**PLAN PROPIO DE APOYO A LA INVESTIGACIÓN 2022-23**

**Programa Propio de Ayudas a la Investigación para 2022-23**

**Solicitud de Ayudas a la Realización de Proyectos de Innovación Docente**

**ANEXO III**

**Memoria Científico-Técnica del proyecto**

**Título del proyecto:**

**Metaverso: Transformando la Docencia Molecular y Celular**

**Breve justificación teórica:**

Asignaturas fundamentales como la bioquímica, la biología molecular o la biología celular representan campos de enorme potencial en los últimos años, y de gran influencia en Medicina, Biotecnología y demás ciencias de la salud. Para comprender los procesos y estructuras biológicas que describen estas disciplinas se requieren conocimientos en matemáticas, física y química; materias que precisan una gran capacidad de abstracción para su aprendizaje. Su proceso de enseñanza constituye, por tanto, un reto para el profesor, que debe guiar al alumno hacia la comprensión de un universo de gran complejidad (Moreno, 2015).

La educación universitaria desempeña un papel como fuente de cambios docentes, dónde la investigación, los avances tecnológicos y la innovación son fundamentales. En los últimos años, las tecnologías inmersivas han surgido como herramientas innovadoras para mejorar la enseñanza y el aprendizaje. En esa línea, el Metaverso, un espacio virtual tridimensional interactivo, ha abierto nuevas posibilidades con el objetivo de participar en experiencias educativas más inmersivas y colaborativas.

Desde finales de los 90 y dado a su enorme potencial, se viene discutiendo el uso de la realidad virtual en el proceso de enseñanza (Hoffman & Vu, 1997). Sin embargo, hasta 2018, la realidad virtual (RV) no ha adquirido un peso considerable en la enseñanza,principalmente porque el hardware basado en RV comenzó entonces a ser más asequible para el consumidor medio.

La RV es una tecnología que permite a los usuarios sumergirse en un entorno completamente digital. A través de gafas de RVl, los estudiantes pueden explorar mundos virtuales, interactuar con objetos digitales y experimentar situaciones que serían difíciles o imposibles de recrear en un aula tradicional (Perez-Rubio, 2023). La RV tiene el potencial de hacer que el aprendizaje sea más atractivo y memorable, ya que los estudiantes no sólo están aprendiendo sobre un tema, sino que también están teniendo una experiencia directa y personal con él. Sin obviar además, el interés por las herramientas digitales del alumnado más joven.

De manera que el uso de la RV permite al alumno de asignaturas más moleculares visualizar, interactuar o incluso modificar estructuras químicas o bioquímicas en tres dimensiones en tiempo real, conocer las diferentes partes de las moléculas, sus grupos funcionales y cómo reaccionan.

Aunque el uso de esta tecnología es aún reciente y limitado,algunos estudios indican que la enseñanza con RV en materias biológicas tiene el potencial de hacer que los estudiantes se muestren más entusiasmados y, por consiguiente, se impliquen más en su propio aprendizaje (Barrow, 2023). El principal objetivo de este proyecto de innovación docente es aportar evidencias del beneficio de esta novedosa tecnología en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la bioquímica, la biología celular y molecular.

Además, la RV también permite el acceso y la inmersión en distintos tipos de ambiente, desde un ecosistema celular hasta un laboratorio en el que diseñan experimentos, simulamos escenarios, se plantean hipótesis así como situaciones reales a las que los alumnos no podrían tener acceso de ninguna otra manera, bien por coste (equipos/reactivos costosos) o por tiempo (experimentos largos).

