



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA

**Facultad de Medicina**

**Departamento de Radiología y Medicina Física, Otorrinolaringología y  
Oftalmología**

**Tesis Doctoral**

**Evaluación de un juego competitivo multiusuario  
para aprender radiología en pregrado dentro del  
entorno virtual 3D Second Life**

**Doctorando: Teodoro Rudolphi Solero**

**Director: Francisco Sendra Portero**

**Biomedicina, Investigación Traslacional  
y Nuevas Tecnologías en Salud**


***Mayo 2022***





UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA

AUTOR: Teodoro Rudolphi Solero

 <https://orcid.org/0000-0001-7256-8787>

EDITA: Publicaciones y Divulgación Científica. Universidad de Málaga



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode>

Cualquier parte de esta obra se puede reproducir sin autorización pero con el reconocimiento y atribución de los autores.

No se puede hacer uso comercial de la obra y no se puede alterar, transformar o hacer obras derivadas.

Esta Tesis Doctoral está depositada en el Repositorio Institucional de la Universidad de Málaga (RIUMA): [riuma.uma.es](http://riuma.uma.es)





UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA

**Departamento de Radiología y Medicina Física,  
Oftalmología y Otorrinolaringología**

**Francisco Sendra Portero**, Profesor Titular de Universidad de Radiología y  
Medicina Física de la Universidad de Málaga

CERTIFICA que D. **Teodoro Rudolphi Solero**

Ha obtenido y estudiado personalmente bajo mi dirección y tutela los datos necesarios para la realización de su Tesis Doctoral, titulada: **Evaluación de un juego competitivo multiusuario para aprender radiología en pregrado dentro del entorno virtual 3D Second Life**, que considero tiene el contenido y rigor científico necesario para ser sometido al superior juicio de la Comisión que nombre la Universidad de Málaga para optar al grado de doctor.

Y para que conste, en cumplimiento de las disposiciones vigentes, expido el presente certificado en.

*Málaga, a 30 de mayo de 2022*

*Fdo.: Francisco Sendra Portero*

*Tutor y Director de la tesis doctoral*



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA



## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD DE LA TESIS PRESENTADA PARA OBTENER EL TÍTULO DE DOCTOR

D./Dña TEODORO RUDOLPHI SOLERO

Estudiante del programa de doctorado BIOMEDICINA, INVESTIGACIÓN TRASLACIONAL Y NUEVAS TECNOLOGÍAS EN SALUD de la Universidad de Málaga, autor/a de la tesis, presentada para la obtención del título de doctor por la Universidad de Málaga, titulada: EVALUACIÓN DE UN JUEGO COMPETITIVO MULTIUSUARIO PARA APRENDER RADIOLOGÍA EN PREGRADO DENTRO DEL ENTORNO VIRTUAL 3D SECOND LIFE

Realizada bajo la tutorización de FRANCISCO SENDRA POTERO y dirección de FRANCISCO SENDRA PORTERO (si tuviera varios directores deberá hacer constar el nombre de todos)

DECLARO QUE:

La tesis presentada es una obra original que no infringe los derechos de propiedad intelectual ni los derechos de propiedad industrial u otros, conforme al ordenamiento jurídico vigente (Real Decreto Legislativo 1/1996, de 12 de abril, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Propiedad Intelectual, regularizando, aclarando y armonizando las disposiciones legales vigentes sobre la materia), modificado por la Ley 2/2019, de 1 de marzo.

Igualmente asumo, ante a la Universidad de Málaga y ante cualquier otra instancia, la responsabilidad que pudiera derivarse en caso de plagio de contenidos en la tesis presentada, conforme al ordenamiento jurídico vigente.

En Málaga, a 30 de MAYO de 2022

Fdo.: TEODORO RUDOLPHI SOLERO Doctorando/a	Fdo.: FRANCISCO SENDRA PORTERO Tutor/a
Fdo.: FRANCISCO SENDRA PORTERO	





UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA

## Agradecimientos

A mi padre, el Dr. Teodoro Rudolphi Carralero, por inculcarme el amor por la medicina y dar su vida por los demás. A mi madre, la Dra. Lourdes Solero Rey, por mostrarme el tesón imprescindible para prosperar. A mi hermana, Lourdes, y a mi pareja, Blanca, al igual que a toda mi familia por estar en la vanguardia ante todas las adversidades.

Al Dr. Francisco Sendra Portero por volcarse desmedidamente por sus alumnos para mejorar la docencia médica. A la Dra. Rocío Lorenzo Álvarez por haber plantado la semilla de este proyecto sin cuyo esfuerzo no podría haber tenido lugar. A los miembros del Departamento de Radiología y Medicina Física y a mis compañeros alumnos internos: Fernando Bajos Ariza, Isabel María Ávila Pino, David Lozano Fernández, Alberto Jiménez Zayas, Shaghayeh Ravaei, Juan Martín Alonso Martínez y Teresa Gamarro Pinzón, por invertir su tiempo y esfuerzo en este trabajo.

A la Dra. M<sup>a</sup> Eva Triviño Ibáñez, inasequible al desaliento; al Dr. Manuel Gómez Río, siempre al borde del entusiasmo; al Dr. Antonio Rodríguez Fernández, por su guía; al Dr. Carlos Ramos Font, por su incansable ahínco; al Dr. Jose Manuel Llamas Elvira, por apoyarme incluso fuera de sus posibilidades; a Esperanza Córdoba Cañete, por acompañarme en el viaje; y al resto de compañeros del Servicio de Medicina Nuclear del Hospital Universitario Virgen de las Nieves, por enseñarme tanto.

A mis amigos Joaquín Cano Reina, Christian Cintrano López y Jose María Sánchez Sáez, por guiarme e iluminarme en los caminos más penumbrosos. A mis maestros Rafael Moreno Ruiz y Manuel Tapia de la Rosa y mis compañeros de la Asociación Española de Aikido Shodokan, por su trabajo desinteresado para mejorar el mundo. A mis maestros Juan Bonitch Domínguez y Juan Bonitch Góngora, a mis compañeros José Santiago Pérez y Paco Sánchez Sánchez y a todos los que forman el Club Deportivo Budo, que han sido una familia granadina para mí.

A mis compañeros de vida Miguel Ruiz Fernández y Antonio Muñoz-Torrero de la Cruz, cuya amistad ha perdurado desde lo inmemorable. A mis amigos Salvador Romero Molina, Rafel Almirón Santabárbara, Alma M<sup>a</sup> Ruiz Vela, Pablo Arjona González, Clara Arrieta Martínez y Salvador Aguilar Hernández, que me han proporcionado incontables momentos de felicidad.

Y, por supuesto, a todos los estudiantes de Medicina de la Universidad de Málaga, cuyo afán de sanar a sus futuros pacientes les ha llevado a participar en esta experiencia.

*"No todo lo que es oro reluce  
ni toda la gente errante anda perdida,  
el viejo vigoroso no se marchita,  
a las raíces profundas no llega la escarcha."*  
La Comunidad del Anillo - JRR Tolkien (1954)

*"Somos como enanos sentados sobre los hombros de gigantes para ver más cosas  
que ellos y ver más lejos, no porque nuestra visión sea más aguda o nuestra estatura  
mayor, sino porque podemos elevarnos más alto gracias a su estatura de gigantes."*  
Juan de Salisbury (s. XII)



## Producción científica

### Artículos en revistas científicas

- Rudolphi-Solero, T., Lorenzo-Álvarez, R., Ruiz-Gómez, M.J. y Sendra-Portero F. (2021). Impact of compulsory participation of medical students in a multiuser online game to learn radiological anatomy and radiological signs within the virtual world Second Life. *Anatomical Science Education*, 00, 1-14. (aceptado 27 de Agosto de 2021) doi: 10.1002/ase.2134.
- Rudolphi-Solero, T., Jiménez-Zayas, A., Lorenzo-Álvarez, R., Domínguez-Pinos, D., Ruiz-Gómez, M.J. y Sendra-Portero, F. (2021). A team-based competition for undergraduate medical students to learn radiology within the virtual world Second Life. *Insights into Imaging*, 12, 89. doi 10.1186/s13244-021-01032-3.

### Comunicaciones a congresos

- Rudolphi-Solero, T., Lorenzo Álvarez, R. y Sendra Portero, F. (29 y 30 de septiembre de 2016). League of Rays 2016. Segunda edición de un juego competitivo 3D para aprender radiología. Trabajo presentado en el *II Congreso de Radiología para Estudiantes de Medicina*, Málaga. Comunicación Oral (libro de resúmenes pp. 39). Organizado por SERAM y el Departamento de Radiología y Medicina Física de la Universidad de Málaga.
- Lorenzo Álvarez, R., Rudolphi-Solero, T. y Sendra Portero, F. (25 - 27 de octubre de 2017). Un juego multiusuarios para aprender radiología en el entorno virtual Second Life. Trabajo presentado en el *XXIII Congreso de la Sociedad Española de Educación Médica (SEDEM)*, Cádiz. Comunicación oral. Publicado en (2017) *Revista Fundación Educación Médica* (ISSN: 2014-9832), 20(S2), S58-S59.
- Lorenzo-Álvarez, R., Rudolphi-Solero, T. y Sendra Portero, F. (28 de febrero - 4 de marzo de 2018). League of Rays: a multiuser virtual game for undergraduate radiology learning. Trabajo presentado en *European Congress of Radiology*

ECR2018, Viena, Austria. Póster electrónico (C-0859). doi: 10.1594/ecr2018/C-0859.

