

Entorno de Realidad Virtual Colaborativa para la Docencia en Ciencias de la Salud: Del Desarrollo Tecnológico a las Aulas

Miguel Ángel Rodríguez-Flrido*^{abc}, Aday Melián^c, José Juan Reyes-Cabrera^a, Mónica García-Sevilla^c, Dácil Melián^a, Pedro Castro^b, Simona Sacchini^b, Carmen Sosa^b, Juan Andrés Ramírez^{bc}, Blanca Mompeó^b, Lilián Pérez^b, Juan Ramón Hernández Hernández^b, Juan Ruiz Alzola^{ac}, Manuel Maynar^{abc}

^aCátedra de Tecnologías Médicas (CTM) de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC); ^bGIE-39: La Simulación Clínica en Ciencias de la Salud de la ULPGC; ^cGrupo de Tecnología Médica y Audiovisual (GTMA) de la ULPGC

RESUMEN

Este trabajo propone un nuevo complemento educativo basado en realidad virtual (VR) interactiva y colaborativa para la docencia en contenidos de materias básicas relacionadas con la anatomía humana para las ciencias de la salud. El artículo presenta los resultados preliminares de un proyecto de innovación educativa que se desarrolla en la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria y que propone el uso de la realidad virtual (VR) como medio eficiente y objetivo para educar en este área. Se muestra la descripción de nuestro entorno, el aplicativo desarrollado para modelar una sala de disección anatómica virtual, las experiencias preliminares realizadas con estudiantes de grado de medicina y las líneas futuras de adaptación de la tecnología a un conjunto de asignaturas en ciencias de la salud. El entorno permite la manipulación de un cadáver virtual, la colaboración y comunicación remota entre los estudiantes que están inmersos en el escenario virtual y el docente, así como la capacidad de realizar medidas de resultado de tareas concretas encomendadas a los estudiantes y que nos permitiría una potencial evaluación del contenido académico.

Keywords: Ciencias de la Salud, Tecnología Inmersiva, Realidad Virtual, Anatomía Humana

1. INTRODUCCIÓN

En las titulaciones de ciencias de la salud (medicina, enfermería, fisioterapia, etc.), las materias básicas (anatomía, fisiología, histología, etc.) contemplan implícitamente contenidos sobre la estructura, función, caracterización y tratamiento del cuerpo humano. Se hace necesario, por tanto, disponer de recursos que modelen, muestren o emulen el cuerpo humano.

Los maniqués, con diferentes grados de fidelidad, el material multimedia y audiovisual, las secciones anatómicas y los cadáveres, son los medios habitualmente utilizados. Sin embargo, el cadáver, modelo por excelencia para la educación en las ciencias de la salud, es un recurso costoso, no reutilizable con facilidad y de difícil acceso.

En esta línea, disponer de recursos reutilizables, sintéticos, realistas e interactivos, son de gran ayuda y soporte para la docencia en las ciencias de la salud. La tecnología inmersiva ofrece una oportunidad en ese sentido [1].

Del mismo modo, situaciones extremas, como las experimentadas durante el momento más destacado de la actual pandemia de la COVID-19, han demostrado que la educación en ciencias de la salud adolece de contenidos docentes inmersivos, telemáticos y colaborativos que permitan a estudiantes y docentes interactuar entre ellos sin estar físicamente en el mismo lugar, así como asistir telemáticamente a los centros sanitarios para sus prácticas clínicas [1].

En este contexto, la realidad virtual (VR) nos ofrece la posibilidad de modelar estas situaciones y maximizar estos aspectos, así como complementar las capacidades docentes en las facultades de ciencias de la salud [1].

*marf@motivando.me, +34 928 30 8882, ctm.ulpgc.es, gtma.ulpgc.es

Este trabajo presenta los resultados preliminares de un proyecto de innovación educativa, que se está implementando en la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, para disponer de contenidos en realidad virtual que modelen el acceso y uso de un cadáver virtual en una sala de disección donde puedan participar varias personas. El proyecto forma parte de un ecosistema de desarrollo tecnológico, innovación educativa y docencia universitaria [2][3][4][5] creado por el grupo de innovación educativa “Simulación Clínica en Ciencias de la Salud” (GIE39-SALUS), el grupo de investigación “Tecnología Médica y Audiovisual” (GTMA) y la Cátedra de Tecnologías Médicas (CTM).

