

Memoria de proyectos de innovación y buenas prácticas docentes

A. Datos generales del proyecto de innovación y buenas prácticas docentes			
Título	Técnicas basadas en las tecnologías de Biorélicas impresas en 3D y Realidad Aumentada de alteraciones anatómicas y disfunciones fisiológicas para la mejora docente en las asignaturas de Anatomía y Fisiología		
Código	20-29	Fecha de Realización:	16/09/2021 - 30/05/2021 (Curso 20/21)
Coordinación	Apellidos	Domínguez Vías	
	Nombre	Germán	
Tipología	Tipología de proyecto	Básicos FASE 1	
	Rama del Conocimiento	Ciencias de la Salud	
	Línea de innovación	1) Adecuación de la docencia e innovación educativa a la sociedad actual 2) Investigación docente y transferencia del conocimiento	
B. Objetivo Principal			
<p>El origen del proyecto tenía como objetivo principal la realización de un análisis propio y un plan de mejora docente con tecnologías emergentes de realidad aumentada (RA) y modelado de biorélicas impresas en 3D por deposición fundida (FDM).</p> <p>Los objetivos planteados pudieron alcanzarse y realizarse satisfactoriamente con resultados significativos en la evaluación de conocimientos y con los modelos de satisfacción y utilidad en el aprendizaje.</p> <p>Se detalla, a continuación, los logros o alcances de impacto positivo/negativo por objetivo.</p> <p><u>Objetivo nº1: Conseguido.</u></p>			
	Objetivo nº 1	<i>Identificar los requisitos que deben satisfacer la instrumentación y los modelos para las clases teóricas, prácticas-seminarios de las distintas asignaturas (Anatomía Humana, Fisiología I) y la dirección de TFG / TFM.</i>	
Indicador que empleará para cuantificar la consecución de objetivos:	Informe consensuado del profesorado participante.	Objetivo final: Identificar los requisitos técnicos que deben satisfacer el sistema de visualización de elementos virtuales sobre el medio real (personas, objetos, marcadores, guiones, etc) junto con la elaboración de maquetas o modelos 3D para su uso sobre RA e impresión de réplicas exactas de partes del individuo durante las clases teóricas y prácticas/seminarios de las asignaturas y TFG/TFM. Para la demostración <<in vivo>> a alumnos que quieran participar en la segmentación y renderización 3D de estructuras anatómicas como manos, brazos o cabeza, se realizarían con consentimiento expreso.	
Valor numérico máximo que puede tener el indicador:	De 0-10: 10, máximo rango de sostenibilidad con respecto a la metodología de enseñanza tradicional.		
<p>El coordinador mantuvo contacto con el equipo participante para explicar las ideas del proyecto, con una primera inmersión en las tecnologías emergentes y empleando algunos modelos como prototipos de aprendizaje. Esta acción consolidó los beneficios de esta propuesta, pero mucho antes de esta, el responsable tuvo que hacer una revisión sistemática intensa sobre el estado del arte de la RA y de la impresión aditiva para demostrar a sus colaboradores que la incorporación de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en los procesos de enseñanza y aprendizaje en los grados universitarios estaban desplazando paulatinamente al método tradicional, ofreciendo un carácter innovador y pionero en el Campus de Ceuta.</p> <p>Se analizaron diversas aplicaciones (App) para dispositivos móviles, así como softwares, con licencia gratuita y de pago (figura 1). Era crucial la facilidad de manejo y, sobre todo, aplicación universal de confianza y de carácter libre y gratuito en la descarga dado que el principal protagonista es el propio alumnado. Además de la gratuidad, era importante la mayor compatibilidad en los diferentes dispositivos móviles de los alumnos. Sin embargo, las dificultades fueron numerosas, aparecidas en forma de dificultades técnicas, desaparición y desactivación de aplicaciones excelentes para la docencia como ocurrió con la APP HP REVEAL (antiguo Aurasma), problemas con</p>			

la red wifi, indiferencia o dejadez por parte del alumnado para no seguir las instrucciones y descargar App (antes y/o durante la clase), etc (figura 2).

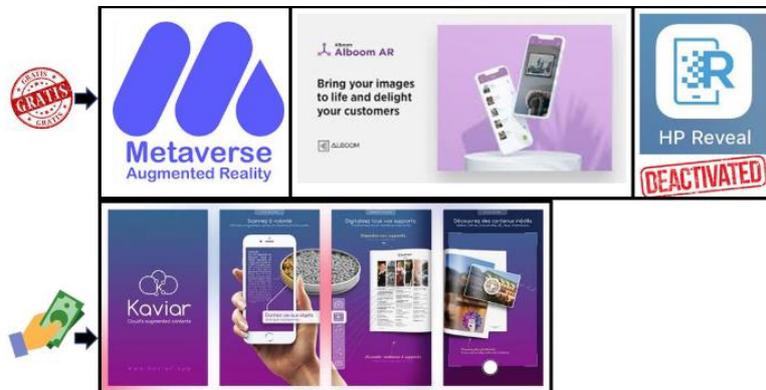


Figura 1. Apps de RA gratuitas o de pago.

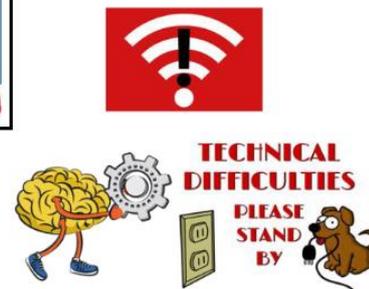


Figura 2. Dificultades con la técnica RA por parte del alumnado.

Se empleo la app Metaverse, pero dada las constantes desconexiones de EDUROAM, finalmente se optó por una aplicación clásica de RA (Aumentathy Author) por su sencillez y elevada resolución para nuestros objetivos planteados. Mediante diversos marcadores de nivel 1 se proyectaban figuras 3D anatómicas para la explicación y percepción del contenido curricular (figura 3). Aumentathy Author Creative® aseguraba la captación de la atención del público con la proyección de su contenido. De esta forma el aprendizaje que se consiguió fue colectivo, permitiendo la discusión grupal.



Figura 3. Software de RA <<Aumentathy Author>> y sus disparadores (markers).

Objetivo nº2: Conseguido.

Objetivo nº 2		<i>Puesta a punto de los modelos 2D/3D: recursos para la impresión de bioréplicas y RA con la creación de códigos y marcadores (trackers)</i>
Indicador que empleará para cuantificar consecución de objetivos:	que para la de	Extracción de figuras 3D de escaneados reales de casos clínicos de pacientes por tomografía computarizada (TAC), escáner de resonancia magnética (RM) mediante archivos DICOM, o mediante la técnica de fotogrametría. Modelaje de figuras 3D (archivos) o búsqueda alternativa en bases de datos para su conversión a archivos de impresión en 3D (archivos g-code) y validación a través de códigos (QR, nivel 0), marcadores (marcas, nivel 1 y 3) y/o fotografías impresas (Markerless, nivel 2) para las clases teóricas, prácticas-seminarios. <u>Objetivo final:</u> Originar recursos de RA y de bioréplicas (g-codes) como archivos con materiales audiovisuales (2D/3D) que ayuden a la comprensión de la materia curricular. Todo material audiovisual que describan procesos será subtítuloado para personas con discapacidad auditiva. En el caso de que haya asistencia de alumnos de otros países, se les facilitará el mismo material en inglés o subtítuloado en inglés (en el caso de ser material audiovisual de producción propia).
Valor máximo que puede tener el indicador:	numérico	De 0-10: 10, máximo rango de sostenibilidad con respecto a la metodología de enseñanza tradicional. Una vez desarrollada las plantillas pueden ser reutilizadas para los siguientes cursos y son fáciles de modificar.

En función de las impresiones de bioréplicas 3D y distintos niveles de RA que fue empleado en este proyecto, mediante códigos QR (nivel 0) a marcadores de nivel 1 (markers), éstos favorecieron el aprendizaje. Definitivamente ayudó a los discentes a enfrentarse a situaciones que en la docencia tradicional sería incapaz de describir o mostrar.

Crear de cero el material supone manejar y dominar multitud de técnicas, que implican conocimientos de renderización digital por técnicas de fotogrametría, de escáner 3D, de archivos DiCOM, etc (figura 4). La renderización consigue todo tipo de detalles de diferentes estructuras reales. Véase como ejemplo, en las figuras 4 y 5, la captura digital en 3D del rostro del coordinador de este proyecto para la puesta a punto de la técnica mediante distintos sistemas. Actualmente, se sigue desarrollando un TFM con estas técnicas de renderización.

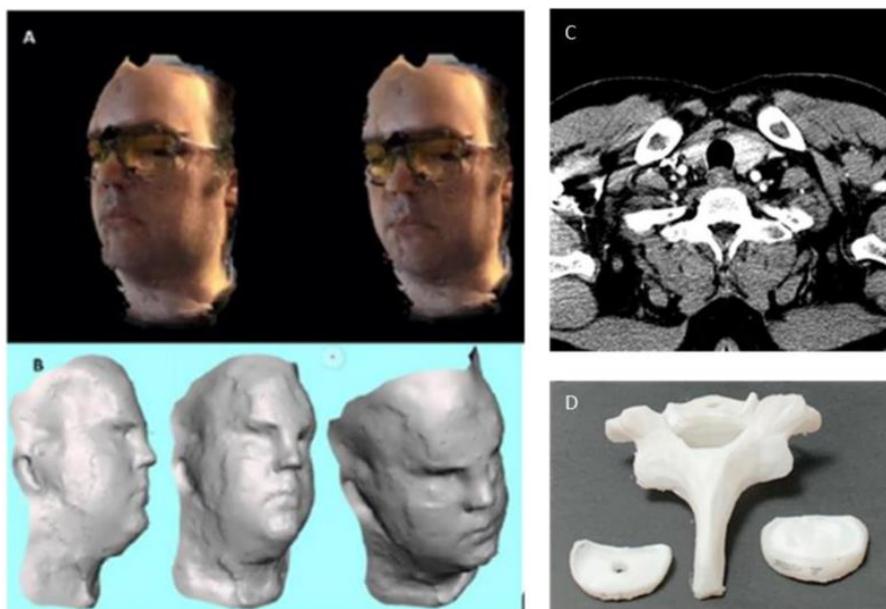


Figura 4. (A-B) Renderización de la cara del coordinador por fotogrametría para su postprocesado con programas asistidos por computadora (CAD). (C) Imagen tomográfica para renderización anatómica de vértebras cervicales. (D) Resultado de la renderización cervical e impresión real de la bioréplica de una vértebra cervical y sus discos intervertebrales.

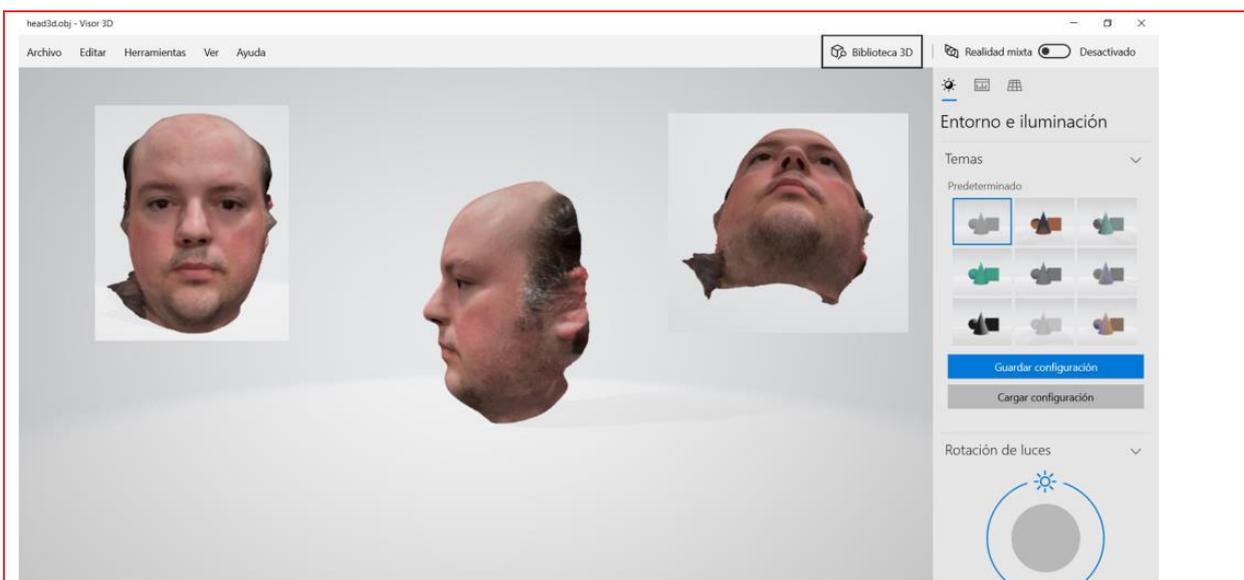


Figura 5. Diferente sistema de captura por fotogrametría con mayor depurado (sensibilidad y especificidad) en el renderizado de la cámara coordinador.

Para los objetos 3D se optó por crearlos o modificar piezas originales en acceso abierto, depositados por otros autores, para su libre acceso y alteración. Por ejemplo, para la fotogrametría se optó por usar una cámara réflex y el programa Meshlab®, a pesar de la dificultad que conlleva la técnica. En otro caso, no siempre se consigue los resultados deseados y se puede llegar a conseguir resultados más someros, pero igualmente válidos, por otras vías con el uso de app móviles. Para la modificación de estos renderizados virtuales se trabajó con un programa complejo de diseño gráfico y modelaje en 3D como es Meshmixer®.

Objetivo nº3: Conseguido.

Objetivo nº 3		<i>Realización y desarrollo de las tecnologías emergentes sobre las clases teóricas, prácticas-seminarios (fase de implementación)</i>
Indicador que empleará para cuantificar la consecución de objetivos:	que para la consecución de	Guiones renovados con documentación asociada a las prácticas-seminarios y a los objetivos curriculares del temario. Objetivo final: Incorporar las TICs en los guiones de prácticas-seminarios, así como durante el desarrollo de las clases y TFGs/TFMs, para facilitar cambios metodológicos que conduzcan a la mejora de la impartición de conceptos docentes de la asignatura, que son difíciles de asimilar por distintas complejidades.
Valor numérico máximo que puede tener el indicador:		De 0-10: 10, máximo rango de sostenibilidad con respecto a la metodología de enseñanza tradicional. Una vez desarrollada los nuevos guiones pueden ser reutilizadas para los siguientes cursos y son fáciles de modificar.

Tal como se ha comentado previamente, la proyección de figuras anatómicas 3D virtuales sobre marcadores (figura 6) y el empleo de bioréplicas impresas (figuras 7-9) tuvieron el propósito principal de profundizar en la explicación de un tema de interés (píldoras formativas), así como proporcionar información adicional de procesos fisiológicos y alteraciones anatómicas. Durante la realización de prácticas de laboratorio y/o seminarios, con una duración de 2 horas cada sesión, el conjunto de estas técnicas reforzaban significativamente el conocimiento de las asignaturas básicas de primer año (<<Anatomía Humana>> y << Fisiología I>>; piedras angulares del resto de asignaturas del grado de enfermería) y ayudó a la comprensión de conceptos básicos en estudiantes que todavía carecían de dichos conocimientos durante el primer año de su itinerario académico porque: 1) o bien era materia avanzada de años posteriores, o 2) dentro de la propia asignatura la docencia práctica/seminario llegaba a adelantarse mucho antes de la explicación teórica en clase. En base a la materia avanzada, esos problemas eran

debidos fundamentalmente a que reciben docencia que se apoya en casos clínicos, pero no tienen todavía acceso al trato real con pacientes, ni de la misma forma a la observación directa del funcionamiento fisiopatológico del organismo. Actualmente se está desarrollando un TFM del Máster de Educación Secundario (alumno: Juan José Aguilar Álvarez) para comprobar la eficacia de la obtención de recursos digitales por fotogrametría, como es el caso de un objeto de elevadas dimensiones (silla de entrenamiento para personas de reducida movilidad) (ver figura 2, **E. Difusión y aplicación del proyecto a otras áreas de conocimiento y universidades**).



Figura 6. Ejemplo de RA con Aumentaty Author®, donde se superpone una figura virtual (lengua) sobre una imagen real (marcador de nivel) en un seminario práctico de <<Sentidos y Sensibilidad: el gusto>>, impartido en la asignatura de Fisiología I del grado de Enfermería Facultad de Ciencias de la Salud (Ceuta).



Figura 7. Ejemplo de bioréplicas para bloques tórax y abdomen.



Figura 8. Ejemplo de bioréplicas para bloques huesos de la cabeza, base del cráneo y las siete vértebras cervicales.