- Sendra Portero, F., Lorenzo Álvarez, R. y Rudolphi-Solero, T. (19 - 21 de abril de 2018). Enseñanza de radiología en entornos virtuales 3D: una propuesta de proyecto APURF. Trabajo presentado en *XXXV Seminario de la Asociación de Profesores Universitarios de Radiología y Medicina Física (APURF)*, Ronda, Málaga. Comunicación Oral.
- Lorenzo Álvarez, R., Rudolphi-Solero, T. y Sendra Portero, F. (24 - 27 de mayo de 2018). Qué opinan los estudiantes de medicina sobre League of Rays, un juego virtual multiusuario para aprender radiología. Trabajo presentado en *34 Congreso Nacional de la SERAM*, Pamplona. Comunicación oral - Presentación electrónica (CERTIFICADO DE MÉRITO). Publicado en (2018). *Radiología (ISSN: 0338338)*, 60 (Especial Congreso), 92-125.
- Rudolphi-Solero, T., Lorenzo Álvarez, R., Jiménez Zayas, A., Ravaei, S., Alonso Martínez, J.M. y Sendra Portero, F. (25 - 28 de mayo de 2022). Una competición interuniversitaria para aprender radiología dentro de un mundo virtual tridimensional. Trabajo presentado en *36 Congreso Nacional de la SERAM*, Málaga. Comunicación oral - Presentación electrónica (PREMIO MAGNA CUM LAUDE).

### **Proyectos de innovación educativa**

Los contenidos de esta tesis doctoral han formado parte de actividades encuadradas en los siguientes proyectos de innovación educativa:

- PIE 15-150 (2015-2017). Desarrollo y estudio de entornos lúdicos virtuales en el aprendizaje de radiología. Universidad de Málaga.
- PIE17-113 (2017-2019). Profundizando en el aprendizaje de radiología en entornos inmersivos 3D. Universidad de Málaga.
- PIE 19-217 (2019-2021). Nuevos proyectos docentes en biomedicina en el mundo virtual Second Life. Universidad de Málaga.

# Índice

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
I.1.	ENSEÑANZA DE RADIOLOGÍA Y LAS TECNOLOGÍAS.	1
I.2.	GAMIFICACIÓN Y APRENDIZAJE BASADO EN JUEGOS.	5
I.3.	METAVERSO Y MUNDOS VIRTUALES.	6
I.4.	SECOND LIFE	9
I.5.	TEORÍAS DEL APRENDIZAJE Y MUNDOS VIRTUALES	16
I.6.	MOTIVACIÓN Y COMPROMISO DE LOS ESTUDIANTES.	18
I.7.	TRABAJO EN EQUIPO	19
I.8.	VOLUNTARIEDAD Y OBLIGATORIEDAD	20
I.9.	ANTECEDENTES DE ESTE ESTUDIO	21
I.9.1.	<i>Medical Master Island</i>	22
I.9.2.	<i>Experiencia docente previa en Second Life</i>	23
I.9.3.	<i>El juego League of Rays</i>	26
<b>II.</b>	<b>JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS:</b>	<b>29</b>
<b>III.</b>	<b>MATERIAL Y MÉTODO</b>	<b>31</b>
III.1.	EL JUEGO LEAGUE OF RAYS	31
III.1.1.	<i>Reglas básicas</i>	31
III.1.2.	<i>Contenidos</i>	32
III.1.3.	<i>Evaluación de la experiencia</i>	36
III.2.	MODELO OBLIGATORIO	36
III.2.1.	<i>Modificaciones del juego</i>	36
III.2.2.	<i>Participación</i>	37
III.2.3.	<i>Evaluación de la experiencia</i>	38
III.3.	MODELO ABREVIADO – SÓLO ANATOMÍA	38
III.3.1.	<i>Modificaciones del juego</i>	38
III.3.2.	<i>Participación</i>	39

III.3.3.	<i>Evaluación de la experiencia</i>	39
III.4.	MODELO POR EQUIPOS – COMPETICIÓN INTRAUNIVERSITARIA	39
III.4.1.	<i>Modificaciones del juego</i>	39
III.4.2.	<i>Participación</i>	40
III.4.3.	<i>Evaluación de la experiencia</i>	40
III.5.	MODELO POR EQUIPOS – COMPETICIÓN INTERUNIVERSITARIA	41
III.5.1.	<i>Modificaciones del juego</i>	42
III.5.2.	<i>Participación</i>	42
III.5.3.	<i>Evaluación de la experiencia</i>	43
III.6.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	44
III.7.	ASPECTOS ÉTICOS	46
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS:</b>	<b>47</b>
IV.1.	MODELO OBLIGATORIO	47
IV.1.1.	<i>Participantes, evolución y resultado del juego</i>	47
IV.1.2.	<i>Impacto en el aprendizaje</i>	52
IV.1.3.	<i>Validación del cuestionario</i>	53
IV.1.4.	<i>Evaluación cuantitativa de la percepción del juego</i>	53
IV.1.5.	<i>Evaluación cualitativa de los cuestionarios de percepción</i>	57
IV.2.	MODELO ABREVIADO – SÓLO ANATOMÍA	61
IV.2.1.	<i>Participantes, evolución y resultado del juego</i>	61
IV.2.2.	<i>Evaluación cuantitativa de la percepción del juego</i>	63
IV.2.3.	<i>Evaluación cualitativa de la percepción de los usuarios</i>	65
IV.3.	MODELO POR EQUIPOS – COMPETICIÓN INTRAUNIVERSITARIA	68
IV.3.1.	<i>Participantes, evolución y resultado del juego</i>	68
IV.3.2.	<i>Impacto en el aprendizaje</i>	70
IV.3.3.	<i>Validación del cuestionario</i>	73
IV.3.4.	<i>Evaluación cuantitativa de la percepción de los participantes</i>	73
IV.3.5.	<i>Evaluación cualitativa de los cuestionarios de percepción</i>	76
IV.4.	MODELO POR EQUIPOS — COMPETICIÓN INTERUNIVERSITARIA	78

IV.4.1.	<i>Participantes, evolución y resultados del juego</i>	78
IV.4.2.	<i>Impacto en el aprendizaje</i>	87
IV.4.3.	<i>Evaluación cuantitativa de la percepción.</i>	95
IV.4.4.	<i>Comparación de los subgrupos de estudiantes UMA y No-UMA</i>	104
IV.4.5.	<i>Evaluación cualitativa de la percepción</i>	110
<b>V.</b>	<b>DISCUSIÓN</b>	<b>115</b>
V.1.	CONSIDERACIONES SOBRE EL JUEGO <i>LEAGUE OF RAYS</i> .	115
V.2.	APRENDIZAJE BASADO EN JUEGOS OBLIGATORIO Y MOTIVACIÓN.	116
V.3.	PERCEPCIÓN DE LOS USUARIOS CON PARTICIPACIÓN OBLIGATORIA.	118
V.4.	UNA EDICIÓN ABREVIADA DEDICADA A ANATOMÍA RADIOLÓGICA	120
V.5.	PARTICIPACIÓN POR EQUIPOS	121
V.6.	COMPETICIÓN INTERUNIVERSITARIA	123
V.7.	EL JUEGO <i>LEAGUE OF RAYS</i> DURANTE LA PANDEMIA POR SARS-COV-2	128
V.8.	LIMITACIONES DEL ESTUDIO	130
V.9.	PERSPECTIVAS FUTURAS	132
<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>135</b>
<b>VII.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>137</b>
<b>VIII.</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>161</b>
VIII.1.	CUESTIONARIO (EDICIONES 2016 Y 2017)	162
VIII.2.	CUESTIONARIO (EDICIÓN 2018)	164
VIII.3.	CUESTIONARIO (EDICIÓN 2019)	166
VIII.4.	CUESTIONARIO (EDICIONES 2020 Y 2021)	168
VIII.5.	COMPARACIÓN HOMBRES Y MUJERES (EDICIONES 2015-2017)	170
VIII.6.	COMPARACIÓN FINALISTAS Y ELIMINADOS (EDICIONES 2016 Y 2017)	174
VIII.7.	HILOS DE TWITTER SOBRE EL JUEGO COMPETITIVO LEAGUE OF RAYS.	176



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA

## I. INTRODUCCIÓN

### I.1. Enseñanza de Radiología y las tecnologías.

Según la Real Academia Nacional de Medicina de España, la Radiología se define como la disciplina científica, rama de la medicina, que se ocupa de las aplicaciones diagnósticas de los rayos X y otras radiaciones ionizantes [García Pérez y Durán Sacristán, 2012]. Sin embargo, esta definición queda algo incompleta debido a la presencia de tecnologías de imagen que no usan radiaciones ionizantes, como la resonancia magnética o la ecografía, y técnicas como las aplicadas en radiología intervencionista, que hacen imprescindible una definición más amplia, llegando incluso a estandarizar el término de Diagnóstico por Imagen [Rodríguez Allende, 2007].