El proyecto, que se está desarrollando durante el bienio 2022/23, tiene como objetivos:

- Diseñar y desarrollar un aplicativo VR que emule virtualmente una sala de disección anatómica y que incorpore prestaciones de interacción de los usuarios con el escenario virtual.
- Capacitar a los estudiantes a aprender mediante tecnologías interactivas en VR como complemento a los recursos que usan actualmente (p.ej. cadáver, recursos biológicos, medios multimedia, etc.).
- Capacitar a los docentes y estudiantes a realizar enseñanza-aprendizaje en entornos virtuales en lo que puedan interaccionar emulando las aulas de prácticas de disección presenciales.
- Complementar las actividades prácticas presenciales con prácticas virtuales, generando unidades didácticas para cada una de las asignaturas que participan del proyecto.
- Validar, en el contexto de cada asignatura, los resultados del proyecto para, en una segunda fase, incluirlos como contenido propio de cada una de las asignaturas, estabilizando así la inclusión de la tecnología.

En este artículo sólo presentamos el entorno desarrollado, la descripción del aplicativo VR, sus capacidades y prestaciones, y las primeras experiencias prácticas de validación con estudiantes. El texto, tras la introducción, se organiza de la siguiente manera: En la sección 2 se describen los materiales y métodos utilizados para el desarrollo del trabajo, en la siguiente sección se muestran nuestros primeros resultados de validación y un análisis de los mismos en el contexto del proyecto y, por último, se enuncian nuestras conclusiones y líneas de trabajo futuras.

2. DESCRIPCIÓN DE NUESTRA PROPUESTA: MATERIAL Y MÉTODOS

Nuestra propuesta contempla incorporar un entorno inmersivo en VR que modele una sala de disección anatómica para educar con un cadáver virtual. Este recurso complementa el uso del recurso físico (cadáver real) e incorpora prestaciones (modelos virtuales de cadáver, modelos de instrumental, etc.) y capacidades (interacción visual y auditiva, nivel de detalle, manejo manual, capacidad docente, métricas objetivas, etc.) que aportan valor docente.

Nuestros resultados permitirán a estudiantes y docentes en ciencias de la salud ampliar sus experiencias prácticas en salas de disección virtuales, complementando el uso escaso del cadáver físico y facilitando la docencia mediante prestaciones técnicas que virtualmente son posibles y físicamente no (p.ej. retirar órganos, apartarlos temporalmente y disponerlos flotando en el aula virtual, reutilizar el cadáver, hacer medidas o contabilizar métricas que puedan ayudar a evaluar, etc.).

Para poder desarrollar nuestra propuesta necesitaremos diseñar e implementar la tecnología necesaria, modelar el entorno virtual asociado, disponer de docentes que estén interesados en la tecnología y participen con su conocimiento para adaptarlo a las asignaturas que imparten y de estudiantes que estudien los grados asociados a las ciencias de la salud.

Por esta razón, nuestro trabajo hace alusión a la transferencia desde el desarrollo tecnológico propiamente dicho y su uso en las aulas de la facultad de ciencias de la salud.

2.1 Desarrollo Tecnológico

Se requiere de un desarrollo software que implemente un aplicativo VR que sea intuitivo, interactivo y colaborativo. Para ello utilizamos tecnología y motores gráficos populares en el sector de los videojuegos. En particular, hemos utilizado el motor de desarrollo Unity [6], el SDK OpenXR [9], el SDK de Mirror Networking [10], los lenguajes de programación de scripting que ofrece Unity y los escenarios 3D virtuales incorporados dentro del proyecto Z-Anatomy [7]. Todo el desarrollo se ha hecho sobre el sistema operativo Microsoft Windows con ordenadores con prestaciones gráficas recomendables (requerimientos mínimos 4GB memoria RAM y una tarjeta de vídeo Nvidia con GPU 32 GB), aunque no hemos encontrado restricciones de uso con ordenadores convencionales. En cualquier caso, al desarrollarse sobre tecnología y motores gráficos multiplataforma, sería posible utilizar el aplicativo VR bajo cualquier sistema operativo.

