



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo



Escuela de
Ingeniería
Informática
Universidad de Oviedo

Máster en Ingeniería Web

Trabajo Fin de Máster

Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería

Learning measures using virtual reality based education for nursing students

Autor

Marcial Francisco Parrilla Socas

Tutor

Juan Ramón Pérez Pérez

Cotutor

Víctor Manuel Álvarez García

Rama de Investigación

Curso 2020/21

Control de versiones

Cambios en la versión 0.1			
Sección	Página	Descripción	Justificación
		Se ha creado la versión inicial del documento.	Inicialmente la plantilla estaba vacía.
Cambios en la versión 0.2			
3		Se ha completado el capítulo de planificación y gestión.	
Cambios en la versión 0.3			
		Revisión y correcciones en el documento.	Algunas tablas y figuras estaban mal referenciadas. Añadidas algunas aclaraciones.
Cambios en la versión 1			
		Versión final para entrega.	Se ha generado la versión final para la entrega.

Autor	Marcial Francisco Parrilla Socas	Versión 1
Tutor	Juan Ramón Pérez Pérez _____	Página .. de 64
Cotutor	Víctor Manuel Álvarez García	
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		

Declaración del estudiante

El autor del presente documento declara que todos los contenidos son originales y que las fuentes de información utilizadas se encuentran debidamente citadas.

Autor	Marcial Francisco Parrilla Socas	Versión 1
Tutor	Juan Ramón Pérez Pérez _____	Página .. de 64
Cotutor	Víctor Manuel Álvarez García	
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		

Agradecimientos

A Rubén Martín Payo y María del Mar Fernández Álvarez que participaron en este estudio desde la Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud de la Universidad de Oviedo.

Autor	Marcial Francisco Parrilla Socas	Versión 1
Tutor	Juan Ramón Pérez Pérez _____	Página .. de 64
Cotutor	Víctor Manuel Álvarez García	
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		

Resumen

En esta investigación, hemos analizado y evaluado el uso de la realidad virtual (RV) para el aprendizaje de técnicas sanitarias en el primer año de la facultad de enfermería. Hemos desarrollado un laboratorio preclínico de RV, diseñado específicamente para este estudio, que fue utilizado por 86 estudiantes del grado de enfermería de la Universidad de Oviedo tras la formación teórica sobre técnicas sanitarias.

Hemos medido y discutido diferentes medidas relacionadas con los factores de aprendizaje y usabilidad, como la satisfacción durante el aprendizaje mediante la herramienta *End-User Computing Satisfaction* o la experiencia en el uso previo de la tecnología. También se ha realizado un seguimiento de las acciones del usuario para obtener el tiempo de uso y el número de errores cometidos por los estudiantes mientras reproducían las técnicas de enfermería.

La satisfacción de los estudiantes es de 8,0116 sobre un total de 10, mientras que el aprendizaje adquirido es de 7,6395. Existe una diferencia significativa cuando el estudiante tiene experiencia previa en el uso de la RV. Según el coeficiente de correlación de Pearson, no hay correlación entre la frecuencia de uso de apps y las variables de satisfacción. Los errores antes y después de visualizar la técnica sanitaria no difieren entre el grupo con metodología tradicional y el que utiliza RV.

En este estudio, la RV es un enfoque válido para la formación a distancia online ya que no afecta negativamente a la adquisición de conocimientos en los alumnos. La satisfacción con el uso de esta tecnología y el tiempo necesario para reconocer el entorno virtual dependen de la habilidad o los conocimientos previos de los estudiantes con la RV. Esto sugiere que podría considerarse una formación inicial de los estudiantes en el uso de la RV para futuras investigaciones.

Palabras clave: realidad virtual, enfermería, educación, satisfacción.

Autor	Marcial Francisco Parrilla Socas	Versión 1
Tutor	Juan Ramón Pérez Pérez	Página .. de 64
Cotutor	Víctor Manuel Álvarez García	
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		

Abstract

In this research, we analyse and evaluate the use of virtual reality (VR) to learn healthcare techniques in the first year of nursing school. We introduce a preclinical VR laboratory setting, specifically designed for this study, which was used by 86 students of the nursing degree at the University of Oviedo after the theoretical training on health care techniques.

We report and discuss the measures obtained for learning and usability factors, such as learning satisfaction using the End-User Computing Satisfaction (EUCS) tool, a questionnaire to assess the previous use of technology, and automatic user tracking to obtain the time of use and the number of errors made by students while reproducing nursing techniques in the VR environment.

Student satisfaction is 8.0116 out of a total of 10, while learning acquired is 7.6395. There is a significant difference when the student has previous experience in the use of VR. According to Pearson's correlation coefficient, there is no correlation between the frequency of app usage and satisfaction variables. The errors before and after visualizing the sanitary technique did not differ between the group with traditional methodology and with VR.

In this study, VR is a valid approach for online distance learning which does not negatively affect the acquisition of knowledge in the students. Satisfaction using this technology and the time needed to recognize the virtual environment depend on students' prior skill or knowledge related to VR, suggesting an initial training of students in VR use could be considered for future research.

Keywords: virtual reality, nursing, education, satisfaction.

Autor	Marcial Francisco Parrilla Socas	Versión 1
Tutor	Juan Ramón Pérez Pérez	Página .. de 64
Cotutor	Víctor Manuel Álvarez García	
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		

Índice de contenido

Capítulo 1. Introducción.....	10
1.1 Motivación.....	10
1.2 Finalidad del proyecto.....	11
Capítulo 2. Objetivos	12
Capítulo 3. Planificación y gestión	13
3.1 Planificación del proyecto	13
3.1.1 Identificación de interesados	13
3.1.2 OBS	13
3.1.3 PBS	14
3.1.4 Planificación inicial – WBS.....	16
3.1.5 Riesgos	26
3.1.6 Presupuesto inicial.....	29
3.2 Ejecución del proyecto	30
3.2.1 Explicación del Plan de Seguimiento de Planificación.....	30
3.2.2 Bitácora de incidencias del proyecto	31
3.2.3 Riesgos.....	32
3.3 Cierre del proyecto.....	32
3.3.1 Planificación final.....	32
3.3.2 Informe final de riesgos.....	39
3.3.3 Presupuesto final de costes	40
3.3.4 Informe de lecciones aprendidas	41
Capítulo 4. Estado actual de los conocimientos científico – técnicos.....	43
Capítulo 5. Descripción del sistema.....	45
5.1 Laboratorio preclínico en RV.....	45
5.2 Técnicas sanitarias	47
5.3 Infraestructura tecnológica	48
Capítulo 6. Metodología	49
6.1 Diseño del estudio.....	49
6.2 Participantes	49

Autor	Marcial Francisco Parrilla Socas	Versión 1
Tutor	Juan Ramón Pérez Pérez	Página .. de 64
Cotutor	Víctor Manuel Álvarez García	
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		

6.3 Procedimiento	49
6.4 Mediciones.....	50
6.4.1 Resultados de la práctica.....	50
6.4.2 Mediciones de los usuarios.....	50
6.4.3 Mediciones de la aplicación.....	50
Capítulo 7. Resultados	51
7.1 Datos	51
7.2 Interpretación	51
7.2.1 Resultados de la práctica	51
7.2.2 Mediciones de los usuarios	51
7.2.3 Mediciones de la aplicación	54
7.3 Discusión.....	56
7.3.1 Resultados de la práctica	56
7.3.2 Mediciones de los usuarios	56
7.3.3 Mediciones de la aplicación	57
7.3.4 Limitaciones	57
Capítulo 8. Conclusiones.....	58
8.1 Conclusiones y trabajo futuro	58
8.2 Difusión de resultados.....	58
Capítulo 9. Presupuesto.....	59
Bibliografía	62
Anexos	64

Autor	Marcial Francisco Parrilla Socas	Versión 1
Tutor	Juan Ramón Pérez Pérez	Página .. de 64
Cotutor	Víctor Manuel Álvarez García	
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		

Índice de Figuras

Figura 1. OBS del proyecto.....	13
Figura 2. PBS del proyecto parte 1.	14
Figura 3. PBS del proyecto parte 2.....	16
Figura 4. Diagrama de Gantt de la planificación inicial.	21
Figura 5. Diagrama de Gantt de la planificación final.....	33
Figura 6. Técnicas sanitarias disponibles en la aplicación mostradas como objetos sobre la mesa.	45
Figura 7. Técnica sanitaria mostrada en la pantalla.	46
Figura 8. Técnica sanitaria en pantalla ampliada.	47
Figura 9. Infraestructura tecnológica.....	48
Figura 10. Comparación de la media de cada variable según el uso previo de la RV.	53
Figura 11. Comparación entre vídeos	56

Autor	Marcial Francisco Parrilla Socas	Versión 1
Tutor	Juan Ramón Pérez Pérez	Página .. de 64
Cotutor	Víctor Manuel Álvarez García	
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		

Índice de Tablas

Tabla 1. Planificación inicial del proyecto	26
Tabla 2. Identificación y descripción de los riesgos	27
Tabla 3. Respuesta a cada riesgo identificado.....	28
Tabla 4. Responsable, probabilidad e impacto de los riesgos identificados	29
Tabla 5. Coste de cada perfil.....	29
Tabla 6. Presupuesto de costes inicial.....	30
Tabla 7. Estadísticas del proyecto tras el primer análisis del estado del proyecto.....	31
Tabla 8. Estadísticas del proyecto tras el último análisis del estado del proyecto.....	31
Tabla 9. Listado de incidencias registradas	32
Tabla 10. Planificación final del proyecto.....	39
Tabla 11. Comparación planificación inicial y final.....	39
Tabla 12. Información final de los riegos.....	40
Tabla 13. Presupuesto de costes final.....	41
Tabla 14. Estadísticos descriptivos del número de fallos de los estudiantes antes y después de la sesión.....	51
Tabla 15. Estadísticos descriptivos de todas las variables.....	52
Tabla 16. Estadísticos descriptivos del efecto del uso previo de la RV en las variables de satisfacción	53
Tabla 17. Coeficiente de correlación de Pearson en las variables de frecuencia de uso y satisfacción	54
Tabla 18. Estadísticos descriptivos del uso de la aplicación	55
Tabla 19. Mediciones de cada vídeo en la aplicación.....	55
Tabla 20. Presupuesto de costes final detallado.....	61

Autor	Marcial Francisco Parrilla Socas	Versión 1
Tutor	Juan Ramón Pérez Pérez	Página .. de 64
Cotutor	Víctor Manuel Álvarez García	
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		

Capítulo 1. Introducción

1.1 Motivación

La pandemia que estamos viviendo ha afectado a nuestra forma de comunicarnos. La formación presencial se ha visto interrumpida por los confinamientos y las medidas sanitarias. Por este motivo, se han adoptado masivamente alternativas como la formación a distancia en línea, frente a otras alternativas como la radio, la televisión o el aprendizaje en papel (United Nations 2020). La mayoría de estas alternativas se centran en los contenidos y en la presencia de un profesor, mientras que los alumnos se limitan a escuchar y ver los contenidos.

Como alternativas a metodologías de enseñanza centradas en el profesor están apareciendo nuevos métodos con el objetivo de mejorar la adquisición de conocimiento, haciendo que los estudiantes participen en su propio aprendizaje, consiguiendo mayor motivación y compromiso durante el proceso (Chi and Wylie 2014). Existen diversos estudios que intentan aprovechar las características de la realidad virtual (RV en adelante) para aplicarla en nuevos métodos de enseñanza. En casos como los entrenamientos que siguen un procedimiento sistemático, las simulaciones virtuales ofrecen ventajas como la repetibilidad y la no presencia de un instructor (Plotzky et al. 2021). También tienen el potencial de incrementar las competencias adquiridas y la confianza del estudiante ofreciendo oportunidades accesibles y repetibles en un entorno protegido frente a errores (Fealy et al. 2019).

El principal objetivo de la educación en enfermería es promover la aplicación de conocimientos teóricos a prácticas clínicas (Shin et al. 2015). Los mundos virtuales pueden ser usados como una alternativa o un complemento metodológico para enseñar conocimientos teóricos en enfermería (Shorey and Ng 2021). Existen diversos estudios que intentan conocer cuál es el impacto de la RV cuando se aplica a prácticas de enfermería. Por ejemplo, (Botha et al. 2020) desarrollaron una simulación clínica virtual que permite tratar a un paciente que tiene un objeto extraño en las vías respiratorias, en este caso concluyeron que la simulación proporcionó una experiencia de usuario muy positiva, pero destacan la importancia de evolucionar estos entornos virtuales. En el caso de (Samosorn et al. 2020), concluyeron que la RV incrementa el conocimiento adquirido y ofrece un grado de presencia virtual. Sin embargo, en el estudio de (O'Connor et al. 2021), aunque los estudiantes de radiografía se sentían más confiados, lo consideraron como un suplemento a las prácticas, no como un reemplazo a la formación tradicional. (Thompson et al. 2020) y (Hardie et al. 2020) coinciden en que la RV impulsaba el compromiso y la motivación de los estudiantes para aprender.

Autor	Marcial Francisco Parrilla Socas	Versión 1
Tutor	Juan Ramón Pérez Pérez	Página .. de 64
Cotutor	Víctor Manuel Álvarez García	
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		

1.2 Finalidad del proyecto

Este estudio pretende ampliar el abanico de mediciones realizadas por otros estudios para conocer con más detalle el efecto de la realidad virtual en la educación. Así, el propósito de nuestro estudio es obtener datos preliminares del impacto que tiene el uso de la tecnología de RV en la educación de enfermería. Para ello, se estudian medidas como la satisfacción, el número de errores cometidos y el tiempo de uso de la aplicación.

Para lograr el propósito de este estudio, se ha desarrollado una aplicación para dispositivos móviles Android. Esta app utiliza la RV y sitúa a los estudiantes en una sala clínica donde se explican diversas técnicas sanitarias previamente grabadas por nuestro equipo. Tras la visualización de estas técnicas, los alumnos deben reproducirlas frente al profesor que verificará que los conocimientos han sido adquiridos correctamente.

Autor	Marcial Francisco Parrilla Socas	Versión 1
Tutor	Juan Ramón Pérez Pérez	Página .. de 64
Cotutor	Víctor Manuel Álvarez García	
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		

Capítulo 2. Objetivos

Los objetivos identificados y establecidos para este proyecto se listan a continuación:

- 1) Desarrollar una aplicación de RV que permita visualizar prácticas de enfermería.
- 2) Aplicar una metodología de enseñanza en las prácticas laboratorio que incorpore el uso de aplicaciones de RV.
- 3) Medir cuantos errores producen los estudiantes al reproducir las prácticas enseñadas.
- 4) Medir la satisfacción de los estudiantes tras el uso de la aplicación de RV mediante encuestas.
- 5) Registrar datos de uso de la aplicación.
- 6) Ordenar y analizar todos los datos recogidos.
- 7) Realizar un estudio que determine si es válido utilizar la RV como herramienta educativa.
- 8) Escribir y enviar un artículo de investigación a una revista de JCR.

Autor	Marcial Francisco Parrilla Socas	Versión 1
Tutor	Juan Ramón Pérez Pérez	Página .. de 64
Cotutor	Víctor Manuel Álvarez García	
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		

Capítulo 3. Planificación y gestión

3.1 Planificación del proyecto

3.1.1 Identificación de interesados

Los interesados identificados para este proyecto son:

- Universidad de Oviedo
- Profesorado de enfermería.
- Alumnado de enfermería.
- Desarrolladores de aplicaciones de RV.
- Investigadores de RV.
- Alfonso López Muñiz, decano de la facultad de Medicina y Ciencias de la Salud de la Universidad de Oviedo.
- Rubén Martín Payo, profesor e investigador en la facultad de Medicina y Ciencias de la Salud de la Universidad de Oviedo.
- Juan Ramón Pérez Pérez, investigador, profesor y director de este trabajo.
- Víctor Manuel Álvarez García, investigador, profesor y subdirector de este trabajo.
- Marcial Francisco Parrilla Socas, alumno y autor del presente trabajo.

3.1.2 OBS

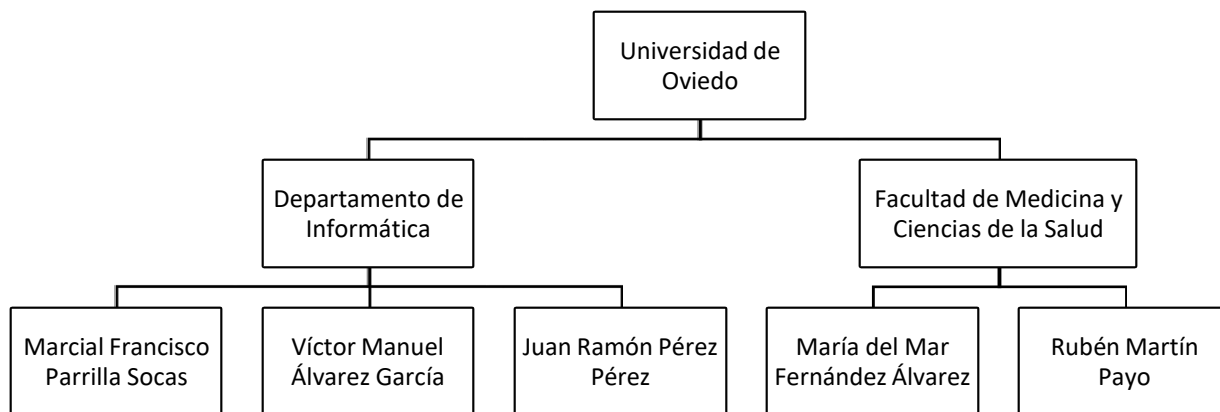


Figura 1. OBS del proyecto.