**Breve justificación práctica:**

El uso de simuladores virtuales de laboratorios ha revolucionado la forma en que los estudiantes y profesionales se acercan al aprendizaje científico. Estas herramientas digitales ofrecen una experiencia práctica y realista sin la necesidad de un entorno físico de laboratorio, lo que abre un mundo de posibilidades para la educación en ciencias (Bonde, 2014). Los simuladores virtuales permiten a los usuarios realizar diversos experimentos y procedimientos, manipular diferentes variables y observar los resultados en tiempo real. Además, ofrecen la oportunidad de cometer errores sin consecuencias graves, lo que fomenta el aprendizaje a través de la experimentación y la resolución de problemas. Con simuladores virtuales de laboratorios, los estudiantes pueden adquirir habilidades prácticas y conocimientos fundamentales de una manera segura, eficiente y accesible, mejorando así su comprensión y aplicación de conceptos científicos. Se ha demostrado que, utilizándolos conjuntamente con la metodología tradicional, se puede mejorar el proceso de aprendizaje, siempre que el alumno posea conocimientos teóricos previos (Makransky, 2016). Es por ello que la RV es una herramienta ideal para complementar los estudios en ciencias. Si bien es importante mencionar que la implementación de este tipo de metodologías aún es baja en la mayoría de los grados de ciencias.

Parece evidente que estudiar moléculas en 3D proporciona una serie de ventajas significativas en el campo de la (bio)química y la biología. La representación tridimensional de las moléculas permite una comprensión más completa de su estructura y propiedades, ya que muestra la disposición espacial de los átomos y los enlaces que los unen. Esto facilita la visualización de la forma y la simetría de la molécula, lo que es crucial para comprender su función y comportamiento en diversos contextos (Coan, 2020). Además, el estudio en 3D permite analizar interacciones entre moléculas, como puentes de hidrógeno y fuerzas de Van der Waals, que son fundamentales en la formación de estructuras más complejas y en la comprensión de procesos biológicos como el reconocimiento molecular y la actividad de los fármacos. En general, el enfoque tridimensional proporciona una perspectiva más intuitiva y detallada de las moléculas, lo que abre nuevas posibilidades en el diseño de compuestos, la elucidación de mecanismos de reacción y la exploración de la estructura y función de los sistemas biológicos.

**Duración prevista. Indíquese las fechas de inicio y terminación:**

Septiembre 2023-Julio 2024

**Línea prioritaria (de las bases) en la que se ubica el proyecto:**

Línea prioritaria:**”Estudio y experimentación de nuevas metodologías docentes.”**

También se adecúa a **“Aplicación de las nuevas tecnologías en la formación presencial y on-line.”**

**Resumen:**

Las nuevas tecnologías están revolucionando la forma en que aprendemos y nos relacionamos con el mundo que nos rodea. Uno de los avances más emocionantes es el uso de gafas de RV y de las simulaciones en el campo de la educación, especialmente en el aprendizaje de las ciencias biológicas. Estas tecnologías ofrecen a los estudiantes una experiencia inmersiva y envolvente que les permite explorar y comprender conceptos biológicos de una manera completamente nueva.

Al utilizar las gafas de RV, los estudiantes pueden sumergirse en entornos virtuales que simulan el funcionamiento interno de células, tejidos y órganos, e incluso de un laboratorio totalmente funcional, así como observar procesos biológicos en tiempo real y de manera totalmente tridimensional e inmersiva, lo que les permite comprender mejor cómo interactúan las diferentes estructuras y cómo se producen los cambios a nivel macroscópico, microscópico o atómico.

Además, las gafas de RV también ofrecen la posibilidad de realizar visitas virtuales, tanto a ecosistemas naturales como a laboratorios virtuales donde realizar todo tipo de experimentos simulados. El uso de estas herramientas presenta un enorme potencial para facilitar el proceso de enseñanza y aprendizaje.

El **objetivo** de este proyecto es **implementar clases prácticas utilizando herramientas de realidad virtual y simulación** en asignaturas como Biología celular, Biología molecular y Bioquímica en los grados en Biotecnología y Medicina, realizando las técnicas con los alumnos y evaluando el resultado del proceso de enseñanza y aprendizaje, así como el grado de satisfacción de los alumnos. Este tipo de herramientas inmersivas atraen la atención de nuestros estudiantes y no debemos dejar de lado ese potencial para facilitar su aprendizaje en asignaturas tradicionalmente más complejas como las biológicas.