El entorno debe representar una sala de disección anatómica donde se disponga de un cadáver virtual preparado para su uso docente. En nuestro caso, este cadáver es un modelo 3D virtual del cuerpo humano, obtenido del proyecto Z-Anatomy [7], que hemos importado dentro de un escenario VR y sobre el cual podemos, junto con otros usuarios (estudiantes o docentes) interaccionar. En la figura 1, primera imagen desde la izquierda, se muestra un ejemplo del entorno mientras se desarrollaba durante este año 2022. En él se pueden observar los modelos virtuales asociados al cadáver y a los avatares de los usuarios.

Para poder conectar a los usuarios y que puedan interaccionar entre ellos, se necesita de una red inalámbrica local, que se ha creado con un router convencional de cualquier conexión doméstica. Además, los usuarios, estudiantes y docentes de ciencias de la salud, deben disponer de gafas de VR [8] comerciales para poder acceder al escenario virtual e interaccionar entre ellos con el modelo de cadáver. En la figura 1, imagen del centro y de la derecha, se puede observar una imagen de varios usuarios, con dichos dispositivos, interaccionando virtualmente dentro de nuestro aplicativo.



Figura 1. De izquierda a derecha, se muestra: Vista general del entorno VR desarrollado en este trabajo, muestra de usuarios haciendo uso del entorno y visualización virtual de los avatares de los usuarios en el entorno virtual.

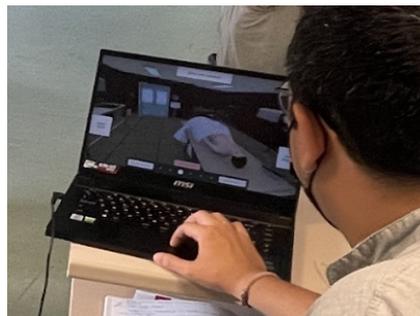


Figura 2. Imagen del sistema de control de escritorio con vista desde el exterior a la escena VR.

Todo el escenario y la situación docente creada (varios usuarios en torno a un cadáver virtual) se puede controlar desde un ordenador externo e interaccionar, en tiempo real, con el escenario VR. Esta estación de control (véase la figura 2), permite al docente monitorizar todo lo que hacen los estudiantes dentro de la sala, realizar acciones concretas (organizativas, de asignación de tareas, de control de tareas, etc.) sobre la escena virtual y visualizar/controlar lo que hace cada uno de los usuarios. Nótese que la prestación remota de cada usuario permite que los participantes, y el docente, puedan estar físicamente en diferentes ubicaciones físicas.

Actualmente, y con la idea de que el entorno VR sea un complemento a los recursos docentes utilizados tradicionalmente en el aula, nuestro aplicativo está pensado para ser usado en grupos de 4 usuarios con gafas VR en torno al cadáver virtual y 1 docente en el sistema de control de escritorio. Este último podría, si lo deseara, realizar su labor docente ocupando un puesto de usuario inmerso en el escenario VR torno al cadáver (con gafas VR), disponiendo de los controles de escena VR necesarios para la gestión y control de la docencia inmerso en el escenario. En esta situación, podría haber otro docente adicional en el sistema de control de escritorio.

Como se trata de una herramienta software pensada para la docencia, debe incorporar también medidas de evaluación o métricas de actuación dentro del escenario virtual. En este sentido, nuestro aplicativo incorpora actualmente varias métricas asociadas al uso de la tecnología (familiaridad dentro del entorno, interacción con el escenario y otros usuarios,

ubicación en el espacio virtual, coordinación de movimientos, etc.) y se están desarrollando otras asociadas a los propios contenidos clínicos de la docencia de varias asignaturas (tabla 1). En la figura 3, se muestra un panel que aparece en el entorno virtual mostrando los resultados asociados a cada participante conectado. Estos resultados también se exportan para poder ser procesados en futuros trabajos de investigación en relación al uso de nuestro aplicativo VR.

