo debería contar con información del caso clínico: un ícono para consultar la historia clínica del paciente, un ícono para visualizar los signos vitales, un ícono para información de las actividades a realizar dentro del módulo, un temporizador, una barra de progreso y una “barra de vida” que diera realimentación si el paciente se encontraba en peligro de muerte; (3) en las actividades evaluativas: se recompensarían las respuestas acertadas y se penalizarían las incorrectas, además se darían sólo dos intentos para contestar cada quiz; (4) en las respuestas correctas se debe mostrar un mensaje de refuerzo del concepto y en las respuestas incorrectas, el mensaje debe dar una pista de por qué no es la opción correcta; (5) las recompensas o penalidades en las acciones del jugador tendrían un efecto visual inmediato en la “barra de vida” del paciente; (6) el estudiante debería acumular un número determinado de puntos en cada módulo para poder avanzar al siguiente; (7) cada equipo tenía libertad de escoger el método de recompensa de su módulo (tablero de posiciones, insignias, trofeos, etc.). En la Figura 1 se muestran algunas pantallas de los diferentes módulos.

La evaluación de los productos finales se hizo en el marco de un evento académico de la Escuela de Ingeniería de Sistemas en donde cada equipo entregó un video de 4 minutos, en el que se describiera el proceso de desarrollo y la demostración del producto final, así como un poster con la información de apoyo (ver en <https://sites.google.com/view/systemsfest2020/asignaturas-participantes/inform%C3%A1tica-biom%C3%A9dica#h.skkolm42ezos>); esto se hizo para evaluar también sus competencias de comunicación en diferentes formatos. En la evaluación intervinieron los profesores de las asignaturas, los profesores del LSC y dos profesores invitados externos.

De igual forma se evaluó a los estudiantes, para conocer su percepción acerca de la metodología aplicada durante el semestre. A la pregunta: ¿Considera usted que la asignatura llenó sus expectativas?, el 82% respondió afirmativamente. A la pregunta: ¿Considera que lo aprendido en la asignatura es importante para su perfil profesional? el 45% respondió “Muy importante”, el 50% “Importante”. A la pregunta: ¿Considera adecuada la metodología de clase?, el 50% respondió “Totalmente de Acuerdo”, el 38% “De Acuerdo” y el 12% “Indeciso”. A la pregunta: “¿Qué fue lo que más le gustó en la asignatura?”, el 75% respondió “El trabajo multidisciplinario con compañeros de otra carrera”, el 15% respondió “Ver el contenido teórico aplicado en un proyecto” y el 10% “Poder desarrollar un proyecto de inicio a fin”. Finalmente, al indagar sobre el interés en continuar aprendiendo sobre los temas relacionados en las asignaturas, el 82% de los estudiantes respondieron afirmativamente y el 18% “Tal vez”.

6. Conclusiones

En este trabajo se presentó la experiencia de la construcción de una herramienta en realidad virtual gamificada para el entrenamiento de estudiantes de Medicina, orientada al aprendizaje del proceso de atención y manejo de pacientes politraumatizados, desarrollada de manera conjunta por estudiantes de Diseño Industrial e Ingeniería de Sistemas, con el apoyo del Laboratorio de Simulación Clínica de la Universidad Industrial de Santander. Con esta actividad se observó que la motivación de los estudiantes por aprender a usar las herramientas asociadas al desarrollo de contenidos en realidad virtual con gamificación, y de implementar un prototipo funcional que pudiera ayudar a resolver una problemática que afectaba a sus colegas de



medicina, fue el factor decisivo para que el proyecto llegara a buen término. De igual forma, los estudiantes consideraron muy importante el conocimiento y habilidades desarrolladas durante el semestre para la consolidación de su formación profesional, y un alto porcentaje consideró que la asignatura llenó sus expectativas.

En el transcurso del semestre los profesores a cargo de las asignaturas pudieron evidenciar que no sólo basta tener un problema y adoptar una metodología como la de aprendizaje basado en proyectos para que los estudiantes desarrollen o perfeccionen competencias como el trabajo en equipo o comunicación oral y escrita, es además necesario que se propicie un contexto cercano a la experiencia que pueden tener en su desempeño profesional, donde por lo general se debe trabajar en equipos interdisciplinarios, adaptar sus conocimientos previos para el aprendizaje de nuevas metodologías y herramientas de vanguardia, así como intercambiar información procedente de diferentes fuentes.



Figura 1. Pantallas de los diferentes módulos para entrenamiento en manejo y atención de paciente politraumatizado

Desde el punto de vista de los estudiantes, estos pudieron reconocer sus fortalezas y debilidades en cuanto al desarrollo de sus competencias de liderazgo, trabajo en equipo, y de comunicación verbal y escrita. Dado que este trabajo se llevó a cabo en el inicio del confinamiento, fue



necesario guiar a los estudiantes en aplicar mecanismos de comunicación asertiva a través de los medios digitales para mejorar el desempeño en el avance de cada equipo. De igual forma, su percepción de la metodología fue positiva, indicando que parte importante de la motivación se centró en el trabajo multidisciplinario y en la realización de proyectos aplicados.

Con la realimentación recibida de los estudiantes, se identificó que al finalizar el semestre, la mayoría se siente interesado en continuar su formación en temas relacionados con la asignatura. Así mismo, se tienen como oportunidades de mejora hacer ajustes en el tiempo dedicado a las capacitaciones y a tener un acompañamiento más guiado en la plataforma Unity. Se espera que en futuras versiones se pueda hacer validación de los prototipos por los estudiantes de medicina que asisten al Laboratorio de Simulación Clínica.