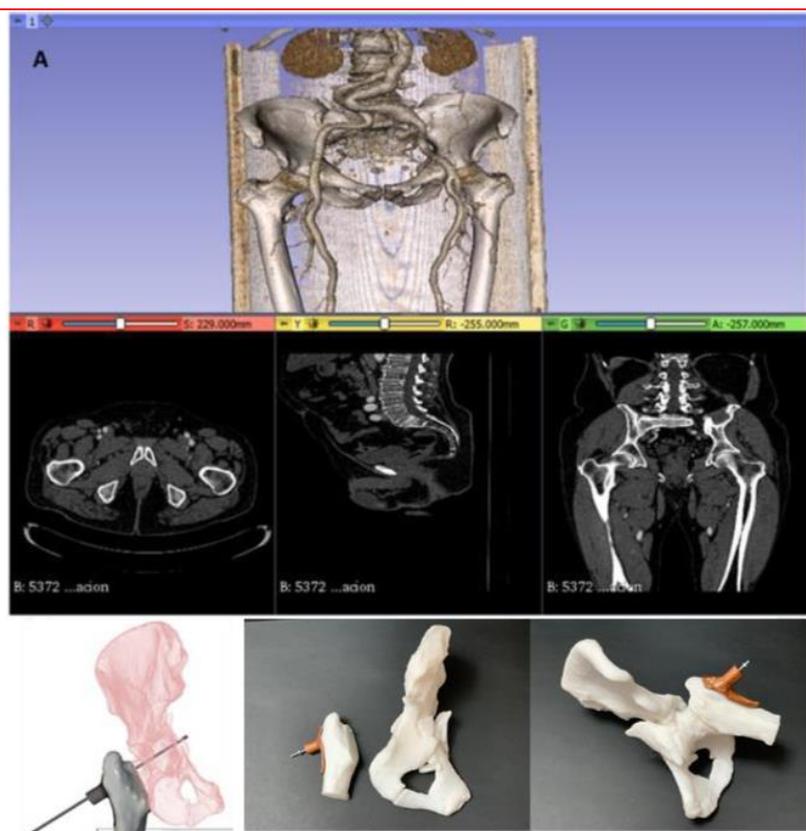


Figura 9. Ejemplo de segmentación a partir de un archivo DICOM, para extraer el renderizado de una fractura de cadera. Además, se ilustra e imprime un diseño propio de una guía quirúrgica para explicar en clase herramientas para el abordaje de fracturas. Esto implica un nuevo concepto, la pre-iniciación a la investigación en los discentes.

Objetivo nº4: Conseguido.

Objetivo nº 4		<i>Evaluar los beneficios para la docencia en un grupo de alumnos de las asignaturas implicadas.</i>
Indicador que empleará para cuantificar la consecución de objetivos:	que para la de	Encuesta de satisfacción/resultados del alumnado y canal de comunicación. Además, para evaluar la eficacia de la técnica se pasarán diferentes cuestionarios: (a) <<Modelo de aceptación de la tecnología (TAM)>> para el análisis de aceptación de la tecnología; (b) <<Encuesta de motivación de materiales de instrucción (IMMS)>> para la valoración del alumnado por el uso de estas tecnologías.
Valor numérico máximo que puede tener el indicador:	De 0-10: 10, máximo rango de sostenibilidad.	<u>Objetivo final del indicador:</u> Evaluar el grado de satisfacción del alumnado, su grado de aprendizaje con respecto al método tradicional, y la eficacia de la implantación de estas técnicas emergentes en el aula.

Objetivo nº4 explicado con más detalles en el punto 6.16. de esta memoria, a través de la evaluación de conocimientos y encuestas mediante modelo de aceptación tecnológica (TAM) y encuesta de motivación de materiales de instrucción para la valoración del uso tecnológico (Instructional Material Motivational Survey (IMMS)).

Objetivo nº5: en desarrollo.

Objetivo nº 5		<i>Transferencia de conocimientos. Transmitir la experiencia y metodología a compañeros y profesores noveles mediante demostración.</i>
Indicador que empleará para cuantificar la consecución de objetivos:	que para la de	Objetivo final: Transmitir la experiencia de creación y desarrollo de las técnicas de RA e impresión de biorélicas en la docencia al resto de PDI para que pueden aprender e incorporar esta tecnología innovadora a distintas áreas curriculares de la Universidad de Granada (desde áreas de ciencias a humanidades). A su vez, depositar bajo licencia <i>Creative Commons</i> en repositorios de la UGR archivos de material 3D para compartir, descargar o posibilitar su mejora, con la comunidad educativa y estar disponibles para su impresión quien lo necesite, para ser reutilizados en la docencia de otras facultades de la UGR sin fines comerciales.
Valor máximo que puede tener el indicador:	numérico	De 0-10: 10, máximo rango de sostenibilidad. Oportunidad de formación básica a docentes e implantación de estas tecnologías en distintas áreas de conocimiento de la Universidad de Granada.

Los resultados obtenidos en este proyecto son fácilmente reproducibles mediante la evaluación de conocimientos después de aplicar las tecnologías emergentes. De igual manera, también son aplicables a la metodología aplicada mediante encuestas validadas para la evaluación de la Aceptación Tecnológica (TAM) y la Motivación en el aprendizaje (IMMS) (figura 1). Para más información sobre la difusión de estos resultados, vaya al apartado **E. Difusión y aplicación del proyecto a otras áreas de conocimiento y universidades.**



Modelo de aceptación tecnológica (TAM) e Instruional Material Motivational Survey (IMMS) en ANATOMÍA / FISIOLÓGIA

Marca con una X si eres: **Hombre** o **Mujer**

- 1) ¿Sabes que es la Realidad Aumentada (RA)? SI NO
- 2) ¿Has trabajado alguna vez con RA? SI NO
- 3) ¿Sabes que son las biorélicas? SI NO
- 4) ¿Has trabajado alguna vez con biorélicas? SI NO

Dimensión	Definición
Utilidad Percibida (UP)	Grado en que un alumno cree que el uso de la RA mejorará su aprendizaje y sus habilidades académicas.
Facilidad de uso (FU)	Grado en que el alumno cree que la RA es fácil de usar y no requiere grandes esfuerzos.
Actitud percibida (A)	Grado en el que la actitud hacia la RA es percibida como favorable.
Actitud de uso (IU)	Sentimiento positivo o negativo respecto al uso de la RA en clase.
Intención de Uso (IU)	Grado en que el alumno tendría planes para utilizar o no la RA en un futuro.

ANTES DE USAR REALIDAD AUMENTADA Y BIOREPLICAS (Rellena este apartado antes de empezar el seminario)

Valoración: 1 (extremadamente improbable/en desacuerdo) – 7 (extremadamente probable/de acuerdo)

4 (Ni de acuerdo ni en desacuerdo (NEUTRO))

	RA (de 1 a 7)	Biorélicas (de 1 a 7)
UP Utilidad Percibida		
UP1. Aprendo mejor cuando se usa en clase la RA y las biorélicas		
UP2. Saco mejores notas cuando se usa en clase la RA y las biorélicas		
UP3. Comprendo mejor las explicaciones de clase con la RA y las biorélicas		
UP4. La RA y las biorélicas son útiles cuando se está aprendiendo		
UP5. El uso de la RA aumenta mis ganas de trabajar en clase		
FU Facilidad de Uso percibida		
FU6. La RA y las biorélicas son fáciles de usar		
FU7. Usar RA y biorélicas no es un problema para mí		
FU8. Entiendo cómo usar la RA y las biorélicas en clase		
D Disfrute percibido		
D9. Usar RA y biorélicas en clase es divertido		
D10. Me gustó usar RA y biorélicas en clase		
D11. Usar RA y biorélicas me permite aprender jugando		
A Actitud de uso		
A12. La RA y las biorélicas hace que aprender sea más interesante y emocionante		
A13. Me aburre usando la RA y las biorélicas en clase		
A14. Creo que usar la RA y las biorélicas es una buena idea		
IU Intención de Uso		
IU15. Me gustaría volver a utilizar la RA y las biorélicas en clase si tuviera oportunidad		
IU16. Me gustaría usar la RA y las biorélicas para aprender otros temas o asignaturas		



Modelo de aceptación tecnológica (TAM) e InstruccionaI Material Motivational Survey (IMMS) en ANATOMÍA / FISIOLÓGÍA

DESPUES DE USAR REALIDAD AUMENTADA Y BIOREPLICAS (Rellena este apartado al acabar el seminario)

Valoración: 1 (extremadamente improbable/en desacuerdo) – 7 (extremadamente probable/de acuerdo)	4 (Ni de acuerdo ni en desacuerdo (NEUTRO))	RA (de 1 a 7)	Biorélicas (de 1 a 7)
UP Utilidad Percibida			
UP1			
UP2			
UP3			
UP4			
UP5			
FU Facilidad de Uso percibido			
FU6			
FU7			
FU8			
D Disfrute percibido			
D9			
D10			
A Actitud de uso			
A12			
A13			
A14			
IU Intención de Uso			
IU15			
IU16			

Valoración: 1 (extremadamente improbable/en desacuerdo) – 7 (extremadamente probable/de acuerdo)	Valoración:
01	
02	
03	
04	
05	
06	
07	
08	
09	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	
31	
32	
33	
34	
35	
36	

2

Figura 1. Encuestas validadas tipo Likert, con valores de 01 (extremadamente improbable/en desacuerdo) a 07 (extremadamente probable/de acuerdo) de aceptación tecnológica (TAM) y de motivación de materiales de instrucción para la valoración del uso tecnológico (IMMS) para conocer la percepción y uso por parte de los discentes.

C. Descripción del proyecto de innovación y buenas prácticas docentes

Resumen del proyecto realizado: Objetivos, metodología, logros alcanzados, aplicación práctica a la docencia habitual, etc.

Este proyecto tiene como objetivos revelar los factores que ayudan a integrar el binomio enseñanza-aprendizaje empleando las tecnologías de realidad aumentada (RA) y el modelaje de biorélicas, preferiblemente a través de imágenes digitales de pacientes reales.

Los entornos de aprendizaje elegidos fueron las asignaturas del departamento de fisiología en el Campus de Ceuta ("Anatomía Humana" y "Fisiología I"), impartidas en el grado de enfermería de la Universidad de Granada. Junto con las clases tradicionales, en prácticas y seminarios se complementó la docencia tradicional con la tecnología emergente para comprobar los resultados que podrían tener en el aprendizaje del discente, además de comprobar su apreciación ante la utilidad percibida y satisfacción. Las encuestas utilizadas fueron de tipo Likert, con valoraciones del 1 al 7, siendo el valor de 1 el más desfavorable. El modelo de aceptación tecnológica (TAM) se pasó a los discentes antes y después de la experiencia. Solo la encuesta de motivación de materiales de instrucción (IMMS) se pasó al finalizar el curso. Además, se valoró el conocimiento mediante una prueba de evaluación al finalizar las asignaturas.

Los resultados mostraron que ambas tecnologías eran igual de eficientes, mejorando el aprendizaje de las materias. Además, estas técnicas permiten que los discentes de primer año de grado puedan correlacionar los

conceptos teóricos con modelos visuales reales. De esa manera profundizan en conceptos difíciles de explicar de manera tradicional, al no permitir su visualización y creación de una imagen mental, y por otro lado porque no tendrían acceso hasta último año de grado, situación donde ocurre un acercamiento real a los pacientes del hospital.

La adquisición de habilidades digitales es esencial para que los estudiantes se incorporen con éxito a un mercado laboral con una creciente demanda de perfiles tecnológicos. Concluimos con la idea de que ayudaría también al bagaje curricular del alumnado colaborador, formándose en estas disciplinas y dando la oportunidad de participar tanto en la producción docente como científica. Ello ayudaría a la consecución de becas competitivas que abran su camino a nuevas posibilidades académicas e industriales.

Aquí se resume brevemente las valoraciones indicadas de todos los resultados aportados. Justo al inicio de la asignatura, los discentes consideraron un desconocimiento elevado de las técnicas y una dificultad elevada en su manejo y entendimiento. Esto le denotaba temor en la comprensión de los contenidos y/o adquisición de las competencias curriculares. La finalización del proyecto mostró una idea significativamente opuesta, considerando que la dificultad era mucho menor, mostrando finalmente una clara satisfacción y utilidad de las técnicas. Junto a ello, es de interés conocer como los discentes solicitaban extender estas técnicas a la totalidad de las asignaturas del grado de enfermería impartidas en la facultad de ciencias de la salud de Ceuta.

Además, la inmensa mayoría consideraba que los elementos de innovación aplicados han favorecido la comprensión de los contenidos y/o adquisición de competencias asociadas a las asignaturas. Eso se transcribe también con los resultados de evaluación de contenidos, que confirma la opinión del alumnado.

Estas técnicas parecen ayudar en la reducción de la brecha digital por género, ayudando en la integración de las carreras STEM al colectivo de alumnas. Además, como apreciación propia del coordinador, subraya que el alumnado con atención a la diversidad dejaba constancia verbal de aprender mejor con este sistema. Este último asunto abre la posibilidad de una nueva línea que debería ser tomado en cuenta para futuros estudios.

Como conclusión, la mayoría de los discentes consideraron favorable la experiencia con este tipo de aprendizaje emergente, describiéndola como una forma útil y diferente que no debería de desaparecer y aplicarla en la totalidad del temario de las asignaturas impartidas y en el resto de asignaturas del centro, donde el departamento de fisiología no tiene competencia. Los discentes apreciaron también su carácter innovador, pareciéndoles interesante, divertido y motivante en su aprendizaje.

Summary of the Project (In English):

This project aims to reveal the factors that help to integrate the teaching-learning binomial using augmented reality (AR) technologies and bioreplica modeling, preferably through digital images of real patients.

The chosen learning environments were the subjects of the physiology department at the Ceuta Campus ("Human Anatomy" and "Physiology I"), taught in the nursing degree at the University of Granada. Along with traditional classes, practices and seminars, traditional teaching was complemented with emerging technology to verify the results that they could have in the student's learning, in addition to checking their appreciation of the perceived usefulness and satisfaction. The surveys used were of the Likert type, with ratings from 1 to 7, with a value of 1 being the most unfavorable. The technology acceptance model (TAM) was passed to the students before and after the experience. Only the Instructional Materials Motivation Survey (IMMS) was passed at the end of the course. In addition, knowledge was assessed through an evaluation test at the end of the subjects.

The results showed that both technologies were equally efficient, improving the learning of the subjects. In addition, these techniques allow first-year students to correlate theoretical concepts with real visual models. In this way, they delve into concepts that are difficult to explain in a traditional way, by not allowing their visualization and creation of a mental image, and on the other hand because they would not have access until the last year of degree, a situation where a real approach to hospital patients occurs.

The acquisition of digital skills is essential for students to successfully enter a job market with a growing demand for technology profiles. We conclude with the idea that it would also help the curricular baggage of the collaborating students, training in these disciplines and giving the opportunity to participate in both teaching and scientific production. This would help the achievement of competitive scholarships that open their way to new academic and industrial possibilities.

The ratings listed for all reported results are briefly summarized here. Right at the beginning of the course, the students considered a high lack of knowledge of the techniques and a high difficulty in handling and

understanding them. This denoted him fear in understanding the content and/or acquiring the curricular competencies. The completion of the project showed a significantly opposite idea, considering that the difficulty was much less, finally showing a clear satisfaction and usefulness of the techniques. Along with this, it is of interest to know how the students requested to extend these techniques to all the subjects of the nursing degree taught at the Faculty of Health Sciences of Ceuta.

In addition, the vast majority considered that the applied innovation elements have favored the understanding of the contents and/or the acquisition of competences associated with the subjects. This is also transcribed with the results of the content evaluation, which confirms the opinion of the students.

These techniques seem to help in reducing the digital divide by gender, helping in the integration of STEM careers to the group of female students. In addition, as the coordinator's own appreciation, he underlines that the students with attention to diversity left verbal evidence of learning better with this system. This last issue opens the possibility of a new line that should be taken into account for future studies.

In conclusion, most of the students considered the experience with this type of emergent learning favorable, describing it as a useful and different way that should not disappear and apply it in the entire syllabus of the subjects taught and in the rest of the subjects of the center, where the physiology department has no jurisdiction. The students also appreciated its innovative character, finding it interesting, fun and motivating in their learning.

D. Resultados obtenidos

RESUMEN:

Los resultados mostraron que ambas tecnologías emergentes eran igual de eficientes, mejorando el aprendizaje de las materias. Además, los alumnos percibieron estas tecnologías como una herramienta útil, fácil de usar, interesante y divertida para su continuo aprendizaje, además de solicitar volver a usarla más veces si tuviera oportunidad o en otras materias. Por último, los discentes también valoraron positivamente todos los ítems que relacionan las tecnologías con atención, relevancia, confianza y satisfacción.

CONCLUSIÓN:

Los resultados mostraron beneficios en el aprendizaje de las materias, además de percibir un grado de aceptación importante en estas tecnologías.

Comentarios:

Las técnicas, procedimientos e instrumentos de evaluación han permitido valorar los resultados finales del proyecto. Inicialmente, antes de comenzar el desarrollo de las tecnologías, se les pasó a los alumnos las encuestas tipo Likert, con valores de 01 (extremadamente improbable/en desacuerdo) a 07 (extremadamente probable/de acuerdo) de aceptación tecnológica (TAM). A la finalización de las prácticas, se volvió a pasar el mismo test junto con otro de motivación de materiales de instrucción para la valoración del uso tecnológico (IMMS) para conocer la percepción y uso por parte de los discentes. Se evaluaron por pruebas pareadas las diferencias ANTES-DESPUÉS de la innovación. Los conocimientos aprendidos con estas técnicas se evaluaron mediante pruebas tipo test en cada una de las asignaturas, marcando a doble ciego las preguntas donde se dieron con clases tradicionales (CONTROL) y usando tecnología (MUESTRA PROBLEMA).

Los estudiantes participantes en la experiencia simulacro de evaluación fueron 111 y 159, que cursaban respectivamente las asignaturas de <<Anatomía Humana>> y <<Fisiología I>>, durante el primer semestre del curso 2020/2021, del primer curso del grado de enfermería, impartido por el Departamento de Fisiología en la Facultad de Ciencias de la Salud (Campus de Ceuta) de la Universidad de Granada.