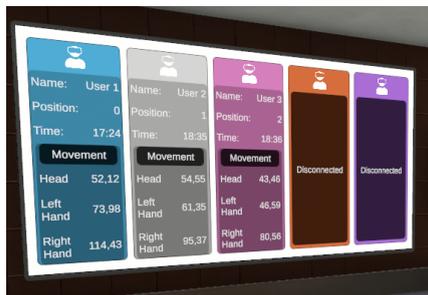


Figura 3. Ejemplo de métricas obtenidas dentro del aplicativo VR como resultado de la acción de los usuarios.

En estos momentos, y dado que estamos empezando a utilizar el aplicativo VR para medir la familiaridad y uso de la tecnología, las métricas que se están recogiendo son referentes a: tiempo total de estancia en el entorno VR, la posición en torno al escenario, movilidad de las manos (derecha e izquierda) y movilidad de la cabeza.

2.2 Estudiantes y Asignaturas

Para demostrar la utilidad de nuestra propuesta, requerimos contar con asignaturas de grado de ciencias de la salud y de docentes interesados en este tipo de tecnología. En nuestro proyecto se contempla la incorporación de esta tecnología en varias titulaciones y asignaturas impartidas por docentes de ciencias de la salud (véase la tabla 1). Aunque dispondremos de un alto número de estudiantes para validar nuestro entorno virtual en la docencia, con diferentes objetivos educativos y varios docentes interesados, en este trabajo sólo presentamos nuestros resultados preliminares para evaluar y testear técnicamente la tecnología. El uso propiamente académico se irá incorporando en las sesiones prácticas de cada asignatura listada en la tabla 1 a partir de los meses de noviembre y diciembre del 2022 y durante el año 2023.

Tabla 1. Listado de número de estudiantes, asignaturas y titulaciones donde aplicaremos nuestro proyecto.

Número de Estudiantes	Asignatura	Titulación
150	Física y Tecnología Médicas	Medicina
150	Otorrinolaringología y Estomatología Médica y Quirúrgica	Medicina
150	Anatomía Humana I	Medicina
150	Anatomía Humana II	Medicina
150	Anatomía Humana III	Medicina
150	Anatomía	Enfermería
150	Histología de Sistemas	Medicina
75	Anatomía Básica	Fisioterapia

75	Anatomía Especial (Asignatura: Biología y Anatomía Especial)	Fisioterapia
100	Fundamentos de Anatomía Humana Aplicada a la Actividad Física y Deportes	Ciencias de la Actividad Física y Deportes

Para cada asignatura se diseñarán unidades didácticas que, haciendo uso de nuestro aplicativo VR con los contenidos virtuales necesarios, incorporen tareas o complementos a las actividades prácticas realizadas en cada una de ellas. Estas unidades didácticas se usarán en grupos de 4 estudiantes, rotando entre los alumnos de cada una de las sesiones, como complemento al resto de contenidos impartidos en las prácticas.

Actualmente, cada docente implicado está, en base a las capacidades y prestaciones que le permite nuestro entorno, definiendo dichas unidades didácticas con el objeto de ser incluidas específicamente dentro del aplicativo VR.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este trabajo presentamos los resultados preliminares del proyecto de innovación educativa que estamos desarrollando y con el cual pretendemos incorporar un complemento tecnológico en los programas formativos de determinadas asignaturas en ciencias de la salud. No se presentan las unidades didácticas de cada asignatura, los resultados con los estudiantes dentro de la docencia curricular ni las métricas de evaluación. En este trabajo sólo presentamos nuestra aplicación VR, su diseño, las experiencias de validación de la misma con estudiantes de primero y tercero de medicina (150 estudiantes de la asignatura de “Física y Tecnología Médicas” y 150 estudiantes de “Otorrinolaringología y Estomatología Médica y Quirúrgica”) y la discusión general de toda la primera fase del proyecto.

Por tanto, nuestra contribución en este artículo se focaliza en la creación del aplicativo VR propuesto, la descripción de la estrategia del proyecto para incluir dicho entorno VR en la docencia de ciencias de la salud y la muestra de las primeras experiencias prácticas en el aula a modo de validación.

3.1 Aplicativo en VR

Se ha generado un entorno VR, donde se pueden realizar labores docentes en ciencias de la salud, de manera inmersiva (como si fuera presencial), remota (cada usuario puede estar conectado telemáticamente) y de fácil integración en diferentes asignaturas. Además, dado que el aplicativo puede controlar todos los movimientos y acciones del usuario, se pueden establecer métricas objetivas que nos permitan realizar medidas de resultado en ciertas tareas realizadas dentro del escenario VR. En la figura 4 se muestra una captura del aplicativo VR visto desde el sistema de control de escritorio, en general, maneja el docente.