Autor	Marcial Francisco Parrilla Socas	Versión 1
Tutor	Juan Ramón Pérez Pérez	Página .. de 64
Cotutor	Víctor Manuel Álvarez García	
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		

3.1.3 PBS

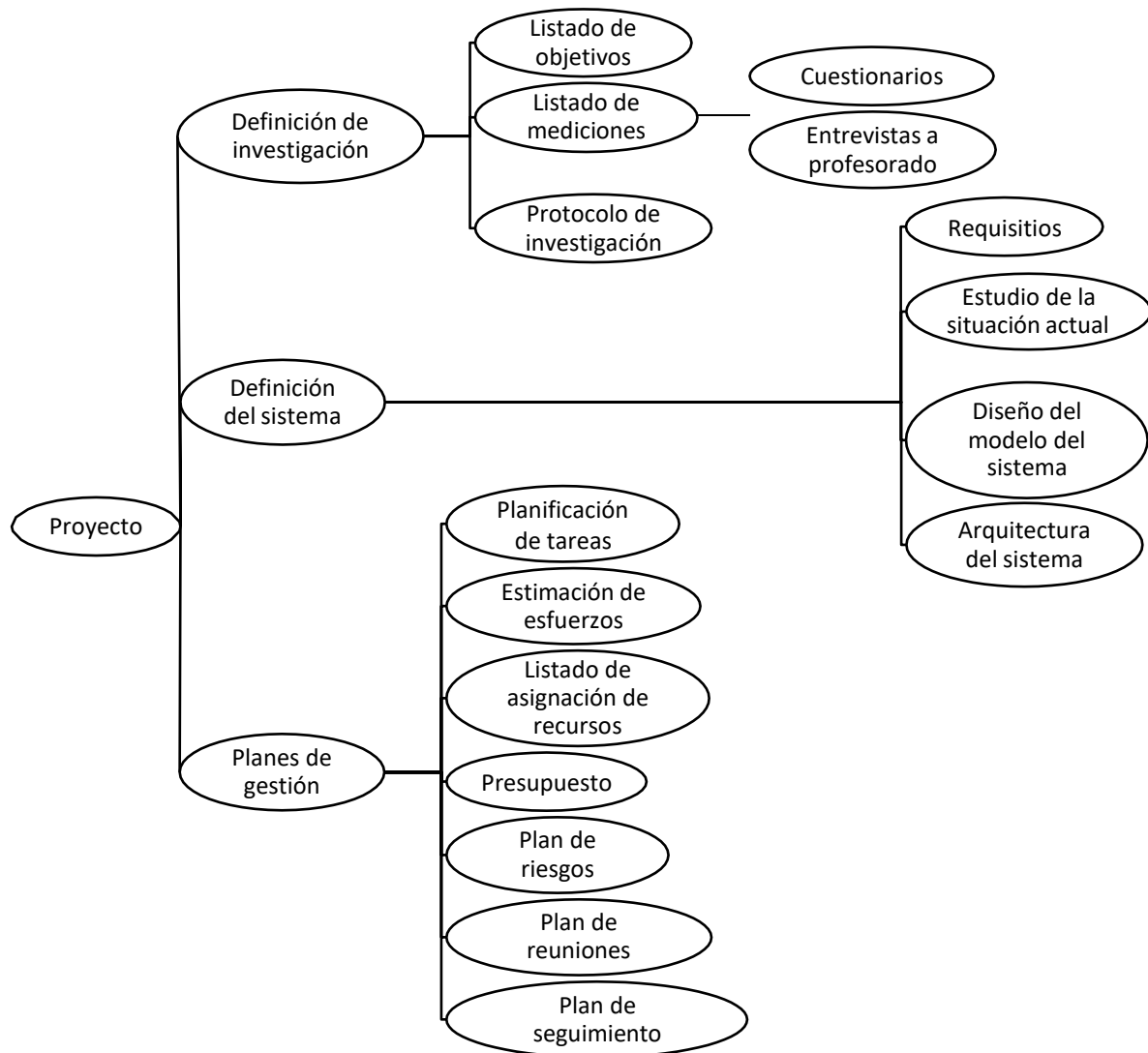
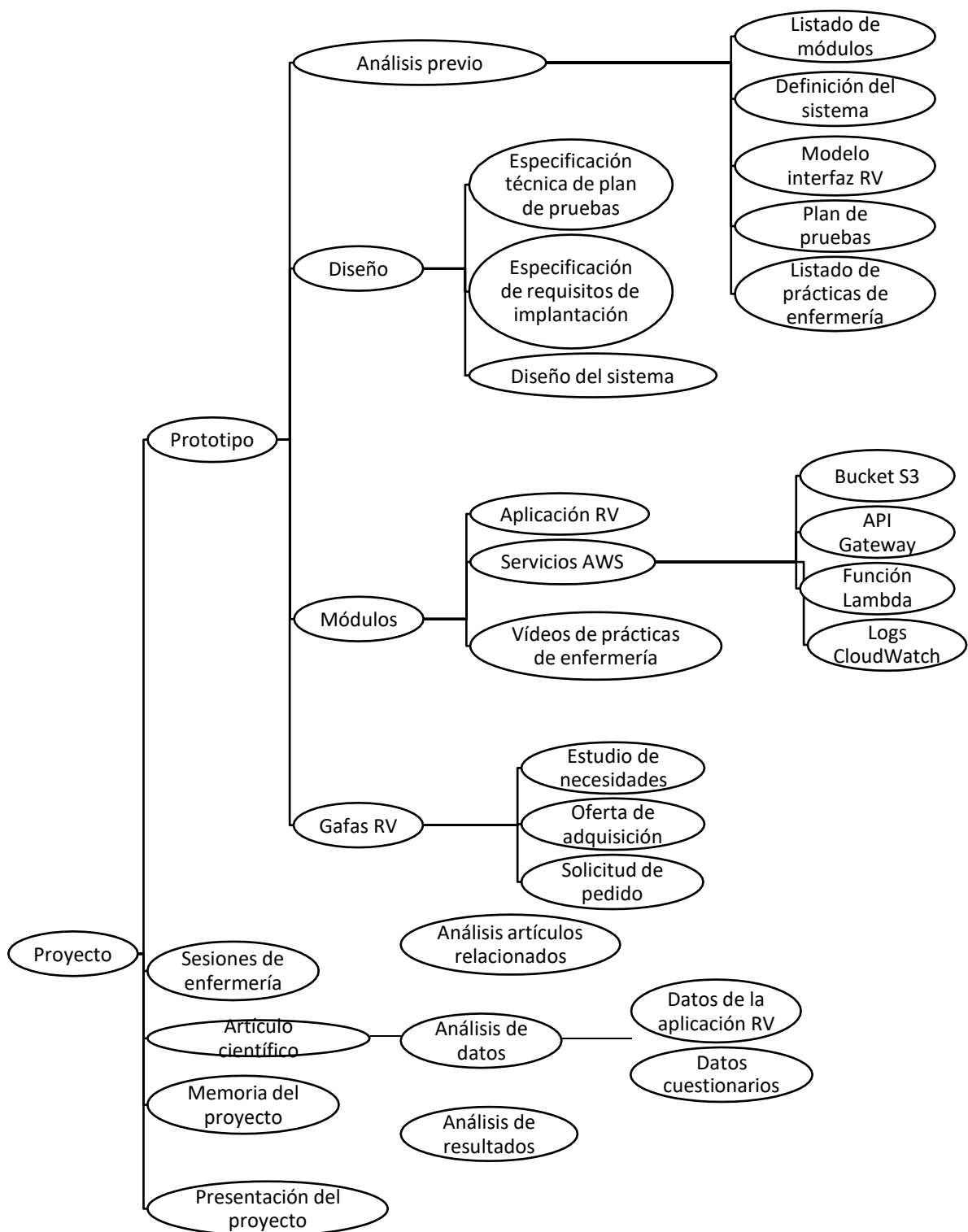


Figura 2. PBS del proyecto parte 1.

Autor	Marcial Francisco Parrilla Socas	Versión 1
Tutor	Juan Ramón Pérez Pérez	Página .. de 64
Cotutor	Víctor Manuel Álvarez García	
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		



Autor	Marcial Francisco Parrilla Socas	Versión 1
Tutor	Juan Ramón Pérez Pérez	Página .. de 64
Cotutor	Víctor Manuel Álvarez García	
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		

Figura 3. PBS del proyecto parte 2.

3.1.4 Planificación inicial – WBS

El diagrama de Gantt de la planificación inicial se encuentra de forma simplificada en la Figura 4. Para mayor detalle se ha reflejado en la

Núm. esquema	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
1	Investigación	529 horas	lun 17/08/20	lun 21/06/21
1.1	Reunión inicial con el profesorado	1 hora	lun 17/08/20	lun 17/08/20
1.2	Definición	139 horas	lun 17/08/20	jue 05/11/20
1.2.1	Definición de investigación	10 horas	lun 17/08/20	sáb 22/08/20
1.2.1.1	Definición objetivos de investigación	2 horas	lun 17/08/20	mar 18/08/20
1.2.1.2	Definición de medidas	4 horas	mar 18/08/20	jue 20/08/20
1.2.1.2.1	Creación cuestionario pre sesión	1 hora	mar 18/08/20	mar 18/08/20
1.2.1.2.2	Creación cuestionario post sesión	1 hora	mié 19/08/20	mié 19/08/20
1.2.1.2.3	Adaptación de cuestionario EUCS	1 hora	mié 19/08/20	mié 19/08/20
1.2.1.2.4	Preparación de entrevistas a profesorado	1 hora	jue 20/08/20	jue 20/08/20
1.2.1.3	Protocolo de investigación	4 horas	jue 20/08/20	sáb 22/08/20
1.2.1.3.1	Redacción protocolo investigación	2 horas	jue 20/08/20	vie 21/08/20
1.2.1.3.2	Envío a comité ético de enfermería	1 hora	vie 21/08/20	vie 21/08/20
1.2.1.3.3	Recepción de aprobación	1 hora	sáb 22/08/20	sáb 22/08/20
1.2.2	Definición del sistema	8 horas	sáb 22/08/20	jue 27/08/20
1.2.2.1	Identificación de requisitos	2 horas	sáb 22/08/20	lun 24/08/20
1.2.2.2	Estudio de la situación actual	1 hora	lun 24/08/20	lun 24/08/20
1.2.2.3	Diseño del modelo del sistema	3 horas	mar 25/08/20	mié 26/08/20
1.2.2.4	Definición de la arquitectura	2 horas	mié 26/08/20	jue 27/08/20
1.2.3	Definición de planes de gestión	22 horas	sáb 24/10/20	jue 05/11/20
1.2.3.1	Elaboración planificación de tareas	5 horas	sáb 24/10/20	mié 28/10/20

Autor	Marcial Francisco Parrilla Socas	Versión 1
Tutor	Juan Ramón Pérez Pérez	
Cotutor	Víctor Manuel Álvarez García	
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		
		Página .. de 64

1.2.3.2	Elaboración estimación de esfuerzos	1 hora	mié 28/10/20	mié 28/10/20
1.2.3.3	Asignación de recursos	1 hora	jue 29/10/20	jue 29/10/20
1.2.3.4	Elaboración presupuesto	5 horas	jue 29/10/20	sáb 31/10/20
1.2.3.5	Elaboración de planes de gestión	3 horas	lun 02/11/20	mar 03/11/20
1.2.3.6	Elaboración de plan de riesgos	2 horas	mar 03/11/20	mié 04/11/20
1.2.3.7	Elaboración de plan de reuniones	1 hora	mié 04/11/20	mié 04/11/20
1.2.3.8	Elaboración de plan de seguimiento	1 hora	jue 05/11/20	jue 05/11/20
1.2.3.9	Revisión de la planificación	1 hora	jue 05/11/20	jue 05/11/20
1.3	Actuación	258 horas	jue 27/08/20	lun 25/01/21
1.3.1	Prototipo	67 horas	jue 27/08/20	lun 05/10/20
1.3.1.1	Análisis	7 horas	jue 27/08/20	lun 31/08/20
1.3.1.1.1	Definir el sistema	1 hora	jue 27/08/20	jue 27/08/20
1.3.1.1.2	Identificar los módulos	1 hora	vie 28/08/20	vie 28/08/20
1.3.1.1.3	Definir interfaz RV	4 horas	vie 28/08/20	lun 31/08/20
1.3.1.1.4	Especificar plan de pruebas	1 hora	lun 31/08/20	lun 31/08/20
1.3.1.1.5	Preparación de prácticas	6 horas	jue 27/08/20	lun 31/08/20
1.3.1.1.5.1	Selección de prácticas a grabar	1 hora	jue 27/08/20	jue 27/08/20
1.3.1.1.5.2	Selección de materiales	1 hora	vie 28/08/20	vie 28/08/20
1.3.1.1.5.3	Selección de pacientes de prueba	4 horas	vie 28/08/20	lun 31/08/20
1.3.1.2	Diseño	3 horas	mar 01/09/20	mié 02/09/20
1.3.1.3	Construcción	36 horas	mié 02/09/20	mié 23/09/20
1.3.1.3.1	Implementación aplicación RV	10 horas	mié 02/09/20	mar 08/09/20
1.3.1.3.1.1	Desarrollo de scripts	5 días	mié 02/09/20	vie 04/09/20
1.3.1.3.1.2	Modelado del escenario	5 días	sáb 05/09/20	mar 08/09/20
1.3.1.3.2	Implementación servicios AWS	10 horas	mar 08/09/20	lun 14/09/20

Autor	Marcial Francisco Parrilla Socas	Versión 1 Página .. de 64
Tutor	Juan Ramón Pérez Pérez	
Cotutor	Víctor Manuel Álvarez García	
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		

1.3.1.3.2.1	Creación de bucket S3	2 horas	mar 08/09/20	mié 09/09/20
1.3.1.3.2.2	Implementación de API Gateway	2 horas	mié 09/09/20	jue 10/09/20
1.3.1.3.2.3	Implementación de función Lambda	4 horas	jue 10/09/20	sáb 12/09/20
1.3.1.3.2.4	Configuración de logs Cloudwatch	2 horas	sáb 12/09/20	lun 14/09/20
1.3.1.3.3	Grabación de prácticas	10 días	lun 14/09/20	sáb 19/09/20
1.3.1.3.4	Integración de módulos	11 horas	lun 14/09/20	sáb 19/09/20
1.3.1.3.4.1	Conexión de aplicación con servicios AWS	8 días	lun 14/09/20	vie 18/09/20
1.3.1.3.4.2	Subida de prácticas a bucket S3	1 hora	sáb 19/09/20	sáb 19/09/20
1.3.1.3.5	Realización de pruebas	5 horas	lun 21/09/20	mié 23/09/20
1.3.1.3.5.1	Realizar pruebas unitarias	1 día	lun 21/09/20	lun 21/09/20
1.3.1.3.5.2	Realizar pruebas de integración	2 días	lun 21/09/20	mar 22/09/20
1.3.1.3.5.3	Realizar pruebas de carga	1 día	mar 22/09/20	mar 22/09/20
1.3.1.3.5.4	Realizar pruebas de rendimiento	1 día	mié 23/09/20	mié 23/09/20
1.3.1.4	Implantación	21 horas	mié 23/09/20	lun 05/10/20
1.3.1.4.1	Materiales	12 horas	mar 29/09/20	lun 05/10/20
1.3.1.4.1.1	Adquisición gafas realidad virtual	12 horas	mar 29/09/20	lun 05/10/20
1.3.1.4.1.1.1	Estudio de necesidades	2 horas	mar 29/09/20	mar 29/09/20
1.3.1.4.1.1.2	Oferta de adquisición	2 horas	mié 30/09/20	mié 30/09/20
1.3.1.4.1.1.3	Estudio de ofertas	1 hora	jue 01/10/20	jue 01/10/20
1.3.1.4.1.1.4	Elaboración de pedido	1 hora	jue 01/10/20	jue 01/10/20
1.3.1.4.1.1.5	Solicitud de pedido	1 hora	vie 02/10/20	vie 02/10/20
1.3.1.4.1.1.6	Recepción de gafas de realidad virtual	5 días	vie 02/10/20	lun 05/10/20
1.3.1.4.2	Formación	1 hora	mié 23/09/20	mié 23/09/20
1.3.1.4.2.1	Elaboración guía de uso	1 hora	mié 23/09/20	mié 23/09/20
1.3.2	Sesiones	181 horas	lun 12/10/20	lun 25/01/21