Se analizaron los datos obtenidos de las encuestas que recogían preguntas, antes y después, de la aplicación de las tecnologías en clase. Para la estadística se usaron los paquetes estadísticos Sigmaplot 11.0® y SPSS 15.0®. En un primer nivel, se hizo un análisis estadístico descriptivo uni-bivariante, con observaciones de las tabulaciones y gráficos junto con las medidas de síntesis habituales para variables con distribución continua (media \pm error estándar), y para variables aleatorias discretas se emplearon tabulaciones y gráficos junto con las medidas de mediana y rangos intercuartílicos (IQR). Los contrastes de hipótesis se hicieron para la comparación de dos medianas mediante la t de student (independientes y pareadas) si la distribución es normal. Cuando no se cumplían los tests de normalidad, mayoría de los casos, se recurrían a los tests no paramétricos de rango de Wilcoxon para muestras relacionadas, la U de Mann-Whitney para muestras independientes o test de Prueba de los Rangos con Signo de Wilcoxon para muestras pareadas, y la distribución de variables continuas mediante el estudio de gráficas de cajas y bigotes (Box-Plot). Los valores se representarían con las medianas y las IQR. En el caso de más de dos medianas, mediante ANOVA (paramétrico) o Kruskal-Wallis (no paramétrico). Si $P < 0,05$ se

considera significativo, con un nivel de confianza del 95% ($\alpha = 0,05$). Para estudios de regresión lineal, como medida de la relación lineal entre dos variables aleatorias cuantitativas, hemos empleado el análisis del coeficiente de correlación de Pearson.

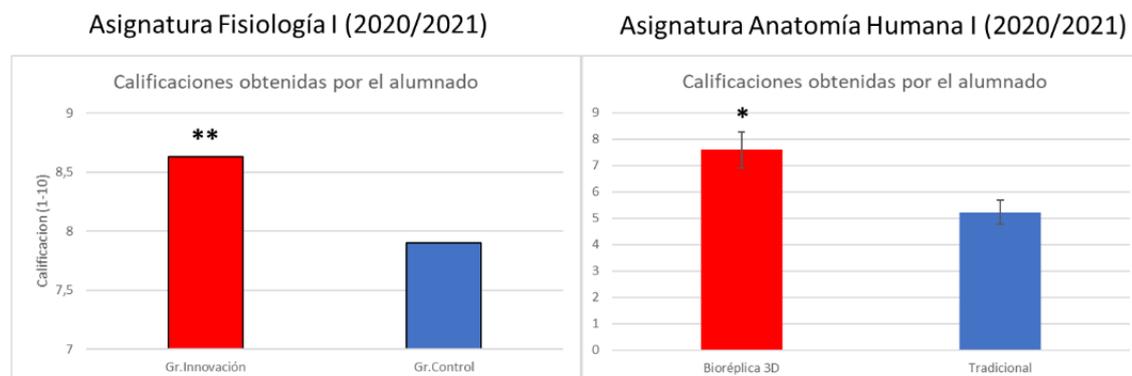


Figura 1. Evaluación de conocimiento al terminar las asignaturas de <<Fisiología I>> y <<Anatomía Humana I>> de 0 (mínimo: suspenso) a 10 (máxima: sobresaliente). Se comparan los resultados de preguntas donde se impuso la tecnología (Grupo Innovación) frente a preguntas de clases tradicionales (Grupo Control). En la asignatura de <<Fisiología I>> fue mayoritario la técnica de RA, en <<Anatomía Humana I>> la técnica de impresión aditiva. Valor medio \pm error estándar; T-student, * $P < 0,05$. ** $P < 0,001$.

Se recogieron las impresiones de nuestros alumnos mediante encuestas TAM e IMMS. Se demuestra que la gran mayoría de nuestro alumnado ni conocían ni habían trabajado en ambas técnicas (figura 2).

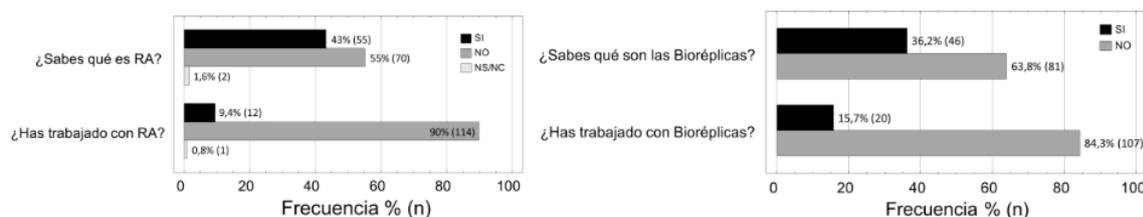


Figura 2. La mayoría de nuestros son desconocedores del uso de ambas técnicas emergentes.

Se asumió los valores de ambas asignaturas de forma global (único bloque con todos los alumnos participantes) para conocer la opinión conjunta de todos los resultados, al observarse que los resultados conjuntos tenían la misma tendencia que de forma individual. Mediante gráficas box-plot (no mostrados), se observaron claras diferencias significativas en los grados de complejidad al inicio y al final de las técnicas, dejando claro que su empleo era muy asequible, no suponía tanta dificultad y mejoraba el aprendizaje (Tabla 1 y figura 3).

Tabla 1. Valoración tipo Likert del modelo de aceptación tecnológica (TAM) antes y después de las pruebas. Los valores (antes-después) de la técnica de Realidad Aumentada (RA) y Bioréplicas están representados como mediana y rango intercuartílico (IQR) y P-valor. Valoración: 1 (extremadamente improbable/en desacuerdo) – 7 (extremadamente probable/de acuerdo).

(UP) Utilidad Percibida	RA antes-después (Mediana, IQR)	P-Valor	Bioréplicas antes-después (Mediana, IQR)	P-Valor
UP1 antes después	4, (4-6) 7, (6-7)	≤ 0,001	4, (4-6) 7, (6-7)	≤ 0,001
UP2 antes después	4, (4-5) 6, (4-7)	≤ 0,001	4, (4-5) 6, (4-7)	≤ 0,001
UP3 antes después	4, (4-6) 7, (6-7)	≤ 0,001	4, (4-6) 7, (6-7)	≤ 0,001
UP4 antes después	4, (4-6) 7, (7-7)	≤ 0,001	4, (4-6) 7, (6-7)	≤ 0,001
UP5 antes después	4, (4-6) 7, (6-7)	≤ 0,001	4, (4-6) 7, (6-7)	≤ 0,001
(FU) Facilidad de Uso Percibido	RA antes-después (Mediana, IQR)	P-Valor	Bioréplicas antes-después (Mediana, IQR)	P-Valor
FU6 antes después	4, (4-4) 6, (5-7)	≤ 0,001	4, (4-5) 6, (5-7)	≤ 0,001
FU7 antes después	4, (4-5) 7, (6-7)	≤ 0,001	4, (4-6) 7, (6-7)	≤ 0,001
FU8 antes después	4, (4-4) 6, (6-7)	≤ 0,001	4, (4-4) 6, (5-7)	≤ 0,001
(D) Disfrute Percibido	RA antes-después (Mediana, IQR)	P-Valor	Bioréplicas antes-después (Mediana, IQR)	P-Valor
D9 antes después	4, (4-6) 7, (7-7)	≤ 0,001	4, (4-6) 7, (7-7)	≤ 0,001
D10 antes después	4, (4-5) 7, (7-7)	≤ 0,001	4, (4-6) 7, (7-7)	≤ 0,001
D11 antes después	4, (4-6) 7, (6-7)	≤ 0,001	4, (4-6) 7, (6,25-7)	≤ 0,001
(A) Actitud de Uso	RA antes-después (Mediana, IQR)	P-Valor	Bioréplicas antes-después (Mediana, IQR)	P-Valor
A12 antes después	4, (4-6) 7, (7-7)	≤ 0,001	5, (4-7) 7, (6-7)	≤ 0,001
A13 antes después	4, (1-4) 1, (1-2)	≤ 0,001	4, (1-4) 1, (1-2)	≤ 0,001
A14 antes después	4, (4-6) 7, (7-7)	≤ 0,001	5, (4-6,5) 7, (6-7)	≤ 0,001
(IU) Intención de Uso	RA antes-después (Mediana, IQR)	P-Valor	Bioréplicas antes-después (Mediana, IQR)	P-Valor
IU15 antes después	4, (4-6) 7, (7-7)	≤ 0,001	4, (4-7) 7, (7-7)	≤ 0,001
IU16 antes después	4, (4-6,75) 7, (7-7)	≤ 0,001	4, (4-7) 7, (7-7)	≤ 0,001

La valoración del uso tecnológico (IMMS) al terminar la innovación fue favorable para cada uno de los valores (figura 3), en función de los criterios CASR:

- Confianza (valores 01, 03, 04, 07, 13, 19, 25, 34, 35)
- Atención (valores 02, 08, 11, 12, 15, 17, 20, 22, 24, 28, 29, 31)
- Satisfacción (valores 05, 14, 21, 27, 32, 36)
- Relevancia (valores 06, 09, 10, 16, 18, 23, 26, 30, 33)

Las múltiples comparaciones múltiples y correlaciones por el método de Dunn corroboraron la eficacia de cada una de esas variables y las relaciones que puedan existir (datos no mostrados) entre ellas para garantizar el éxito en este modelo de aprendizaje.

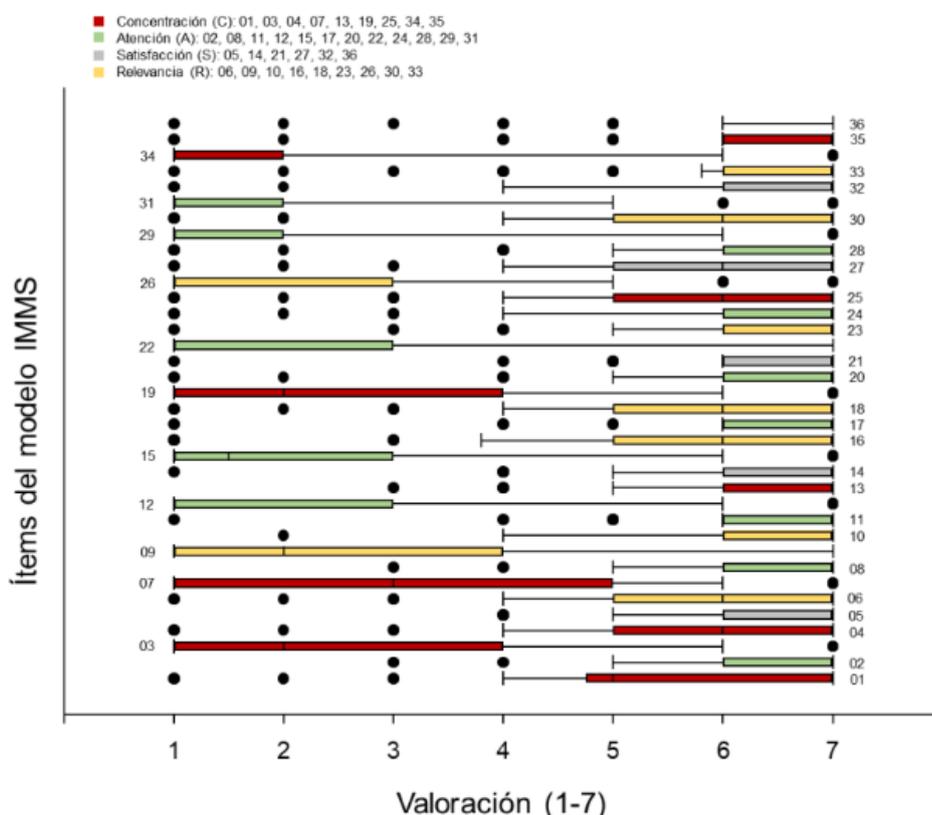


Figura 3. Valoración tipo Likert para la encuesta de motivación de materiales de instrucción para la valoración del uso tecnológico (IMMS). Valoración: 1 (extremadamente improbable/en desacuerdo) – 7 (extremadamente probable/de acuerdo).

Por último, siendo posiblemente la parte más interesante de todo este apartado, la estimación de ambas técnicas por parte de todos los componentes de este proyecto confirmaba, por igual, su valoración positiva ante la experiencia.

Como conclusión, las posibilidades educativas de estos recursos parecen prometedoras, pero es el profesorado quien tiene la última palabra en su manejo. Este trabajo recoge cómo las creencias, actitudes y conocimientos del profesorado, tras mostrar los aspectos más relevantes de ambas técnicas, influyen de forma decisiva en la generación y exploración de nuevo conocimiento, así como proponer nuevas posibilidades didácticas de cómo llevar a cabo la enseñanza.

Results obtained (In English)

SUMMARY:

The results showed that both emerging technologies were equally efficient, improving subject learning. In addition, the students perceived these technologies as a useful, easy-to-use, interesting and fun tool for their continuous learning, in addition to requesting to use it again more times if he had the opportunity or in other matters. Finally, the students also positively valued all the items that relate technologies to attention, relevance, trust and satisfaction.

CONCLUSION:

The results showed benefits in learning the subjects, in addition to perceiving a significant degree of acceptance in these technologies.

Comments:

The evaluation techniques, procedures and instruments have made it possible to assess the final results of the project. Initially, before beginning the development of the technologies, the Likert-type surveys were given to the students, with values from 01 (extremely unlikely/disagree) to 07 (extremely probable/agree) of technological acceptance (TAM). At the end of the practices, the same test was passed together with another one on the motivation of instructional materials for the assessment of technological use (IMMS) to know the perception and use by the students. Differences BEFORE-AFTER the innovation were evaluated by paired tests. The knowledge learned with these techniques was evaluated by multiple choice tests in each of the subjects, double-blind marking the questions where they were given with traditional classes (CONTROL) and using technology (SAMPLE PROBLEM).

The students participating in the mock evaluation experience were 111 and 159, who were taking the subjects of "Human Anatomy" and "Physiology I" respectively, during the first semester of the 2020/2021 course, of the first course of the degree of nursing, taught by the Department of Physiology at the Faculty of Health Sciences (Campus of Ceuta) of the University of Granada.

The data obtained from the surveys that collected questions before and after the application of technologies in class were analyzed. For the statistics, the statistical packages Sigmaplot 11.0® and SPSS 15.0® were used. In a first level, a uni-bivariate descriptive statistical analysis was made, with observations of the tabulations and graphs together with the usual synthesis measures for variables with continuous distribution (mean \pm standard error), and for discrete random variables, tabulations and graphs along with median measures and interquartile ranges (IQR). Hypothesis contrasts were made for the comparison of two medians using Student's t (independent and paired) if the distribution is normal. When the normality tests were not fulfilled, most of the cases, Wilcoxon's nonparametric rank tests were used for related samples, the Mann-Whitney U for independent samples or the Wilcoxon Signed Ranges Test test for paired samples, and the distribution of continuous variables by studying box-and-whisker plots (Box-Plot). Values would be represented by medians and IQRs. In the case of more than two medians, using ANOVA (parametric) or Kruskal-Wallis (non-parametric). If $P < 0.05$ it is considered significant, with a confidence level of 95% ($\alpha = 0.05$). For linear regression studies, as a measure of the linear relationship between two quantitative random variables, we have used Pearson's correlation coefficient analysis.

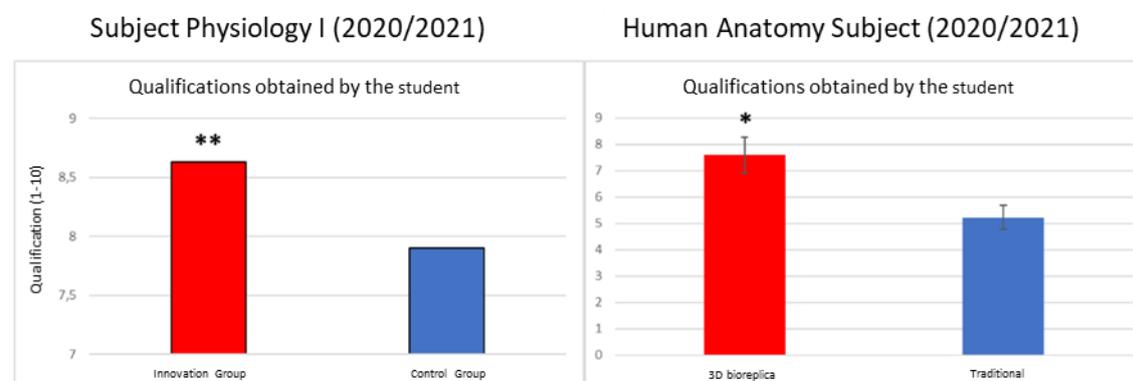


Figure 1. Knowledge assessment at the end of the "Physiology I" and "Human Anatomy" subjects from 0 (minimum: failure) to 10 (maximum: outstanding). The results of questions where technology was imposed (Innovation Group) are compared with questions from traditional classes (Control Group). In the subject of "Physiology I" the AR technique was the majority, in "Human Anatomy" the additive impression technique. Mean value \pm standard error; T-student, * $P < 0.05$. ** $P < 0.001$.

The impressions of our students were collected through TAM and IMMS surveys. It is shown that the vast majority of our students neither knew nor had worked on both techniques (Figure 2).