Los autores dan sus agradecimientos a la doctora Laura Isabel Valencia Ángel por su apoyo en las entrevistas de levantamiento de requerimientos y en la evaluación de los trabajos.

7. Referencias

- Al-Elq A. H. (2010). Simulation-based medical teaching and learning. *Journal of family & community medicine*, 17(1), 35–40. <https://doi.org/10.4103/1319-1683.68787>.
- EON Realiy. (2021). Consultado el 10 de junio de 2021 en <https://eonreality.com/platform/>
- Gutierrez, M., Vexo, F., & Thalmann, D. (2009). *Stepping into Virtual Reality*. Springer Publishing. London.
- Jensen, A. A., Stentoft, D., & Ravn, O. (2020). *Interdisciplinarity and Problem-Based Learning in Higher Education: Research and Perspectives from Aalborg University (Innovation and Change in Professional Education) (1st ed. 2019 ed.)*. Springer.
- Jerald, J. (2015). *The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality (ACM Books) (Illustrated ed.)*. Morgan & Claypool Publishers.
- Kyaw, B. M., Saxena, N., Posadzki, P., Vseteckova, J., Nikolaou, C. K., George, P. P., Divakar, U., Masiello, I., Kononowicz, A. A., Zary, N., & Tudor Car, L. (2019). Virtual Reality for Health Professions Education: Systematic Review and Meta-Analysis by the Digital Health Education Collaboration. *Journal of Medical Internet Research*, 21(1), e12959. <https://doi.org/10.2196/12959>.
- Niño-Ruiz, Elías D. et al. (2020). *Colombia y la Nueva Revolución Industrial: Propuestas del Foco de Tecnologías Convergentes e Industrias 4.0, Volumen 9*. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. https://minciencias.gov.co/sites/default/files/colombia_y_la_nueva_revolucion_.pdf
- Pears, M., Yiasemidou, M., Ismail, M. A., Veneziano, D., & Biyani, C. S. (2020). Role of immersive technologies in healthcare education during the COVID-19 epidemic. *Scottish Medical Journal*, 65(4), 112–119. <https://doi.org/10.1177/0036933020956317>.
- Portafolio Laboratorio de Simulación Clínica, Facultad de Salud, UIS. (2021). Consultado el 5 de junio de 2021 en <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/academia/facultades/salud/documentos/labSimulaciocClinica.pdf>
- Ríos, German et al. (2020). *Educación superior, Productividad y Competitividad en Iberoamérica*. Consultado el 30 de mayo de 2021 en <https://oei.int/publicaciones/educacion-superior-productividad-y-competitividad-en-iberoamerica>
- Schwab, Klaus. World Economic Forum. (2016). *The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond*. Consultado el 30 de mayo de 2021 en <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>



- Sherman, W. R., & Craig, A. B. (2018). *Understanding Virtual Reality: Interface, Application, and Design* (The Morgan Kaufmann Series in Computer Graphics) (2nd ed.). Morgan Kaufmann.
- So, H. Y., Chen, P. P., Wong, G., & Chan, T. (2019). Simulation in medical education. *The journal of the Royal College of Physicians of Edinburgh*, 49(1), 52–57. <https://doi.org/10.4997/JRCPE.2019.112>.
- Stieglitz, S., Lattemann, C., Robra-Bissantz, S., Zarnekow, R., & Brockmann, T. (2018). *Gamification: Using Game Elements in Serious Contexts* (Progress in IS) (Softcover reprint of the original 1st ed. 2017 ed.). Springer.
- UNDP, Colombia. (2021). Un año de pandemia: impacto socioeconómico de la COVID-19 en Colombia. Consultado el 30 de mayo de 2021 en <https://www.co.undp.org/content/colombia/es/home/-sabias-que/un-ano-de-pandemia-impacto-socioeconomico-de-la-covid-19-en-col.html>
- UNESCO. Oficina Internacional de Educación. Boon Ng, Soo. (2019). *Exploring STEM competences for the 21st century*. Consultado el 30 de mayo de 2021 en <https://learningportal.iiep.unesco.org/es/biblioteca/exploring-stem-competences-for-the-21st-century>
- Unity (2021). Consultado el 10 de junio de 2021 en <https://unity.com/es>
- World Health Organization (WHO). (2018). The ABCDE and SAMPLE History Approach. Consultado el 10 de junio de 2021 en https://www.who.int/emergencycare/publications/BEC_ABCDE_Approach_2018a.pdf

Sobre los autores

- **Lola Bautista:** Ingeniera de Sistemas, Master en Ingeniería de Computadoras, Doctora en Filosofía en Tratamiento de Señales e Imágenes Digitales de la Université Côte d’Azur. Profesora planta asistente Universidad Industrial de Santander. lxbautis@uis.edu.co
- **Luis Bautista:** Diseñador Industrial, Master en Ingeniería de Sistemas e Informática, candidato a Doctor en Filosofía en Ciencias de la Computación de la Universidad Industrial de Santander. Profesor cátedra de la Escuela de Diseño Industrial. Universidad Industrial de Santander. Luis.bautista@correo.uis.edu.co
- **Henry Jair Mayorga Anaya:** Médico anestesiólogo. Magíster en educación médica. Profesor cátedra asociado del Departamento de Cirugía de la Universidad Industrial de Santander. hmayoana@correo.uis.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2021 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)