La principal misión del radiólogo en el sistema sanitario es aportar información útil, esencial y a tiempo, al equipo que atiende a un paciente para el máximo beneficio de éste. La Radiología es esencial en la práctica clínica diaria y es vital que los médicos que participan en el proceso diagnóstico y terapéutico de los pacientes dominen sus aspectos fundamentales [Goldberg-Stein y Chernyak, 2019]. Además, en la época actual, donde en algunos ámbitos impera la medicina defensiva, es necesario un conocimiento profundo de las indicaciones, contraindicaciones, riesgos y beneficios que aportan las pruebas diagnósticas, para una correcta gestión y reducción de la sobreutilización de los recursos [Mira y Carrillo, 2018].

La educación en Radiología es una parte muy importante del currículo de los estudiantes de medicina [Gunderman y Siddiqui, 2003], proporciona formas nuevas y efectivas para que comprendan mejor la anatomía y su relación con la enfermedad y el cuidado del paciente [Phillips et al., 2013; Heptonstall et al., 2016]. La Radiología es una disciplina transversal que debe estar presente a lo largo de toda la docencia de pregrado, dada la presencia cada vez mayor, de pruebas radiológicas en el proceso asistencial de todas las especialidades médicas [Garrido et al., 2018]. En recientes evaluaciones sobre el estado de la docencia de Radiología en pregrado, se ha señalado que profesores y decanos de las facultades de Medicina observan una necesidad creciente de enseñanza de imagen médica en el grado y, por tanto, una mayor inversión económica en este campo. Parece haber acuerdo sobre la importancia de la enseñanza

longitudinal en los diferentes programas docentes, aunque hay cierta controversia sobre qué figura docente debe impartirla. Algunos decanos consideran que puede ser enseñada por profesores no especialistas en Radiología, frente a los profesores de Radiología que establecen la necesidad de docencia impartida por un radiólogo especialista [Straus et al., 2014].

Se ha señalado que el déficit de formación en Radiología que presentan los estudiantes de Medicina actualmente puede conducir a situaciones potencialmente peligrosas para los pacientes, sobre todo en entornos en los que no se disponga de radiólogos experimentados [Mendelson y Taylor, 2019]. Por este motivo, están surgiendo iniciativas para aumentar el interés de los estudiantes por el estudio de la Radiología, como la valoración de nuevas técnicas de formación [Yang et al., 2021] o la promoción de grupos de interés en Radiología, centrados en promocionar la especialidad a estudiantes de Medicina que no están interesados en ejercer como radiólogos, pero van a necesitar pruebas radiológicas en otras especialidades [Taylor et al., 2018; Lang et al., 2020; Som et al., 2021]. Estas iniciativas para estudiantes pregraduados presentan una clara tendencia a la anticipación, procurando implementar la docencia de Radiología en cursos cada vez más precoces, incluyendo los cursos en los que imperan asignaturas preclínicas [Shah et al., 2019] y el uso de imágenes radiológicas para estudiar anatomía [Murphy et al., 2014]. El acercamiento de los estudiantes al servicio de Radiodiagnóstico durante su formación es interesante para que obtengan una idea más cercana del trabajo real que realiza el radiólogo y conozcan el papel fundamental que desempeña en el proceso asistencial [Monks et al., 2017]. Además, se ha descrito que los estudiantes presentan curiosidad sobre cuál podría ser su futuro en el caso de que decidieran elegir una especialidad como radiólogo [Visscher et al., 2015] y desean una educación en Radiología más exhaustiva, que podría ser resumida en las 5 ces de la educación radiológica: currículo (*curriculum*), práctica (*coaching*), colaboración (*collaborating*), carrera profesional (*career*) y compromiso (*commitment*) [Visscher et al., 2017].

En los últimos años, en el ámbito europeo, se han producido modificaciones en el currículo de los estudiantes de Medicina, incluyendo las competencias fundamentales en las que debe basarse la enseñanza de imagen para el diagnóstico: visualización *in vivo* de morfología y funcionalidad normal y patológica de las estructuras, razonamiento diagnóstico y terapia intervencionista [Kainberger y Kletter, 2007]. La educación médica



en Radiología basada en una serie de competencias concretas ha sido evaluada por estudiantes de Medicina, que tienden a verla de forma más beneficiosa que la enseñanza clásica [Yang et al., 2021]. Este hecho, junto con un déficit de rotaciones de calidad dedicadas en los servicios de Radiología hace necesario complementar la enseñanza reglada con otras posibilidades [Prezzia et al., 2013]

En la actualidad, se está abriendo un campo de investigación muy amplio sobre las diferentes técnicas de enseñanza para que los estudiantes adquieran las competencias necesarias para desempeñar su función como profesionales médicos, centradas en gran medida en el aprendizaje práctico [Ros Mendoza et al., 2017]. La correcta adquisición de conocimientos en Radiología es imprescindible para el estudiante de medicina, independientemente de su futura especialización, pues, dado el carácter transversal de la materia, estos conocimientos se aplicarán en cualquier ámbito de la medicina [del Cura Rodríguez et al., 2008]. Desde la implantación del plan Bolonia, se ha buscado incentivar la aplicación de nuevas técnicas de docencia en la Universidad con el fin de adquirir unas competencias establecidas, entre las que destacan el uso de nuevas tecnologías, la mejora de las dotes comunicativas y el trabajo en equipo [Palés-Argullós et al., 2010].

A su vez, la enseñanza de Radiología en el siglo XXI incorpora diferentes modelos de aprendizaje, entre los que destaca la docencia interactiva online [Chew et al., 2020]. Algunos autores han indicado que las generaciones actuales de estudiantes valoran positivamente el trabajo útil, con *feedback* inmediato, comunicación colaborativa e implementación de la tecnología. Estos requisitos hacen imprescindible el uso de sistemas digitales que agilicen la relación entre los estudiantes y los docentes [Lilly et al., 2020]. La transformación de la docencia a sistemas digitales puede ayudar a la formación de profesionales sanitarios en múltiples disciplinas [Arribalzaga et al., 2021], especialmente en la enseñanza de Radiología y el desarrollo de habilidades interpretativas en los estudiantes de medicina [European Society of Radiology, 2019], incorporando en el plan de estudios, técnicas que incentiven el uso de la tecnología [Webb y Choi, 2014]. En los últimos años, se han llevado a cabo múltiples iniciativas basadas en el uso de sistemas informáticos para la formación en Radiología. Se destacan a continuación algunos ejemplos. Durante el curso 2005-2006, se realizó un estudio en la Facultad de Medicina de Málaga para demostrar que las lecciones virtuales pueden ser un buen sustituto de las clases presenciales convencionales sin detrimento

para el aprendizaje de los estudiantes [Sendra-Portero et al., 2013a]. En 2013, se creó una página web de acceso libre que exponía múltiples casos clínicos reales con un alto interés respecto a diagnóstico por imagen, seleccionados según el programa docente de la asignatura de Radiología de la Facultad de Medicina de Vitoria [Añorbe-Mendivil, 2021]. Recientemente, en Alemania, se ha concebido una herramienta online que permite la reproducción de imágenes de CT y PET/CT, que ha sido positivamente recibida por parte de los estudiantes de Medicina de la Facultad *Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule* (RWTH) de Aachen [Heinzel et al., 2020]. En la Universidad de Bergen, se ha desarrollado un procedimiento de enseñanza basado en lecciones virtuales junto con visores de imágenes, todo ello integrado en un Sistema de Gestión del Aprendizaje, que ha sido aplicado para la docencia pregrado de Radiología y Medicina Nuclear [Gulati et al., 2019]. Estas experiencias son ejemplos, entre otras muchas, que indican que la docencia online tiene un gran potencial para mejorar la enseñanza de Radiología de los estudiantes de Medicina actuales.