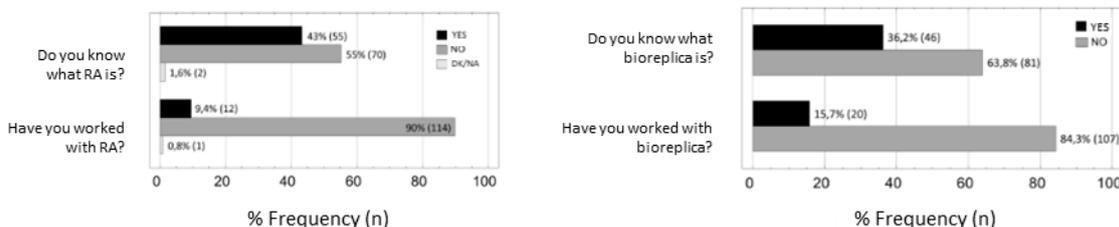


Figure 2. Most of our people are unfamiliar with the use of both emerging techniques.

The values of both subjects were assumed globally (single block with all participating students) to know the joint opinion of all the results, since it was observed that the joint results had the same trend as individually. Using box-plot graphs (not shown), clear significant differences were observed in the degrees of complexity at the beginning and at the end of the techniques, making it clear that their use was very affordable, did not involve so much difficulty and improved learning (Table 1 and figure 3).

Table 1. Likert-type assessment of the technological acceptance model (TAM) before and after the tests. The values (before-after) of the Augmented Reality (AR) and Bioreplica techniques are represented as median and interquartile range (IQR) and P-value. Rating: 1 (extremely unlikely/disagree) - 7 (extremely likely/agree).

(UP) Perceived Utility	RA before-after (Median, IQR)	P-Value	Bioreplica before-after (Median, IQR)	P-Value
UP1 before after	4, (4-6) 7, (6-7)	≤ 0,001	4, (4-6) 7, (6-7)	≤ 0,001
UP2 before after	4, (4-5) 6, (4-7)	≤ 0,001	4, (4-5) 6, (4-7)	≤ 0,001
UP3 before after	4, (4-6) 7, (6-7)	≤ 0,001	4, (4-6) 7, (6-7)	≤ 0,001
UP4 before after	4, (4-6) 7, (7-7)	≤ 0,001	4, (4-6) 7, (6-7)	≤ 0,001
UP5 before after	4, (4-6) 7, (6-7)	≤ 0,001	4, (4-6) 7, (6-7)	≤ 0,001
(FU) Perceived Ease of Use	RA before-after (Median, IQR)	P-Value	Bioreplica before-after (Median, IQR)	P-Value
FU6 before after	4, (4-4) 6, (5-7)	≤ 0,001	4, (4-5) 6, (5-7)	≤ 0,001
FU7 before after	4, (4-5) 7, (6-7)	≤ 0,001	4, (4-6) 7, (6-7)	≤ 0,001
FU8 before after	4, (4-4) 6, (6-7)	≤ 0,001	4, (4-4) 6, (5-7)	≤ 0,001
(D) Enjoy Perceived	RA before-after (Median, IQR)	P-Value	Bioreplica before-after (Median, IQR)	P-Value
D9 before after	4, (4-6) 7, (7-7)	≤ 0,001	4, (4-6) 7, (7-7)	≤ 0,001
D10 before after	4, (4-5) 7, (7-7)	≤ 0,001	4, (4-6) 7, (7-7)	≤ 0,001
D11 before after	4, (4-6) 7, (6-7)	≤ 0,001	4, (4-6) 7, (6,25-7)	≤ 0,001
(A) Use Attitude	RA before-after (Median, IQR)	P-Value	Bioreplica before-after (Median, IQR)	P-Value
A12 before after	4, (4-6) 7, (7-7)	≤ 0,001	5, (4-7) 7, (6-7)	≤ 0,001

A13 before after	4, (1-4) 1, (1-2)	≤ 0,001	4, (1-4) 1, (1-2)	≤ 0,001
A14 before after	4, (4-6) 7, (7-7)	≤ 0,001	5, (4-6,5) 7, (6-7)	≤ 0,001
(IU) Intent of Use	RA before-after (Median, IQR)	P-Value	Bioreplica before-after (Median, IQR)	P-Value
IU15 before after	4, (4-6) 7, (7-7)	≤ 0,001	4, (4-7) 7, (7-7)	≤ 0,001
IU16 before after	4, (4-6,75) 7, (7-7)	≤ 0,001	4, (4-7) 7, (7-7)	≤ 0,001

The assessment of technological use (IMMS) at the end of the innovation was favorable for each of the values (figure 3), based on the CASR criteria:

- Confidence (values 01, 03, 04, 07, 13, 19, 25, 34, 35)
- Attention (values 02, 08, 11, 12, 15, 17, 20, 22, 24, 28, 29, 31)
- Satisfaction (values 05, 14, 21, 27, 32, 36)
- Relevance (values 06, 09, 10, 16, 18, 23, 26, 30, 33)

The multiple multiple comparisons and correlations by Dunn's method corroborated the efficacy of each of these variables and the relationships that may exist (data not shown) between them to guarantee success in this learning model.

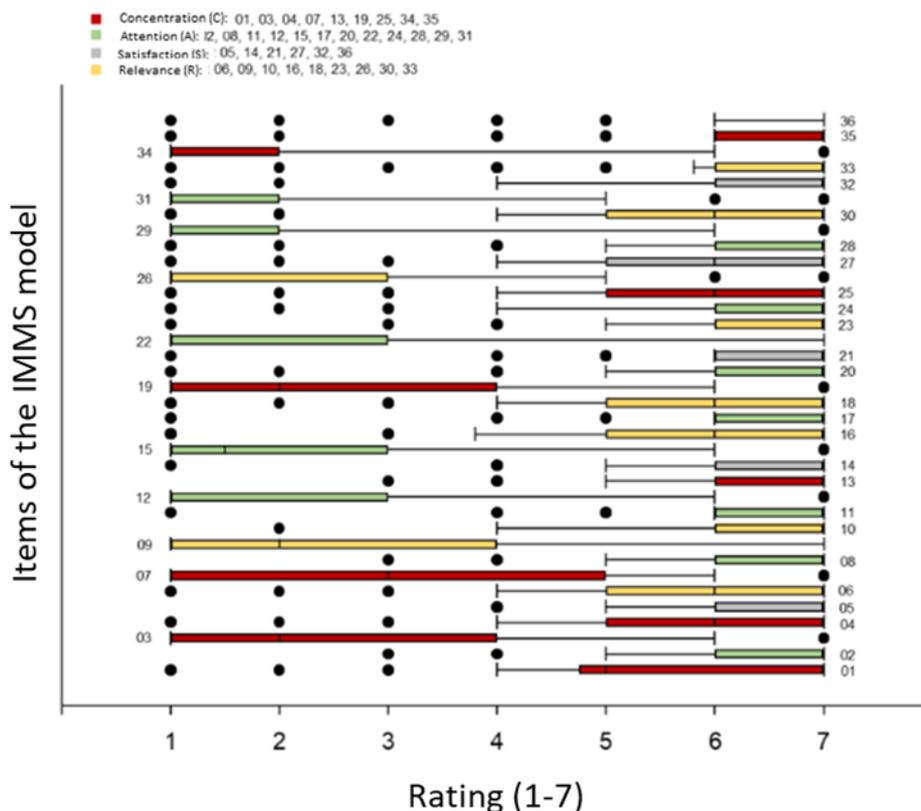


Figure 3. Likert-type assessment for the instructional materials motivation survey for the assessment of technological use (IMMS). Rating: 1 (extremely unlikely/disagree) - 7 (extremely likely/agree).

Finally, being possibly the most interesting part of this whole section, the estimation of both techniques by all the components of this project confirmed, equally, their positive evaluation of the experience.

In conclusion, the educational possibilities of these resources seem promising, but it is the teachers who have the last word in their management. This work collects how the beliefs, attitudes and knowledge of the teaching staff,

after showing the most relevant aspects of both techniques, decisively influence the generation and exploration of new knowledge, as well as proposing new didactic possibilities of how to carry out teaching.

E. Difusión y aplicación del proyecto a otras áreas de conocimiento y universidades

Este apartado está desarrollado en

Los resultados obtenidos en este proyecto son fácilmente reproducibles mediante la evaluación de conocimientos después de aplicar las tecnologías emergentes. Esta adaptación tecnológica es algo muy perseguido por el marco europeo Horizonte 2020 (H2020) para promover la difusión de conocimiento y resultados en investigación y la tecnología más allá de lo que se conoce.

La realización de este proyecto contiene la colaboración de un equipo con origen multidisciplinar, derivado de las áreas de la fisiología, biología celular y molecular, enfermería y educación. Junto con los logros obtenidos en la docencia en enfermería, se está aplicando estos conocimientos para el desarrollo de un TFM, del que todavía está vigente. Los resultados conseguidos han permitido su difusión divulgativa y de transferencia de conocimiento a través de diferentes canales como son las redes sociales, congresos docentes, y talleres en la noche europea de los investigadores 2020 (con publicación pendiente de su participación en formato artículo en la editorial del Instituto de Estudios Ceutíes).

Estos resultados han permitido su difusión divulgativa y de transferencia de conocimiento a través de diferentes canales como:

- Redes Sociales (RRSS): Twitter e Instagram (figura 1)
- Plataforma SketchFab para 3D y Realidad Aumentada (RA) (figura 2):

Difusión en redes sociales

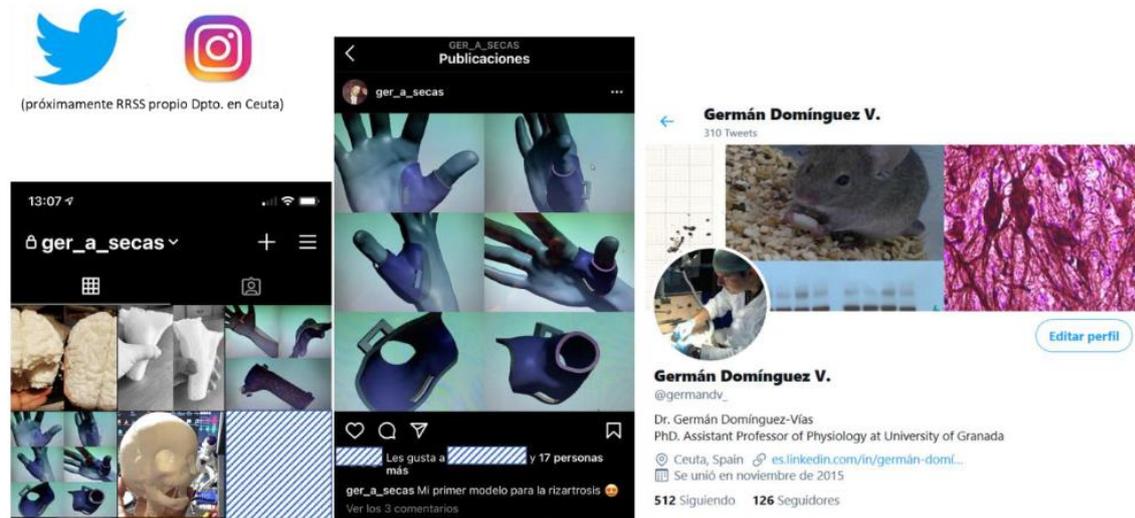


Figura 1. Divulgación a través de redes sociales (RRSS): Instagram y Twitter.



Advance Mobility
3D Model

Figura 2. Prototipo de fotogrametría de una silla de entrenamiento para personas de movilidad reducida para estudio y evaluación TFM. Realizado por alumno TFM Juan José Aguilar Álvarez, y depositado en plataforma SketchFab para 3D y Realidad Aumentada (RA): <https://sketchfab.com/3d-models/advance-mobility-40e1f7fe9d284bcd977a9ae4653dcae0>

- Congresos: Dos comunicaciones tipo póster en el II Congreso Iberoamericano de Docentes 2021. DOCENTES FRENTE A LA PANDEMIA (Congreso Virtual). Del 5 al 16 de julio de 2021). Titulados (ver anexo):

- 1) Comunicación 1: La utilización de Realidad Aumentada y de Bioréplicas por impresión aditiva favorece el binomio enseñanza-aprendizaje en estudiantes de enfermería del Campus de Ceuta.
- 2) Comunicación 2: Brecha de género en formación digital de contenido STEM: acercando el aprendizaje tecnológico-científico a las estudiantes de enfermería del Campus de Ceuta.

- Noche Europea de los Investigadores 2020. Titulado como <<La lengua como órgano sensorial y su actividad neuromotora. Una visión microscópica de las neuronas que mueven la lengua>> y pendiente de publicación en la editorial del Instituto de Estudios Ceutíes (IEC) (Figura 3).



La lengua como órgano sensorial y su actividad neuromotora. Una visión microscópica de las neuronas que mueven la lengua

The tongue as a sensory organ and its neuromotor activity. A microscopic view of the neurons that move the tongue

Domínguez-Vías, Germán¹; Ramos-Rodríguez, Juan José¹; de la Mata-Fernández, Mario¹; Toribio-Martínez, Sergio José²; Ramírez-Fernández, Santiago³

¹ Departamento de Fisiología. Facultad de Ciencias de la Salud (Ceuta). Universidad de Granada

† germandv@ugr.es; † juanjoserosamos@ugr.es; § mrdelamata@ugr.es

² Departamento de Enfermería. Facultad de Ciencias de la Salud (Ceuta). Universidad de Granada

sjtoribio@ugr.es

³ Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación. Facultad de Economía, Educación y Tecnología (Ceuta). Universidad de Granada

sramirez@ugr.es

Resumen

La lengua es un órgano muscular muy móvil que interviene en el sentido del gusto, en la masticación, deglución de los alimentos, y en la articulación de los sonidos de la voz. La coordinación de los movimientos de la musculatura de la lengua proviene del nervio motor hipogloso (NC XII) y cualquier trastorno de esa innervación causa debilidad de la lengua en el lado afectado. Esta actividad permite conocer el sentido del gusto mediante la identificación de distintos sabores con un hisopo estéril sobre distintas regiones de la lengua. Además, para mostrar la conexión del tronco de encéfalo con la lengua se usan bio-réplicas impresas en 3D conectadas a un circuito de voltaje LED. La lesión lateral por transección de uno de los NC XII revela el apagón al paso de corriente y la desconexión entre el núcleo hipogloso y la lengua. Estos resultados se confirman por microscopía óptica, donde se muestra que tras la lesión se reduce de la población de motoneuronas del núcleo hipogloso con respecto a su lado intacto (referencia control).

Palabras claves

Lengua; hipogloso; motoneurona; impresión 3D; bio-réplica.

Introducción

La lengua es una estructura muscular móvil cubierta de mucosa, que forma parte del suelo de la cavidad oral y parte de la pared anterior de la bucofaringe, y que puede adoptar multitud de formas y posiciones. Su parte anterior está en la cavidad oral y su forma es algo triangular con una punta de la lengua roma. Las principales funciones de la lengua son la articulación de palabras, la recepción sensorial del gusto, y primeras fases de la digestión ayudando en la masticación y con la deglución (Moore et al., 2015; Drake et

1

Taller



Figura 1. (A) Prueba de exploración de la sensibilidad gustativa, (B) mediante una batería de sabores. Fuente: Dr. Germán Domínguez Vías.

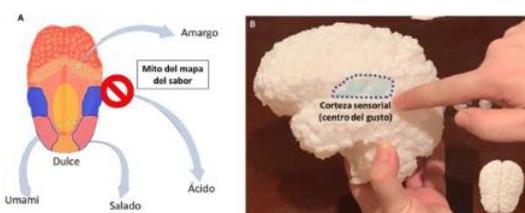


Figura 2. (A) Con el fin de realizar un análisis práctico del gusto, las capacidades señaladas de los receptores también se han reunido en cinco categorías generales llamadas sensaciones gustativas primarias. Estas son agrio, salado, dulce, amargo y «umami» localizados en el diagrama de la lengua, aun así, ese «mapa del sabor» no es del todo cierto. La localización de la percepción de los sabores no está aún bien definida. (B) Por combinación de receptores elementales, una persona podría percibir cientos de gustos diferentes que alcanzan finalmente la corteza sensorial. Fuente: dibujo y modelo de fabricación aditiva realizado por el Dr. Germán Domínguez Vías.

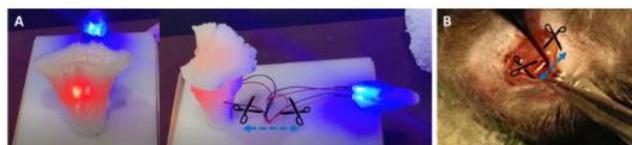


Figura 3. (A) Bio-réplica de un tronco encefálico y una lengua, interconectadas por su nervio motor (NC XII). Se representa con luces LED en rojo la localización de los núcleos hipoglosos izquierdo y derecho. Con luces azul la innervación lateralizada dentro de la lengua del NC XII, responsable de mover la lengua. La transección irreversible de un fragmento del nervio derecho dará lugar a la parálisis de media lengua (lado derecho), y posteriormente la muerte de sus motoneuronas. (B) Modelo animal (ratón) de transección real del NC XII derecho. Fuente: modelos de fabricación aditiva y de experimentación animal realizado por el Dr. Germán Domínguez Vías.

Figura 3. Publicación (próximamente) del artículo taller de la noche europea de los investigadores 2020.

ANEXO

Comunicaciones del II Congreso Iberoamericano de Docentes 2021. DOCENTES FRENTE A LA PANDEMIA (Congreso Virtual). Del 5 al 16 de julio de 2021):

- 1) Comunicación 1: La utilización de Realidad Aumentada y de Bioréplicas por impresión aditiva favorece el binomio enseñanza-aprendizaje en estudiantes de enfermería del Campus de Ceuta.