Figura 4. Vista general del interfaz de usuario del aplicativo VR desde el sistema de control de escritorio.

La versatilidad del diseño del aplicativo (interfaz de usuario sencilla e intuitiva, adaptado a perfil de usuarios sanitarios, etc.) y la escalabilidad de su implementación nos permitirá incorporar la tecnología a las asignaturas listadas en la tabla 1. Además, el aplicativo está pensado para facilitar el trabajo del docente sanitario, no familiarizado, en general, con este tipo de tecnologías emergentes, y esto hará más sencillo su utilización en las asignaturas mencionadas. La aplicación permite que podamos medir lo que hacen los estudiantes y, con ello, definir, en un trabajo futuro, métricas de valoración de las actividades desarrolladas dentro del entorno virtual.

También se incorpora tecnológicamente la posibilidad de disponer de otras interfaces para la realidad virtual (p.ej. guantes) que en las versiones futuras pueda facilitar la interacción de los usuarios con el escenario virtual (véase fig.5).

3.2 Primeras Experiencias Prácticas

Para poder incluir nuestro entorno VR a la docencia curricular de las asignaturas enumeradas en la tabla 1, necesitamos validar el uso práctico del aplicativo VR en experiencias reales y conocer, por parte de los estudiantes, cuál es su percepción subjetiva, aparte de obtener validación de nuestro diseño e implementación para mejorarlo y adaptarlo a los perfiles de estudiantes de ciencias de la salud.

Para ello, y durante esta primera fase de desarrollo del proyecto de innovación educativa, además de diseñar e implementar el entorno VR, hemos realizado algunas experiencias con estudiantes del primer y tercer año del grado de Medicina dentro de las asignaturas “Física y Tecnología Médicas” (FyTM) y “Otorrinolaringología y Estomatología Médica y Quirúrgica” (OEMQx), respectivamente.

En ambas asignaturas se dispone de 150 estudiantes, respectivamente, y en nuestras experiencias los hemos ido cubriendo, a medida que se desarrollaba el curso académico 22/23, en grupos de 4 estudiantes. De esta manera, los participantes en el entorno VR han sido 4 estudiantes inmersos con gafas VR y un docente que monitoriza desde el sistema de control de escritorio.

Con estos experimentos no pretendemos evaluar el aplicativo en el contexto clínico de la docencia, sino que pretendemos evaluar el entorno en un escenario práctico: varios estudiantes en sesiones prácticas, con docente y validando las prestaciones funcionales, o de concepto, del aplicativo VR.

Por lo tanto, en este primer trabajo, no presentamos resultados del uso en la docencia, sino que mostramos los experimentos que hemos hecho con los estudiantes de las asignaturas mencionadas.

En el caso de estudiantes de FyTM, se realiza una experiencia virtual en la que se enseña a los estudiantes a moverse dentro del espacio virtual (familiaridad con un entorno inmersivo sintético), a manejar los sistemas de interacción del escenario VR (gafas y mandos VR) e interaccionar con sus compañeros. Esta experiencia práctica constituye la base sobre la que se desarrollará la unidad didáctica propia de esta asignatura, que se aplicará en clase de prácticas sobre los 150 estudiantes, para ser usada en los últimos meses del año 2022.

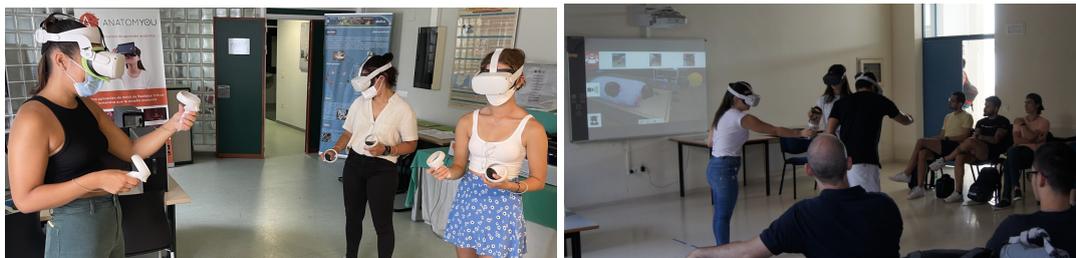


Figura 4. Imagen estudiantes interactuando en el escenario VR utilizados en nuestro aplicativo.