Los estudiantes de medicina actuales pertenecen a la generación *millennial*, que incluye a los nacidos entre 1981 y 1996, y a la generación Z, que abarca a los nacidos entre 1997 y 2012. Estas generaciones presentan diferencias con las generaciones previas en cuanto a objetivos e intereses, y tienen varios factores comunes entre sí [Borges et al., 2010]. Se caracterizan por vivir en un periodo histórico con grandes avances científicos y tecnológicos, pero también varias crisis económicas que dejan su impronta en dichas generaciones. Han sido moldeados por una profunda expansión de la tecnología de la información, redes sociales y cultura global conectada. Estos factores de interconexión constante hacen que la colaboración, innovación y empoderamiento sean características de su forma de cumplir cometidos, aunque en ocasiones puedan ser tildados de impacientes, distraídos y con creencia de tener derecho a todo [Waljee et al., 2020]. Recientemente se han introducido conceptos importantes aplicados a la educación y las tecnologías como las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), las Tecnologías de Aprendizaje y Conocimiento (TAC), las Tecnologías para el Empoderamiento y la Participación (TEP) y las Tecnologías de la Relación, la Información y la Comunicación (TRIC) [Ortellano y Smulders, 2022]. Es necesario conocer estas diferencias para optimizar la metodología de enseñanza, entre las que destaca usar las nuevas tecnologías e incentivar la colaboración [Roberts et al., 2012]. Se han descrito varias estrategias docentes para mejorar el aprendizaje de los

estudiantes jóvenes, que pueden resumirse en un ambiente de aprendizaje relajado con una buena relación con los alumnos [Bisquerra y García, 2018], destacar la relevancia y la racionalidad de los objetivos y evaluaciones del aprendizaje, e implementar métodos basados en la investigación [Ruzycki et al., 2018]. Estas técnicas conllevan que el profesorado desarrolle competencias emocionales y sociales respecto a sus alumnos, con el objetivo de crear un clima positivo en el aula [Bisquerra y García, 2018].

La gamificación y los mundos virtuales son dos abordajes que encajan bien con el alto nivel de alfabetización tecnológica de los estudiantes de medicina de hoy [McCoy et al., 2016] y sus preferencias de aprendizaje y entretenimiento [Kron et al., 2010; Richardson-Hatcher et al., 2014a].

## **I.2. Gamificación y aprendizaje basado en juegos.**

Se ha definido la gamificación como la aplicación de elementos de diseño lúdicos a contextos no lúdicos [Yunyongying, 2014; Brigham, 2015] en áreas tan diversas como el aprendizaje, la salud, la interacción con la informática y los estudios de información [Seaborn y Fels, 2015]. Su aplicación al aprendizaje aumenta el compromiso, la motivación, la retención de conocimientos y la habilidad para resolver problemas [Dichev y Dicheva, 2017; van Roy y Zaman, 2017], proporcionando a los estudiantes una sensación de progreso y obtención de logros [Brigham, 2015]. Los juegos serios [Graafland et al., 2012; Wang et al. 2016; Gorbanev et al., 2018] son una variedad de los juegos digitales donde la diversión, el entretenimiento y el disfrute son estrategias para cumplimentar propósitos ulteriores como la educación o la formación práctica. Dentro del marco de la gamificación, el aprendizaje basado en juegos [Prensky, 2001; Erhel y Jamet, 2013] es una subclasificación de los juegos serios, en la que el juego está completamente desarrollado para ofrecer una experiencia de aprendizaje inmersiva y atractiva para conseguir objetivos específicos y resultados de aprendizaje [de Freitas, 2006; Rutledge et al., 2018]. Este método de enseñanza con sus consecuentes reglas, recompensas y logros para motivar a los estudiantes está ganando impacto en comparación con otras técnicas de aprendizaje [Akl et al., 2010; Graafland et al., 2012; Pitt et al., 2015; Pesare et al., 2016]. Se ha señalado que los juegos serios deben centrarse en desarrollar comportamientos y actitudes de los estudiantes hacia el acto

de aprender como elemento clave de gamificación en el entorno docente en ciencias de la salud [van Gaalen et al., 2021].

Los juegos digitales tienen un valor educativo interesante en medicina, ya que hacen atractivo el aprendizaje a los estudiantes y les ofrece una perspectiva única de las fortalezas y debilidades de su conocimiento [Janssen et al., 2015]. Los juegos educativos han aumentado su impacto frente a la enseñanza tradicional en el contexto médico [Bochennek et al., 2007, Selby et al., 2007; Akl et al., 2010; Akl et al., 2013] y varias experiencias apoyan su efecto beneficioso para el aprendizaje en diferentes especialidades médicas [Nevin et al., 2014; Kerfoot y Kissane, 2014; Chen et al., 2017]. Parece haber consenso en la literatura sobre que la gamificación y los juegos serios son, al menos, tan efectivos como la enseñanza reglada, incluso en algunos estudios mejoran la adquisición de conocimientos, habilidades y satisfacción de los estudiantes; sin embargo, este consenso también incluye la necesidad de estudios que profundicen en la comparación con los métodos docentes tradicionales [Gentry et al., 2019]. El uso de los juegos digitales para la enseñanza en Medicina está en auge [Graafland et al., 2012; Wang et al., 2016; Gorbanev et al., 2018]. En España, actualmente, el campo de la gamificación en la enseñanza de ciencias de la salud está siendo explorado a través de múltiples proyectos [Pérez-López et al., 2017; Otero Agra et al., 2020; Izu-Belloso, 2021]. En el Reino Unido, se han desarrollado experiencias de gamificación muy interesantes en mundos virtuales a través de juegos de rol de simulación médica [Toro-Troconis et al., 2010a; Vallance et al., 2014], que constituyen en cierto modo un precedente del presente estudio, aunque con diferencias metodológicas.

### **I.3. Metaverso y mundos virtuales.**

Desde los primeros momentos en los que se utilizó Internet como vía de comunicación en 1983, este ha ido evolucionando de forma exponencial. Desde las redes sociales, los programas de videoconferencia, los videojuegos, etc., el denominado “ciberespacio” ha ido creciendo y cubriendo múltiples ámbitos de la vida, incluyendo el intercambio de audio y video, la comunicación interpersonal o los videojuegos, todo en un solo entorno [Lee et al., 2021]. Muchas aplicaciones, dedicadas al mundo de la educación han incrementado su uso exponencialmente en los últimos 15 años [Campos Soto et al., 2020]. Algunas aplicaciones que reproducen entornos tridimensionales,

como la realidad virtual, la realidad aumentada y los mundos virtuales, se han utilizado en educación y presentan grandes expectativas. La realidad virtual es un entorno escenificado con objetos interaccionables que crean en el usuario una sensación de inmersión y telepresencia [Wohlgenannt et al., 2020]. La realidad aumentada consiste en la integración información digital en el mundo real, es decir, añadir información y contenidos digitales a través de un software al entorno existente en el mundo real. Estos términos forman un continuo, del que surgen otros como la realidad mixta, que integra elementos de ambos conceptos, o la virtualidad aumentada, que añade elementos reales a un mundo virtual. Habitualmente, suelen mostrarse a través de unas gafas, que reproducen el contenido mediante una pantalla, transparente u opaca, para cada ojo y sincronizándose con el movimiento del usuario, aumentando así la sensación de inmersión [Farshid et al., 2018].

Los mundos virtuales tridimensionales son entornos reproducidos en el monitor de un ordenador, donde los usuarios pueden entrar y moverse a través de representaciones de sí mismos, llamadas avatares, pudiendo interactuar con los objetos del propio entorno y comunicarse con otros usuarios [Richardson et al., 2011; Veltman et al., 2012; Olteanu et al., 2014; Liaw et al., 2018]. Presentan algunas características diferenciadoras respecto a las redes sociales, como la capacidad de interactuar con otros usuarios en tiempo real, crear contenido completamente personalizado para la representación propia (avatares) y la tridimensionalidad, que permite explorar el entorno de forma más inmersiva [Kaplan y Haenlein, 2009]. Existen múltiples mundos virtuales con estructura, interfaces y reglas distintas; algunos de ellos están basados en mundos fantásticos y obras literarias, mientras que otros se rigen por leyes más similares a las del mundo real [Dionisio et al., 2013], llegando incluso a permitir la posibilidad de crear una economía propia [Terdiman, 2008]. Han sido reconocidos por presentar un gran potencial para la creación y desarrollo de la siguiente generación de entornos de enseñanza y aprendizaje [Ghanbarzadeh y Ghapanchi, 2020] y juegos educativos atractivos [Zuiker, 2012; Pellas y Mystakidis, 2020].

Los mundos virtuales son herramientas de gran auge en la actualidad y su potencial en la enseñanza está en proceso de exploración [Kye et al., 2021]. Algunos autores han señalado que son ideales para la aplicación de las teorías del aprendizaje [Wilson, 2012; Girvan y Savage, 2019], incluso se ha propuesto crear contenidos sobre estos entornos en los centros de educación superior [Damar, 2021]. Entre las diferentes

actividades educativas llevadas a cabo en mundos virtuales, se pueden encontrar ejemplos tan variados como la creación de museos virtuales con posibilidad de interactuar con objetos y asistir a audioguías virtuales [Choi y Kim, 2017] o plataformas para el estudio de la lengua japonesa y visitar lugares emblemáticos de la cultura nipona [Tamai et al., 2011].