**Objetivos:**

1. Diseñar prácticas de laboratorio virtual utilizando gafas de realidad virtual y plataformas de simulación.
2. Facilitar el proceso de aprendizaje creando experiencias inmersivas en las que el estudiante pueda comprender mejor los procesos biológicos, las reacciones químicas y las estructuras de las diferentes macromoléculas
3. Motivar al estudiante en asignaturas más “complejas” como pueden ser Bioquímica, Biología celular y molecular.
4. Contribuir al desarrollo de la competencia digital del estudiante.
5. Evaluar el uso de nuevas plataformas de realidad virtual en las diferentes asignaturas.

**Misión de la Tecnología:**

El uso de las tecnologías inmersivas en la educación tiene el potencial de mejorar la comprensión y retención de la información, aumentar la motivación y el compromiso de los estudiantes, y proporcionar experiencias de aprendizaje más auténticas y relevantes. Aunque la investigación específica sobre el uso de Nanome.io y Spatial.io en la educación es aún limitada, hay un creciente volumen de estudios que respaldan el uso de la realidad virtual y otras tecnologías inmersivas como herramientas para la práctica docente. El uso de estas tecnologías aún se encuentra en una etapa temprana, y tampoco existe aún un consenso de si es preferible implementarlo en la parte práctica o teórica de la asignatura, pero es un hecho que son herramientas que pueden aportar mucho al aprendizaje del alumno.

**Barreras/impulsores:**

La Universidad Católica de Murcia (UCAM) comprendió hace años el impacto docente que estas herramientas digitales podrían tener en la docencia de sus alumnos y, por ello creó el Departamento de Multimedia en 2019. Desde su XR Lab, este departamento trabaja estrechamente con los profesores de diferentes grados para proporcionar la tecnología y el diseño necesarios para llevar a cabo sus clases, adoptando así tecnologías inmersivas en el Metaverso.

Estas tecnologías, que incluyen la realidad virtual (RV), la realidad aumentada (RA) y la realidad mixta (RM), están transformando la forma en que docentes universitarios de la UCAM enseñan y aprenden, permitiendo experiencias educativas más ricas y profundas.

**Métodos y técnicas utilizadas:**

Una de las plataformas que actualmente dispone la UCAM es **Nanome.io (**[**https://nanome.ai/**](https://nanome.ai/)), una plataforma colaborativa que permite a los usuarios cargar y manipular moléculas y estructuras directamente desde Protein Data Bank (PDB), la colección más completa de estructuras tridimensionales de moléculas biológicas. Esta plataforma es multiusuario y accesible tanto a través de gafas de RV como desde un ordenador. La capacidad de interactuar con modelos moleculares en un espacio tridimensional e inmersivo ofrece una comprensión más profunda de las estructuras y procesos biológicos, lo que es particularmente útil en campos como la Bioquímica y la Biología molecular. **Nanome.io** permite a los estudiantes explorar y manipular modelos moleculares de una manera que sería imposible en un laboratorio tradicional. Por ejemplo, pueden acercarse a una molécula para ver sus átomos y enlaces en detalle, girarla para verla desde diferentes ángulos, e incluso desmontarla para ver cómo se ensamblan sus componentes. Esta capacidad para interactuar con las moléculas de una manera tan directa y tangible puede ayudar a los estudiantes a entender conceptos abstractos y complejos de una manera más intuitiva y memorable.

Además, utilizamos Spatial.io (<https://www.spatial.io/>), una plataforma flexible que nos permite diseñar y personalizar escenarios y objetos, así como incorporar interactividad. En Spatial podemos cargar diversos elementos y moléculas, así como objetos 3D, imágenes, vídeos, fotos, PDFs interactivos, etc. Esta capacidad para personalizar el entorno de aprendizaje y presentar información de formas diversas y atractivas mejora la participación y el compromiso de los estudiantes.

Spatial.io permite a los estudiantes explorar e interactuar con un entorno de aprendizaje digital personalizado. Por ejemplo, pueden caminar por un escenario virtual, recoger y manipular objetos digitales, y ver información y medios de comunicación que están incrustados en el entorno. Esta capacidad para moverse y actuar de forma natural en el entorno de aprendizaje hacen que la experiencia de aprendizaje sea más inmersiva y atractiva.