Autor	Marcial Francisco Parrilla Socas	Versión 1 Página .. de 64
Tutor	Juan Ramón Pérez Pérez	
Cotutor	Víctor Manuel Álvarez García	
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		

1.3.2.1	Recepción de datos de aplicación	77 días	lun 12/10/20	mié 25/11/20
1.3.2.2	Recepción de cuestionarios	29 días	vie 08/01/21	lun 25/01/21
1.4	Estudio	93 horas	lun 25/01/21	vie 19/03/21
1.4.1	Lectura de artículos relacionados	15 días	lun 25/01/21	mar 02/02/21
1.4.2	Ordenación y clasificación de los datos	5 días	mié 03/02/21	vie 05/02/21
1.4.3	Análisis de los datos	20 días	vie 05/02/21	mié 17/02/21
1.4.4	Análisis de los resultados	10 días	mié 17/02/21	mar 23/02/21
1.4.5	Redacción de artículo científico	30 días	mar 23/02/21	vie 12/03/21
1.4.6	Revisión de artículo científico	5 días	vie 12/03/21	lun 15/03/21
1.4.7	Selección de revista científica	5 días	mar 16/03/21	jue 18/03/21
1.4.8	Envío a revista científica	3 días	jue 18/03/21	vie 19/03/21
1.5	Seguimiento posterior	12 horas	sáb 20/03/21	vie 26/03/21
1.5.1	Revisión del estado del artículo	1 hora	sáb 20/03/21	sáb 20/03/21
1.5.2	Recepción de comentarios	1 hora	sáb 20/03/21	sáb 20/03/21
1.5.3	Correcciones del artículo	10 días	lun 22/03/21	vie 26/03/21
1.6	Memoria y defensa	147 horas	sáb 27/03/21	lun 21/06/21
1.6.1	Redacción de memoria	20 días	sáb 27/03/21	mié 07/04/21
1.6.2	Revisión de memoria	5 días	jue 08/04/21	sáb 10/04/21
1.6.3	Preparación de presentación	5 días	sáb 10/04/21	mar 13/04/21
1.6.4	Revisión de presentación	2 días	mié 14/04/21	mié 14/04/21
1.6.5	Defensa	16 horas	vie 11/06/21	lun 21/06/21
1.6.5.1	Solicitud de autorización	2 días	vie 11/06/21	sáb 12/06/21
1.6.5.2	Solicitud defensa y depósito de memoria	2 días	mar 15/06/21	mié 16/06/21
1.6.5.3	Defensa del TFM	1 hora	lun 21/06/21	lun 21/06/21
1.7	Sesiones de seguimiento con profesorado	325 horas	sáb 19/09/20	sáb 27/03/21

Autor		Versión 1
Tutor		Página 19 de 64
Cotutor		
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		

1.7.1	Reunión seguimiento	1 hora	sáb 19/09/20	sáb 19/09/20
1.7.2	Reunión de entrega de producto	1 hora	mar 06/10/20	mar 06/10/20
1.7.3	Reunión seguimiento	1 hora	lun 25/01/21	lun 25/01/21
1.7.4	Reunión de cierre	1 hora	sáb 27/03/21	sáb 27/03/21
1.8	Sesiones de seguimiento de planificación	397 horas	vie 23/10/20	vie 11/06/21
1.8.1	Seguimiento mensual 1	1 hora	vie 23/10/20	vie 23/10/20
1.8.2	Seguimiento mensual 2	1 hora	vie 13/11/20	vie 13/11/20
1.8.3	Seguimiento mensual 3	1 hora	vie 04/12/20	vie 04/12/20
1.8.4	Seguimiento mensual 4	1 hora	sáb 23/01/21	sáb 23/01/21
1.8.5	Seguimiento mensual 5	1 hora	mié 10/03/21	mié 10/03/21
1.8.6	Seguimiento mensual 6	1 hora	lun 05/04/21	lun 05/04/21
1.8.7	Seguimiento mensual 7	1 hora	vie 14/05/21	vie 14/05/21
1.8.8	Seguimiento mensual 8	1 hora	vie 11/06/21	vie 11/06/21

Tabla 1. También se ha adjuntado la planificación en formato para Microsoft Project, se encuentra en el *Anexo1. Planificación inicial*.

Hay que considerar que se le ha asignado al proyecto un horario especial adaptado a la disponibilidad del estudiante y los directores. El calendario creado tiene como jornadas laborales de lunes a sábado con un horario de 21:00 a 23:00. Se ha seleccionado este horario ya que no coincide con el máster y los asuntos laborales del estudiante.

Autor		Versión 1
Tutor		Página 20 de 64
Cotutor		
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		

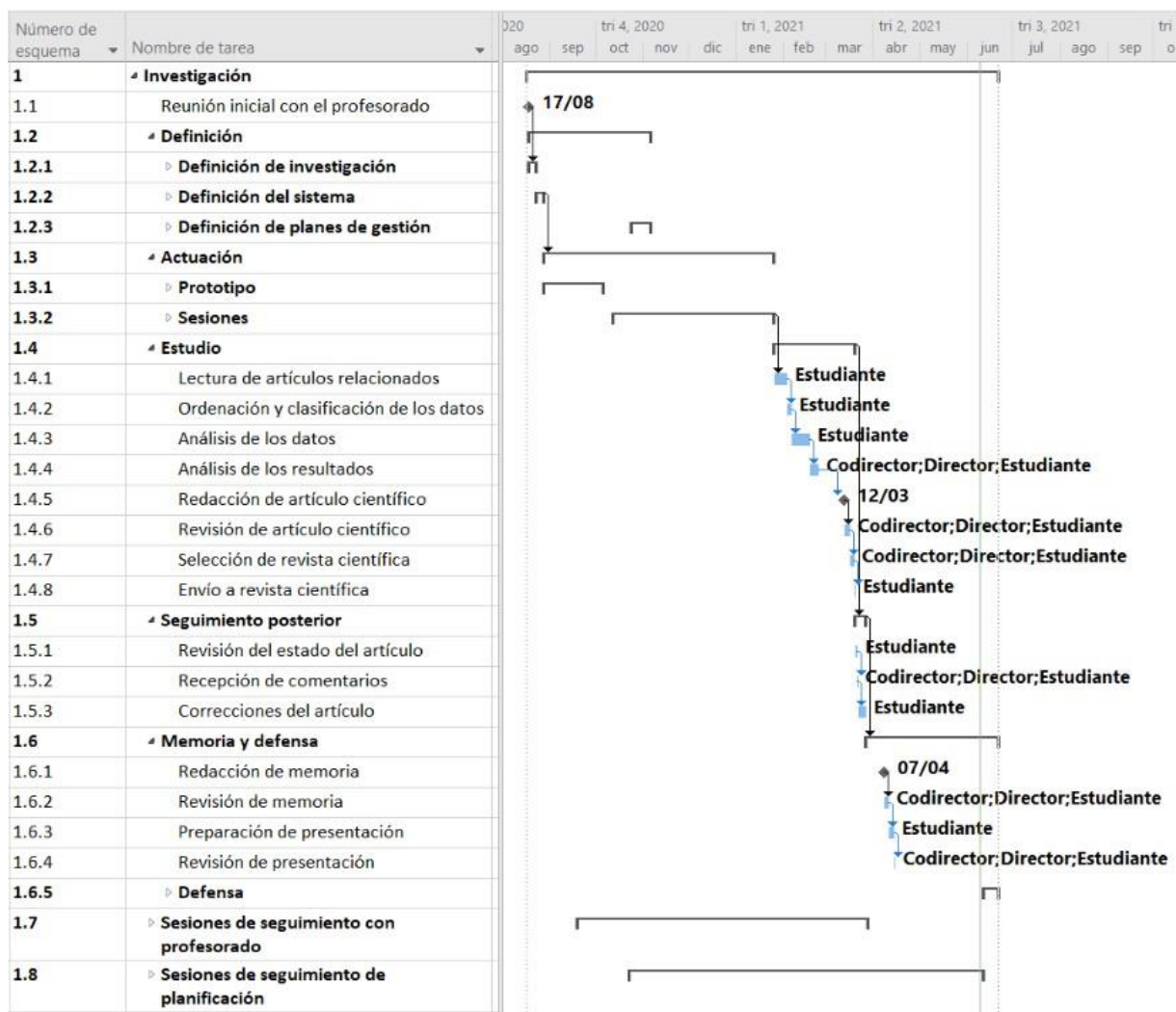


Figura 4. Diagrama de Gantt de la planificación inicial.

Núm. esquema	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
1	Investigación	529 horas	lun 17/08/20	lun 21/06/21
1.1	Reunión inicial con el profesorado	1 hora	lun 17/08/20	lun 17/08/20
1.2	Definición	139 horas	lun 17/08/20	jue 05/11/20
1.2.1	Definición de investigación	10 horas	lun 17/08/20	sáb 22/08/20
1.2.1.1	Definición objetivos de investigación	2 horas	lun 17/08/20	mar 18/08/20

Autor		Versión 1
Tutor		
Cotutor		
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		Página 21 de 64

1.2.1.2	Definición de medidas	4 horas	mar 18/08/20	jue 20/08/20
1.2.1.2.1	Creación cuestionario pre sesión	1 hora	mar 18/08/20	mar 18/08/20
1.2.1.2.2	Creación cuestionario post sesión	1 hora	mié 19/08/20	mié 19/08/20
1.2.1.2.3	Adaptación de cuestionario EUCS	1 hora	mié 19/08/20	mié 19/08/20
1.2.1.2.4	Preparación de entrevistas a profesorado	1 hora	jue 20/08/20	jue 20/08/20
1.2.1.3	Protocolo de investigación	4 horas	jue 20/08/20	sáb 22/08/20
1.2.1.3.1	Redacción protocolo investigación	2 horas	jue 20/08/20	vie 21/08/20
1.2.1.3.2	Envío a comité ético de enfermería	1 hora	vie 21/08/20	vie 21/08/20
1.2.1.3.3	Recepción de aprobación	1 hora	sáb 22/08/20	sáb 22/08/20
1.2.2	Definición del sistema	8 horas	sáb 22/08/20	jue 27/08/20
1.2.2.1	Identificación de requisitos	2 horas	sáb 22/08/20	lun 24/08/20
1.2.2.2	Estudio de la situación actual	1 hora	lun 24/08/20	lun 24/08/20
1.2.2.3	Diseño del modelo del sistema	3 horas	mar 25/08/20	mié 26/08/20
1.2.2.4	Definición de la arquitectura	2 horas	mié 26/08/20	jue 27/08/20
1.2.3	Definición de planes de gestión	22 horas	sáb 24/10/20	jue 05/11/20
1.2.3.1	Elaboración planificación de tareas	5 horas	sáb 24/10/20	mié 28/10/20
1.2.3.2	Elaboración estimación de esfuerzos	1 hora	mié 28/10/20	mié 28/10/20
1.2.3.3	Asignación de recursos	1 hora	jue 29/10/20	jue 29/10/20
1.2.3.4	Elaboración presupuesto	5 horas	jue 29/10/20	sáb 31/10/20
1.2.3.5	Elaboración de planes de gestión	3 horas	lun 02/11/20	mar 03/11/20
1.2.3.6	Elaboración de plan de riesgos	2 horas	mar 03/11/20	mié 04/11/20
1.2.3.7	Elaboración de plan de reuniones	1 hora	mié 04/11/20	mié 04/11/20
1.2.3.8	Elaboración de plan de seguimiento	1 hora	jue 05/11/20	jue 05/11/20
1.2.3.9	Revisión de la planificación	1 hora	jue 05/11/20	jue 05/11/20
1.3	Actuación	258 horas	jue 27/08/20	lun 25/01/21

Autor
Tutor
Cotutor

	Versión 1
	Página 22 de 64

1.3.1	Prototipo	67 horas	jue 27/08/20	lun 05/10/20
1.3.1.1	Análisis	7 horas	jue 27/08/20	lun 31/08/20
1.3.1.1.1	Definir el sistema	1 hora	jue 27/08/20	jue 27/08/20
1.3.1.1.2	Identificar los módulos	1 hora	vie 28/08/20	vie 28/08/20
1.3.1.1.3	Definir interfaz RV	4 horas	vie 28/08/20	lun 31/08/20
1.3.1.1.4	Especificar plan de pruebas	1 hora	lun 31/08/20	lun 31/08/20
1.3.1.1.5	Preparación de prácticas	6 horas	jue 27/08/20	lun 31/08/20
1.3.1.1.5.1	Selección de prácticas a grabar	1 hora	jue 27/08/20	jue 27/08/20
1.3.1.1.5.2	Selección de materiales	1 hora	vie 28/08/20	vie 28/08/20
1.3.1.1.5.3	Selección de pacientes de prueba	4 horas	vie 28/08/20	lun 31/08/20
1.3.1.2	Diseño	3 horas	mar 01/09/20	mié 02/09/20
1.3.1.3	Construcción	36 horas	mié 02/09/20	mié 23/09/20
1.3.1.3.1	Implementación aplicación RV	10 horas	mié 02/09/20	mar 08/09/20
1.3.1.3.1.1	Desarrollo de scripts	5 días	mié 02/09/20	vie 04/09/20
1.3.1.3.1.2	Modelado del escenario	5 días	sáb 05/09/20	mar 08/09/20
1.3.1.3.2	Implementación servicios AWS	10 horas	mar 08/09/20	lun 14/09/20
1.3.1.3.2.1	Creación de bucket S3	2 horas	mar 08/09/20	mié 09/09/20
1.3.1.3.2.2	Implementación de API Gateway	2 horas	mié 09/09/20	jue 10/09/20
1.3.1.3.2.3	Implementación de función Lambda	4 horas	jue 10/09/20	sáb 12/09/20
1.3.1.3.2.4	Configuración de logs Cloudwatch	2 horas	sáb 12/09/20	lun 14/09/20
1.3.1.3.3	Grabación de prácticas	10 días	lun 14/09/20	sáb 19/09/20
1.3.1.3.4	Integración de módulos	11 horas	lun 14/09/20	sáb 19/09/20
1.3.1.3.4.1	Conexión de aplicación con servicios AWS	8 días	lun 14/09/20	vie 18/09/20
1.3.1.3.4.2	Subida de prácticas a bucket S3	1 hora	sáb 19/09/20	sáb 19/09/20
1.3.1.3.5	Realización de pruebas	5 horas	lun 21/09/20	mié 23/09/20

Autor		Versión 1
Tutor		Página 23 de 64
Cotutor		
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		

1.3.1.3.5.1	Realizar pruebas unitarias	1 día	lun 21/09/20	lun 21/09/20
1.3.1.3.5.2	Realizar pruebas de integración	2 días	lun 21/09/20	mar 22/09/20
1.3.1.3.5.3	Realizar pruebas de carga	1 día	mar 22/09/20	mar 22/09/20
1.3.1.3.5.4	Realizar pruebas de rendimiento	1 día	mié 23/09/20	mié 23/09/20
1.3.1.4	Implantación	21 horas	mié 23/09/20	lun 05/10/20
1.3.1.4.1	Materiales	12 horas	mar 29/09/20	lun 05/10/20
1.3.1.4.1.1	Adquisición gafas realidad virtual	12 horas	mar 29/09/20	lun 05/10/20
1.3.1.4.1.1.1	Estudio de necesidades	2 horas	mar 29/09/20	mar 29/09/20
1.3.1.4.1.1.2	Oferta de adquisición	2 horas	mié 30/09/20	mié 30/09/20
1.3.1.4.1.1.3	Estudio de ofertas	1 hora	jue 01/10/20	jue 01/10/20
1.3.1.4.1.1.4	Elaboración de pedido	1 hora	jue 01/10/20	jue 01/10/20
1.3.1.4.1.1.5	Solicitud de pedido	1 hora	vie 02/10/20	vie 02/10/20
1.3.1.4.1.1.6	Recepción de gafas de realidad virtual	5 días	vie 02/10/20	lun 05/10/20
1.3.1.4.2	Formación	1 hora	mié 23/09/20	mié 23/09/20
1.3.1.4.2.1	Elaboración guía de uso	1 hora	mié 23/09/20	mié 23/09/20
1.3.2	Sesiones	181 horas	lun 12/10/20	lun 25/01/21
1.3.2.1	Recepción de datos de aplicación	77 días	lun 12/10/20	mié 25/11/20
1.3.2.2	Recepción de cuestionarios	29 días	vie 08/01/21	lun 25/01/21
1.4	Estudio	93 horas	lun 25/01/21	vie 19/03/21
1.4.1	Lectura de artículos relacionados	15 días	lun 25/01/21	mar 02/02/21
1.4.2	Ordenación y clasificación de los datos	5 días	mié 03/02/21	vie 05/02/21
1.4.3	Análisis de los datos	20 días	vie 05/02/21	mié 17/02/21
1.4.4	Análisis de los resultados	10 días	mié 17/02/21	mar 23/02/21
1.4.5	Redacción de artículo científico	30 días	mar 23/02/21	vie 12/03/21
1.4.6	Revisión de artículo científico	5 días	vie 12/03/21	lun 15/03/21