La utilización de Realidad Aumentada y de Bioréplicas por impresión aditiva favorece el binomio enseñanza-aprendizaje en estudiantes de enfermería del Campus de Ceuta

Germán Domínguez-Vías¹, Juan José Ramos-Rodríguez², Sergio José Toribio-Martínez², Santiago Ramírez-Fernández², Miguel Ángel Calvo-Pulido³, José Luis Arroyo-Luque¹

¹Facultad de Ciencias de la Salud de Ceuta. Universidad de Granada

²Facultad de Educación, Economía y Tecnología de Ceuta. Universidad de Granada

Autor de correspondencia: germandv@go.ugr.es

Resumen

Junto con la enfermedad por coronavirus (COVID 19), la prevalencia de patologías modernas ha obligado cambiar las estrategias de aprendizaje que aborden la preparación de estudiantes de enfermería (Suliman et al., 2021). La digitalización y virtualización de recursos educativos, para su posterior utilización con realidad aumentada (RA) e impresión aditiva mediante modelado por deposición fundida (FDM), permite mejorar la calidad de la docencia (Arpaia et al., 2021; Clifton et al., 2021; Martins et al., 2021), además de replicar aspectos y detalles reales de un caso clínico personalizado que consideren aspectos referidos a la vida saludable y la sostenibilidad, así como al fortalecimiento de la tecnologías de la información y la comunicación (TIC) sobre el propio alumnado.

Esta investigación tiene como objetivo revelar los factores que afectan la integración de ambas tecnologías emergentes en los entornos de aprendizaje de la Anatomía Humana y de la Fisiología. A través de muestras pareadas (antes-después), se analizó las diferencias entre la docencia tradicional (grupo control) y la suplementación de esta con ambas tecnologías (grupo innovación) a través de encuestas de «modelo de aceptación tecnológica (TAM)», para el análisis de aceptación y utilidad de la tecnología, y la «Encuesta de motivación de materiales de instrucción (IMMS)» para la valoración del alumnado por el uso de estas tecnologías. Además, se valoró el conocimiento mediante una prueba de evaluación al finalizar las asignaturas. Los resultados mostraron que ambas tecnologías eran igual de eficientes, mejorando el aprendizaje de las materias. Además, los alumnos percibieron estas tecnologías como una herramienta útil, fácil de usar, interesante y divertida para su continuo aprendizaje, además de solicitar volver a usarla más veces si tuviera oportunidad o en otras materias. Por último, los discentes también valoraron positivamente todos los ítems que relacionan las tecnologías con atención, relevancia, confianza y satisfacción.

Estos resultados favorables implican continuar con las estrategias de enseñanza en diferentes contenidos de la materia y en la discusión-reflexión de temas clínicos. Una mejora del software y de la interactividad conduciría a un desarrollo interesante de temas relevantes en el futuro.

Referencias

Arpaia, P., de Benedetto, E., Dodaro, C. A., Duraccio, L., & Servillo, G. (2021). Metrology-based Design of a Wearable Augmented Reality System for Monitoring Patient's Vitals in Real Time. *IEEE Sensors Journal*. <https://doi.org/10.1109/ISEN.2021.3059636>

Clifton, W., Damon, A., Soares, C., Nottmeier, E., & Pichelmann, M. (2021). Investigation of a three-dimensional printed dynamic cervical spine model for anatomy and physiology education. *Clinical Anatomy*, 34(1), 30–39. <https://doi.org/10.1002/ca.23607>

Martins, B. R., Jorge, J. A., & Zorzal, E. R. (2021). Towards augmented reality for corporate training. *Interactive Learning Environments*, 1–19. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1879872>

Suliman, W. A., Abu-Moghli, F. A., Khalaf, I., Zumot, A. F., & Nabolsi, M. (2021). Experiences of nursing students under the unprecedented abrupt online learning format forced by the national curfew due to COVID-19: A qualitative research study. *Nurse Education Today*, 100, 104829. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2021.104829>

Agradecimiento: Convocatoria PIBD 2020-2022 Básicos I de la Universidad de Granada. Código 20-29: Técnicas basadas en las tecnologías de Bioréplicas impresas en 3D y Realidad Aumentada de alteraciones anatómicas y disfunciones fisiológicas para la mejora docente en las asignaturas de Anatomía y Fisiología.

Palabras clave: TIC, enfermería, aprendizaje, impresión aditiva, realidad aumentada

2) Comunicación 2: Brecha de género en formación digital de contenido STEM: acercando el aprendizaje tecnológico-científico a las estudiantes de enfermería del Campus de Ceuta.

Brecha de género en formación digital de contenido STEM: acercando el aprendizaje tecnológico-científico a las estudiantes de enfermería del Campus de Ceuta

Germán Domínguez-Vilas¹, Juan José Ramos-Rodríguez², Sergio José Toribio-Martínez¹, Santiago Ramírez-Fernández², Miguel Ángel Calvo-Pulido¹, José Luis Arroyo-Luque²

¹Facultad de Ciencias de la Salud de Ceuta. Universidad de Granada

²Facultad de Educación, Economía y Tecnología de Ceuta. Universidad de Granada

Autor de correspondencia: germandv@go.ugr.es

Resumen

Las «carreras STEM» son aquellas titulaciones que pertenecen a cuatro áreas de conocimiento: Ciencia (S), Tecnología (T), Ingeniería (I) y Matemáticas (M). Dentro del ámbito de la Ciencia, la enfermería se considera una carrera STEM tradicional, crucial para la asistencia sanitaria, la capacidad innovadora y la competitividad global. La aparición de la tecnología emergente para el aprendizaje de estudiantes de enfermería (Zhu et al., 2021), está favoreciendo la aparición de nuevas disciplinas como la realidad virtual (RV) y aumentada (RA), el tratamiento de datos (big data), el internet de las cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA) y la bioinformática. Unas series de factores sociales, educativos y tecnológicos se han considerado barreras para que las mujeres ingresen en los campos STEM, sin embargo, la investigación que examina la relación entre las diferencias de género y los estilos de aprendizaje en el contexto de especialización de los campos técnicos son limitados (Kulturel-Konak et al., 2011). Las mujeres que desarrollan carreras STEM tienen una alta dedicación al mundo sanitario y de la educación, pero muy pocas están representadas por las capacidades tecnológicas STEM.

Este estudio tiene como objetivo presentar las diferencias de género en los estilos de aprendizaje en la enfermería, aplicando y examinando el aprendizaje basado en tecnologías emergentes (RA y bioréplicas por impresión aditiva) sobre la formación del pensamiento clínico y reflexivo de los estudiantes del grado de enfermería del Campus de Ceuta. Los discentes recibieron docencia tradicional combinada con conceptos tecnológicos de educación STEM. Se analizó, con pruebas estadísticas de muestras pareadas, diferentes ítems que determinaba el aprendizaje y la utilidad percibida para disminuir las desigualdades de género en los campos STEM. A pesar de ser la enfermería una carrera compuesta por un elevado número de alumnas, se observaron diferencias significativas que mostraban un mayor desconocimiento en las tecnologías emergentes. La finalización de la docencia STEM también supuso para las alumnas una apreciación significativa de la utilidad de la tecnología STEM sobre la mejora en su aprendizaje.

Por tanto, se recomienda el uso de metodologías de enseñanza STEM en la enfermería. Además, la utilidad percibida favoreció la alfabetización digital en ambos géneros, siendo muy significativo en las alumnas.

Kulturel-Konak, S., D'Allegro, M. Iou, & Dickinson, S. (2011). Review Of Gender Differences In Learning Styles: Suggestions For STEM Education. *Contemporary Issues in Education Research (CIER)*, 4(3), 9–18. <https://doi.org/10.19030/cier.v4i3.4116>

Zhu, X., Xiong, Z., Zheng, T., Li, L., Zhang, L., & Yang, F. (2021). Case-based learning combined with science, technology, engineering and math (STEM) education concept to improve

clinical thinking of undergraduate nursing students: A randomized experiment. *Nursing Open*, 8(1), 415–422. <https://doi.org/10.1002/nop.2.642>

Agradecimiento: Convocatoria PIBD 2020-2022 Básicos I de la Universidad de Granada. Código 20-29: Técnicas basadas en las tecnologías de Bioréplicas impresas en 3D y Realidad Aumentada de alteraciones anatómicas y disfunciones fisiológicas para la mejora docente en las asignaturas de Anatomía y Fisiología.

Palabras clave: STEM, género, enfermería, aprendizaje, impresión aditiva, realidad aumentada

Dissemination and application of the project to other areas of knowledge and universities (In English)

The realization of this project includes the collaboration of a team with multidisciplinary origin, derived from the areas of physiology, cellular and molecular biology, nursing and education. Together with the achievements obtained in nursing teaching, this knowledge is being applied for the development of a TFM, which is still in force. The results achieved have allowed its dissemination and knowledge transfer through different channels such as social networks, teaching congresses, and workshops in the European Researchers' Night 2020 (with publication pending of their participation in article format at Institute of Ceuti Studies' Editorial).

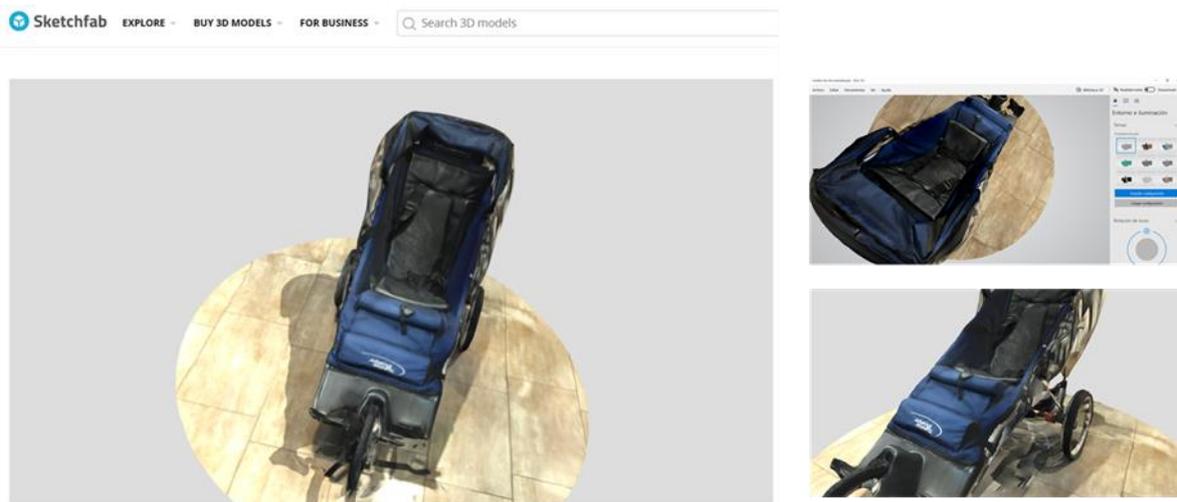
These results have allowed its dissemination and knowledge transfer through different channels such as:

- Social Networks (RRSS): Twitter and Instagram (figure 1)
- SketchFab platform for 3D and Augmented Reality (AR) (figure 2):

Dissemination on social networks



Figure 1. Disclosure through social networks (RRSS): Instagram and Twitter.



Advance Mobility
3D Model

Figure 2. Photogrammetry prototype of a training chair for people with reduced mobility for study and evaluation TFM. Made by TFM student Juan José Aguilar Álvarez, and deposited in the SketchFab platform for 3D and Augmented Reality (AR): <https://sketchfab.com/3d-models/advance-mobility-40e1f7fe9d284bcd977a9ae4653dcae0>

- Congresses: Two poster-type communications at the II Ibero-American Congress of Teachers 2021 (II Congreso Iberoamericano de Docentes 2021). TEACHERS IN THE FACE OF THE PANDEMIC (Virtual Congress). From July 5 to 16, 2021). Graduates (see annex):

1) Communication 1: The use of Augmented Reality and Biorélicas by additive printing favors the teaching-learning binomial in nursing students of the Ceuta Campus.

2) Communication 2: Gender gap in STEM content digital training: bringing technological-scientific learning closer to nursing students at the Ceuta Campus.

- European Night of Researchers 2020. Titled as “The tongue as a sensory organ and its neuromotor activity. A microscopic view of the neurons that move the tongue” and pending publication in the editorial of the Instituto de Estudios Ceutíes (IEC) (Figure 3).



La lengua como órgano sensorial y su actividad neuromotora. Una visión microscópica de las neuronas que mueven la lengua

The tongue as a sensory organ and its neuromotor activity. A microscopic view of the neurons that move the tongue

Domínguez-Vías, Germán¹; Ramos-Rodríguez, Juan José¹; de la Mata-Fernández, Mario¹; Toribio-Martínez, Sergio José²; Ramírez-Fernández, Santiago³

¹ Departamento de Fisiología. Facultad de Ciencias de la Salud (Ceuta). Universidad de Granada

† germandv@ugr.es; † juanjoserosamos@ugr.es; § mrdelamata@ugr.es

² Departamento de Enfermería. Facultad de Ciencias de la Salud (Ceuta). Universidad de Granada

sjtoribio@ugr.es

³ Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación. Facultad de Economía, Educación y Tecnología (Ceuta). Universidad de Granada

sramirez@ugr.es

Resumen

La lengua es un órgano muscular muy móvil que interviene en el sentido del gusto, en la masticación, deglución de los alimentos, y en la articulación de los sonidos de la voz. La coordinación de los movimientos de la musculatura de la lengua proviene del nervio motor hipogloso (NC XII) y cualquier trastorno de esa innervación causa debilidad de la lengua en el lado afectado. Esta actividad permite conocer el sentido del gusto mediante la identificación de distintos sabores con un hisopo estéril sobre distintas regiones de la lengua. Además, para mostrar la conexión del tronco de encéfalo con la lengua se usan bio-réplicas impresas en 3D conectadas a un circuito de voltaje LED. La lesión lateral por transección de uno de los NC XII revela el apagón al paso de corriente y la desconexión entre el núcleo hipogloso y la lengua. Estos resultados se confirman por microscopía óptica, donde se muestra que tras la lesión se reduce de la población de motoneuronas del núcleo hipogloso con respecto a su lado intacto (referencia control).

Palabras claves

Lengua; hipogloso; motoneurona; impresión 3D; bio-réplica.

Introducción

La lengua es una estructura muscular móvil cubierta de mucosa, que forma parte del suelo de la cavidad oral y parte de la pared anterior de la bucofaringe, y que puede adoptar multitud de formas y posiciones. Su parte anterior está en la cavidad oral y su forma es algo triangular con una punta de la lengua roma. Las principales funciones de la lengua son la articulación de palabras, la recepción sensorial del gusto, y primeras fases de la digestión ayudando en la masticación y con la deglución (Moore et al., 2015; Drake et

1

Taller



Figura 1. (A) Prueba de exploración de la sensibilidad gustativa, (B) mediante una batería de sabores. Fuente: Dr. Germán Domínguez Vías.

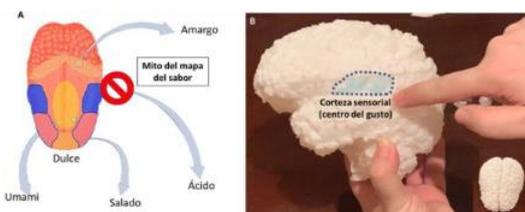


Figura 2. (A) Con el fin de realizar un análisis práctico del gusto, las capacidades señaladas de los receptores también se han reunido en cinco categorías generales llamadas sensaciones gustativas primarias. Estas son agrio, salado, dulce, amargo y «umami» localizados en el diagrama de la lengua, aun así, ese «mapa del sabor» no es del todo cierto. La localización de la percepción de los sabores no está aún bien definida. (B) Por combinación de receptores elementales, una persona podría percibir cientos de gustos diferentes que alcanzan finalmente la corteza sensorial. Fuente: dibujo y modelo de fabricación aditiva realizado por el Dr. Germán Domínguez Vías.

Figure 2. Publication (soon) of the article workshop of the European night of researchers 2020.

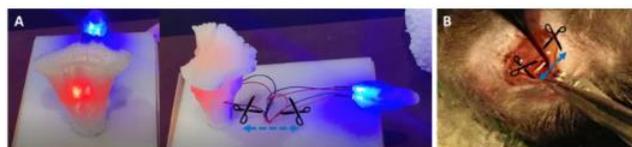


Figura 3. (A) Bio-réplica de un tronco encefálico y una lengua, interconectadas por su nervio motor (NC XII). Se representa con luces LED en rojo la localización de los núcleos hipoglosos izquierdo y derecho. Con luces azul la innervación lateralizada dentro de la lengua del NC XII, responsable de mover la lengua. La transección irreversible de un fragmento del nervio derecho dará lugar a la parálisis de media lengua (lado derecho), y posteriormente la muerte de sus motoneuronas. (B) Modelo animal (ratón) de transección real del NC XII derecho. Fuente: modelos de fabricación aditiva y de experimentación animal realizado por el Dr. Germán Domínguez Vías.

ANNEXED

Communications of the II Ibero-American Congress of Teachers 2021. TEACHERS IN FRONT OF THE PANDEMIC (Virtual Congress). From July 5 to 16, 2021):

- 1) Communication 1: The use of Augmented Reality and Biorélicas by additive printing favors the teaching-learning binomial in nursing students of the Ceuta Campus.