Finalmente, para las prácticas de simulación en el laboratorio contamos con la herramienta **Labster (**[**https://www.labster.com/**](https://www.labster.com/)**),** accesible a través de cualquier navegador, así como a través de RVl, utilizando dispositivos que permiten una visualización tridimensional interactiva. Labster es un laboratorio virtual de simulaciones científicas creado para el aprendizaje integrado mediante el uso de simulaciones de laboratorio y componentes de juego (gamificación), que reproducen situaciones reales a través de laboratorios virtuales inmersivos en 3D seleccionables por el usuario. Así, Labster permite una enseñanza activa de una manera atractiva y más efectiva, proporcionando experiencias reales de laboratorio con un coste mínimo en comparación con el de un laboratorio real. Labster, por tanto, ayuda a los alumnos a comprender conceptos en base a la realización de tareas que difícilmente podrían ser incluidas en una docencia tradicional, por no ser coste-efectivos (tiempo y coste de los experimentos).

Lo más reseñable de estas tecnologías es que los estudiantes aprenden el doble cuando la docencia tradicional se complementa con laboratorios virtuales (Bonde et al,, 2014), viéndose más beneficiados de este proceso, los alumnos con peores conocimientos previos (Figura 1, Makransky et al., 2016)



*Figura 1. Mejoría en el conocimiento de los alumnos en función de su conocimiento previo. (Makransky et al., 2016).*

En nuestras simulaciones de laboratorio virtual, los estudiantes podrán trabajar a través de historias de casos de la vida real, interactuar con equipos de laboratorio "reales", realizar experimentos y aprender a través de preguntas teóricas y cuestionarios.

ImplementandoLabster, los estudiantes podrían explorar las ciencias de la vida a nivel molecular. Los laboratorios virtuales presentan la ventaja de que no están limitados por el tiempo de los procedimientos (por ejemplo, una PCR puede tardar 3 horas) o los costes de un laboratorio ordinario (un termociclador para qPCR puede costar 30.000€), de manera que los estudiantes pueden experimentar con equipos de laboratorio de última generación en un entorno de aprendizaje seguro y realizar experimentos que, por lo general, no son posibles de forma individualizada.

**Impacto, sostenibilidad y exportabilidad:**

El proyecto supone una gran innovación en la metodología docente de las asignaturas de Bioquímica, Biología Molecular y Biología Celular. Esta innovación va encaminada a mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje en estas asignaturas, acercando al alumno a conceptos que, estudiados de otra manera, se tornan abstractos y mucho más complejos. El proyecto es sostenible en el tiempo, ya que las estructuras y materiales necesarios para su realización ya están disponibles en nuestra Universidad (licencias adquiridas), siendo el coste-efectividad muy pequeño. Este proyecto está inicialmente pensado para las asignaturas nombradas anteriormente, pero la metodología puede ser utilizada en otras asignaturas como Ingeniería Genética o Ingeniería de Proteínas. Del mismo modo, una vez implementada esta tecnología en los grados de Medicina y Biotecnología, podrá ser utilizada por otros grados de la Universidad, tales como cómo Farmacia, Odontología y Nutrición, donde también se imparten asignaturas como una carga química importante.

**Plan de trabajo:[[1]](#footnote-0)**

A continuación se detalla la lista de tareas a completar y miembros del equipo implicados en cada una:

* T.1 Diseñar actividades en realidad virtual en la plataforma Spatial.io para las asignaturas de Biología Molecular, Biología Celular y Bioquímica del grado en Biotecnología. SMS, TGM, PLG
* T.2 Diseñar actividades en realidad virtual en la plataforma Nanome.io para las asignaturas de Bioquímica y Biología Molecular SMS, RZP, PLG
* T.3 Elegir las simulaciones más oportunas de Labster para las diferentes asignaturas. SMG, RRR, BAG
* T.4 Llevar a cabo las prácticas diseñadas en simulación y realidad virtual en las diferentes asignaturas. SMS, TGM, RRR, RZP, BAG
* T.5 Evaluar los resultados del proceso de enseñanza-aprendizaje con las diferentes actividades en los alumnos SMS, TGM, RRR, RZP, BAG
* T.6 Evaluar el grado de satisfacción de los alumnos con las herramientas utilizadas. SMS, TGM, SMG, RRR, RZP