Autor		Versión 1
Tutor		Página 24 de 64
Cotutor		
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		

1.4.7	Selección de revista científica	5 días	mar 16/03/21	jue 18/03/21
1.4.8	Envío a revista científica	3 días	jue 18/03/21	vie 19/03/21
1.5	Seguimiento posterior	12 horas	sáb 20/03/21	vie 26/03/21
1.5.1	Revisión del estado del artículo	1 hora	sáb 20/03/21	sáb 20/03/21
1.5.2	Recepción de comentarios	1 hora	sáb 20/03/21	sáb 20/03/21
1.5.3	Correcciones del artículo	10 días	lun 22/03/21	vie 26/03/21
1.6	Memoria y defensa	147 horas	sáb 27/03/21	lun 21/06/21
1.6.1	Redacción de memoria	20 días	sáb 27/03/21	mié 07/04/21
1.6.2	Revisión de memoria	5 días	jue 08/04/21	sáb 10/04/21
1.6.3	Preparación de presentación	5 días	sáb 10/04/21	mar 13/04/21
1.6.4	Revisión de presentación	2 días	mié 14/04/21	mié 14/04/21
1.6.5	Defensa	16 horas	vie 11/06/21	lun 21/06/21
1.6.5.1	Solicitud de autorización	2 días	vie 11/06/21	sáb 12/06/21
1.6.5.2	Solicitud defensa y depósito de memoria	2 días	mar 15/06/21	mié 16/06/21
1.6.5.3	Defensa del TFM	1 hora	lun 21/06/21	lun 21/06/21
1.7	Sesiones de seguimiento con profesorado	325 horas	sáb 19/09/20	sáb 27/03/21
1.7.1	Reunión seguimiento	1 hora	sáb 19/09/20	sáb 19/09/20
1.7.2	Reunión de entrega de producto	1 hora	mar 06/10/20	mar 06/10/20
1.7.3	Reunión seguimiento	1 hora	lun 25/01/21	lun 25/01/21
1.7.4	Reunión de cierre	1 hora	sáb 27/03/21	sáb 27/03/21
1.8	Sesiones de seguimiento de planificación	397 horas	vie 23/10/20	vie 11/06/21
1.8.1	Seguimiento mensual 1	1 hora	vie 23/10/20	vie 23/10/20
1.8.2	Seguimiento mensual 2	1 hora	vie 13/11/20	vie 13/11/20
1.8.3	Seguimiento mensual 3	1 hora	vie 04/12/20	vie 04/12/20
1.8.4	Seguimiento mensual 4	1 hora	sáb 23/01/21	sáb 23/01/21

Autor		Versión 1
Tutor		Página 25 de 64
Cotutor		
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		

1.8.5	Seguimiento mensual 5	1 hora	mié 10/03/21	mié 10/03/21
1.8.6	Seguimiento mensual 6	1 hora	lun 05/04/21	lun 05/04/21
1.8.7	Seguimiento mensual 7	1 hora	vie 14/05/21	vie 14/05/21
1.8.8	Seguimiento mensual 8	1 hora	vie 11/06/21	vie 11/06/21

Tabla 1. Planificación inicial del proyecto.

3.1.5 Riesgos

3.1.5.1 Plan de gestión de riesgos

El plan de gestión de riesgos se encuentra en el *Anexo2. Plan de Gestión de Riesgos*.

3.1.5.2 Identificación de riesgos

En este proyecto se han identificado un total de 15 riesgos que son identificados y descritos en la Tabla 2.

ID	Nombre	Descripción
1	Las fechas de impartición de la asignatura varían, produciendo cambios en la planificación y entrega del producto.	La universidad o facultad deciden cambiar las fechas en las que se impartirá la asignatura, esto afecta a la planificación ya que se ha establecido que el producto debe ser entregado antes de que comience la impartición.
2	La asignatura cancela su impartición presencial.	Por diversos motivos se puede producir que la asignatura deje de ser impartida de forma presencial, lo que puede producir que no se pueda comparar la impartición de las prácticas en enfermería de forma presencial o mediante el software RV.
3	La infraestructura en la nube deja de estar disponible en los horarios académicos.	La infraestructura que se encuentra desplegada en la nube deja de estar disponible en los horarios en que el software es utilizado por el estudiantado.
4	El profesorado decide cambiar las prácticas que serán mostradas en la asignatura.	El profesorado de la asignatura decide cambiar las prácticas que serán explicadas a los alumnos, siendo necesario remodelar la escena RV y grabar las nuevas prácticas con pacientes.
5	Se realiza una mala planificación produciendo que software y hardware no sean entregados a tiempo al profesorado.	Una mala planificación o un retraso en alguna de las tareas puede producir que se entregue tarde tanto software como hardware al profesorado. Esto puede afectar al profesorado ya que debe de cumplir con el calendario académico comenzando la asignatura en las fechas acordadas.
6	Los datos obtenidos del uso del software no son suficientes para realizar un estudio.	El uso que realiza el usuario dentro de la aplicación debe ser almacenado para realizar un estudio posterior. Si estos datos almacenados no son suficientes pueden
Autor		Versión 1
Tutor		Página 26 de 64
Cotutor		
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		

		producir que el estudio no se pueda realizar o sea incompleto.
7	El análisis de los datos recibidos es erróneo y se obtiene una conclusión del estudio inválida.	Los datos que se han recibido no son analizados correctamente y las conclusiones a las que se llegan pasarán a ser inválidas por este mal análisis.
8	Los datos obtenidos del estudio se borran o pierden por error.	Tantos los datos recogidos tantos por el software desarrollado como las diferentes mediciones realizadas en el estudio pueden perderse o eliminarse por error o por causas ajenas.
9	El artículo científico no cumple los requisitos de la revista seleccionada.	Las revistas científicas establecen diferentes requisitos para los artículos que se desean publicar. En el caso de no cumplir con estos requisitos la revista puede denegar la publicación.
10	El software desarrollado no es capaz de funcionar correctamente en los dispositivos móviles.	Dado de que el software soporta tecnologías de RV puede producirse que los dispositivos móviles no funcionen correctamente con este tipo de tecnologías. Por lo que, ni alumnos ni profesores podrán utilizar correctamente el software.
11	Los profesores deciden seguir utilizando el software para siguientes cursos académicos.	El profesorado de la asignatura obtiene una buena impresión del software y decide utilizarlo en cursos posteriores para que los próximos alumnos puedan beneficiarse de esta tecnología.
12	El software de RV produce mareos o desorientación en las personas que lo usan.	La realidad virtual puede producir mareos o desorientación en personas que no tengan experiencia previa en el uso de esta tecnología.
13	Las gafas de RV adquiridas no son compatibles con el software desarrollado o los dispositivos móviles.	Las gafas de RV que serán usadas para visualizar la escena pueden no ser compatibles con la funcionalidad de la aplicación o el propio dispositivo móvil.
14	El artículo científico es denegado por la revista.	La revista científica puede considerar que el artículo realizado no aporta suficiente valor o no cumple sus expectativas, y por lo tanto rechaza su publicación.
15	La infraestructura creada se sobrecarga durante las sesiones causando ralentizaciones en el software.	Si la infraestructura creada no es capaz de soportar altas cargas de trabajo en momentos puntuales puede causar que el software desarrollado se ralentice y afecte las mediciones del estudio.

Tabla 2. Identificación y descripción de los riesgos.

3.1.5.3 Registro de riesgos

La respuesta que se ha decidido dar a cada riesgo se encuentra en la Tabla 3. Otra información del riesgo como el responsable, la probabilidad y el impacto se muestra en la Tabla 4.

ID	Respuesta
----	-----------

Autor		Versión 1
Tutor		Página 27 de 64
Cotutor		
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		

1	Evitar. Establecer una línea base en el que queden fijadas las fechas y que cualquier cambio en las fechas de impartición de la asignatura no afectarán a la planificación del proyecto.
2	Aceptar. Ante la situación actual es imposible asegurar que la impartición será presencial o no. En este caso solo queda aceptar el riesgo y buscar alternativas al estudio en caso de producirse.
3	Mitigar. Aunque existe muy poca probabilidad de que la infraestructura en la nube deje de estar disponible se puede establecer una infraestructura alternativa que sería desplegada en otra plataforma.
4	Evitar. Establecer en los requisitos el listado final de prácticas que serán añadidas al software, de esta manera evitamos que el profesorado intente cambiarlo en otra ocasión.
5	Evitar. Realizar una planificación con estimaciones que sean útiles y que no puedan producir errores. También se deben de añadir períodos adicionales para tener un margen de error en caso de producirse algún retraso.
6	Mitigar. Se deben analizar con suficiente profundidad que datos se quieren obtener y medir para evitar que tras el uso del software los datos obtenidos son insuficientes.
7	Mitigar. Involucrar en el análisis a varias personas que puedan interpretar y analizar los datos, evitando así malas interpretaciones.
8	Mitigar. Una vez obtenidos los datos se realizarán varias copias de seguridad en diferentes ordenadores. En el caso de los datos en la nube deberá automatizarse para que se realice una copia de seguridad periódicamente.
9	Evitar. Se debe leer en profundidad toda la documentación para autores de la revista seleccionada y comprobar que se cumplen todos sus requisitos antes de enviar el artículo científico. En caso de que no se cumpla algún requisito se deberá adaptar.
10	Mitigar. Crear el software teniendo en cuenta las características que tienen a grandes rasgos los dispositivos móviles usados actualmente. De la misma manera se deberá comprobar su funcionamiento en diferentes dispositivos antes de entregarlo al profesorado.
11	Mejorar. El software puede ser modificado para estudiar otros aspectos sobre la RV que no se tuvieron en cuenta en la primera aproximación. Esto enriquecerá el estudio y permitirá tener un análisis más profundo de la aplicación de esta tecnología en la educación.
12	Aceptar. Estos efectos de la realidad virtual son conocidos y hay que asumirlos. Si algún estudiante se siente mal durante la experiencia se deberá permitir utilizar la metodología de aprendizaje tradicional.
13	Evitar. Se debe realizar un estudio en profundidad de las gafas de RV que se van a adquirir y comprobar que son compatibles tanto con el software como con el tipo de dispositivos en los que se va a utilizar.
14	Aceptar. Si el artículo es rechazado se puede considerar replantear el estudio para generar un artículo que si cumpla las expectativas.
15	Mitigar. Configurar la infraestructura en la nube para que soporte altas cargas de trabajo y se reescale cuando sea necesario. También se deben realizar pruebas de rendimiento.

Tabla 3. Respuesta a cada riesgo identificado.

Autor		Versión 1
Tutor		Página 28 de 64
Cotutor		
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		

ID	Responsable	Probabilidad	Impacto				Impacto
			Presup.	Planific.	Alcance	Calidad	
1	Director	Baja	Alto	Crítico	Bajo	Muy Bajo	0,27
2	Profesor enfermería	Alta	Bajo	Bajo	Alto	Crítico	0,63
3	Estudiante	Muy Baja	Medio	Medio	Crítico	Alto	0,09
4	Codirector	Media	Medio	Alto	Alto	Muy Bajo	0,28
5	Director	Media	Bajo	Crítico	Medio	Bajo	0,45
6	Director	Media	Bajo	Alto	Crítico	Alto	0,45
7	Director	Baja	Muy Bajo	Muy Bajo	Bajo	Crítico	0,27
8	Estudiante	Baja	Medio	Crítico	Bajo	Bajo	0,27
9	Estudiante	Media	Muy Bajo	Alto	Muy Bajo	Alto	0,28
10	Estudiante	Alta	Bajo	Alto	Medio	Bajo	0,39
11	Codirector	Media	Medio	Alto	Medio	Alto	0,28
12	Profesor enfermería	Muy Alta	Muy Bajo	Muy Bajo	Medio	Medio	0,27
13	Profesor enfermería	Media	Crítico	Alto	Muy Bajo	Bajo	0,45
14	Director	Media	Bajo	Alto	Alto	Alto	0,28
15	Estudiante	Baja	Bajo	Muy Bajo	Bajo	Alto	0,17

Tabla 4. Responsable, probabilidad e impacto de los riesgos identificados.

3.1.6 Presupuesto inicial

El coste de cada perfil que se ha utilizado para este proyecto se muestra en la Tabla 5. Estos costes son los utilizados tanto para obtener el presupuesto inicial como el final.

Perfil	Precio Coste
Investigador	40,23 €
Jefe Sistemas	40,23 €
Aux. Sistemas	36,20 €
Jefe de Proyecto	68,39 €
Arquitecto	56,32 €
Analista	56,32 €
Programador Junior	36,20 €
Diseñador	40,23 €

Tabla 5. Coste de cada perfil.

Autor		Versión 1
Tutor		Página 29 de 64
Cotutor		
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		

El presupuesto realizado para este proyecto puede ser consultado en profundidad en el *Anexo3. Presupuesto inicial*.

3.1.6.1 Presupuesto de costes

Este proyecto solo considera el presupuesto de costes ya que se trata de un estudio de investigación. En la Tabla 6 se puede visualizar el presupuesto de costes resumido.

Presupuesto de costes				
Partida	Item	Nombre	Importe	Total
1		Definición del sistema		2.373,43 €
	1	Investigación	543,07 €	
	2	Sistema	462,62 €	
	3	Planes de gestión	1.367,74 €	
2		Desarrollo del sistema		2.284,93 €
	1	Análisis	341,94 €	
	2	Diseño	181,03 €	
	3	Construcción	1.705,65 €	
	4	Implantación	56,32 €	
3		Estudio y seguimiento		12.524,87 €
	1	Estudio	7.586,93 €	
	2	Seguimiento posterior	927,25 €	
	3	Memoria y defensa	3.330,85 €	
	4	Sesiones de seguimiento con profesorado	245,39 €	
	5	Sesiones de seguimiento de planificación	434,46 €	
4		Hardware e infraestructura		3.900,00 €
	1	Gafas realidad virtual	3.800,00 €	
	2	Infraestructura AWS	100,00 €	
			TOTAL	21.083,24 €

Tabla 6. Presupuesto de costes inicial.

3.2 Ejecución del proyecto

3.2.1 Explicación del Plan de Seguimiento de Planificación

El seguimiento de la planificación se ha realizado a mitad del proyecto y al final, justo antes de la entrega de esta memoria. Este seguimiento está incluido en las sesiones de seguimiento de planificación que se encuentra en la planificación inicial.

En este caso, el primer análisis del estado del proyecto se ha realizado en la cuarta sesión de seguimiento, el día 23 de enero de 2021. Las estadísticas del proyecto se han obtenido comparando la línea base establecida al comienzo al proyecto y estado actual de la planificación. Estas estadísticas se muestran en la Tabla 7.

Duración	Trabajo	Costo
-----------------	----------------	--------------

Autor		Versión 1
Tutor		Página 30 de 64
Cotutor		
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		

Actual	529h	1.809h	4.520,00 €
Previsto	529h	1.800h	4.520,00 €
Real	347,04h	1.084,69h	4.272,35 €
Restante	181,96h	724,31h	247,65 €

Porcentaje completado	
Duración	66 %
Trabajo	60 %

Tabla 7. Estadísticas del proyecto tras el primer análisis del estado del proyecto.

El último análisis fue realizado antes de entregar esta memoria, el día 11 de junio de 2021. En este caso se compara la línea base inicial con la línea base que se ha obtenido al final del proyecto. Esta información se muestra en la Tabla 8.

	Duración	Trabajo	Costo
Actual	529h	1.844h	4.520,00 €
Previsto	529h	1.800h	4.520,00 €
Real	514,08h	1.830,84h	4.518,42 €
Restante	14,92h	18,16h	1,58 €

Porcentaje completado	
Duración	97 %
Trabajo	99 %

Tabla 8. Estadísticas del proyecto tras el último análisis del estado del proyecto.

3.2.2 Bitácora de incidencias del proyecto

Durante este proyecto se han producido una serie de incidentes que han sido identificados y registrados en la Tabla 9. Todos ellos han producido modificaciones sobre la planificación inicial.

Fecha incidencia	Descripción	Tarea afectada
12/09/2020	Retraso en el desarrollo de scripts debido a complicaciones con la tecnología utilizada.	Desarrollo de scripts
19/09/2020	Retraso en el modelado del escenario. La primera solución propuesta varía en varias ocasiones según se van generando nuevas versiones del prototipo. Esto es causado a que se busca un escenario que contenga las acciones disponibles para el usuario sin textos.	Modelado del escenario

Autor		Versión 1
Tutor		Página 31 de 64
Cotutor		
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		

17/12/2020	Ampliación el período de recepción de datos de la aplicación para que cubra hasta el comienzo de las evaluaciones del primer cuatrimestre.	Recepción de datos de aplicación
01/02/2021	Pospuesta la lectura de artículos relacionados debido a la imposibilidad del alumno de compatibilizarlo con las asignaturas del máster.	Lectura de artículos relacionados
08/05/2021	Ampliación del período de revisión del artículo científico. La poca disponibilidad de los diferentes autores del artículo hace necesario ampliar el tiempo de esta tarea.	Revisión de artículo científico

Tabla 9. Listado de incidencias registradas.