La utilización de Realidad Aumentada y de Biorélicas por impresión aditiva favorece el binomio enseñanza-aprendizaje en estudiantes de enfermería del Campus de Ceuta

Germán Domínguez-Vías¹, Juan José Ramos-Rodríguez², Sergio José Toribio-Martínez², Santiago Ramírez-Fernández², Miguel Ángel Calvo-Pulido³, José Luis Arroyo-Luque¹

¹Facultad de Ciencias de la Salud de Ceuta. Universidad de Granada

²Facultad de Educación, Economía y Tecnología de Ceuta. Universidad de Granada

Autor de correspondencia: germandv@go.ugr.es

Resumen

Junto con la enfermedad por coronavirus (COVID 19), la prevalencia de patologías modernas ha obligado cambiar las estrategias de aprendizaje que aborden la preparación de estudiantes de enfermería (Suliman et al., 2021). La digitalización y virtualización de recursos educativos, para su posterior utilización con realidad aumentada (RA) e impresión aditiva mediante modelado por deposición fundida (FDM), permite mejorar la calidad de la docencia (Arpaia et al., 2021; Clifton et al., 2021; Martins et al., 2021), además de replicar aspectos y detalles reales de un caso clínico personalizado que consideren aspectos referidos a la vida saludable y la sostenibilidad, así como al fortalecimiento de la tecnologías de la información y la comunicación (TIC) sobre el propio alumnado.

Esta investigación tiene como objetivo revelar los factores que afectan la integración de ambas tecnologías emergentes en los entornos de aprendizaje de la Anatomía Humana y de la Fisiología. A través de muestras pareadas (antes-después), se analizó las diferencias entre la docencia tradicional (grupo control) y la suplementación de esta con ambas tecnologías (grupo innovación) a través de encuestas de «modelo de aceptación tecnológica (TAM)», para el análisis de aceptación y utilidad de la tecnología, y la «Encuesta de motivación de materiales de instrucción (IMMS)» para la valoración del alumnado por el uso de estas tecnologías. Además, se valoró el conocimiento mediante una prueba de evaluación al finalizar las asignaturas. Los resultados mostraron que ambas tecnologías eran igual de eficientes, mejorando el aprendizaje de las materias. Además, los alumnos percibieron estas tecnologías como una herramienta útil, fácil de usar, interesante y divertida para su continuo aprendizaje, además de solicitar volver a usarla más veces si tuviera oportunidad o en otras materias. Por último, los discentes también valoraron positivamente todos los ítems que relacionan las tecnologías con atención, relevancia, confianza y satisfacción.

Estos resultados favorables implican continuar con las estrategias de enseñanza en diferentes contenidos de la materia y en la discusión-reflexión de temas clínicos. Una mejora del software y de la interactividad conduciría a un desarrollo interesante de temas relevantes en el futuro.

Referencias

Arpaia, P., de Benedetto, E., Dodaro, C. A., Duraccio, L., & Servillo, G. (2021). Metrology-based Design of a Wearable Augmented Reality System for Monitoring Patient's Vitals in Real Time. *IEEE Sensors Journal*. <https://doi.org/10.1109/ISEN.2021.3059636>

Clifton, W., Damon, A., Soares, C., Nottmeier, E., & Pichelmann, M. (2021). Investigation of a three-dimensional printed dynamic cervical spine model for anatomy and physiology education. *Clinical Anatomy*, *34*(1), 30–39. <https://doi.org/10.1002/ca.23607>

Martins, B. R., Jorge, J. A., & Zorzal, E. R. (2021). Towards augmented reality for corporate training. *Interactive Learning Environments*, 1–19. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1879872>

Suliman, W. A., Abu-Moghli, F. A., Khalaf, I., Zumot, A. F., & Nabolsi, M. (2021). Experiences of nursing students under the unprecedented abrupt online learning format forced by the national curfew due to COVID-19: A qualitative research study. *Nurse Education Today*, *100*, 104829. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2021.104829>

Agradecimiento: Convocatoria PIBD 2020-2022 Básicos I de la Universidad de Granada. Código 20-29: Técnicas basadas en las tecnologías de Biorélicas impresas en 3D y Realidad Aumentada de alteraciones anatómicas y disfunciones fisiológicas para la mejora docente en las asignaturas de Anatomía y Fisiología.

Palabras clave: TIC, enfermería, aprendizaje, impresión aditiva, realidad aumentada

2) Communication 2: Gender gap in STEM content digital training: bringing technological-scientific learning closer to nursing students at the Ceuta Campus.

Brecha de género en formación digital de contenido STEM: acercando el aprendizaje tecnológico-científico a las estudiantes de enfermería del Campus de Ceuta

Germán Domínguez-Vías¹, Juan José Ramos-Rodríguez¹, Sergio José Toribio-Martínez¹, Santiago Ramírez-Fernández², Miguel Ángel Calvo-Pulido³, José Luis Arroyo-Luque³

¹Facultad de Ciencias de la Salud de Ceuta. Universidad de Granada

²Facultad de Educación, Economía y Tecnología de Ceuta. Universidad de Granada

Autor de correspondencia: germandv@go.ugr.es

Resumen

Las «carreras STEM» son aquellas titulaciones que pertenecen a cuatro áreas de conocimiento: Ciencia (S), Tecnología (T), Ingeniería (I) y Matemáticas (M). Dentro del ámbito de la Ciencia, la enfermería se considera una carrera STEM tradicional, crucial para la asistencia sanitaria, la capacidad innovadora y la competitividad global. La aparición de la tecnología emergente para el aprendizaje de estudiantes de enfermería (Zhu et al., 2021), está favoreciendo la aparición de nuevas disciplinas como la realidad virtual (RV) y aumentada (RA), el tratamiento de datos (big data), el internet de las cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA) y la bioinformática. Unas series de factores sociales, educativos y tecnológicos se han considerado barreras para que las mujeres ingresen en los campos STEM, sin embargo, la investigación que examina la relación entre las diferencias de género y los estilos de aprendizaje en el contexto de especialización de los campos técnicos son limitados (Kulturel-Konak et al., 2011). Las mujeres que desarrollan carreras STEM tienen una alta dedicación al mundo sanitario y de la educación, pero muy pocas están representadas por las capacidades tecnológicas STEM.

Este estudio tiene como objetivo presentar las diferencias de género en los estilos de aprendizaje en la enfermería, aplicando y examinando el aprendizaje basado en tecnologías emergentes (RA y bioréplicas por impresión 3D) sobre la formación del pensamiento clínico y reflexivo de los estudiantes del grado de enfermería del Campus de Ceuta. Los discentes recibieron docencia tradicional combinada con conceptos tecnológicos de educación STEM. Se analizó, con pruebas estadísticas de muestras pareadas, diferentes ítems que determinaban el aprendizaje y la utilidad percibida para disminuir las desigualdades de género en los campos STEM. A pesar de ser la enfermería una carrera compuesta por un elevado número de alumnas, se observaron diferencias significativas que mostraban un mayor desconocimiento en las tecnologías emergentes. La finalización de la docencia STEM también supuso para las alumnas una apreciación significativa de la utilidad de la tecnología STEM sobre la mejora en su aprendizaje.

Por tanto, se recomienda el uso de metodologías de enseñanza STEM en la enfermería. Además, la utilidad percibida favoreció la alfabetización digital en ambos géneros, siendo muy significativo en las alumnas.

Kulturel-Konak, S., D'Allegro, M. Iou, & Dickinson, S. (2011). Review Of Gender Differences In Learning Styles: Suggestions For STEM Education. *Contemporary Issues in Education Research (CIER)*, 4(3), 9–18. <https://doi.org/10.19030/cier.v4i3.4116>

Zhu, X., Xiong, Z., Zheng, T., Li, L., Zhang, L., & Yang, F. (2021). Case-based learning combined with science, technology, engineering and math (STEM) education concept to improve

clinical thinking of undergraduate nursing students: A randomized experiment. *Nursing Open*, 8(1), 415–422. <https://doi.org/10.1002/nop2.642>

Agradecimiento: Convocatoria PIBD 2020-2022 Básicos I de la Universidad de Granada. Código 20-29: Técnicas basadas en las tecnologías de Bioréplicas Impresas en 3D y Realidad Aumentada de alteraciones anatómicas y disfunciones fisiológicas para la mejora docente en las asignaturas de Anatomía y Fisiología.

Palabras clave: STEM, género, enfermería, aprendizaje, impresión 3D, realidad aumentada

F. Estudio de las necesidades para incorporación a la docencia habitual

La idea de realizar una docencia basada en recursos digitales era la aproximación del alumnado a una realidad más cercana y asimilable, donde el discente pudiera visualizar y tocar conceptos complejos y abstractos de la materia que de forma tradicional no pueden ser recreados o visualizados. El concepto teórico es afianzado si añade información visual, auditiva y/o táctil, siendo mucho mayor el procesamiento cerebral para su aprendizaje por la entrada de distintas rutas de la información (vías sensoriales). Se conoce que el aprendizaje y el recuerdo es más efectivo o tiene un mayor impacto en función de las diversas actividades que se desarrolle sobre el alumnado¹. En la pirámide del aprendizaje²⁻⁷ durante un día, escuchar equivale a un 5% de memoria, mientras que leer, utilizar medios audiovisuales, demostrar, argumentar, realizar prácticas y enseñar a otros equivalen a un 10%, 20%, 30%, 50%, 75%, y 90%, respectivamente¹. Pero para que sea efectivo el aprendizaje práctico usando recursos derivados de información digital, el alumno necesita primero una toma de contacto para su adaptación, aprendizaje y comprobar sus resultados.

La adquisición de habilidades digitales es esencial para que los estudiantes se incorporen con éxito a un mercado laboral con una creciente demanda de perfiles tecnológicos, formándose en estas disciplinas y dando la oportunidad de participar tanto en la producción docente como científica.

Aquí se resume brevemente las valoraciones indicadas de todos los resultados aportados. Justo al inicio de la asignatura, los discentes consideraron un desconocimiento elevado de las técnicas y una dificultad elevada en su manejo y entendimiento. Esto le denotaba temor en la comprensión de los contenidos y/o adquisición de las competencias curriculares. La finalización del proyecto mostró una idea significativamente opuesta, considerando que la dificultad era mucho menor, mostrando finalmente una clara satisfacción y utilidad de las técnicas. Junto a

ello, es de interés conocer como los discentes solicitaban extender estas técnicas a la totalidad de las asignaturas del grado de enfermería impartidas en la facultad de ciencias de la salud de Ceuta.

La inmensa mayoría consideraba que los elementos de innovación aplicados han favorecido la comprensión de los contenidos y/o adquisición de competencias asociadas a las asignaturas. Eso se transcribe también con los resultados de evaluación de contenidos, que confirma la opinión del alumnado.

Hay que destacar que además de repercutir en la mejora de aspectos referidos al aprendizaje por alfabetización digital, de manera involuntaria está adquiriendo hábitos de vida saludable y sostenibilidad al tratar contenido sanitario.

Muy interesante fue observar como el uso de estas técnicas STEM favorecían al alumnado, en especial ayudaron a romper la brecha digital por causa de género, alentando la inclusión digital al colectivo de alumnas. Además, como apreciación propia del coordinador, subraya que el alumnado con atención a la diversidad dejaba constancia verbal de aprender mejor con este sistema. Este último asunto abre la posibilidad de una nueva línea que debería ser tomado en cuenta para futuros estudios.

Para más información de cada argumentación, ver siguiente apartado (G.). En especial preguntas:

- ¿Se han tratado los contenidos planeados en el PIBD? ¿Y estos han sido los adecuados para el desarrollo de las innovaciones propuestas?
- ¿Los cambios generados por el proyecto han permitido mejorar la inclusión, atención a la diversidad, aspectos referidos a la igualdad de género o la vida saludable y la sostenibilidad?

Referencias:

¹ Mera-Constante, MA; Amores-Guevara, PR. (2017). Estilos de aprendizaje y sistemas de representación mental de la información *Revista Publicando*, 4(12):181-196.

²Prieto-Gil, A. (s.f.). La pirámide del aprendizaje. [Visitado 02 de mayo de 2021]. Recuperado de <http://biblioteca.ucm.es/revcul/e-learning-innova/27/art1263.pdf>

³ Ribes-Greus, A. (Coord.) (2008). Metodologías activas. In: Editorial UPV. Universidad Politécnica de Valencia.

⁴ María Antoraz Alonso. ¿Cómo mantener al alumnado motivado? Uso de las TIC en el aula E/LE: «Blendspace y Goanimate». XLIX Congreso La enseñanza de español en el contexto de las artes y la cultura (Ávila, 2014). [Visitado 02 de mayo de 2021]. Recuperado de https://cvc.cervantes.es/ensenanza/biblioteca_ele/aepe/pdf/congreso_49/congreso_49_13.pdf

⁵ Llorach Granados, M. (2020). Trabajo Fin de Máster: Aplicación de metodologías de aprendizaje activo para el desarrollo de la actitud emprendedora a través de la marca personal en la era digital. Universitat Jaume I. <http://hdl.handle.net/10234/189876>

⁶ Wilson, K. (2020). Trabajo de Máster: The relationship between adverse childhood experiences and executive functioning dimensions. <https://jewlscholar.mtsu.edu/handle/mtsu/6217>

⁷ Lavilla-Cerdán, L. (2011). La memoria en el proceso de enseñanza/aprendizaje. *Pedagogía Magna*, pp.311-319.

G. Puntos fuertes, las dificultades y posibles opciones de mejora

De forma resumida, se concluye que:

La inmensa mayoría consideraba que los elementos de innovación aplicados han favorecido la comprensión de los contenidos y/o adquisición de competencias asociadas a las asignaturas. Eso se transcribe también con los resultados de evaluación de contenidos, que confirma la opinión del alumnado.

Como apreciación aparte del coordinador, el alumnado con atención a la diversidad deja constancia de aprender mejor con este sistema. Este último asunto abre la posibilidad de una nueva línea que debería ser tomado en cuenta para futuros estudios.

La mayoría de los discentes consideraron favorable la experiencia con este tipo de aprendizaje emergente, describiéndola como una forma útil y diferente que no debería de desaparecer y aplicarla en la totalidad del temario de las asignaturas impartidas y en el resto de asignaturas del centro, donde el departamento de fisiología no tiene competencia. Los discentes apreciaron también su carácter innovador, pareciéndoles interesante, divertido y motivante en su aprendizaje.

Como aspecto negativo, hay que destacar todas las dificultades técnicas que aparecen alrededor de la tecnología, la falta de colaboración de determinados alumnos, y la falta de presupuesto en este proyecto, no permitiendo crear un centro Maker en el Campus de Ceuta, con la idea de participación multitudinaria de la comunidad educativa y crear a nivel de Centro un repositorio de objetos de docencia que favoreciese la publicación de nuevo material docente.

Considerando el previo resumen, a continuación, desarrollaremos con más complejidad los argumentos. Con una valoración tipo Likert de 0 a 5 basamos las respuestas en preguntas adaptadas del modelo de memoria anterior para reforzar los puntos fuertes y las debilidades. Siendo:

0. No, nada / 1. De forma limitada / 2. De forma insuficiente / 3. De forma suficiente / 4. Adecuadamente / 5. Excelentemente.

❖ **¿La coordinación del proyecto se ha desarrollado de forma adecuada? Puntuación: 5**

El proyecto se ha desarrollado excelentemente cumpliendo con todos sus objetivos. La localización de recursos digitales para su correcto desempeño en realidad aumentada (RA) y la creación de bioréplicas y su impresión ha supuesto un elevado esfuerzo y dificultades varias, para trabajar con una aplicación que suponga gratuidad, facilidad y consenso entre profesores y discentes; en especial en la búsqueda de planes contingentes cuando se acusa una mala calidad en la conectividad entre terminales y la red. Para asegurar la correcta coordinación docente, el coordinador se reunió con su equipo para reasignar las funciones de implantación de los nuevos recursos mediante dos tipos de coordinación (horizontal y vertical).

❖ **¿Los miembros del equipo han generado una adecuada dinámica de colaboración para la innovación y la generación de buenas prácticas docentes? Puntuación: 5**

Para el éxito de este proyecto fue necesario disponer de un equipo multidisciplinar con dedicación docente e investigadora del Departamento de Fisiología en diferentes grados universitarios del área de las ciencias de la salud y de las ciencias biológicas celular y molecular, y con conocimientos básicos de diseño informático o ingeniería de materiales. La asesoría de los profesores de los Dptos. de enfermería y de la Educación ofrecieron su auxilio sobre los diseños sanitarios y educativos.

Los miembros del equipo colaboraron en el planteamiento de las necesidades docentes que justificaban este proyecto en el Campus de Ceuta, discutiendo que recurso docente sería el más adecuado obtener o realizar para aplicar en cada técnica. Esta dinámica y buena disponibilidad para generar ideas, permitió eficazmente elaborar materiales que, posteriormente, mostraron su eficacia tras la evaluación de conocimientos.

❖ **¿Las experiencias del grupo han sido aprovechadas y han facilitado el desarrollo del proyecto? Puntuación: 5**

La experiencia previa en RA y Bioréplicas por parte de algunos integrantes facilitó las tareas de este proyecto. Para la coordinación del proyecto era necesario el análisis del desarrollo, del uso docente y de la evaluación por parte de especialistas y profesionales de disciplinas diferentes. Además de la coordinación multidisciplinar, fue necesario un conocimiento específico de los aspectos de la ciencia y tecnología en relación a las asignaturas donde se han impartido. En conclusión, ha existido una correcta sinergia y participación que ha permitido llevar hacia delante el proyecto de manera excelente.