**Cronograma del proyecto:[[2]](#footnote-1)**

El proyecto se llevará a cabo de **septiembre de 2023 a julio de 2024**

| **Sep** | **Oct** | **Nov** | **Dic** | **Ene** | **Feb** | **Mar** | **Abr** | **May** | **Jun** | **Jul** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **T1** | **T1** |  |  | **T1** |  |  |  |  |  |  |
| **T2** | **T2** | **T2** |  | **T2** |  |  |  |  |  |  |
| **T3** |  |  |  | **T3** |  |  |  |  |  |  |
|  | **T4** | **T4** | **T4** |  | **T4** | **T4** | **T4** | **T4** |  |  |
|  |  |  |  | **T5** |  |  |  |  | **T5** |  |
|  |  |  |  | **T6** |  |  |  |  | **T6** | **T6** |

**Experiencia previa del equipo en el tema y bibliografía consultada:**

A continuación, se muestran fragmentos de vídeos con las herramientas que ya han sido utilizadas por el equipo propuesto:

**Mozilla Hubs**

[Clase inmersiva del Coronavirus en Mozilla Hubs](https://www.youtube.com/watch?v=ikvPKzKHHeQ&list=PL2QNr7HdTKjvAQWfpwuBfdtukPqDDzF7F)

**Nanome:**

[Clase en el Grado en Medicina con Nanome en VR](https://www.youtube.com/watch?v=uk70cm17gcc&list=PL2QNr7HdTKjvAQWfpwuBfdtukPqDDzF7F&index=21)

**Spatial:**

[Clase sobre el Coronavirus en el Metaverso](https://www.youtube.com/watch?v=UgKUqvn5kxo&list=PL2QNr7HdTKjvAQWfpwuBfdtukPqDDzF7F&index=16)

**Trabajos relevantes:**

Barrow, J., Hurst, W., Edman, J., Ariesen, N., & Krampe, C. (2023). Virtual reality for biochemistry education: the cellular factory. *Education and Information Technologies*, 1-26.

Pérez Rubio, M. T., González Ortiz, J. J., López Guardiola, P., Alcázar Artero, P. M., Soto Castellón, M. B., Ocampo Cervantes, A. B., & Pardo Ríos, M. (2023). Realidad virtual para enseñar reanimación cardiopulmonar en el Grado de Educación Primaria. Estudio comparativo. RIED-Revista Iberoamericana De Educación a Distancia, 26(2). <https://doi.org/10.5944/ried.26.2.36232>

**(Incluir trabajos más relevantes relacionados con el tema a abordar.)**

**Justificación del presupuesto:**

1) Material inventariable y bibliografía.

Compra de modelos 3D en la plataforma Sketchfab (<https://sketchfab.com/>) 100€

Adquisición de licencia premium de nanome.io 100€

Compra de licencias adicionales de Labster: 400 euros

2) Material fungible.

3) Viajes y Dietas.

4) Otros gastos.

**Instalaciones, instrumentos y técnicas disponibles para el desarrollo del proyecto:**

En cuanto al hardware, contamos con gafas de realidad virtual como las Meta Quest 2, Quest Pro, Rift 1, chalecos hápticos, etc.

Más concretamente, la UCAM cuenta ya con 15 gafas Meta Quest 2. Las gafas de RV permiten a los estudiantes sumergirse completamente en el entorno de aprendizaje digital. Pueden mirar alrededor del entorno como si estuvieran realmente allí, moverse por el entorno de forma natural, e interactuar con objetos digitales como si fueran objetos reales. Los chalecos hápticos proporcionan retroalimentación táctil, lo que puede hacer que las interacciones con los objetos digitales sean más realistas y satisfactorias.