3.2.3 Riesgos

Durante la ejecución del proyecto se ha realizado el seguimiento de un total de 5 riesgos de los 15 identificados. La hoja de cada uno de estos riesgos con su seguimiento se encuentra en el *Anexo4. Hoja de riesgos*.

3.3 Cierre del proyecto

3.3.1 Planificación final

El diagrama de Gantt de la planificación final se encuentra de forma simplificada en la Figura 5. Para mayor detalle se ha reflejado en la Tabla 10. También se ha adjuntado la planificación en formato para Microsoft Project, se encuentra en el *Anexo5. Planificación final*.

En la Tabla 11 se pueden comparar los valores más relevantes de la planificación inicial y la planificación final. Se puede visualizar que la tarea con mayor duración incrementa en la planificación final, mientras que la duración de la tarea menor, el número de tareas críticas y la media de holguras se ven reducidas.

Autor		Versión 1
Tutor		Página 31 de 64
Cotutor		
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		

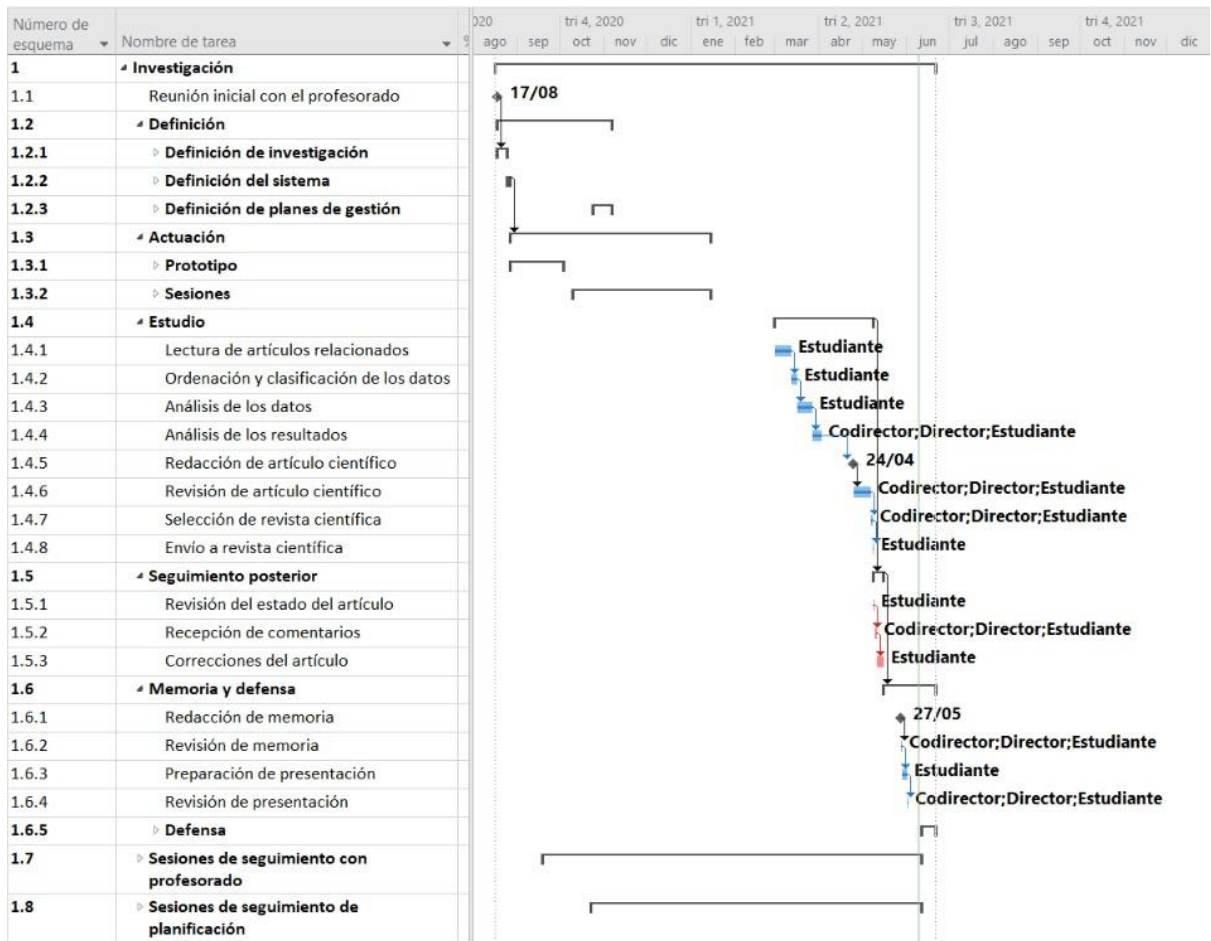


Figura 5. Diagrama de Gantt de la planificación final.

Núm. esquema	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
1	Investigación	529 horas	lun 17/08/20	lun 21/06/21
1.1	Reunión inicial con el profesorado	1 hora	lun 17/08/20	lun 17/08/20
1.2	Definición	139,5 horas	lun 17/08/20	vie 06/11/20
1.2.1	Definición de investigación	11,5 horas	lun 17/08/20	lun 24/08/20
1.2.1.1	Definición objetivos de investigación	2 horas	lun 17/08/20	mar 18/08/20
1.2.1.2	Definición de medidas	6 horas	mar 18/08/20	vie 21/08/20
1.2.1.2.1	Creación cuestionario pre sesión	1 hora	mar 18/08/20	mar 18/08/20

Autor		Versión 1
Tutor		
Cotutor		
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		Página 31 de 64

1.2.1.2.2	Creación cuestionario post sesión	1 hora	mié 19/08/20	mié 19/08/20
1.2.1.2.3	Adaptación de cuestionario EUCS	3 horas	mié 19/08/20	jue 20/08/20
1.2.1.2.4	Preparación de entrevistas a profesorado	1 hora	vie 21/08/20	vie 21/08/20
1.2.1.3	Protocolo de investigación	3,5 horas	vie 21/08/20	lun 24/08/20
1.2.1.3.1	Redacción protocolo investigación	2 horas	vie 21/08/20	sáb 22/08/20
1.2.1.3.2	Envío a comité ético de enfermería	0,5 horas	sáb 22/08/20	sáb 22/08/20
1.2.1.3.3	Recepción de aprobación	1 hora	sáb 22/08/20	lun 24/08/20
1.2.2	Definición del sistema	5 horas	lun 24/08/20	mié 26/08/20
1.2.2.1	Identificación de requisitos	2 horas	lun 24/08/20	mar 25/08/20
1.2.2.2	Estudio de la situación actual	1 hora	mar 25/08/20	mar 25/08/20
1.2.2.3	Diseño del modelo del sistema	1 hora	mar 25/08/20	mié 26/08/20
1.2.2.4	Definición de la arquitectura	1 hora	mié 26/08/20	mié 26/08/20
1.2.3	Definición de planes de gestión	22,5 horas	sáb 24/10/20	vie 06/11/20
1.2.3.1	Elaboración planificación de tareas	7 horas	sáb 24/10/20	jue 29/10/20
1.2.3.2	Elaboración estimación de esfuerzos	1 hora	jue 29/10/20	jue 29/10/20
1.2.3.3	Asignación de recursos	0,5 horas	vie 30/10/20	vie 30/10/20
1.2.3.4	Elaboración presupuesto	5 horas	vie 30/10/20	lun 02/11/20
1.2.3.5	Elaboración de planes de gestión	3 horas	lun 02/11/20	mié 04/11/20
1.2.3.6	Elaboración de plan de riesgos	2 horas	mié 04/11/20	jue 05/11/20
1.2.3.7	Elaboración de plan de reuniones	0,5 horas	jue 05/11/20	jue 05/11/20

Autor		Versión 1
Tutor		
Cotutor		
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		Página 31 de 64

1.2.3.8	Elaboración de plan de seguimiento	0,5 horas	jue 05/11/20	jue 05/11/20
1.2.3.9	Revisión de la planificación	1 hora	jue 05/11/20	vie 06/11/20
1.3	Actuación	241,5 horas	mié 26/08/20	jue 14/01/21
1.3.1	Prototipo	66,5 horas	mié 26/08/20	sáb 03/10/20
1.3.1.1	Análisis	10,5 horas	mié 26/08/20	mar 01/09/20
1.3.1.1.1	Definir el sistema	1 hora	mié 26/08/20	jue 27/08/20
1.3.1.1.2	Identificar los módulos	1 hora	jue 27/08/20	jue 27/08/20
1.3.1.1.3	Definir interfaz RV	8 horas	jue 27/08/20	mar 01/09/20
1.3.1.1.4	Especificar plan de pruebas	0,5 horas	mar 01/09/20	mar 01/09/20
1.3.1.1.5	Preparación de prácticas	5,5 horas	mié 26/08/20	sáb 29/08/20
1.3.1.1.5.1	Selección de prácticas a grabar	2 horas	mié 26/08/20	jue 27/08/20
1.3.1.1.5.2	Selección de materiales	0,5 horas	jue 27/08/20	jue 27/08/20
1.3.1.1.5.3	Selección de pacientes de prueba	3 horas	vie 28/08/20	sáb 29/08/20
1.3.1.2	Diseño	2,5 horas	mié 02/09/20	jue 03/09/20
1.3.1.2.1	Especificación técnica de plan de pruebas	0,5 horas	mié 02/09/20	mié 02/09/20
1.3.1.2.2	Especificación de requisitos de implantación	1 hora	mié 02/09/20	mié 02/09/20
1.3.1.2.3	Revisión del diseño del sistema	1 hora	mié 02/09/20	jue 03/09/20
1.3.1.3	Construcción	44 horas	jue 03/09/20	mar 29/09/20
1.3.1.3.1	Implementación aplicación RV	15 horas	jue 03/09/20	vie 11/09/20
1.3.1.3.1.1	Desarrollo de scripts	7 días	jue 03/09/20	lun 07/09/20
Autor				Versión 1
Tutor				Página 35 de 64
Cotutor				
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería				

1.3.1.3.1.2	Modelado del escenario	8 días	lun 07/09/20	vie 11/09/20
1.3.1.3.2	Implementación servicios AWS	8 horas	vie 11/09/20	mié 16/09/20
1.3.1.3.2.1	Creación de bucket S3	1 hora	vie 11/09/20	sáb 12/09/20
1.3.1.3.2.2	Implementación de API Gateway	2 horas	sáb 12/09/20	lun 14/09/20
1.3.1.3.2.3	Implementación de función Lambda	4 horas	lun 14/09/20	mié 16/09/20
1.3.1.3.2.4	Configuración de logs Cloudwatch	1 hora	mié 16/09/20	mié 16/09/20
1.3.1.3.3	Grabación de prácticas	15 días	lun 14/09/20	mar 22/09/20
1.3.1.3.4	Integración de módulos	11 horas	mié 16/09/20	mié 23/09/20
1.3.1.3.4.1	Conexión de aplicación con servicios AWS	5 días	mié 16/09/20	sáb 19/09/20
1.3.1.3.4.2	Subida de prácticas a bucket S3	0,5 horas	mié 23/09/20	mié 23/09/20
1.3.1.3.5	Realización de pruebas	10 horas	mié 23/09/20	mar 29/09/20
1.3.1.3.5.1	Realizar pruebas unitarias	1 hora	mié 23/09/20	mié 23/09/20
1.3.1.3.5.2	Realizar pruebas de integración	4 horas	mié 23/09/20	vie 25/09/20
1.3.1.3.5.3	Realizar pruebas de carga	4 horas	vie 25/09/20	lun 28/09/20
1.3.1.3.5.4	Realizar pruebas de rendimiento	1 hora	lun 28/09/20	mar 29/09/20
1.3.1.4	Implantación	10 horas	mar 29/09/20	sáb 03/10/20
1.3.1.4.1	Materiales	10 horas	mar 29/09/20	sáb 03/10/20
1.3.1.4.1.1	Adquisición gafas realidad virtual	10 horas	mar 29/09/20	sáb 03/10/20
1.3.1.4.1.1.1	Estudio de necesidades	1 hora	mar 29/09/20	mar 29/09/20

Autor		Versión 1
Tutor		Página 36 de 64
Cotutor		
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		

1.3.1.4.1.1.2	Oferta de adquisición	2 horas	mar 29/09/20	mié 30/09/20
1.3.1.4.1.1.3	Estudio de ofertas	1 hora	mié 30/09/20	mié 30/09/20
1.3.1.4.1.1.4	Elaboración de pedido	0,5 horas	jue 01/10/20	jue 01/10/20
1.3.1.4.1.1.5	Solicitud de pedido	0,5 horas	jue 01/10/20	jue 01/10/20
1.3.1.4.1.1.6	Recepción de gafas de realidad virtual	5 días	jue 01/10/20	sáb 03/10/20
1.3.1.4.2	Formación	1 hora	mar 29/09/20	mar 29/09/20
1.3.1.4.2.1	Elaboración guía de uso	1 hora	mar 29/09/20	mar 29/09/20
1.3.2	Sesiones	165 horas	sáb 10/10/20	jue 14/01/21
1.3.2.1	Recepción de datos de aplicación	121 días	sáb 10/10/20	sáb 19/12/20
1.3.2.2	Recepción de cuestionarios	43 días	lun 21/12/20	jue 14/01/21
1.4	Estudio	119 horas	lun 01/03/21	sáb 08/05/21
1.4.1	Lectura de artículos relacionados	20 días	lun 01/03/21	jue 11/03/21
1.4.2	Ordenación y clasificación de los datos	5 días	vie 12/03/21	lun 15/03/21
1.4.3	Análisis de los datos	20 días	lun 15/03/21	vie 26/03/21
1.4.4	Análisis de los resultados	10 días	vie 26/03/21	jue 01/04/21
1.4.5	Redacción de artículo científico	40 días	jue 01/04/21	sáb 24/04/21
1.4.6	Revisión de artículo científico	20 días	sáb 24/04/21	jue 06/05/21
1.4.7	Selección de revista científica	2 horas	jue 06/05/21	vie 07/05/21
1.4.8	Envío a revista científica	2 horas	vie 07/05/21	sáb 08/05/21
1.5	Seguimiento posterior	12 horas	sáb 08/05/21	sáb 15/05/21
1.5.1	Revisión del estado del artículo	1 hora	sáb 08/05/21	sáb 08/05/21
1.5.2	Recepción de comentarios	1 hora	lun 10/05/21	lun 10/05/21

Autor		Versión 1
Tutor		Página 37 de 64
Cotutor		
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		

1.5.3	Correcciones del artículo	10 días	lun 10/05/21	sáb 15/05/21
1.6	Memoria y defensa	62 horas	sáb 15/05/21	lun 21/06/21
1.6.1	Redacción de memoria	20 días	sáb 15/05/21	jue 27/05/21
1.6.2	Revisión de memoria	2 días	jue 27/05/21	vie 28/05/21
1.6.3	Preparación de presentación	5 días	vie 28/05/21	lun 31/05/21
1.6.4	Revisión de presentación	2 días	mar 01/06/21	mar 01/06/21
1.6.5	Defensa	15 horas	sáb 12/06/21	lun 21/06/21
1.6.5.1	Solicitud de autorización	1 día	sáb 12/06/21	sáb 12/06/21
1.6.5.2	Solicitud de defensa y depósito de memoria	2 días	mar 15/06/21	mié 16/06/21
1.6.5.3	Defensa del TFM	1 hora	lun 21/06/21	lun 21/06/21
1.7	Sesiones de seguimiento con profesorado	455 horas	sáb 19/09/20	vie 11/06/21
1.7.1	Reunión seguimiento	1 hora	sáb 19/09/20	sáb 19/09/20
1.7.2	Reunión de entrega de producto	1 hora	lun 05/10/20	lun 05/10/20
1.7.3	Reunión seguimiento	1 hora	lun 25/01/21	lun 25/01/21
1.7.4	Reunión de cierre	1 hora	vie 11/06/21	vie 11/06/21
1.8	Sesiones de seguimiento de planificación	397 horas	vie 23/10/20	vie 11/06/21
1.8.1	Seguimiento mensual 1	1 hora	vie 23/10/20	vie 23/10/20
1.8.2	Seguimiento mensual 2	1 hora	vie 13/11/20	vie 13/11/20
1.8.3	Seguimiento mensual 3	1 hora	vie 04/12/20	vie 04/12/20
1.8.4	Seguimiento mensual 4	1 hora	sáb 23/01/21	sáb 23/01/21
1.8.5	Seguimiento mensual 5	1 hora	mié 10/03/21	mié 10/03/21
1.8.6	Seguimiento mensual 6	1 hora	lun 05/04/21	lun 05/04/21
1.8.7	Seguimiento mensual 7	1 hora	vie 14/05/21	vie 14/05/21
1.8.8	Seguimiento mensual 8	1 hora	vie 11/06/21	vie 11/06/21

Autor		Versión 1
Tutor		Página 38 de 64
Cotutor		
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		

Tabla 10. Planificación final del proyecto

	Planificación inicial	Planificación final
Número de tareas	112	112
Duración de tarea mayor	77 días	121 días
Duración de tarea menor	1 hora	0,5 horas
Número de tareas críticas	4	3
Número máximo de tareas críticas simultáneas	2	2
Media de holguras	156,85 horas	53,54 horas
Duración total del proyecto	529 horas	529 horas

Tabla 11. Comparación planificación inicial y final.