❖ **¿El PIBD se ha adecuado a los análisis diagnósticos, informes o recomendaciones que suscitaron su diseño? Puntuación: 5**

Como se ha comentado anteriormente, la inmersión de recursos digitales por RA y bioréplicas requería del trabajo de profesionales de diferentes disciplinas. Era fundamental que ese trabajo fuese coordinado, lo cual no siempre fue fácil, en especial para la impresión de bioréplicas exactas. La detección del problema clínico y su respuesta para su desarrollo docente supuso una serie de pasos escalonados, que tuvieron que ser analizados desde perspectivas diferentes, que incluyen no solo aspectos médicos o de ingeniería de materiales, sino también aspectos económicos, legales y bioéticos.

Resumiendo, el equipo de trabajo participante llegó al consenso para destacar que al ser ambas tecnologías una

metodología innovadora, mediante un modelo de educación basado en estilos experienciales de entrenamiento y aprendizaje, ésta ofreció a los discentes mayor motivación, impacto visual y emoción (aprende divirtiéndose por sorpresa) y mayor información (sobre todo si son modelos 3D por ser el modelo más cercano y similar a nuestro mundo físico) respecto a la enseñanza tradicional. En este aprendizaje significativo el propio alumno construía parte del conocimiento mediante simulaciones, fomentaba el trabajo colaborativo y permitía el desarrollo de las capacidades que vienen recogidas en los nuevos planes de estudios. Todo esto se conseguía con una mínima inversión puesto que casi todo el software necesario está en plataformas de libre acceso.

❖ **¿Ha permitido solventar alguna de las problemáticas señaladas en esos diagnósticos?**

Puntuación: 5

Los modelos de órganos 3D empleados, virtuales o impresos, durante la realización de prácticas de laboratorio y/o seminarios, ayudó a la comprensión de conceptos básicos y difíciles de mostrar mediante una docencia tradicional, fundamentado no solo en la complejidad de los conceptos, sino que también los discentes de primer año académico no dominan todavía la nueva terminología académica-científica de su nuevo itinerario. Por esta razón, las técnicas emergentes solventaron los déficits de la docencia tradicional dentro del aula/laboratorio a través de la observación de bioréplicas en 3D (estructuras anatómicas normales y alteradas por traumas-patologías, guías quirúrgicas y prótesis) y, por otro lado, a través de la RA, a modo de píldoras formativas. En este aprendizaje significativo el propio alumno construyó parte del conocimiento mediante simulaciones, fomentó el trabajo colaborativo y permitió el desarrollo de sus capacidades mediante debates y reflexiones. Con esto se consiguió finalmente un nuevo enfoque en la exploración de nuevas posibilidades en la comprensión del conocimiento por parte del discente. En este sentido, los profesores introdujeron estas nuevas alternativas que permitieron una mayor participación del estudiante por captar su atención, además del aprendizaje consciente por diversión, razonamiento e impacto visual, contribuyendo a su autoaprendizaje. Se analizaron todos los puntos fuertes y débiles. A cada punto débil se diseñó su propio plan de contingencia. Por ejemplo, todo el proceso donde fallaba la técnica de RA (por fallo de conectividad, malas condiciones de luminosidad para escanear y reconocer el marcador, etc), se enfatizó en su lugar con impresiones 3D, siempre que fuese posible en función de determinados aspectos del contenido del temario.

❖ **¿Se han tratado los contenidos planeados en el PIBD? ¿Y estos han sido los adecuados para el desarrollo de las innovaciones propuestas?**

Puntuación: 5

Este proyecto se presentó como una puesta a punto (prueba piloto) en la mejora de la enseñanza de asignaturas del departamento de fisiología a través del uso eficaz de las TIC como recurso, impartidos durante el primer semestre en 1º del grado de enfermería del Campus de Ceuta. Durante la primera etapa el equipo participante se comprometió a organizar las tareas docentes para desarrollar el modelo 3D visual más idóneo. Los modelos 3D permiten personalizar la docencia, los tratamientos y hacer una simulación previa. Para tratar los contenidos de manera adecuada, tuvieron que realizarse diferentes medidas:

- Revisiones bibliográficas para entender el estado del arte. El inicio de este proyecto requirió del arranque de una buena revisión del estado del arte de la o las variables objeto de estudio. Esta búsqueda permitió a los miembros participantes conocer los diferentes aspectos a los que se pueden aplicar. Este proyecto suponía un gran reto debido al trabajo de reciclaje formativo que ha supuesto al profesorado para adaptarse a las TIC. Otro motivo, el departamento de fisiología es la primera vez que instaura en Ceuta este modelo innovador que complementa a la educación tradicional.

- Se desarrolló un listado de posibles aplicaciones y softwares para el desarrollo favorable de este proyecto. Tras crear algunos objetos de prueba (RA y de impresión) para probarla, se decidió quedarse con los que tuviesen el carácter de gratuidad, distribución libre, fácil instalación y manejo, compatibilidad con la mayoría de los dispositivos móviles, menor espacio ocupado en el dispositivo móvil, mayor prestación/rendimiento, y mayor compatibilidad.

- Se organizó las tareas docentes para desarrollar el modelo 3D más idóneo. La finalidad fue elaborar píldoras formativas para ayudar a la comprensión del contenido de las asignaturas, impartidas como seminarios de contenido práctico. De esta manera consolida los conceptos aprendidos por estímulos visuales, como un aprendizaje adquirido que complementa al método tradicional.

- El planteamiento de trabajo seguido con esta metodología llevó a resultados significativos en el aprendizaje del discente. Para asegurar la correcta coordinación docente, el coordinador se reunió con los profesores y alumnos participantes para reasignar las funciones de implantación de los nuevos recursos. Se realizaron dos tipos de coordinación. Una coordinación horizontal permitió reuniones periódicas con los profesores implicados en la docencia del departamento de fisiología (Profs. Germán Domínguez y Juan José Ramos) junto con el coordinador de grado de enfermería y TFG (Prof. Sergio Toribio) de la facultad de CC. de la Salud y el coordinador de Máster de Formación al Profesorado de la Facultad de Educación, Economía y

Tecnología de Ceuta (TFM) (Prof. Santiago Ramírez). Ambos asesoraron y ofrecieron planes de contingencia (alternativas). Una coordinación vertical promovió la coordinación de la docencia de las distintas asignaturas del curso académico 2020/2021. Con los alumnos participantes de este proyecto también se llevaron reuniones con carácter formativo y de apoyo a la docencia.

- Para facilitar el desarrollo de la planificación docente de este proyecto, se realizaron las sesiones que consideraron oportunas, invitando a participar en ellas a los diferentes profesores afectados y alumnado del grado de enfermería, facilitando así la coordinación correcta en todas las actividades del programa formativo.

❖ **¿La metodología empleada ha sido la adecuada para desarrollar el PIBD? Puntuación: 5**

Los recursos digitales e impresos han aportado en nuestro currículo docente soluciones muy centradas a objetivos concretos de la materia y casos clínicos muy personalizados. Este último ha sido un aspecto muy suculento e interesante, puesto que han podido visualizar y comprender aspectos internos y profundos de pacientes durante casos concretos, que de otra forma sería muy invasivo o tendrían que tener acceso a un cadáver con las mismas circunstancias (caso improbable y difícil, aún más estando en primero de grado). Por otro lado, este material ha permitido la discusión y reflexión sobre métodos y dispositivos para corregir alteraciones estructurales y funcionales. Además, destacar que los alumnos de primer grado no tienen todavía acceso a pacientes reales, por lo que introducir estos aspectos como novedad han reforzado el contenido de sus asignaturas básicas y obligatorias (<<Anatomía Humana>> y <<Fisiología I>>).

❖ **¿La metodología ha generado una adecuada relación entre la coordinación, participantes y destinatarios de la innovación? ¿Y ha permitido establecer un proceso y clima de innovación adecuado?**

Puntuación: 5

Este modelo docente real resultó muy útil para unir las ideas del profesorado y aumentar la interacción profesorado-alumno en la explicación del tratamiento ideal del paciente, usándose como material didáctico. Casos a priori inabordable en las aulas o en las prácticas clínica se pueden planificarse milimétricamente con estas tecnologías emergentes para reducir tiempos y complejidad. Por tanto, el abordaje de las tecnologías de RA e impresión de bioréplicas supuso una "mentalización" antes de la toma de contacto con pacientes reales tras trabajar con muestras originadas de recreaciones fieles de pacientes.

Como aspectos negativos:

A pesar de trabajar con estudiantes que han crecido en un entorno en el que las TIC se han convertido en una parte integral de la vida cotidiana, muchos de estos denominados <<generación Y>> o Millennials manifestaron el desconocimiento en estas tecnologías. Además, muchos de ellos hacían caso omiso a toda la información enviada antes del comienzo de las actividades con RA, por lo que se recurrió dedicar unos minutos para instalar las aplicaciones RA y mostrar cómo funcionan uno por uno con sus dispositivos móviles.

Al ser la primera experiencia de contacto, como aspecto negativo destaco que al ser aplicaciones de libre acceso y gratuito, hubo muchos casos donde falló el internet wifi EDUROAM de la UGR y/o los servidores de la aplicación estaban saturados, imposibilitando el uso de la RA por cuestiones ajenas. En caso de problemas técnicos se recurre al plan de contingencia, basado en copias del material grabado en formato video y proyectado. Otras incidencias puntuales eran originadas por el desánimo de algunos alumnos que no disponían de sus propios dispositivos móviles smartphone, o eran modelos antiguos donde no podían ejecutar la aplicación, o por falta de espacio en sus terminales ya sea por ser limitados o por tenerlos ya previamente saturados de aplicaciones personales.

❖ **¿El proyecto se ha organizado adecuadamente para alcanzar las metas que se habían planteado?**

Puntuación: 5

Fruto de una correcta coordinación docente entre el responsable y su equipo, se facilitó el desarrollo de la planificación de toda la programación formativa respetando el cronograma de trabajo. Se establecieron medidas de control adecuadas para favorecer el correcto desarrollo de la planificación de las enseñanzas. No hubo reclamaciones durante el desarrollo de los diferentes programas formativos (según el proceso Gestión de incidencias, dentro del Sistema de Garantía Interna del Plan de Calidad de la Universidad de Granada y los aspectos de innovación considerados en el Plan FIDO), sin que fuese necesario establecer medidas correctoras oportunas ante cualquier aparición de desviación del contenido curricular.

❖ **¿Se ha dispuesto de los recursos humanos, y materiales adecuados? Puntuación: 3**

A pesar de cumplir con los objetivos y obtener resultados muy significativos, la falta de presupuesto no ha permitido conseguir uno de los mayores objetivos: hacer del Campus de Ceuta el primer centro Maker y de referencia en el grado de enfermería. Esto imposibilita una oferta amplia de líneas de investigación para el desarrollo de diversos TFGs/TFMs, que pudiese implicar una alta especialización y alfabetización digital del alumnado interesado en el modelaje 3D e impresión sanitaria, para su posterior integración en el futuro mercado laboral, académico e investigador.

❖ **¿Se ha considerado el tiempo suficiente para la realización de las tareas propuestas?**

Puntuación: 5

Se ha cumplido satisfactoriamente con la cronología y la programación de tareas para cada miembro del equipo en función de los objetivos definidos, tal como estaba descrito en el plan de trabajo del proyecto. Se resume la cronología que se ha seguido:

- 1) Objetivo 1: "Identificar los requisitos que deben satisfacer la instrumentación y los modelos para las clases teóricas, prácticas y seminarios de las distintas asignaturas", (julio-septiembre, 2020);
- 2) Objetivo 2: "Puesta a punto de los modelos 2D/3D: recursos para la impresión de bioréplicas y RA con la creación de códigos y marcadores (trackers)", (septiembre, 2020);
- 3) Objetivo 3: "Realización y desarrollo de las tecnologías emergentes sobre las clases teóricas, prácticas y seminarios (fase de implementación)", (septiembre, 2020);
- 4) Objetivo 4: "Evaluar los beneficios para la docencia en un grupo de alumnos de las asignaturas implicadas", (septiembre, 2020 – febrero, 2021);
- 5) Objetivo 5: "Transmitir la experiencia y metodología a compañeros y profesores noveles mediante demostración" (temporalización indefinida).

❖ **¿El equipo ha cumplido con la totalidad del proyecto propuesto?**

Puntuación: 5

El equipo multidisciplinar, formado por profesorado de las facultades de Ciencias de la Salud y de Educación del Campus de Ceuta, junto con el apoyo de alumnos colaboradores, permitió el correcto soporte regulador en el que se sustentó la innovación y el informe de la evaluación, cumpliendo con lo establecido en las guías de aprendizaje del grado de enfermería en las asignaturas de "Anatomía Humana" y "Fisiología I", impartido dentro del departamento de Fisiología de la Universidad de Granada. Igualmente, el profesor de la Facultad de Educación, miembro del equipo de este proyecto INNOVA, ha brindado una inestimable ayuda para asesorar este estudio en paralelo dentro del Máster de Formación del Profesorado en Secundaria (Máster universitario en profesorado de enseñanza secundaria obligatoria y bachillerato, formación profesional y enseñanzas de idiomas), trasladándolo como trabajo de investigación TFM (todavía en desarrollo). Todo el equipo tenía claro que el desarrollo de la tecnología solo complementaba la enseñanza, nunca la sustituía.

❖ **¿Los cambios generados por el proyecto han permitido mejorar la inclusión, atención a la diversidad, aspectos referidos a la igualdad de género o la vida saludable y la sostenibilidad?**

Puntuación: 5

La mayoría de nuestros estudiantes de primer grado de enfermería están compuestos por mujeres, correspondiendo a un 25% el género masculino (figura 1). Sin embargo, parece evidente la existencia de una brecha digital en el género femenino. Nuestros resultados evidencian que los hombres tienen un mayor conocimiento en RA que sus compañeras (figura 2), pero las bioréplicas fue una gran incógnita para todos (figura 3). El empleo de las técnicas de RA y de bioréplicas son muy demandadas en las carreras STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas). La utilización de estas técnicas ha permitido que todo el alumnado, por igual, disfrute y conozca de estas técnicas durante su aprendizaje, consiguiendo su alfabetización digital e incentivando un acercamiento a nuevas líneas de investigación que los alentaría a conocer un poco más sobre estas técnicas, así como conocer y motivar un nuevo aspecto científico dentro de la rama sanitaria. Además, los componentes digitales e impresos están versados en el correcto funcionamiento del cuerpo humano y de alteraciones anatómicas, por lo que su estudio repercute un gran impacto visual, aprendizaje por emoción diversión, y de forma inconsciente adquieren hábitos saludables para evitar hábitos incorrectos y terminar como las bioréplicas impresas. Este punto considera aspectos referidos a la vida saludable y sostenibilidad, facilitaba al discente y profesorado una potente herramienta para la innovación educativa en el desarrollo de los contenidos del currículo relacionados con la promoción de la salud. De la misma manera, alumnos con trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) prestaban una mayor atención a los modelos impresos, captando muchos más detalles que de manera tradicional no asimilaban. Por último, la fabricación aditiva permitiría sacar lo mejor de cada alumno, y aumentar la motivación para el crecimiento de la industria. Además, los efectos de la difusión de

la fabricación aditiva son muchos y variados, y cabe destacar un incremento de la productividad y un menor impacto ambiental.

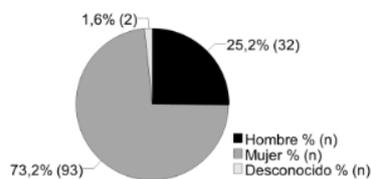


Figura 1. Género alumnos.

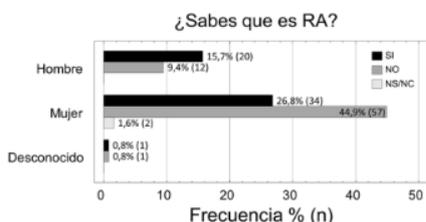


Figura 2. Saber qué es RA.

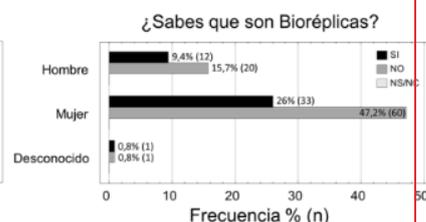


Figura 3. Saber qué son Biorélicas.

Por esta razón, de forma indirecta como resultado secundario, se consiguió de manera interesante la formación y alfabetización digital del propio alumnado ante las nuevas tecnologías futuras y emergentes (FET) aplicadas para la docencia. Esta adaptación tecnológica es algo muy perseguido por el marco europeo Horizonte 2020 (H2020) para promover la difusión de conocimiento y resultados en investigación y la tecnología más allá de lo que se conoce. Conocer estas técnicas suponen, de cara al futuro, un valor significativo para la superación de nuevos retos de adaptación a la tecnología en la sociedad y el sector empresarial. La aparición de las nuevas tecnologías en todos los ámbitos de actuación de la persona ha ido generando nuevos hábitos sociales y creativos, nuevos servicios y nuevas formas de trabajo. El entorno laboral, las nuevas actividades y la introducción de equipos y herramientas tecnológicas para el desarrollo del trabajo, necesariamente significan cambiar también el concepto clásico de adaptación del puesto de trabajo. Superando así el tradicional concepto de adaptación, las tecnologías toman un papel esencial tanto en lo referente a la accesibilidad-utilidad de los propios equipos y herramientas tecnológicos, sin duda parte hoy ya del mercado laboral, como en su uso para generar espacios y entornos adaptados al trabajo, al campo investigador o académico.