Se han descrito múltiples ventajas del uso de los mundos virtuales en la docencia como complemento a la educación convencional, como la aparición de nuevos roles entre los alumnos, la experimentación y exploración, la asistencia a conferencias de ponentes a distancia y la creación de espacios dedicados a actividades concretas. Las principales ventajas de estos mundos sobre la educación presencial son la capacidad de comunicación y desplazamientos instantáneos, envío y registro de mensajes y tareas, y la conexión entre usuarios de diferentes lugares. También se han descrito ventajas frente a las plataformas de *e-learning* en dos dimensiones, como la sensación de presencialidad y pertenencia, el uso de objetos y contenido multimedia, la emulación de clases, y la creación de actividades de gamificación, como juegos de rol, juegos de exploración, prácticas guiadas y otras experiencias. Además, en los mundos virtuales, el profesor tiene múltiples herramientas que le permiten tener un control de qué ocurre en la clase, puede crear material, exponerlo y eliminarlo según sus necesidades. A su vez, se han descrito varias desventajas de su uso como la necesidad de altos requerimientos técnicos y de conexión, una mayor inversión económica respecto a otros sistemas y la necesidad de conocimientos informáticos básicos para desenvolverse con cierta facilidad [Saleeb y Dafoulas, 2010].

Respecto a las perspectivas futuras, se ha propuesto la creación de una red única que integre los diferentes mundos virtuales y se caracterice por un realismo inmersivo, ubicuidad de acceso e identidad, interoperabilidad de las diferentes plataformas y escalabilidad [Dionisio et al., 2013]. Además, debido a la reciente crisis y restricciones sociales debidas al SARS-COV-2, los mundos virtuales han recibido un fuerte impulso por parte de empresas potentes en el campo de la tecnología [Damar, 2021]. El concepto de *metaverso*, creado originalmente por Neal Stephenson en su novela *Snow Crash* [Stephenson, 1992], donde describe una sociedad viviendo una vida paralela en un mundo virtual al que se accede por ordenador, ha resurgido recientemente a raíz de la optimización tecnológica de los dispositivos de realidad virtual, así como la intensa inversión económica de grandes empresas, como Facebook,

que recientemente ha modificado su nombre a Meta, o Google. Estos espacios online compartidos buscan ofrecer aplicaciones lúdicas, sociales, comerciales y laborales, con impacto directo sobre el día a día del público general, al igual que las redes sociales actualmente [Sparkes, 2021].

#### **I.4. Second Life**

Second Life, lanzado en 2003 por Linden Research Inc. (San Francisco, CA) [Second Life, 2022], es considerado el mundo virtual más popular entre los educadores y el más utilizado en educación superior [Baker et al., 2009; Warburton, 2009; Inman et al., 2010; Potkonjak et al., 2016; Gong, 2018] y particularmente en la educación de los profesionales médicos [Boulos et al., 2007; Liaw et al., 2018].

Es una plataforma gratuita, que puede instalarse en cualquier ordenador con una serie de requerimientos mínimos. Necesita descargar una aplicación informática o visor que permite representar el mundo virtual tridimensional en el monitor. Para acceder a la plataforma es necesario crearse una cuenta en la página web de Second Life, [www.secondlife.com](http://www.secondlife.com), la cual ofrece contenidos en varios idiomas, incluyendo español (figuras I.1 y I.2). Desde ahí se puede elegir acceder a distintas ubicaciones mediante la guía de destinos (figura I.3), pero previamente es imprescindible descargar el visor para poder reproducir el mundo virtual (figura I.4). Una vez se accede al entorno, se puede observar en el centro la imagen del espacio tridimensional o entorno elegido. La interfaz dispone de un marco con botones y pestañas que despliegan las distintas opciones que ofrece Second Life: i) un menú superior que hace referencia a las opciones generales (gestión del perfil de usuario, gestión de avatar, opciones de comunicación, control del entorno, creación de elementos y ayuda); ii) una barra de direcciones que indica la localización dónde se encuentra el avatar y permite poder viajar rápidamente a otro lugar; iii) una barra lateral que gestiona el aspecto del avatar y el inventario; y iv) una barra inferior que muestra opciones de comunicación, movimiento y control de la cámara. Estas opciones pueden desplegar otras ventanas como el chat, la libreta de direcciones o el inventario (figura I.5). Además, la interacción con determinados objetos o usuarios puede desplegar cuadros de diálogo que muestren información sobre ese objeto, o un mensaje de un usuario. Otra ventana de interés es el inventario, donde se pueden gestionar los objetos pertenecientes al avatar, como la ropa, los objetos físicos,

las notas, etc. También es de interés el mapa: una ventana que muestra un plano terreno en el que está el avatar, marcando la posición de los avatares cercanos y una lista los usuarios, separados por etiquetas.

El mundo virtual de Second Life está organizado en múltiples regiones, en su mayoría en parcelas cuadradas de 256 x 256 metros similares a islas. Estas parcelas pueden unirse entre sí para formar territorios mucho más amplios [Rymaszewski et al., 2007]. Para disponer de un espacio o parcela en Second Life es necesario abonar una cuota mensual a la empresa creadora, aunque no es necesario realizar ningún pago para explorar libremente los espacios creados y gestionados por otros usuarios que no tengan acceso restringido. Los propietarios de un espacio en Second Life pueden modificar el terreno, construir o gestionar objetos dentro del mismo, así como limitar total o parcialmente el acceso a su parcela [Savin-Baden, 2010].

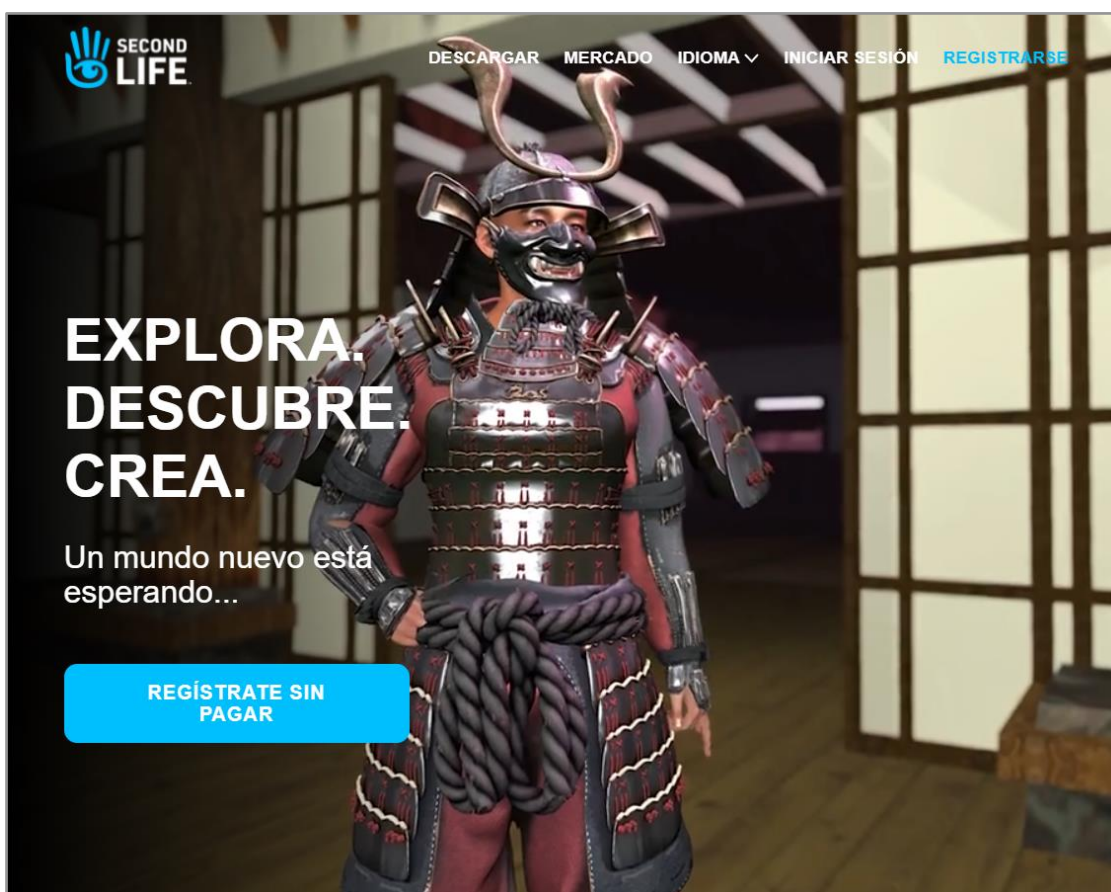


Figura I.1. Aspecto del portal de acceso a [www.secondlife.com](http://www.secondlife.com) en español. Captura obtenida en febrero de 2022.



### Espera lo inesperado

Nunca te quedaras sin espacios que explorar y personas que conocer con las miles de experiencias y comunidades virtuales. Clubs de música, comunidades de rol, cines virtuales y más. Second Life siempre es maravilloso, a veces raro, pero vale 100% la pena.

[Explora ahora](#)

### Reuniones remotas redefinidas

Haz que las reuniones vuelvan a ser divertidas con espacios recreativos, clases y conferencias virtuales. Por más de una década compañías líderes y educadores han confiado en Second Life para espacios sociales para eventos y reuniones remotas.