Las gafas Meta Quest 2 son un dispositivo de VR autónomo que ofrece una experiencia inmersiva de alta calidad. Cuentan con una pantalla LCD de 1832x1920 píxeles por ojo, lo que brinda una nitidez y claridad visual impresionantes. Equipadas con un procesador Qualcomm Snapdragon XR2 y 6 GB de RAM, estas gafas son capaces de ejecutar aplicaciones y juegos VR exigentes sin problemas. Además, tienen un sistema de seguimiento de movimiento con seis grados de libertad (6DoF), lo que permite a los usuarios moverse en el espacio e interactuar con objetos virtuales de forma natural. Las gafas Meta Quest 2 también incluyen controladores táctiles intuitivos y ergonómicos, así como audio espacial integrado para una experiencia de sonido envolvente. Con su capacidad inalámbrica y la amplia biblioteca de contenido disponible en la tienda Oculus, las gafas Meta Quest 2 ofrecen una puerta de entrada accesible y emocionante al mundo de la realidad virtual.

**Infraestructuras de la Universidad necesarias para el desarrollo del proyecto**

La UCAM cuenta con una sala específicamente preparada con internet de alta velocidad y baja latencia donde llevamos a cabo las clases conjuntas y donde cada alumno entra en las experiencias con su propia gafa de RV y su espacio virtual (ver vídeos demostrativos).

La sala cuenta con un espacio diáfano donde pueden realizar la experiencia grupos de 15 alumnos, que es el número aproximado de alumnos que suelen formar parte de los subgrupos de prácticas para casi todas las asignaturas. Son grupos reducidos que facilitan aún más el aprendizaje inmersivo.

Se utilizarían además las salas API para el acceso a los simuladores de laboratorios en los casos en los que no se utilicen conjuntamente con las gafas de realidad virtual

**Bibliografía más relevante:**

Barrow, J., Hurst, W., Edman, J., Ariesen, N., & Krampe, C. (2023). Virtual reality for biochemistry education: the cellular factory. *Education and Information Technologies*, 1-26.

Bonde, M. T., Makransky, G., Wandall, J., Larsen, M. V., Morsing, M., Jarmer, H., & Sommer, M. O. (2014). Improving biotech education through gamified laboratory simulations. Nature biotechnology, 32(7), 694-697.

Coan, H. A., Goehle, G., & Youker, R. T. (2020). Teaching biochemistry and molecular biology with virtual reality—lesson creation and student response. *Journal of Teaching and Learning*, *14*(1), 71-92.

García-Ruiz, M. Á., Bustos-Mendoza, C., Andrade-Aréchiga, M., & Acosta-Díaz, R. (2006). Panorama de la realidad virtual aplicada a la enseñanza de propiedades moleculares. Educación química, 17(1), 114-120.

Hoffman H., & Vu D. (1997). Virtual reality: Teaching tool of the twenty-first century? *Journal of the Association of American Medical Colleges, 72*(12), 1076–1081.

Moreno, A. L. (2015). Retos en la enseñanza de la biología molecular y la bioquímica en las carreras del área de la salud. Revista Boletín Redipe, 4(9), 26-39.

Makransky, G., Bonde, M. T., Wulff, J. S., Wandall, J., Hood, M., Creed, P. A., ... & Nørremølle, A. (2016). Simulation based virtual learning environment in medical genetics counseling: an example of bridging the gap between theory and practice in medical education. BMC medical education, 16(1), 1-9.

Pérez Rubio, M. T., González Ortiz, J. J., López Guardiola, P., Alcázar Artero, P. M., Soto Castellón, M. B., Ocampo Cervantes, A. B., & Pardo Ríos, M. (2023). Realidad virtual para enseñar reanimación cardiopulmonar en el Grado de Educación Primaria. Estudio comparativo. RIED-Revista Iberoamericana De Educación a Distancia, 26(2). <https://doi.org/10.5944/ried.26.2.36232>

1. Se detallarán las fases del proyecto y las tareas que se incluyan en las mismas, así como la participación de cada investigador. [↑](#footnote-ref-0)
2. El cronograma consistirá en una representación gráfica del Plan de Trabajo que incluya cada una de sus fases y tareas dentro del calendario del proyecto. [↑](#footnote-ref-1)