3.3.2 Informe final de riesgos

De los 15 riesgos identificados para este proyecto dos de ellos se han producido. En la Tabla 12 se muestra cada uno de los riesgos indicando si se han producido e información adicional. También hay que considerar que hay dos riesgos que todavía se pueden producir.

ID	Nombre	¿Se ha producido?	Información adicional
1	Las fechas de impartición de la asignatura varían, produciendo cambios en la planificación y entrega del producto.	No	
2	La asignatura cancela su impartición presencial.	No	Aunque parte de la formación fue a distancia, las prácticas presenciales se han mantenido.
3	La infraestructura en la nube deja de estar disponible en los horarios académicos.	No	
4	El profesorado decide cambiar las prácticas que serán mostradas en la asignatura.	No	
5	Se realiza una mala planificación produciendo que software y hardware no sean entregados a tiempo al profesorado.	No	

Autor		Versión 1
Tutor		Página 39 de 64
Cotutor		
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		

6	Los datos obtenidos del uso del software no son suficientes para realizar un estudio.	No	Aunque no se ha producido este riesgo, se ha detectado la necesidad de ampliar las mediciones y realizar correcciones en estudios posteriores.
7	El análisis de los datos recibidos es erróneo y se obtiene una conclusión del estudio inválida.	No	
8	Los datos obtenidos del estudio se borran o pierden por error.	No	
9	El artículo científico no cumple los requisitos de la revista seleccionada.	-	Pendiente de repuesta por parte de la revista.
10	El software desarrollado no es capaz de funcionar correctamente en los dispositivos móviles.	No	Hay que tener en cuenta que ciertos dispositivos más antiguos pueden no funcionar correctamente. En este estudio no se ha producido.
11	Los profesores deciden seguir utilizando el software para siguientes cursos académicos.	Si	Se realizarán estudios posteriores para intentar aportar mayor valor científico.
12	El software de RV produce mareos o desorientación en las personas que lo usan.	No	
13	Las gafas de RV adquiridas no son compatibles con el software desarrollado o los dispositivos móviles.	Si	Las gafas adquiridas no disponían de botón físico para interactuar con los objetos del escenario de RV. Para ello ha sido necesario modificar el prototipo para permitir interactuar mediante un puntero virtual.
14	El artículo científico es denegado por la revista.	-	Pendiente de repuesta por parte de la revista.
15	La infraestructura creada se sobrecarga durante las sesiones causando ralentizaciones en el software.	No	

Tabla 12. Información final de los riesgos.

3.3.3 Presupuesto final de costes

En la Tabla 13Tabla 6 se puede visualizar el presupuesto final de costes resumido. Se aprecia un aumento en el total en comparación con el presupuesto inicial.

Autor		Versión 1
Tutor		Página 40 de 64
Cotutor		
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		

Presupuesto de costes				
Partida	Item	Nombre	Importe	Total
1		Definición del sistema		2.284,93 €
	1	Investigación	589,33 €	
	2	Sistema	293,66 €	
	3	Planes de gestión	1.401,93 €	
2		Desarrollo del sistema		2.343,27 €
	1	Análisis	506,87 €	
	2	Diseño	146,83 €	
	3	Construcción	1.633,24 €	
	4	Implantación	56,32 €	
3		Estudio y seguimiento		14.339,14 €
	1	Estudio	9.891,97 €	
	2	Seguimiento posterior	927,25 €	
	3	Memoria y defensa	2.840,07 €	
	4	Sesiones de seguimiento con profesorado	245,39 €	
	5	Sesiones de seguimiento de planificación	434,46 €	
4		Hardware e infraestructura		3.900,00 €
	1	Gafas realidad virtual	3.800,00 €	
	2	Infraestructura AWS	100,00 €	
			TOTAL	22.867,34 €

Tabla 13. Presupuesto de costes final.

3.3.4 Informe de lecciones aprendidas

A lo largo de este proyecto se han aprendido múltiples lecciones, pero se pueden destacar las siguientes:

- Hay que considerar desde el principio del proyecto los riesgos que se pueden producir para evitar que afecten gravemente nuestros objetivos. En este caso se han producido dos riesgos, uno positivo (riesgo 11) y otro negativo (riesgo 13). Para el negativo hemos sido capaces de buscar una respuesta inmediata y que no afectara a la planificación. En el caso del riesgo positivo, se ha aprovechado para conseguir ampliar nuestro estudio sin afectar los objetivos iniciales.
- Dado que el estudio tenía unos objetivos bien marcados y que la planificación se veía limitada por la impartición de la asignatura, nos hacía tener una planificación bastante acertada desde el principio. Las variaciones de nuestra planificación son mínimas ya que las tareas estaban bien identificadas.

Autor		Versión 1
Tutor		Página 41 de 64
Cotutor		
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		

- Siempre hay que considerar en las planificaciones los factores externos. En este caso, la fase elaboración del artículo científico se vio retrasada por la incompatibilidad del estudiante con otras asignaturas del máster, por lo que el resto de las tareas también se vieron afectas.
- Tener un reparto de tareas desde el inicio permite que todos los miembros del equipo puedan trabajar en paralelo sin necesidad de afectar a otros. Esto se aprendió en la fase inicial, donde el alumno se encontraba desarrollando el prototipo, los directores elaborando mediciones y los profesores grabando prácticas. Todo esto aceleraba el ritmo de trabajo y permitía seguir con la planificación prevista.
- Se debe de prestar atención en las características del hardware. En este caso no hubo buena comunicación entre el desarrollador del prototipo y la persona encargada de adquirir las gafas de RV, por lo que no funcionaron bien y hubo que buscar soluciones inmediatas.

Autor		Versión 1
Tutor		Página 42 de 64
Cotutor		
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		

Capítulo 4. Estado actual de los conocimientos científico – técnicos

En el estudio de (Botha et al. 2020) se utilizó una simulación clínica virtual en la que 28 estudiantes debían tratar a un paciente con un objeto extraño en las vías respiratorias. Para ello tenían que realizar diferentes acciones y aplicarla a la paciente para completar una lista de tarea. Se registraron datos de observación durante las sesiones y se utilizaron diferentes cuestionarios para determinar la experiencia de los estudiantes. Concluyeron que esta simulación virtual es usable y proporcionó experiencias a los usuarios muy positivas. Por otro lado, señalan la necesidad de tener un entorno y escenario virtual que sea relevante y que se mantenga en evolución.

(Samosorn et al. 2020) crearon una intervención de realidad virtual para que 21 estudiantes aprendan y practiquen las habilidades necesarias para el manejo de una vía aérea complicada que no pueden reproducirse en un maniquí. Se utilizaron diferentes cuestionarios: el cuestionario de presencia evaluó el realismo de la experiencia, el cuestionario de enfermedad por RV para evaluar los mareos inducidos, y varias preguntas para conocer la experiencia de los estudiantes. Llegaron a la conclusión de que la experiencia aumentó el conocimiento adquirido dando a los participantes un grado de presencialidad virtual sin experimentar mareos o efectos secundarios no deseados.

(O'Connor et al. 2021) utilizaron una herramienta de simulación virtual para que 105 estudiantes de radiografía hicieran una radiografía a un paciente virtual. Todos ellos proporcionaron retroalimentación a través de una encuesta en línea para evaluar la percepción de la herramienta. Los estudiantes se sintieron más seguros en su técnica radiográfica después de usar la herramienta, pero indicaron que la RV es un recurso de aprendizaje útil para complementar, no para reemplazar, las prácticas de laboratorio.

(Thompson et al. 2020) añadieron dos sesiones de RV con una hora de duración en los laboratorios para enseñar a los estudiantes el sistema cardiovascular y gastrointestinal. Durante la experiencia de cada estudiante el instructor hacía preguntas sobre lo que estaban viendo en la RV. En este caso obtuvieron datos cuantitativos mediante una versión modificada de un cuestionario de implicación percibida, y datos cualitativos a través de cuadros de texto para que dieran información adicional sobre sus experiencias. A partir de una muestra de 46 estudiantes, llegaron a la conclusión de que los estudiantes se sentían más involucrados que durante otras actividades de aprendizaje y les proporcionaba control sobre su aprendizaje.

En el estudio de (Hardie et al. 2020) se invitó a 94 estudiantes a visualizar una experiencia en la que se narra mediante realidad virtual la historia de los primeros 9 meses de la vida de un bebé dentro del útero de la mujer. Los estudiantes completaron

Autor		Versión 1
Tutor		Página 43 de 64
Cotutor		
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		

una encuesta sobre su experiencia y se llevó a cabo un estudio de observación, examinando la implicación y la interacción de los estudiantes con la experiencia de RV. Llegaron a la conclusión de que la narración mediante RV es una experiencia de aprendizaje memorable que estimula la implicación y la motivación de los estudiantes para aprender.

(Wu et al. 2020) desarrollaron un sistema de RV para mejorar la prevención de lesiones por pinchazos o heridas punzantes en 59 estudiantes de enfermería y 50 médicos internos. El sistema consiste en un juego de RV en el que se debe elegir entre conductas de precaución universales seguras o inseguras que pueden ser correctas o incorrectas. Se estudiaron los resultados de este juego y se realizaron encuestas de seguimiento. La mayoría de los alumnos disminuyeron su ansiedad ante la prevención de lesiones por pinchazos o heridas cortantes y redujeron las tasas de estas lesiones en los dos primeros meses de prácticas de enfermería y medicina.

(Sapkaroski et al. 2020) compararon la percepción de los estudiantes entre una simulación de realidad virtual y una práctica tradicional con roles en el que debían realizar el posicionamiento de una mano para una radiografía. Se pidió a los estudiantes que rellenaran un cuestionario relativo a su experiencia. La percepción no difirió entre los grupos, pero destacaron la necesidad de dedicar más tiempo a la práctica tradicional con roles.

Autor		Versión 1
Tutor		Página 44 de 64
Cotutor		
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		

Capítulo 5. Descripción del sistema

5.1 Laboratorio preclínico en RV

El prototipo desarrollado para este estudio es una aplicación de RV para dispositivos móviles Android. Ésta es utilizada en las prácticas de laboratorio de una asignatura del grado de enfermería y tiene como principal objetivo mostrar mediante RV diferentes técnicas sanitarias que deben ser aprendidas y reproducidas posteriormente por los alumnos.

El usuario es ubicado en una escena que recrea una habitación de un hospital con objetos que pueden ser encontrados en este tipo de espacios. Esta escena tiene como objetivo crear un ambiente cercano al que se puede encontrar el alumno en un entorno real.

El menú de la aplicación es integrado en el escenario mediante diferentes objetos que se muestran encima de una mesa. Todos estos objetos intentan representar su funcionalidad de una manera simple. En este caso se ha evitado el uso de textos en toda la aplicación ya que la lectura de textos largos en RV puede causar un tipo especial de tensión en los ojos (Johnson-Glenberg 2018) pudiendo afectar el proceso de aprendizaje.



Figura 6. Técnicas sanitarias disponibles en la aplicación mostradas como objetos sobre la mesa.

Por un lado, hay objetos relacionados con la propia funcionalidad de la aplicación, como la lupa, que permite acercar o alejar la pantalla, o las estatuas de reproducir y pausar, con su respectiva funcionalidad. Por otro lado, están los objetos que representan las diferentes técnicas sanitarias que están disponibles en la aplicación. Estos objetos se utilizan en las propias técnicas, por ejemplo, el bote de gel desinfectante para la técnica

Autor		Versión 1
Tutor		Página 45 de 64
Cotutor		
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		

	<hr/>

de “lavado de manos no quirúrgico”, o la jeringuilla para la práctica de extracción de sangre.

Para que el usuario interactúe con estos objetos puede realizar *click* si sus gafas disponen de un botón físico o apuntar con el puntero durante 10 segundos al objeto. Cuando se esté apuntando a un objeto interactuable el puntero cambia su tamaño.



Figura 7. Técnica sanitaria mostrada en la pantalla.

En frente del usuario se muestra una pantalla de televisión que utilizada para mostrar las diferentes técnicas sanitarias que fueron grabadas en vídeo previamente. Esta pantalla se puede acercar al usuario para facilitar la visualización de detalles que pueden ser relevantes. Hay que considerar que todos los vídeos fueron grabados desde un plano estático para facilitar la visualización.

Autor		Versión 1
Tutor	<hr/>	Página 45 de 64
Cotutor		
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		



Figura 8. Técnica sanitaria en pantalla ampliada.

5.2 Técnicas sanitarias

Para este estudio se han grabado un total de 8 técnicas sanitarias en la que han participado pacientes de forma voluntaria. Estas prácticas fueron grabadas por los profesores de la asignatura en la facultad de enfermería. Las técnicas sanitarias son las siguientes:

- Vendaje. En esta técnica se visualiza como se debe colocar un catéter venoso periférico a un paciente.
- Presión arterial. En este caso se muestra el procedimiento a realizar para medir la presión arterial.
- Extracción de sangre. Se realiza una venopunción, es decir, una extracción de sangre de una vena.
- Compresor. En esta técnica se muestra la colocación de un compresor para localizar la vena y posteriormente introducir del catéter venoso periférico.
- Desinfección. Se muestra el procedimiento a seguir para realizar una desinfección correcta de las manos.
- Guantes. Se indica como debe extraerse los guantes del envoltorio original y como deben colocarse para evitar infectarlos.
- Jeringuilla en el abdomen. En esta técnica se muestra como realizar una inyección en el abdomen de un paciente.
- Jeringuilla en el brazo. Al igual que el caso anterior, pero realizando la inyección en el brazo.

Autor		Versión 1
Tutor		Página 45 de 64
Cotutor		
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		

5.3 Infraestructura tecnológica

En la Figura 9 se indica la infraestructura tecnológica utilizada para hacer funcionar el prototipo desarrollado. La infraestructura se encuentra desplegada en Amazon Web Services, por lo que utilizan diferentes servicios de esta plataforma. Está formada por:

- Aplicación de RV. Esta aplicación desarrollada con el motor de videojuegos Unity, permite visualizar una escena en RV en dispositivos móviles. Realiza peticiones HTTP POST a una API Gateway para almacenar datos del usuario. Para obtener el vídeo que desea visualizar el usuario realiza una petición GET a un Bucket S3.
- API Gateway. Controla las peticiones HTTP recibidas y permite seguir a las que son deseadas.
- Lambda function. Las acciones recibidas del usuario serán lanzadas en el log, haciendo que sean recibidas por CloudWatch.
- CloudWatch. Almacenará todos los logs de acciones de usuario que genere la Lambda function. Estos logs se ordenarán por fechas, permitiendo su posterior acceso y análisis.
- Bucket S3. Almacena todos los vídeos que se muestran en la aplicación.

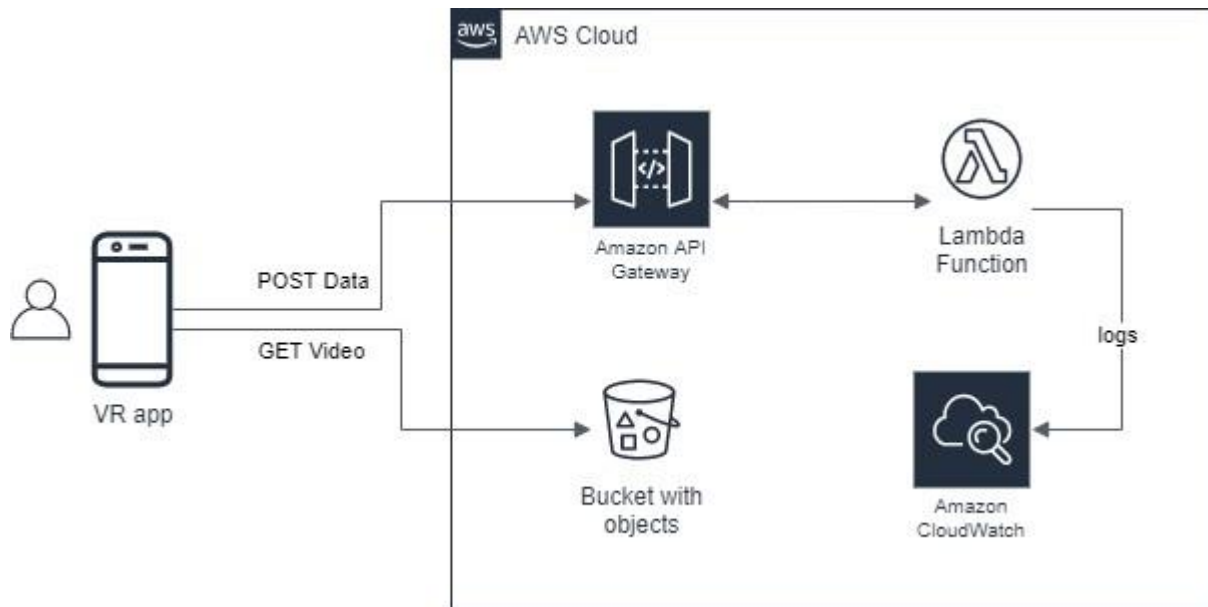


Figura 9. Infraestructura tecnológica.