[Aprende más](#)

### Imagina las posibilidades

Compra en el mercado de Second Life para descubrir millones de objetos que incluyen moda virtual, decoración del hogar y más. Crea y monetiza tus propias creaciones para obtener ganancias reales en una economía virtual alimentada por Tilia.

[Compra ahora](#)

**Second Life**

- Descargar
- Mercado
- Empresa/Educación
- Premium
- Guía de destinos
- Forums
- Blog
- Lugares
- Soporte

**Tilia**

- Condiciones del servicio
- Política de privacidad
- Servicio al cliente
- Licencias

**Linden Lab**

- Contacto
- Acerca de
- Empleo
- Prensa

**Asóciate con nosotros**

- Desarrollo empresarial
- Programa de afiliación

Figura I.2. Anuncios en la página principal [www.secondlife.com](http://www.secondlife.com), zona inferior. El primero enlazando con la Guía de destinos, sitios recomendados por Second Life para visitar. El segundo enlazando con propuestas de reuniones remotas predefinidas. El tercero enlazando con el mercado de comercio de objetos en Second Life. En la zona inferior se accede a la descarga del visor y otros servicios de Second Life.

INICIAR SESIÓN IDIOMA

Categories

- Recently Added (19)
- Editors' Picks (16)
- Featured Events (22)
- Shop & Hop (10)
- Popular Places (14)
- Shopping Events (48)
- Adventure & Fantasy (52)
- Anime (17)
- Art (239)
  - Galleries (66)
  - Exhibits & Installations (44)
  - Photo Studios (6)
  - Theaters & Performances (18)
- Bars, Pubs & Restaurants (27)
- Beaches (56)
- Business (6)
- Cafes & Hangouts (40)
- Castles & Ruins (14)
- Chat Hot Spots (13)
- Cosmic (4)
- Cyber (19)
- Discussions & Communities (30)
- Duran Duran (10)
- Education (89)
  - Universities (13)
  - Museums (23)

**Guía de destinos** Your maturity settings: **G** **M** **A** Change

**Sous le ciel de Paris**

From the creators of Frogmore: Welcome to Sous le ciel de Paris! Under the sky of Paris is a Rooftop Garden sure to remember warm Parisian nights. This is a lush French garden experience, 4300 prims, open to the public. Owned by Frogmore, all group members will be able to Rezz at Paris as well. Come enjoy the scent of spring under the skies of Paris!

[View this destination](#) [View more from this category](#)

Figura I.3. Guía de destinos en la que Second Life ofrece acceso a los sitios recomendados. En el menú de la izquierda puede clasificarse la búsqueda por categorías, incluyendo arte, negocios, educación, universidades, etc.

INICIAR SESIÓN IDIOMA

**Descargas**

**Visor de Second Life**

**Descarga el Visor de SL para Windows**

Número de versión: 6.5.2.567427

[¿Necesitas soporte?](#) [Requisitos del sistema](#) [Notas de la versión](#)

[¿No utilizas Windows? Descarga el visor para Mac](#) [Visor](#).

Running a 32 bit system? [Download the Windows 32 bit viewer.](#)

**Acerca del Visor de Second Life**

Para conectarte a Second Life y para explorar y comunicarte en el mundo virtual necesitas nuestro software de navegación en 3D, al que llamamos el Visor de SL. Este programa, que se descarga e instala rápidamente, es gratuito y no contiene programas espía.

**Otros visores**

Los residentes avanzados de Second Life probablemente quieran probar distintos visores, como por ejemplo, la nueva versión candidato del Visor de SL.

¡Ayúdanos a que el Visor SL se vea aún mejor! Si eres un Residente experimentado, descarga uno de los últimos visores candidato o Visores SL de proyecto y danos tu opinión.

En nuestra página [Notas de la versión](#) se pueden encontrar visores alternativos, como Visores de proyecto, Visores de terceros y el Visor de desarrollo de Second Life.

Figura I.4. Página de descarga del visor de Second Life a la que se accede desde la página principal o directamente desde <https://secondlife.com/support/downloads/>.

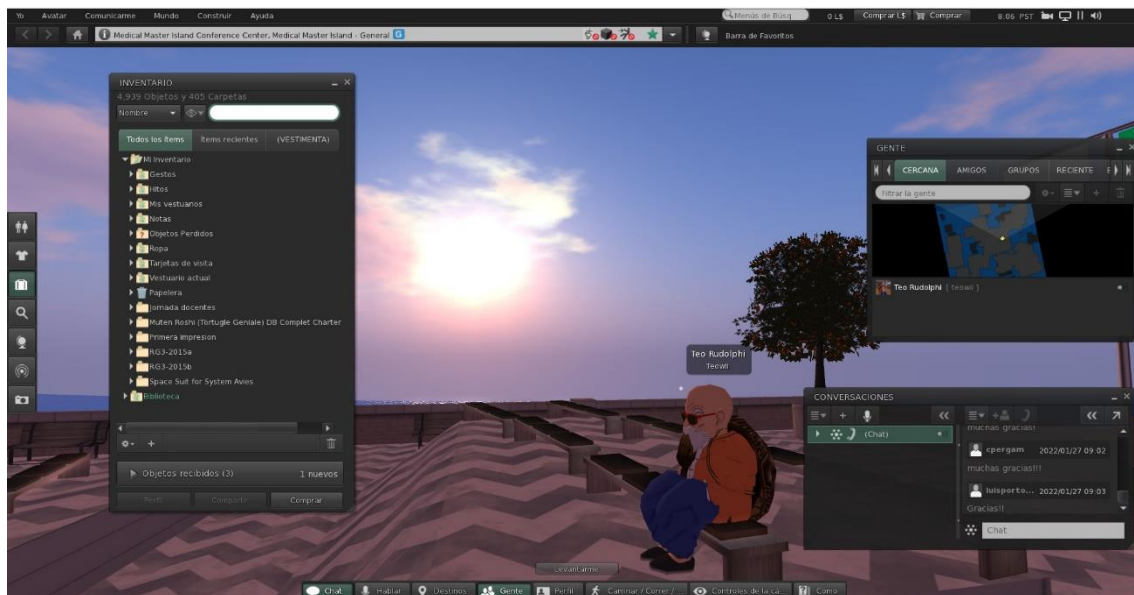


Figura I.5. Visor de Second Life en el que se observan algunas de las principales ventanas desplegadas, como el inventario, con todos los elementos que posee el avatar, el mapa de gente cercana o la ventana de chat escrito.

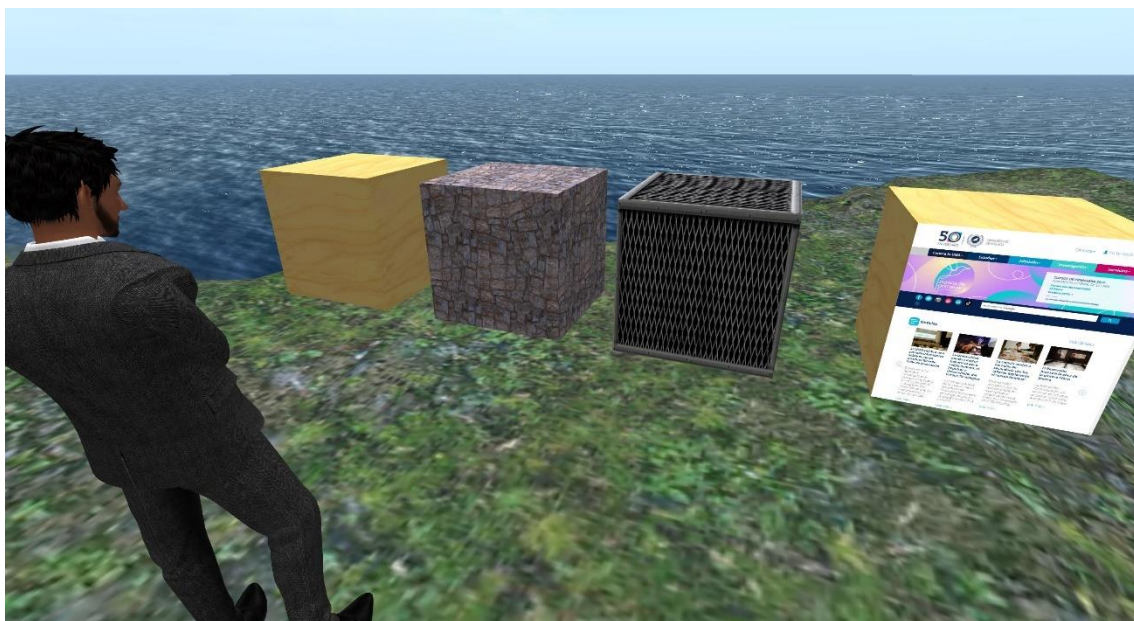


Figura I.6. Los objetos primarios en Second Life pueden recubrirse de texturas que le dan aspecto distinto, como madera, piedra o metal. Igualmente pueden reproducir páginas web en sus caras. En la imagen se muestran varios objetos primarios, el de la derecha reproduce la página web de la Universidad de Málaga.