Este estudio presenta las diferencias de género en los estilos de aprendizaje en la enfermería, aplicando y examinando el aprendizaje basado en tecnologías emergentes (RA y biorélicas por impresión aditiva) sobre la formación del pensamiento clínico y reflexivo de los estudiantes del grado de enfermería del Campus de Ceuta. Los discentes recibieron docencia tradicional combinada con conceptos tecnológicos de educación STEM (Ciencia (S), Tecnología (T), Ingeniería (I) y Matemáticas (M)). Se analizó, con pruebas estadísticas de muestras pareadas, diferentes ítems que determinaban el aprendizaje y la utilidad percibida (UP1, UP3 y UP4) para disminuir las desigualdades de género en los campos STEM (figuras 4-6). A pesar de ser la enfermería una carrera compuesta por un elevado número de alumnas, se observaron diferencias significativas que mostraban un enorme desconocimiento (ANTES) en las tecnologías emergentes. La finalización (DESPUÉS) de la docencia STEM también supuso para las alumnas una apreciación significativa de la utilidad de la tecnología STEM sobre la mejora en su aprendizaje.

La valoración de la brecha género, usando RA y biorélicas antes-después, mediante ítem UP1 (<<Aprendo mejor cuando se usa en clase RA/Biorélicas>>) e ítem UP3 (<<Comprendo mejor las explicaciones en clase con RA/Biorélicas>>) determinaron al principio de la experiencia una desventaja claramente significativa para las alumnas, excepto para UP1 (biorélicas) donde al inicio el desconocimiento era el mismo para ambos sexos (figura 4D). Sin embargo, terminada las experiencias todas esas valoraciones se revertieron, igualándose e incluso mejorando la valoración en las alumnas (figuras 4 y 5).

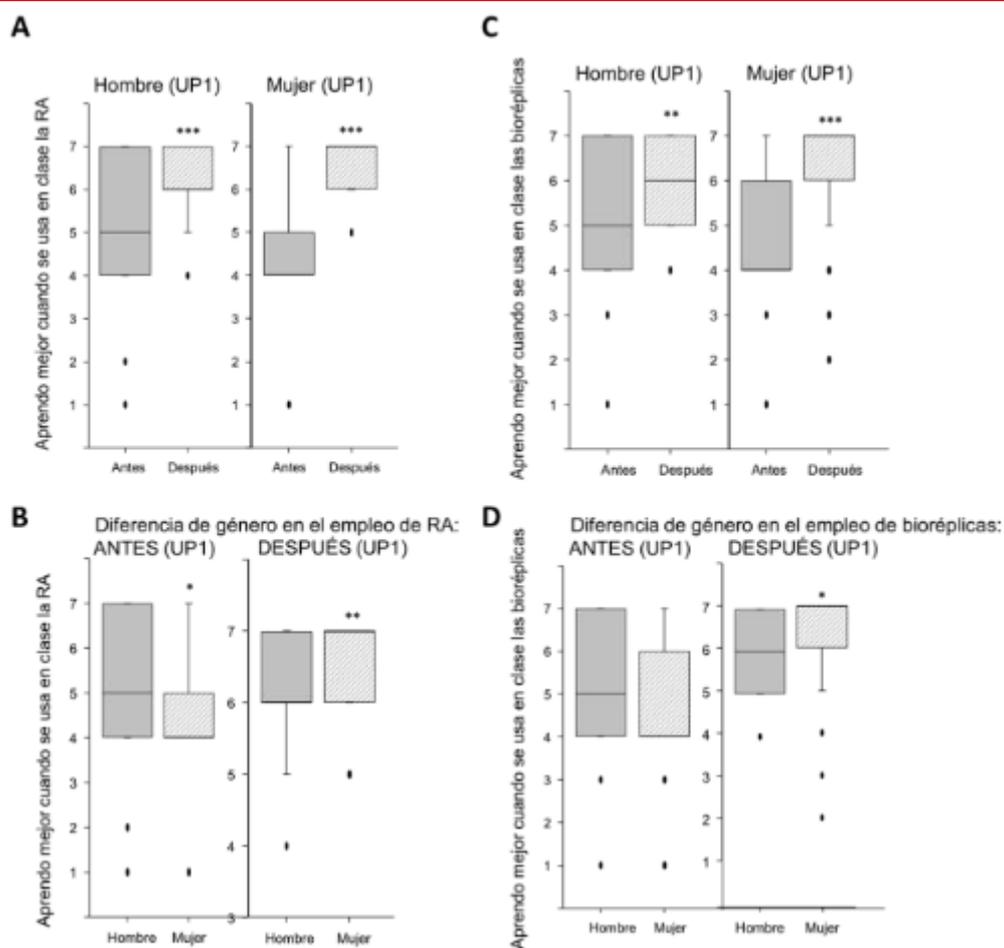


Figura 4. Valoración brecha género usando RA y bioréplicas mediante ítem UP1 antes-después: <<Aprendo mejor cuando se usa en clase RA/Bioréplicas>>. * P <0,05; ** P <0,01; ***P <0,001.

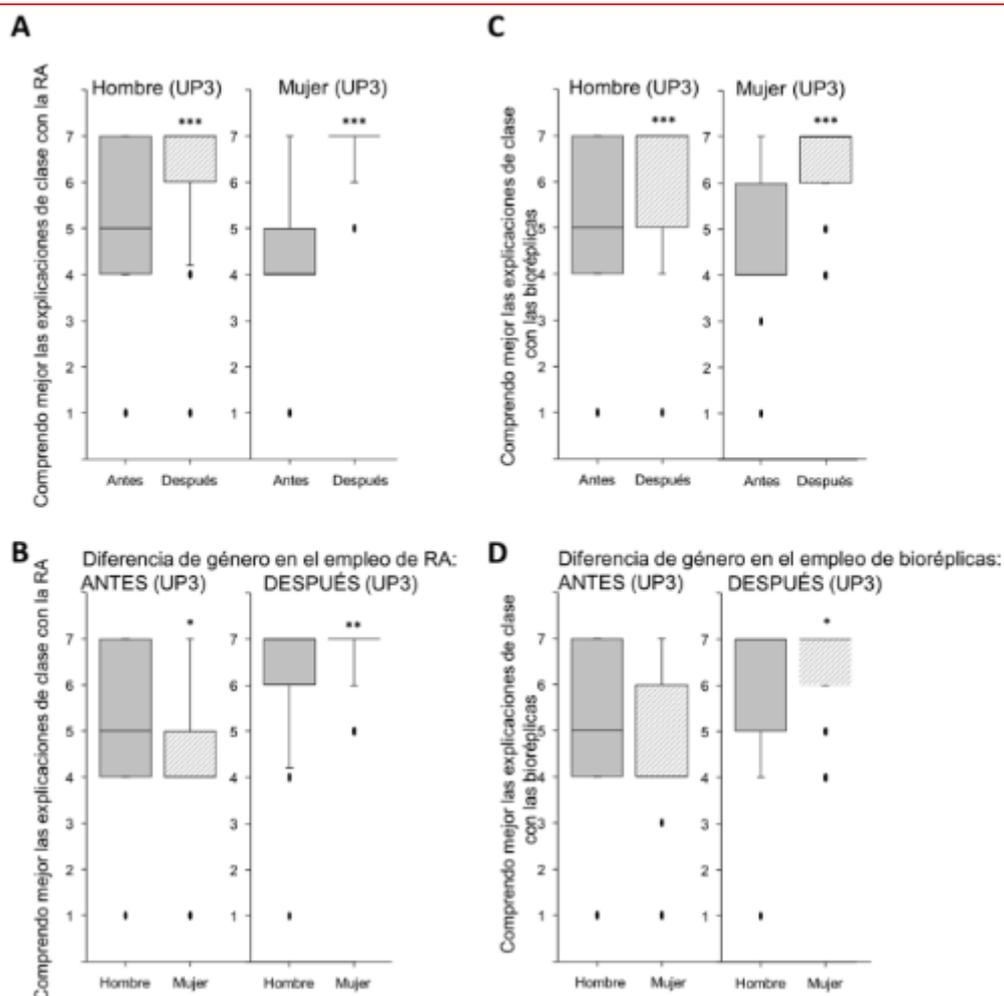


Figura 5. Valoración brecha género usando RA y bioréplicas mediante ítem UP3 antes-después: <<Comprendo mejor las explicaciones en clase con RA/Bioréplicas>>. * P <0,05; ** P <0,01; *** P <0,001.

Sin embargo, la valoración de la brecha de género usando RA y bioréplicas mediante ítem UP4 antes-después (<<La RA/Bioréplicas son útiles cuando se está aprendiendo>>), no mostró diferencia entre géneros (figura 6B y 6D), aunque sí fue muy evidente al finalizar que ambos sexos consideran ambas tecnologías útiles para aprender (figura 6A y 6C).

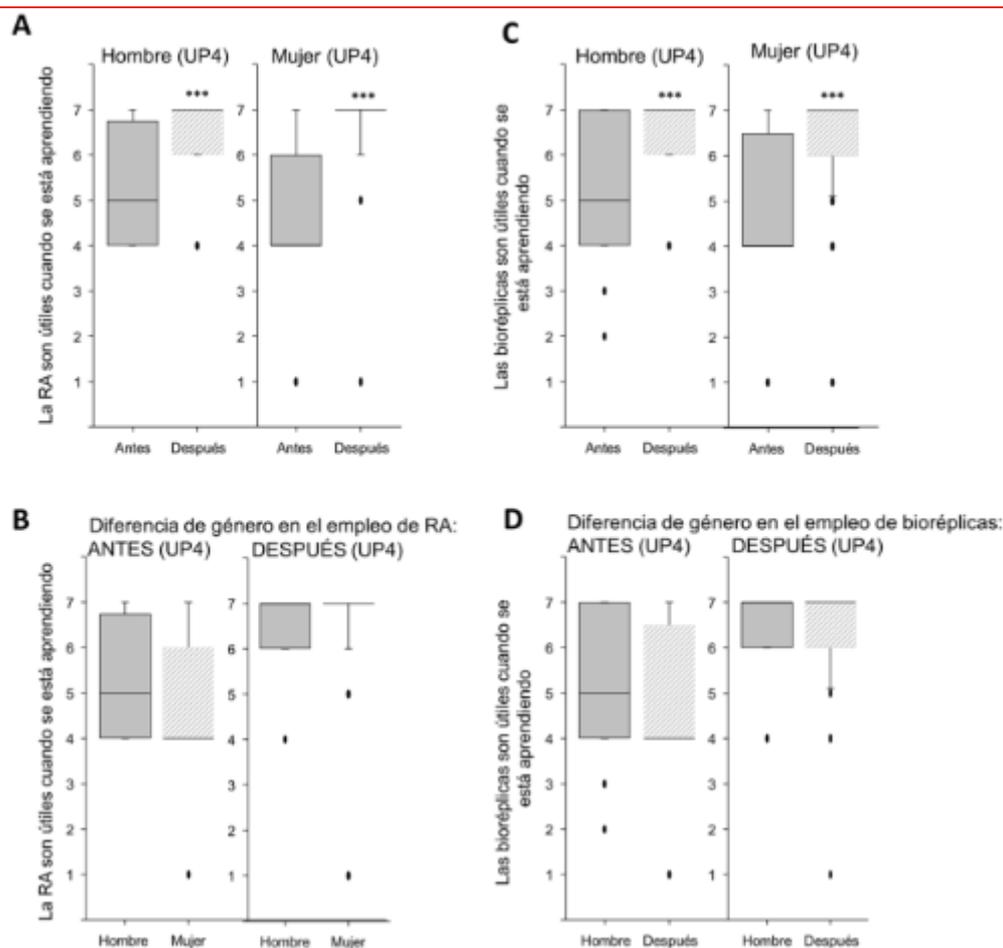


Figura 6. Valoración brecha género usando RA y bioréplicas mediante ítem UP4 antes-después: <<La RA/Bioréplicas son útiles cuando se está aprendiendo>>. * P <0,05; ** P <0,01; *** P <0,001.

Por tanto, se recomienda el uso de metodologías de enseñanza STEM en la enfermería. Además, la utilidad percibida favoreció la alfabetización digital en ambos géneros, siendo muy significativo en las alumnas.

También hay que considerar que el uso de estas tecnologías ha fortalecido la alfabetización digital. Ello favorece al alumnado y profesorado de técnicas inmersivas que desarrollarían su alfabetización digital, además de su aprendizaje para llevarlo en la vida cotidiana, académica y laboral. Además, los recursos de impresión 3D permitiría la formación en conceptos de ingeniería e industrialización, para el desarrollo virtual e impresión de modelos 3D. Desafortunadamente, la situación sanitaria actual y la falta de presupuesto no ha permitido hacer del Campus de Ceuta un ambicioso Centro Maker de referencia de la Universidad de Granada, ni tampoco permitió aumentar el número de réplicas impresas. Ese era otra de las fortalezas que ofrecía este proyecto para la promoción de Hábitos de Vida Saludable y Sostenibilidad: Facilitar un correcto aprendizaje con modelos 3D individualizados (mayor número de réplicas) que permitiesen el distanciamiento social entre el alumnado durante el estado de alarma. Hay que tener presente que el campus de Ceuta nunca pasó al escenario online durante el curso 20/21, siempre permaneció la presencialidad entre su profesorado y alumnado.

❖ **¿Los cambios generados por el proyecto han permitido mejorar la digitalización y/o virtualización de la docencia?** Puntuación: 5

Ambas tecnologías han permitido crear recursos o materiales para la formación cuya posibilidad de recuerdo y asimilación es superior a la que se deriva de la información tradicional. Esto podría achacarse a una falta de aplicación de principios didácticos para el diseño de materiales educativos, porque se usan las plataformas (PRADO) como meros repositorios de contenido adornado con multimedia.

❖ **¿Las técnicas, procedimientos e instrumentos de evaluación han permitido realizar adecuaciones correctivas o formativas del proyecto de la actividad durante su desarrollo?** Puntuación: 3

El equipo de este proyecto promovió el debate continuo y las mejoras posibles para llegar a buen término este proyecto. Los planes de contingencia solventaban cualquier anomalía en el proyecto. Los resultados precedentes con prototipos preveían que durante la formación explicativa y recibida al equipo, mostrando el funcionamiento y las aplicaciones, se facilitaba la asimilación de todos estos nuevos conceptos para ser llevado a clase, junto con el planteamiento de nuevos objetivos para su planes docente.

Sin embargo, la falta de presupuesto y la realización de cursos formativos a distintos ámbitos del profesorado conllevaría usar más tiempo que lo establecido para un semestre. Experiencias previas del coordinador con la técnica de RA manifiesta que existe una relación lineal entre la formación recibida al profesorado (de las ramas de Arte y Humanidades y Ciencias) y la adecuación al puesto de trabajo del docente, pero para demostrar y evaluar la eficacia de ambas técnicas en la formación del profesorado de distintas disciplinas de la UGR, debería llevarse de manera presencial y multitudinaria en el mismo centro. Desgraciadamente, la actual situación sanitaria y el poco tiempo del que se dispone no permite realizar estas comprobaciones. La transferencia de conocimiento como formación al profesorado no se desarrollaría hasta la obtención de presupuesto y pasada la alarma sanitaria.

❖ **¿Se ha obtenido o prevé un adecuado impacto del proyecto sobre la mejora de la docencia y de la práctica docente? Puntuación: 5**

La asociación de estas tecnologías emergentes a la innovación educativa reafirmó su impacto basado en la solidez de los cuatro pilares del marco educativo: 1) los procesos educativos, donde pueden ser cualquier tipo de metodología formativa o logística; 2) las tecnologías, donde la TIC puede ser tanto el hardware (ordenador y/o móvil) como software (aplicaciones móviles de visualización de realidad virtual); 3) el conocimiento, no siendo solo los contenidos, sino toda la información útil para el proceso formativo (contenidos, recursos, web, casos prácticos, proyectos, investigación, información general sobre la asignatura, consejos, etc); 4) las personas participantes, principalmente el profesorado y los discentes, donde la innovación educativa constituye un aliciente que motive a ambos grupos.

La utilización de una impresora 3D acompañada del desarrollo inmersivo con RA permitió cambiar todo el paradigma de cómo nuestros alumnos ven la innovación y la fabricación, junto con un plan para convertir el Campus de Ceuta en un futuro Centro de Innovación Maker (movimiento de subcultura "házte lo tú mismo" y profesional para el emprendimiento y la creación de redes cooperativas que conviertan en realidad proyectos de impresiones 3D) para la formación de enfermeros en el campo de la ingeniería sanitaria, sacar lo mejor de cada alumno, y aumentar la motivación para el crecimiento de la industria.

❖ **¿Se han obtenido productos o materiales planteados y esperados en el proyecto? Puntuación: 5**

Otro de los resultados concluyentes del objetivo nº3 fue la creación de nuevos materiales educativos reutilizables para los siguientes cursos u otras comunidades educativas bajo demanda o con licencia Creative Common (CC), con la ventaja de que pueden ser fácilmente modificables y adaptarse para cada curso. Todo el material se puso a disposición del alumnado para su observación y manipulación. La percepción visual y táctil de las imágenes 3D y de los relieves de las estructuras (por ejemplos, detalles óseos y relieves de protuberancias en vértebras), supuso poner en práctica toda la información somatosensorial del alumno para relacionarlo con las explicaciones del marco teórico.

Como aspecto negativo, comentar que la falta de presupuesto en este proyecto no ha permitido crear un centro Maker en el Campus de Ceuta, con la idea de participación multitudinaria de la comunidad educativa y crear a nivel de Centro un repositorio de objetos de docencia que favoreciese la publicación de nuevo material docente. El material fungible parte del presupuesto del propio coordinador, siendo muy limitado. Eso implica una reducción considerable en el catálogo de muestras (modelos de recursos docentes impresos).