Autor		Versión 1
Tutor		Página 45 de 64
Cotutor		
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		

Capítulo 6. Metodología

6.1 Diseño del estudio

Este estudio piloto experimental se llevó a cabo desde septiembre de 2020 hasta enero de 2021 en el Grado de Enfermería de la Universidad de Oviedo, España.

6.2 Participantes

En este estudio participaron un total de 86 estudiantes del grado de enfermería que estaban matriculados en la asignatura "Fundamentos de enfermería" de primer curso y que aceptaron participar voluntariamente. Para las mediciones correspondientes a los resultados de la práctica se seleccionaron 43 alumnos que se distribuyeron en un grupo de control (31 alumnos) y otro de intervención (12 alumnos), que sirvieron para comparar el número de fallos durante la realización de la técnica. Dado que había 6 grupos de alumnos preconfigurados por la facultad, la asignación de los alumnos al grupo de control o al de intervención se realizó de forma aleatoria en función de su asignación a uno de los grupos preconfigurados.

Para llevar a cabo este estudio se elaboró un protocolo de investigación siguiendo una metodología previamente aprobada por el comité ético de la Universidad de Oviedo. Todos los participantes fueron informados por el coordinador del curso sobre los objetivos y la metodología de este estudio, tras lo cual firmaron su consentimiento.

6.3 Procedimiento

En primer lugar, todos los alumnos recibieron la misma formación teórica sobre una técnica sanitaria. En este caso, esta técnica es el "lavado de manos no quirúrgico". Los profesores impartieron 50 minutos de esta formación teórica a través de Microsoft Teams utilizando como marco teórico de referencia "5 momentos para la higiene de las manos" de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Tras ello, los alumnos que pertenecían al grupo de intervención recibieron unas gafas de RV Celexon. La aplicación desarrollada para este estudio se les hizo llegar por el Campus Virtual para que la instalaran previamente en sus dispositivos móviles. En caso de que alguno de los estudiantes no tuviese un dispositivo móvil compatible el profesorado de la escuela les proporcionaba uno. Con todo esto los profesores pidieron a los alumnos que visualizaran tres veces la técnica utilizando las gafas entregadas.

Para los estudiantes que pertenecían al grupo de control se realizó una simulación tradicional, donde el profesor realizaba la técnica frente al alumnado un total de tres veces.

Autor		Versión 1
Tutor		Página 45 de 64
Cotutor		
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		

Finalmente, una vez que los alumnos de ambos grupos hayan visualizado la técnica, se les solicitaba reproducirla frente al profesor. Para todos los casos el profesorado realizó un control del número de errores que tenían al reproducirla.

6.4 Mediciones

6.4.1 Resultados de la práctica

Los conocimientos adquiridos se evaluaron mediante un cuestionario con 4 respuestas posibles y una opción válida. Las habilidades se evaluaron mediante la observación directa de la reproducción de la técnica. Los profesores completaron una lista de comprobación en la que registraron el número de fallos y aciertos observados en los alumnos durante la realización de la técnica. Tanto el cuestionario como la lista de comprobación se realizaron siguiendo el marco teórico de la OMS.

6.4.2 Mediciones de los usuarios

Se utilizó una hoja de recogida de datos diseñada para este estudio para medir variables personales, como la habilidad en el uso de la tecnología, la facilidad de uso de la RV y la percepción. La satisfacción del usuario se midió con la herramienta End-User Computing Satisfaction (EUCS) propuesta por (Doll and Torkzadeh 1988) y la traducción al idioma español realizada por (Heilman and Brusa 2006). Las preguntas originales se adaptaron para referirse a aspectos específicos del uso de la tecnología de RV. También se descartó una pregunta con elementos no incluidos en nuestra simulación.

Se evaluaron las variables personales al inicio del estudio, las de viabilidad y percepción durante, y las de conocimientos y habilidades antes y después de la intervención.

6.4.3 Mediciones de la aplicación

La aplicación de RV incluye un contador automático que envía cada 30 segundos todas las acciones realizadas por el usuario durante ese tiempo a un servidor en la nube. Las acciones que se registran y almacenan son: apertura y cierre de la aplicación, acercamiento y alejamiento de la pantalla, reproducción, pausa, clic en un objeto, cambio de vídeo y finalización de su reproducción.

Cada dispositivo móvil genera un número de identificación único que se utiliza para relacionar estas acciones con el dispositivo (no con el estudiante). Para este estudio se disponía de 55 dispositivos diferentes para un total de 86 participantes. Esto debe tenerse en cuenta, ya que un mismo dispositivo puede ser utilizado por diferentes estudiantes. También hay que tener en cuenta que la aplicación no almacena datos personales en ningún caso.

Autor		Versión 1
Tutor		Página 50 de 64
Cotutor		
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		

Capítulo 7. Resultados

7.1 Datos

El análisis estadístico realizado a los resultados de la práctica, así como las mediciones de los usuarios se encuentran en el *Anexo6. Resultados Satisfacción*. En el caso de las mediciones realizadas por la aplicación, en el *Anexo7. Scripts mediciones* se encuentran los diferentes scripts de Python desarrollados para analizar los datos como los propios datos registrados durante el estudio.

7.2 Interpretación

En los siguientes apartados se presentan los resultados obtenidos para cada tipo de medición realizada en este estudio: resultados de la práctica de laboratorio, mediciones de los usuarios y mediciones de la aplicación.

7.2.1 Resultados de la práctica

Los profesores utilizaron una lista de control para anotar el número de fallos y aciertos observados durante la realización de la técnica. Los estadísticos descriptivos que comparan los errores cometidos por los alumnos que siguen el método tradicional ($n_1=31$) y el grupo que utiliza la aplicación de RV ($n_2=12$) se muestran en la Tabla 14.

	Método	N	Media	Desviación estándar (σ)	Error medio estándar
Fallos antes	Tradicional	31	1,7742	1,52118	0,27321
	RV	12	1,75	1,65831	0,47871
Fallos después	Tradicional	31	0,2903	0,52874	0,09497
	RV	12	0,25	0,45227	0,13056

Tabla 14. Estadísticos descriptivos del número de fallos de los estudiantes antes y después de la sesión.

La prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes en la sesión previa es 178 (valor $p=0,824$) y en la sesión posterior es 183 (valor $p=0,915$), por lo que no se rechaza la hipótesis nula. Los errores antes y después de la práctica de laboratorio no difieren entre la metodología tradicional y el uso de la RV, con un nivel de significación del 5%.

7.2.2 Mediciones de los usuarios

7.2.2.1 Variables de satisfacción y aprendizaje

Las estadísticas descriptivas de todas las variables medidas se muestran en la Tabla 15. El contenido, la precisión, el formato, la facilidad de uso y la puntualidad se obtienen de la encuesta de satisfacción del EUCS completada por 86 estudiantes y el valor de cada variable está entre 1 y 5.

La primera variable de contenido refleja si el contenido es adecuado a lo que se necesita y si proporciona suficiente información. En el caso de la precisión, sirve para saber si la

Autor		Versión 1
Tutor		Página 51 de 64
Cotutor		
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		

simulación es exacta. El formato sirve para saber si el formato es útil y comprensible. La facilidad de uso sirve para saber si la simulación es amigable y fácil de usar. Por último, la variable puntualidad indica si la información se ha obtenido a tiempo y si está actualizada.

La variable de satisfacción se obtuvo a partir de la evaluación global de la encuesta de satisfacción, y la variable de aprendizaje se midió a partir de la diferencia entre la evaluación de los conocimientos de los estudiantes antes y después de la sesión de laboratorio. En estos casos, los valores están entre 0 y 10.

	N	Media	Desviación estándar (σ)	Máx.	Mín.
Contenido	86	4,0426	0,77341	5	2
Precisión	86	3,9884	0,84358	5	1,5
Formato	86	4,2558	0,75438	5	2
Facilidad de uso	86	4,1395	0,7501	5	2
Puntualidad	86	4,2733	0,79579	5	1,5
Satisfacción	86	8,0116	1,43481	10	3
Aprendizaje	86	7,6395	1,69368	10	2

Tabla 15. Estadísticos descriptivos de todas las variables.

7.2.2.2 Uso previo de la RV

Hemos estudiado el efecto que tenía el uso previo de la RV en los estudiantes. De los sujetos estudiados, un total de 62 estudiantes ($n_1=62$) no tienen experiencia con la RV, mientras que 24 estudiantes ($n_2=24$) si tienen experiencia previa en el uso de esta tecnología. En la Tabla 16 se muestran los estadísticos descriptivos de cada variable según el efecto del uso previo.

La hipótesis nula de la prueba de Levene para la igualdad de varianzas se rechaza para las variables Facilidad de uso (p -valor=0,02) y Satisfacción (p -valor=0,035) con un nivel de significancia del 5%. Para el resto de los casos no se rechaza la hipótesis nula y se demuestra la igualdad de varianzas.

La prueba t de Student para muestras independientes de la variable Satisfacción tiene el siguiente resultado [$T(76,466)=-2,134$; p -valor=0,036 ($<0,05$)]. Por lo tanto, existe una diferencia significativa en la variable de satisfacción cuando se ha utilizado previamente la RV. En el resto de los casos el p -valor $\geq 0,05$ por lo que no existen diferencias significativas.

Autor		Versión 1
Tutor		
Cotutor		
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		Página 52 de 64

	Uso previo de RV	N	Media	Desviación estándar (σ)	Error medio estándar
Contenido	No	62	4,0806	0,80681	0,10247
	Sí	24	3,9444	0,68572	0,13997
Precisión	No	62	3,9677	0,87717	0,1114
	Sí	24	4,0417	0,76495	0,15614
Formato	No	62	4,1935	0,78068	0,09915
	Sí	24	4,4167	0,67028	0,13682
Facilidad de uso	No	62	4,1129	0,80683	0,10247
	Sí	24	4,2083	0,58823	0,12007
Puntualidad	No	62	4,2097	0,82257	0,10447
	Sí	24	4,4375	0,71189	0,14531
Satisfacción	No	62	7,8548	1,58731	0,20159
	Sí	24	8,4167	0,8297	0,16936
Aprendizaje	No	62	7,5645	1,82533	0,23182
	Sí	24	7,8333	1,30773	0,26694

Tabla 16. Estadísticos descriptivos del efecto del uso previo de la RV en las variables de satisfacción.

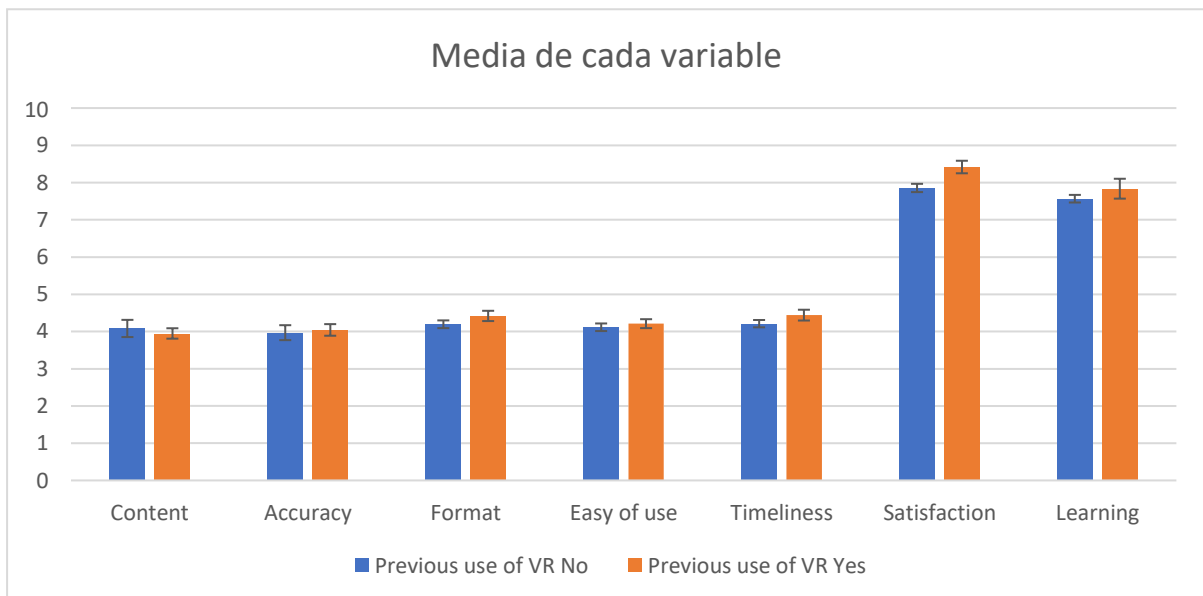


Figura 10. Comparación de la media de cada variable según el uso previo de la RV.

7.2.2.3 Frecuencia de uso de aplicaciones

Todos los estudiantes indicaron con qué frecuencia utilizaban aplicaciones móviles, las posibles respuestas eran: nunca, anual, mensual, semanal y diariamente. En este caso se ha estudiado la existencia de correlaciones de estos valores con los resultados obtenidos en la encuesta de satisfacción.

Autor		Versión 1
Tutor		Página 53 de 64
Cotutor		
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		

Los coeficientes de correlación de Pearson y el p-valor se muestran en la Tabla 17. Para todos los casos, el p-valor entre la frecuencia de uso y las variables de la encuesta es $\geq 0,05$, por lo que se rechaza la hipótesis nula y no existe correlación. Todas las variables de la encuesta tienen un p-valor $< 0,05$, por lo que hay correlación entre ellas.

		Frecuencia de uso	Contenido	Precisión	Formato	Facilidad de uso	Puntualidad
Frecuencia de uso	ρ	1	0,017	0,004	-0,058	0,147	-0,022
	p-valor		0,875	0,974	0,597	0,178	0,843
Contenido	ρ	0,017	1	0,779	0,606	0,483	0,602
	p-valor	0,875		0	0	0	0
Precisión	ρ	0,004	0,779	1	0,656	0,509	0,596
	p-valor	0,974	0		0	0	0
Formato	ρ	-0,058	0,606	0,656	1	0,612	0,529
	p-valor	0,597	0	0		0	0
Facilidad de uso	ρ	0,147	0,483	0,509	0,612	1	0,635
	p-valor	0,178	0	0	0		0
Puntualidad	ρ	-0,022	0,602	0,596	0,529	0,635	1
	p-valor	0,843	0	0	0	0	

Tabla 17. Coeficiente de correlación de Pearson en las variables de frecuencia de uso y satisfacción.

7.2.3 Mediciones de la aplicación

Aunque las interacciones con la app de RV se recogieron durante un periodo de 72 días, hay que tener en cuenta que las prácticas de laboratorio de desinfección evaluadas en RV fueron cubiertas por los diferentes grupos en la misma semana, por lo que el gran volumen de datos corresponde a estos días.

La Tabla 18 muestra los estadísticos descriptivos obtenidos. El tiempo medio de uso es de 349,69 segundos en 120 registros diferentes. Se han descartado dos registros porque el tiempo de uso era superior a 60 minutos y se ha considerado un resultado anómalo.

Autor		Versión 1
Tutor		Página 54 de 64
Cotutor		
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		

Uso de la aplicación (segundos)	
Media	349,69
Mediana	348
Desviación estándar (σ)	38,56
N	120
Máximo	440,04
Mínimo	280,58
Error	44,26%

Tabla 18. Estadísticos descriptivos del uso de la aplicación.

La Tabla 19 muestra los datos medidos de cada vídeo. *Desinfección*, la única práctica calificada en las prácticas de laboratorio, fue la más vista (137 reproducciones y una media de 2,491 visualizaciones por dispositivo), seguida de la práctica *Jeringuilla en el abdomen* (46 reproducciones). La práctica menos vista es *Extracción de sangre* con 16 reproducciones. *Vendaje* es el vídeo con más pausas por visualización (0,227), seguido de *Desinfección* (0,219). *Jeringuilla en el brazo* y *Compresor* no registraron pausas. *Vendaje* es también el vídeo con más zooms por visualización (0,273), seguido de *Presión arterial* (0,240). *Jeringuilla en el brazo* es la práctica con menos zooms por visualización (0,037).

	Vídeo							
	Venda je	Presi ón arteri al	Extracci ón sangre	Compre sor	Desinfecc ión	Guant es	Jeringui lla en abdome n	Jeringui lla en brazo
Duración (seg)	41	37	64	43	32	55	17	15
Visualizaciones	22	25	16	18	137	43	46	27
Media visual./dispositivo	0,400	0,455	0,291	0,327	2,491	0,782	0,836	0,491
Pausas/rep.	5	1	3	0	30	4	3	0
Pausas/visual.	0,227	0,040	0,188	0	0,219	0,093	0,065	0
Zooms	6	6	4	4	30	6	5	1
Zooms/visual.	0,273	0,240	0,250	0,222	0,219	0,140	0,109	0,037

Tabla 19. Mediciones de cada vídeo en la aplicación.