Los objetos en Second Life se componen de objetos primarios (prismas, esferas o conos), que forman otros elementos más complejos. Estos objetos contienen texturas en sus caras e, incluso, pueden reproducir imágenes, por ejemplo, radiografías. También, se puede mostrar en las caras de estos objetos páginas web con las que es posible interactuar (figura I.6). Este sistema permite crear paneles de presentación a través de sencillas páginas web con contenido educativo, elaboradas desde presentaciones PowerPoint, con botones de avance y retroceso.

Los usuarios perciben el mundo virtual a través de sus avatares, representaciones de los propios usuarios que pueden ser personalizadas en diversas características como su aspecto físico o su ropa. En la visión por defecto del entorno, la cámara está posicionada detrás de la cabeza del avatar y le sigue mientras se desplaza. Esta opción puede modificarse viendo al avatar de frente o mediante la vista subjetiva del avatar, controlando la dirección de la cámara desplazando el ratón. Otra opción es desligar la cámara del propio avatar, vinculándola a un objeto, lo que permite aproximar o alejar la visión de dicho objeto o encuadrarla desde cualquier ángulo. Esta opción produce un efecto de encuadre y zoom que son esenciales para visualizar adecuadamente cualquier imagen o presentación web mostrada al usuario.

Los avatares pueden interactuar con los objetos que le rodean y con otros avatares. Una de las características que hace posible animizar a los avatares es su capacidad de reproducir movimientos, gestos o sonidos programados por el usuario que lo maneja o realizar determinada acción, como sentarse en un lugar concreto [Boulos et al., 2007]. Los avatares pueden caminar y correr por el terreno, siguiendo las leyes de la gravedad, o volar por el cielo, pudiendo aprovechar el espacio de forma tridimensional. Otra posibilidad de desplazamiento es teletransportarse a una posición determinada, dentro del terreno en el que está ubicado o a cualquier punto del mundo virtual.

La comunicación entre usuarios puede realizarse de forma instantánea a través de chat de voz o escrito. El chat de voz otorga una importante sensación de presencialidad y posibilita la comunicación pública con todos los avatares del entorno o privada, con usuarios preseleccionados, alternativamente. Además, el movimiento del avatar alrededor de la fuente de sonido y su postura respecto a ésta puede condicionar el volumen y, en un sistema de sonido estereofónico, trasladar el sonido de un altavoz o auricular a otro según se mueva el avatar [Boulos et al., 2007]. Este sistema es muy

útil para la realización de conferencias, debates y conversaciones. El chat escrito permite la comunicación con todos los presentes en un rango de distancia determinado y la comunicación privada con usuarios preseleccionados (mensajes internos). El chat escrito es útil para la comunicación ágil con la audiencia y permite sondearla con preguntas dicotómicas o breves, sin interrumpir el flujo de la conferencia. La comunicación escrita por chat se realiza a través de una ventana en el visor que muestra una lista de los usuarios con los que es posible interactuar y una lista de los mensajes que se han intercambiado. Los mensajes internos los recibe el destinatario inmediatamente, pero si no está conectado en el momento del envío los recibirá en cuanto se conecte. Otro mecanismo de comunicación son las notas, un sistema de mensajes escritos que se almacenan en el inventario del avatar emisor y del receptor. Estas notas registran la fecha y hora de su creación y envío. También se reciben inmediatamente o de forma diferida en función de que el destinatario esté conectado o no. Se trata de una función muy útil para recoger información de los alumnos en forma de cuestionario a cumplimentar, como prueba de asistencia a una reunión o realizar una tarea escrita o una prueba tipo test [Lorenzo-Álvarez et al., 2018; Sendra-Portero et al., 2018].

Dentro de Second Life existen múltiples comunidades con sus propios espacios que recrean escenarios diseñados por los propios usuarios. Entre estas comunidades existe una economía propia, basada en una moneda virtual creada por Linden Research Inc., con la que se puede comprar y vender material virtual, hacer transacciones, pago por servicios y cambios a otras divisas, como el dólar o el euro [Savin-Baden, 2010] (1 € equivale a 364,38 *Linden Dollars*, a 18 de enero de 2022). La importancia de este sistema económico es tal, que ha precisado el desarrollo de una política monetaria virtual que gestione los recursos y cómo hacer las transacciones, que pueden realizarse en un mercado común ("*Marketplace*") o directamente entre usuarios [Ernstberger, 2009]. Dentro de las comunidades también hay una serie de normas, que en caso de incumplimiento pueden conllevar al bloqueo o eliminación de la cuenta de usuario. Estas normas prohíben la intolerancia, el acoso, la agresión (aún virtual), las calumnias, la indecencia y la perturbación de la paz [Rymaszewski et al., 2007].

Las actividades en este entorno virtual se han desarrollado en el ambiente sanitario en experiencias diversas, con pacientes [Rosal et al., 2014; Brewer et al., 2015; Weiner et al., 2016], enfermeras [Irwin y Coutts, 2015; Miller y Jensen, 2014b], médicos

[Wiecha et al., 2010; Melús-Palazón et al., 2012] y estudiantes de medicina [Richardson et al., 2011; Creutzfeldt et al., 2016; Gazave y Hatcher, 2017]. Las experiencias de aprendizaje en Second Life pueden facilitar la innovación en pedagogía a través de la interacción social entre individuos, la visualización y contextualización de contenido inaccesible o imaginario, juego individual y colectivo de identidad e inmersión en un entorno tridimensional con sensación de presencialidad aumentada [Warburton, 2009]. También se ha descrito que el matiz de semianonimato, la proporción de espacios seguros y la posibilidad de expresarse de forma creativa dentro de Second Life, son características de este entorno que lo hacen ideales para alumnos con necesidades especiales, como los estudiantes neurodivergentes [Flink, 2019].

### **I.5. Teorías del aprendizaje y mundos virtuales**

Las teorías del aprendizaje son constructos que explican cómo el ser humano adquiere conocimientos, valores, habilidades, conductas, actitudes y aptitudes, de forma sistemática, dinámica y progresiva a través de diferentes técnicas de formación, como el estudio, la reflexión, la experimentación o la docencia [Matienzo, 2020]. Las teorías más importantes que se consideran en la actualidad son la teoría conductista, la teoría cognitivista y la teoría constructivista y las tres se integran en el proceso de enseñanza-aprendizaje de Radiología [Williamson et al., 2004] y en el uso de los mundos virtuales como Second Life [Wilson, 2012].

La **teoría conductista**, desarrollada principalmente por B.F. Skinner, se enfoca en el establecimiento de respuestas observables por parte del comportamiento del estudiante en función de una serie de estímulos recibidos durante el aprendizaje, por lo que se hace necesario establecer pequeños *check points* para alcanzar el objetivo conductual [Mabrouk Kheiralla, 2018; Schunk, 2012]. Se ha descrito que los mundos virtuales son una herramienta adecuada para estimular de forma efectiva a los alumnos con el fin de que desempeñen sus tareas mejor. Estos entornos, que pueden presentar un ambiente lúdico, permiten establecer una serie de recompensas o sistemas de puntuación, que motiven a los estudiantes a llevar a cabo su aprendizaje [Charles et al., 2011].

La **teoría cognitivista**, desarrollada de forma reactiva al conductismo, describe el proceso mental que tiene lugar en el alumno y cómo éste puede aplicar lo aprendido en nuevas experiencias [Mabrouk Kheiralla, 2018]. Esta transferencia de conocimientos a nuevas situaciones es imprescindible en la valoración de pruebas radiológicas, ya que es necesario integrar el conocimiento de la anatomía para determinar si lo observado en la imagen se corresponde con la normalidad o con patología [Williamson et al., 2004].

La **teoría constructivista**, desarrollada por J. Piaget, hace responsable al alumno de su propia formación, entregándole las herramientas requeridas para crear su propia metodología de aprendizaje, centrándose en la relación de los alumnos entre sí y con los educadores [Mabrouk Kheiralla, 2018]. Los mundos virtuales y, particularmente, Second Life, son entornos sociales en los que los alumnos pueden participar en actividades con enfoque constructivista, incluyendo experiencias de aprendizaje que imiten el mundo real, interactuando en directo con compañeros y profesores. Esta dinámica permite a los estudiantes procesar la información recibida y construir un significado de forma activa, en lugar de recibir la información pasivamente [Wilson, 2012].