La respuesta de los estudiantes, como ya sabíamos de trabajos propios anteriores [2][3], ha sido satisfactoria desde un punto de vista de calidad de la experiencia e impresión subjetiva. Sin embargo, desde un punto de vista de diseño y uso docente del aplicativo, hemos descubierto algunos errores de implementación o diseño, que nos han permitido mejorarlo, y hemos podido medir su comportamiento dentro del entorno VR para, en futuros trabajos, definir métricas docentes que permitan usar el entorno en la docencia curricular a desarrollar a finales de 2022 y durante el 2023.

Por otra parte, con los estudiantes de OEMQx (véase figura 4), se ha empezado a trabajar las bases de una unidad didáctica relacionada con el tipo de escenario clínico con el que el alumnado de esta asignatura se encuentra en sus prácticas hospitalarias. Actualmente, se está trabajando el refuerzo y profundización de las estructuras anatómicas que en esta especialidad se requiere conocer muy bien para desempeñar la labor asistencial. En concreto, haciendo uso del cadáver virtual, se enfrenta al grupo de estudiantes que participa junto a un docente, a la identificación y disección virtual de la anatomía de cabeza y cuello. De momento, en nuestras primeras experiencias, los resultados son esperanzadores para la finalidad docente de la unidad didáctica y la ayuda de la propia aplicación para detectar de manera automática sus aciertos anatómicos, facilitó el proceso.

4. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

En este trabajo presentamos los resultados preliminares de un proyecto de innovación educativa realizado por un grupo multidisciplinar de colaboradores que desarrollan tecnología inmersiva y/o imparten docencia en diferentes áreas de la ciencias de la salud. El artículo presenta una descripción del aplicativo VR desarrollado, la relación de asignaturas enroladas en el proyecto y algunos experimentos de uso previo. Del mismo modo, se describe la tecnología implementada y como se pretende llevar a la docencia rutinaria en diferentes titulaciones de ciencias de la salud.

Además, la incorporación rutinaria de este tipo de tecnología VR, no sólo contribuye a incorporar los contenidos y capacidades mencionadas anteriormente, sino que desarrolla en el estudiante habilidades que le permitan asimilar cualquier otro tipo de tecnología inmersiva que pueda ser utilizada en el futuro como recurso docente (p.ej. Acceso a quirófanos de manera inmersiva y no presencial, etc.) [1].

Nuestro siguiente paso en el proyecto consiste en incorporar las unidades didácticas definitivas de Física y Tecnología Médicas y Otorrinolaringología y Estomatología Médica y Quirúrgica, así como la de las asignaturas de Anatomía Humana I, II y III del grado de Medicina; Anatomía en el grado de enfermería; Anatomía Básica y Anatomía Especial en el grado de Fisioterapia; y Fundamentos de Anatomía Humana Aplicada a la Actividad Física y Deportes. Estas unidades se basarán en la realización de tareas interactivas en salas de disección virtual que contribuyan a la docencia práctica de las asignaturas señaladas como complemento a los métodos que se utilizan actualmente.

Conjuntamente al desarrollo de las unidades didácticas, se implementarán las medidas de resultado (métricas) que nos permitan utilizar el entorno VR como método de valoración de los contenidos académicos de cada asignatura y catalizar, gracias a la propias correcciones que puede indicar el aplicativo, los procesos de aprendizaje.

Todas estas líneas futuras nos permitirán investigar la utilidad práctica que tienen los entornos VR en las ciencias de la salud y comparar estos contenidos con los utilizados tradicionalmente.

Por último, y desde un punto de vista técnico, iremos integrando otros dispositivos VR (p.ej. sistema de seguimiento VR para controlar movimientos o acciones detalladas de un usuario, guantes VR) que nos ayuden a potenciar la sensación inmersiva de los estudiantes y el docente. En la figura 5, se puede ver una captura de algunas experiencias de integración que ya hemos realizado.