Autor		Versión 1
Tutor		Página 55 de 64
Cotutor		
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		

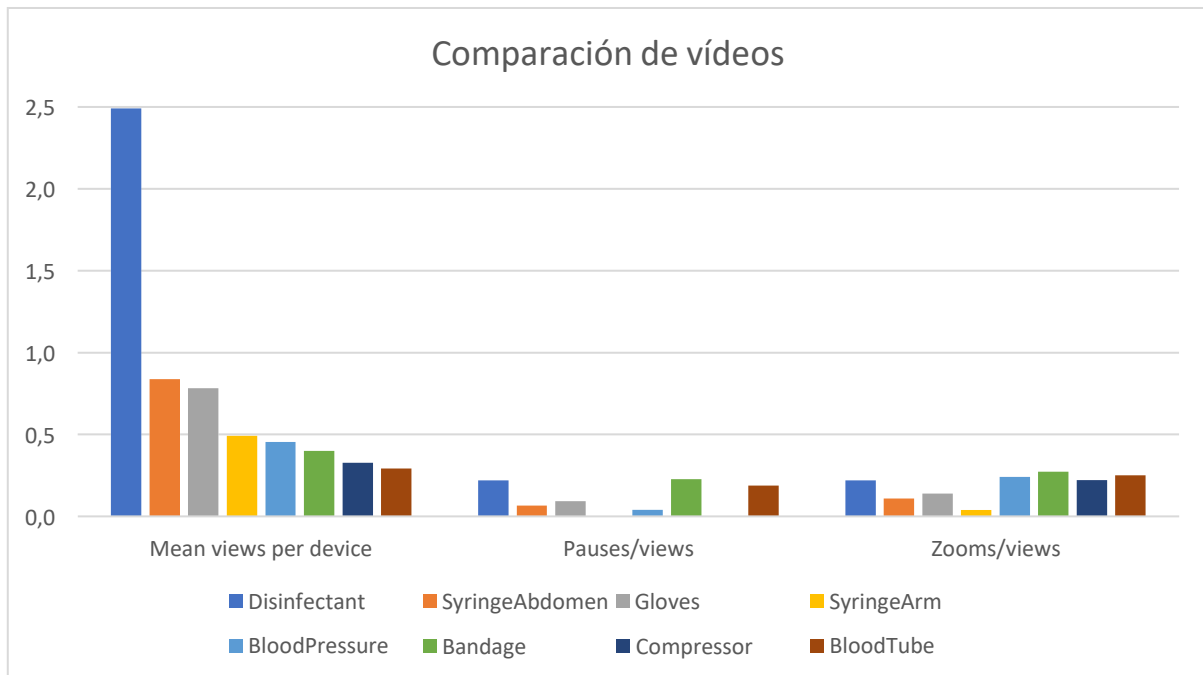


Figura 11. Comparación entre vídeos.

7.3 Discusión

En los siguientes apartados se discuten los diferentes resultados mostrados en la sección anterior.

7.3.1 Resultados de la práctica

En nuestro estudio, el número de errores cuando los alumnos reproducen la práctica antes y después de la sesión no difiere entre la metodología tradicional y el grupo de RV. Por tanto, la adquisición de conocimientos no se ve afectada cuando se utiliza la RV.

En comparación con estudios anteriores, (Sapkaroski et al. 2020) obtuvieron que los alumnos percibían tener una mejor técnica con el software de RV que con la simulación con roles tradicional. (Wu et al. 2020; Samosorn et al. 2020) concluyen que hay un aumento significativo de los conocimientos adquiridos y en la prevención de lesiones cuando se utiliza la RV, pero sin compararla con el aprendizaje tradicional, y (Makransky et al. 2019) advierten de una carga cognitiva añadida al utilizar la RV que puede ser perjudicial para el proceso de aprendizaje. En nuestro estudio, aunque el entorno es de RV y 3D, el contenido de aprendizaje se reproduce en una pantalla con vídeo 2D, por lo que este inconveniente se reduce.

7.3.2 Mediciones de los usuarios

Nuestro estudio obtuvo una satisfacción del 80,12%, con diferencias significativas entre los estudiantes con y sin experiencia previa en el uso de la RV (84,17% y 78,55%). La

Autor		Versión 1
Tutor		Página 56 de 64
Cotutor		
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		

razón de esta diferencia puede ser el conocimiento de la tecnología y que el estudiante no necesite adaptarse al uso.

El resultado anterior es similar a las conclusiones de (O'Connor et al. 2021) e inferior a las de (Botha et al. 2020), donde el 97,61% de los estudiantes tuvieron una experiencia muy positiva, pero también indicaron tener mareos. Los participantes de (Hardie et al. 2020) experimentaron dificultades técnicas relacionadas con el uso del software y los teléfonos inteligentes, pero el 65,95% de ellos indicaron que estarían interesados en comprar unas gafas de RV.

El resto de las variables de nuestro estudio no mostraron diferencias significativas, el aprendizaje no se vio afectado por la experiencia previa del estudiante con la RV o las aplicaciones móviles.

7.3.3 Mediciones de la aplicación

El tiempo medio de utilización de nuestra aplicación de RV fue de 5,83 minutos. En (Botha et al. 2020), los participantes necesitaron 11,67 minutos para completar la tarea de RV. En (O'Connor et al. 2021), el tiempo medio que necesitaron los estudiantes para sentirse cómodos utilizando la RV fue de 60 minutos y (Wu et al. 2020) concluyó que la velocidad de toma de decisiones mejoró para todos los alumnos durante la segunda práctica de RV. Estos resultados sugieren que los estudiantes pueden beneficiarse de un entrenamiento previo, así como de un uso más prolongado y repetido de la RV.

Como se muestra en la Tabla 19, la práctica *Vendaje* tiene el mayor número de pausas por visualización. Esto puede deberse a que la práctica muestra acciones más difíciles que el resto. La siguiente práctica es *Desinfección*, este alto valor puede estar correlacionado con el gran número de visualizaciones porque es la práctica por la que los alumnos fueron calificados.

Del mismo modo, la práctica *Vendaje* tiene el mayor número de zooms por visualización, seguida de *Extracción de sangre*. Hay que tener en cuenta que ambas prácticas realizan acciones sensibles donde se muestran agujas y sangre, por lo que puede provocar estos valores altos en zooms por visualización o pausas por visualización debido a una mayor sensibilidad al visualizar estas acciones.

7.3.4 Limitaciones

Los errores de medición del tiempo podrían estar relacionados con el uso del mismo dispositivo por parte de diferentes estudiantes en la misma sesión y deberían corregirse en futuros estudios. Por otro lado, los registros anómalos de uso de la app (tiempo > 60 minutos) podrían deberse a que los usuarios bloquean el dispositivo sin cerrar la app, lo que hace que ésta siga registrando el tiempo de uso en segundo plano.

		Versión 1
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		Página 57 de 64

Capítulo 8. Conclusiones

8.1 Conclusiones y trabajo futuro

El estudio corrobora que la formación a distancia en línea con RV es una alternativa adecuada a la formación presencial en la enseñanza de la enfermería. La introducción de la RV en el proceso de aprendizaje no afecta al número de errores que cometen los alumnos al realizar una técnica sanitaria. Además de ser una forma innovadora de enseñar y aprender, la RV aumentó la satisfacción e hizo que la experiencia fuera más dinámica y motivadora para estudiantes y profesores.

También hay que considerar la experiencia previa en el uso de esta tecnología. En nuestro caso, existe una diferencia significativa en la satisfacción entre los alumnos con experiencia previa y los alumnos sin ella. Por lo tanto, hay que tener en cuenta los conocimientos tecnológicos de los alumnos para mejorar su proceso de aprendizaje.

La realidad virtual en la educación aumenta la sensación de inmersión, pero añade una carga cognitiva que puede ser perjudicial para el proceso de aprendizaje, y empeora los resultados en comparación con el uso de una simulación en el PC (Makransky et al. 2019). En nuestro estudio, aunque el entorno es de RV y 3D, el contenido de aprendizaje se reproduce en una pantalla con vídeo 2D como en el PC, por lo que este inconveniente podría reducirse. Por lo tanto, en futuros estudios proponemos introducir contenido 3D y comparar los resultados de aprendizaje con respecto al uso de vídeo 2D.

Se debería mejorar el seguimiento automático de los usuarios para relacionar mejor los datos con los estudiantes en lugar de con los dispositivos. Las medidas también pueden incluir una comparación de la satisfacción del aprendizaje con los estudiantes que utilizan la metodología tradicional, pudiendo así estudiar el potencial de cada metodología para intentar mejorar los métodos de enseñanza en enfermería. Dado que la falta de habilidades o conocimientos previos relacionados con el uso de la RV influyó en los resultados finales, se podría considerar para futuras investigaciones el reentrenamiento previo de los estudiantes en el uso de la RV.

8.2 Difusión de resultados

Este estudio ha sido redactado en un artículo científico y ha sido enviado a la revista "International Journal of Medical Informatics". Actualmente se encuentra en revisión.

Autor		Versión 1
Tutor		Página 58 de 64
Cotutor		
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		

Capítulo 9. Presupuesto

El presupuesto de costes se ha desglosado en la Tabla 20. Para tener más información se puede consultar el *Anexo8. Presupuesto final*.

Partida	Descripción	Cant.	Prec.	Sub. (2)	Sub. (1)	Total
1	Definición					2.284,93 €
1	Definición de investigación				589,33 €	
1	Definición de objetivos de investigación			108,61 €		
2	Definición de medidas			241,37 €		
3	Protocolo de investigación			239,35 €		
2	Definición del sistema				293,66 €	
1	Identificación de requisitos			124,71 €		
2	Estudio de la situación actual			56,32 €		
3	Diseño del modelo del sistema			56,32 €		
4	Definición de la arquitectura			56,32 €		
3	Definición de planes de gestión				1.401,93 €	
1	Elaboración planificación de tareas			478,71 €		
2	Elaboración estimación de esfuerzos			68,39 €		
3	Asignación de recursos			34,19 €		
4	Elaboración presupuesto			341,93 €		
5	Elaboración de planes de gestión			205,16 €		
6	Elaboración de plan de riegos			136,77 €		
7	Elaboración de plan de reuniones			34,19 €		
8	Elaboración de plan de seguimiento			34,19 €		
9	Revisión de planificación			68,39 €		
2	Actuación					2.343,27 €
1	Prototipo				2.343,27 €	
1	Análisis			506,87 €		
2	Diseño			146,83 €		
3	Construcción			1.633,24 €		
4	Implantación			56,32 €		
2	Sesiones				0,00 €	

Autor		Versión 1
Tutor		Página 59 de 64
Cotutor		
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		

	1	Recepción de datos de aplicación			0,00 €		
	2	Recepción de cuestionarios			0,00 €		
	3	Realización de entrevistas a profesorado			0,00 €		
3		Estudio					9.891,97 €
	1	Lectura de artículos relacionados				1.609,11 €	
	2	Ordenación y clasificación de los datos				402,28 €	
	3	Análisis de los datos				1.609,11 €	
	4	Análisis de los resultados				945,35 €	
	5	Redacción de artículo científico				3.218,21 €	
	6	Revisión de artículo científico				1.890,70 €	
	7	Selección de revista científica				136,77 €	
	8	Envío a revista científica				80,46 €	
4		Seguimiento posterior					927,25 €
		Revisión del estado del artículo				68,39 €	
		Recepción de comentarios				54,31 €	
		Correcciones del artículo				804,55 €	
5		Memoria y defensa					2.840,07 €
	1	Redacción de memoria				1.609,11 €	
	2	Revisión de memoria				273,55 €	
	3	Preparación de presentación				402,28 €	
	4	Revisión de presentación				273,55 €	
	5	Defensa				281,59 €	
	1	Solicitud de autorización			80,46 €		
	2	Solicitud defensa y depósito de memoria			160,91 €		
	3	Defensa del TFM			40,23 €		
6		Sesiones de seguimiento con profesorado					245,39 €
	1	Reunión seguimiento mensual 1				54,31 €	
	2	Reunión seguimiento mensual 2				54,31 €	
	3	Reunión de entrega de producto				68,39 €	
	4	Reunión de cierre				68,39 €	
7		Sesiones de seguimiento de planificación					434,46 €
	1	Seguimiento mensual 1				54,31 €	

	2	Seguimiento mensual 2				54,31 €	
	3	Seguimiento mensual 3				54,31 €	
	4	Seguimiento mensual 4				54,31 €	
	5	Seguimiento mensual 5				54,31 €	
	6	Seguimiento mensual 6				54,31 €	
	7	Seguimiento mensual 7				54,31 €	
	8	Seguimiento mensual 8				54,31 €	
8		Hardware e infraestructura					3.900,00 €
	1	Gafas realidad virtual	100	38,00 €			
	2	Infraestructura AWS	10 meses	10,00 €			
TOTAL							22.867,34 €

Tabla 20. Presupuesto de costes final detallado.

Bibliografía

- Botha BS, de Wet L, Botma Y (2020) Undergraduate Nursing Student Experiences in Using Immersive Virtual Reality to Manage a Patient With a Foreign Object in the Right Lung. *Clinical Simulation in Nursing*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecns.2020.10.008>
- Chi MTH, Wylie R (2014) The ICAP Framework: Linking Cognitive Engagement to Active Learning Outcomes. *Educational Psychologist* 49:219–243. <https://doi.org/10.1080/00461520.2014.965823>
- Doll WJ, Torkzadeh G (1988) The Measurement of End-User Computing Satisfaction. *MIS Quarterly* 12:259–274. <https://doi.org/10.2307/248851>
- Fealy S, Jones D, Hutton A, et al (2019) The integration of immersive virtual reality in tertiary nursing and midwifery education: A scoping review. *Nurse Education Today* 79:14–19. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.nedt.2019.05.002>
- Hardie P, Darley A, Carroll L, et al (2020) Nursing & Midwifery students’ experience of immersive virtual reality storytelling: an evaluative study. *BMC Nursing* 19:78. <https://doi.org/10.1186/s12912-020-00471-5>
- Heilman G, Brusa J (2006) Validating the End-User Computing Satisfaction Survey Instrument in Mexico. *IJTHI* 2:84–96. <https://doi.org/10.4018/jthi.2006100105>
- Johnson-Glenberg MC (2018) Immersive VR and Education: Embodied Design Principles That Include Gesture and Hand Controls . *Frontiers in Robotics and AI* 5:81
- Makransky G, Terkildsen TS, Mayer RE (2019) Adding immersive virtual reality to a science lab simulation causes more presence but less learning. *Learning and Instruction* 60:225–236. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2017.12.007>
- O’Connor M, Stowe J, Potocnik J, et al (2021) 3D virtual reality simulation in radiography education: The students’ experience. *Radiography* 27:208–214. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.radi.2020.07.017>
- Plotzky C, Lindwedel U, Sorber M, et al (2021) Virtual reality simulations in nurse education: A systematic mapping review. *Nurse Education Today* 101:104868. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.nedt.2021.104868>
- Samosorn AB, Gilbert GE, Bauman EB, et al (2020) Teaching Airway Insertion Skills to Nursing Faculty and Students Using Virtual Reality: A Pilot Study. *Clinical Simulation in Nursing* 39:18–26. <https://doi.org/10.1016/j.ecns.2019.10.004>

Sapkaroski D, Mundy M, Dimmock MR (2020) Virtual reality versus conventional clinical role-play for radiographic positioning training: A students' perception study. *Radiography* 26:57-62. <https://doi.org/10.1016/j.radi.2019.08.001>

Shin S, Park J-H, Kim J-H (2015) Effectiveness of patient simulation in nursing education: Meta-analysis. *Nurse Education Today* 35:176-182. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.nedt.2014.09.009>

Shorey S, Ng ED (2021) The use of virtual reality simulation among nursing students and registered nurses: A systematic review. *Nurse Education Today* 98:104662. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.nedt.2020.104662>

Thompson DS, Thompson AP, McConnell K (2020) Nursing students' engagement and experiences with virtual reality in an undergraduate bioscience course. *International Journal of Nursing Education Scholarship* 17:. <https://doi.org/doi:10.1515/ijnes-2019-0081>

United Nations (2020) Education during COVID-19 and beyond

Wu S-H, Huang C-C, Huang S-S, et al (2020) Effects of virtual reality training on decreasing the rates of needlestick or sharp injury in new-coming medical and nursing interns in Taiwan. *J Educ Eval Health Prof* 17:0-1. <https://doi.org/10.3352/jeehp.2020.17.1>

Autor		Versión 1
Tutor		Página 63 de 64
Cotutor		
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		

Anexos

Autor		Versión 1
Tutor		Página 63 de 64
Cotutor		
Trabajo Fin de Máster - Medidas de aprendizaje de la educación basada en la realidad virtual para estudiantes de enfermería		