Figura 5. Imagen de usuario utilizando guantes VR.

Como conclusión final, queremos destacar que esta manera de enseñar y aprender puede ser utilizada en otras áreas de conocimiento y asignaturas de otras titulaciones, pero adquiere un valor mayor en las ciencias de la salud, dada la necesidad del estudiante de estas titulaciones de interaccionar con los enfermos. En evoluciones futuras de nuestro proyecto, la VR nos permitirá realizar, de manera controlada y con fines docentes, este tipo de interacción, sin necesidad de que los estudiantes de ciencias de la salud estén en contacto directo con el enfermo durante su periodo de formación de grado y sólo cuando es estrictamente necesario y lo permita la normativa vigente.

REFERENCIAS

- [1] Castro, P.L., Maynar M., Rodríguez-Flrido M.A., [Tecnología Inmersiva para Educación en Ciencias de la Salud en situación de COVID-19. Experiencia Práctica para la Docencia en Anatomía para el Grado de Medicina], Desde la Adaptación a la Innovación Educativa en Tiempo de Pandemia, Colección Vía Docendi, Servicio de Publicaciones y Difusión Científica de la ULPGC, 165-186 (2022)
- [2] Castro, P.L., Garvía J., Ramírez J.A., Mompeó B., Pérez L., Baraza A., Rodríguez A., Hernández J.R., López A.D., Maynar M., Rodríguez-Flrido M.A., "Uso de la aplicación 3D inmersiva Anatomyou® a la docencia en Ciencias de la Salud", Proc. InnoEducaTIC, 7-12 (2019).
- [3] Castro, P.L., Ginés R., Hernández J.R., Ramírez J.A., Mompeó B., Pérez L., Baraza A., Rodríguez A., Maynar M., Rodríguez-Flrido M.A., "Resultados del uso de la aplicación 3D inmersiva Anatomyou® a la docencia en Ciencias de la Salud", Proc. InnoEducaTIC, 41-48 (2020).
- [4] Anuario Fundación Mapfre Guanarteme, "Innovación Tecnológica y Realidad Virtual aplicadas a las Ciencias de la Salud". Noviembre 2021, <https://anuario.fundacionmapfreguanarteme.org/beca/innovacion-tecnologica-y-realidad-virtual-aplicadas-a-las-ciencias-de-la-salud/> (septiembre de 2022).
- [5] Premios TecnoEDU 2020 de la Cátedra de TecnoEdu de la Universidad de La Laguna, "Primer Premio en la modalidad Profesorado de Universidades Canarias", <https://www.youtube.com/watch?v=3osmjBU9A8M> (septiembre de 2022).
- [6] Unity. <https://unity.com> (septiembre de 2022).
- [7] Z-Anatomy: Open Source 3D. <https://z-anatomy.com> (septiembre de 2022).
- [8] Gafas VR. https://en.wikipedia.org/wiki/Head-mounted_display (septiembre 2022)
- [9] SDK de OpenXR. <https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.xr.openxr@1.5/manual/index.html> (septiembre 2022)
- [10] SDK de Mirror Networking. <https://mirror-networking.com/> (septiembre 2022).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo está enmarcado dentro del proyecto de innovación educativa de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria PIE 2022-39 cofinanciado por la Unión Europea a través de los fondos *NextGenerationEU*, dentro del *Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia*. Sin embargo, los puntos de vista y las opiniones expresadas son únicamente las de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea o la Comisión Europea. Ni la Unión Europea ni la Comisión Europea pueden ser consideradas responsables de las mismas.

También cofinancian este trabajo el proyecto "Realidad virtual para la enseñanza de la Anatomía" del Fondo de Ayudas de la FULP dentro su modalidad de ayudas para la investigación 2022 y el proyecto VRAINS (ProID2020010031) de la ACIISI. Los autores también quieren agradecer el soporte y apoyo de las empresas miembro de la Cátedra de Tecnologías Médicas de la ULPGC para realizar trabajos y acciones como la expuestas en este artículo, así como el soporte logístico de la Fundación Canaria Ágora y la participación activa de los estudiantes de las asignaturas implicadas.