El aprendizaje se fundamenta en el paso de los conocimientos desde la memoria de trabajo (corto plazo) a la memoria a largo plazo [Paas y van Merriënboer, 2003; Hessler y Henderson, 2013]. Desde un punto de vista cognitivista, este proceso se analiza con un factor conocido como la carga cognitiva, concepto desarrollado por J. Sweller, definido como los factores necesarios para realizar una tarea por parte del sistema cognitivo [Sweller, 1994; van Nuland y Rogers, 2016]. La complejidad de las tareas, así como su organización y presentación de la información impuestas a los aprendices pueden dificultar la función de la memoria a corto plazo en un cometido determinado. La complejidad intelectual de las tareas se conoce como carga cognitiva intrínseca, mientras que su presentación se conoce como carga cognitiva extrínseca [Sweller, 2010]. En la docencia a través de los mundos virtuales, es imprescindible tener en cuenta la carga cognitiva extrínseca, ya que, si el alumno no presenta la capacidad para desenvolverse fácilmente en los sistemas digitales, su aprendizaje puede verse afectado negativamente [van Nuland y Rogers, 2016]. Esta carga cognitiva debida a la metodología de enseñanza se suma a la carga cognitiva intrínseca que puede suponer la docencia de radiología, cuya intensidad, al igual que en otras disciplinas médicas, depende de qué se intenta aprender y en qué cantidad [Lewis, 2016].

Según Lev Vygotsky [1978], en su Teoría de la Zona de Desarrollo Próximo, el aprendizaje y el desarrollo son elementos estrechamente relacionados entre sí y, para conocer estas dos dimensiones de los estudiantes, es necesario precisar el nivel de desarrollo que tiene el alumno en el momento del aprendizaje (alcanzado previamente) y el potencial que tiene para desarrollarse con la ayuda y dirección de los educadores. El espacio de mediación en el que se produce la asimilación de conocimientos en un medio y tiempo determinado se conoce como zona de desarrollo próximo, que supone el lugar en el que desarrollan las funciones mentales superiores, fruto del contacto con otras personas y experiencias sociales [Venet y Correa Molina, 2014].

## **I.6. Motivación y compromiso de los estudiantes.**

Las diferencias individuales como la inteligencia, motivación y autorregulación pueden ser predictores importantes de los logros académicos [Hattie y Anderman, 2013]. La motivación es el constructo teórico que se utiliza para explicar el inicio, dirección, intensidad, persistencia y calidad del comportamiento [Maehr y Meyer, 1997]. De acuerdo con la teoría de la autodeterminación [Ryan y Deci, 2000; Gagne y Deci, 2005], la motivación consta de dos componentes: motivación intrínseca, definida como la participación en cierta actividad porque se reconoce como intrínsecamente interesante y disfrutable, y motivación extrínseca, en la que la participación se debe a razones asociadas a factores externos como los premios, ascensos o evitar el fracaso académico. Los elementos del diseño de un juego de aprendizaje se pueden utilizar para mejorar los sentimientos de afinidad, autonomía y competencia de los alumnos con el fin de fomentar la motivación intrínseca; sin embargo, estos mismos elementos mal diseñados podrían socavar las necesidades psicológicas por efecto de la sobrejustificación o efectos negativos de la competición [Rutledge et al., 2018]. La motivación en el uso de la tecnología de mundos virtuales requiere comprometerse para obtener resultados positivos. En este sentido, el compromiso se define como el grado en el que los estudiantes están cognitivamente, emocional y conductualmente involucrados en las actividades de aprendizaje en el entorno virtual educativo [Sun et al., 2014] y la aceptación de los usuarios de esta tecnología es esencial para motivación y compromiso de los estudiantes.



La competición es un motivador extrínseco potente, aunque es criticado por crear ambientes de alta presión que reducen la motivación intrínseca y pueden impedir el aprendizaje óptimo [Featherstone y Habgood, 2019]. En ambientes excesivamente competitivos, incluso puede deteriorar las relaciones interpersonales entre los estudiantes [Ruhl y Lordly, 2017] o la capacidad del participante de conocer y seguir las instrucciones [Chen et al., 2018b]. Se ha descrito que el nivel de recompensa propuesto en la competición puede moderar significativamente el espíritu competitivo de los participantes [Raghabendra et al., 2018]. El elemento competitivo se considera un elemento central en los juegos educativos [Sánchez, 2017] que puede mejorar los resultados académicos y fortalecer la cooperación entre los estudiantes [van Nuland et al., 2015].

### **I.7. Trabajo en equipo**

Una de las competencias contempladas en los nuevos planes de estudios en el contexto del Plan Bolonia, es la necesidad de formar a los estudiantes en el aprendizaje cooperativo [Juárez-Pulido et al., 2019]; por ello, es imprescindible crear dinámicas que lo incentiven y herramientas que puedan medirlo [Carballo et al., 2018]. Además, debido a la trascendencia del trabajo colaborativo y multidisciplinar que realizan los profesionales, se ha descrito la importancia de introducir dinámicas de equipo en la educación médica universitaria [Huitt et al., 2015], pues posibilitan una acción conjunta entre las capacidades de los miembros, que pueden tener diferentes niveles de conocimiento y experiencia [Burgess et al., 2019]. Incluso, se ha planteado la posibilidad de que el aprendizaje mediante el trabajo en equipo sea más efectivo que el aprendizaje basado en lecciones, mejorando los conocimientos, actitud y habilidades de los estudiantes [Chen et al., 2018a] y resulta especialmente efectivo con grupos inferiores a cinco miembros [Swanson et al., 2017]. Cuando los equipos de estudiantes compiten entre ellos, las técnicas de aprendizaje combinan las recompensas grupales con la responsabilidad individual y se incentiva la colaboración.

La competición y la colaboración presentan un efecto positivo en el aprendizaje [Sánchez, 2017], efectivo mediante el uso de las nuevas tecnologías [Liu et al., 2020]. Ambos aspectos parecen tener una sinergia que incentiva el aprendizaje, mediante el aumento de la motivación en la preparación, promoción y concentración en las tareas

de los equipos [Burgess et al., 2018]. Poco a poco, estas iniciativas están calando en la enseñanza online de los estudiantes de pregrado en carreras de ciencias de la salud [Dearnley et al., 2018], con un mayor auge tras la situación de confinamiento debida al SARS-COV-2 en 2020 [Gaber et al., 2020].

### **I.8. Voluntariedad y obligatoriedad**

La voluntariedad u obligatoriedad de participar en actividades docentes influencia la motivación de los estudiantes y su consecuente transferencia de conocimientos, habilidades y aptitudes [Curado et al., 2015]. Se pueden conseguir distintos resultados motivacionales con juegos serios dependiendo de si el juego es voluntario u obligatorio [Islas Sedano et al., 2013; Wouters et al., 2013]. Es importante explorar si la naturaleza voluntaria y obligatoria de la participación puede influir en la motivación y el modo de vivir el juego [Rodríguez-Aflecht et al., 2017].

Puesto que el uso de los nuevos programas de aprendizaje online es frecuentemente voluntario, es deseable obtener más información sobre la aceptación y resultados del juego por parte del usuario cuando el uso es obligado [Back et al., 2014]. Se ha descrito que la participación voluntaria puede presentar sesgos de selección frente a la obligatoria, sin embargo, también se ha descrito que la participación voluntaria muestra un mayor interés y adhesión por parte de los participantes a continuar durante las experiencias de docencia online [Back et al., 2014; Rodríguez-Aflecht et al., 2017]. Por otro lado, salvando el sesgo de selección, por el cual parece que los estudiantes más motivados son los que usualmente se prestan voluntarios para participar en estas actividades, no hay una evidencia clara de que el incremento de conocimientos en los participantes voluntarios frente a los obligatorios sea mayor [Liu et al., 2019]. Se ha establecido que los hitos que se establecen en los modelos obligatorios pueden actuar como incentivo para el aprendizaje, mientras que los modelos voluntarios refuerzan la percepción de los estudiantes sobre la utilidad de las herramientas que se les ofrecen en términos de aprendizaje [Domínguez et al., 2019].

## I.9. Antecedentes de este estudio

En la Facultad de Medicina de la Universidad de Málaga, la radiología se enseña en tercer curso, en una asignatura cuatrimestral de 60 horas, y en sexto curso, en un rotatorio clínico de dos semanas. La asignatura de tercer curso, denominada Radiología, incluye los siguientes objetivos de aprendizaje: (1) describir los principios básicos de las diferentes modalidades de imágenes y reconocer las imágenes obtenidas con ellas; (2) conocer las principales indicaciones, contraindicaciones y riesgos de los estudios radiológicos; y (3) identificar y describir los elementos anatómicos básicos y signos radiológicos en los procedimientos radiológicos más comunes. Los signos radiológicos son alteraciones objetivas de la normalidad, que se pueden observar en las imágenes obtenidas de los procedimientos radiológicos. Por ejemplo, en las radiografías de tórax, identificar una opacidad pulmonar con bordes mal definidos y marcadamente limitada por una cisura pleural es un signo que indica la ocupación del espacio alveolar por líquidos o células. Como otro ejemplo, en las radiografías abdominales, el "signo de la doble pared" describe la visualización de los bordes internos y externos de un asa intestinal e indica la presencia de neumoperitoneo.

La asignatura Radiología está organizada en 33 clases o conferencias de una hora, 8 seminarios de interpretación de radiología de dos horas para grupos de 20-25 estudiantes y 4 prácticas hospitalarias individuales de cuatro horas. Los alumnos matriculados en esta asignatura también deben realizar algunas actividades online, que incluyen un conjunto de 22 conferencias virtuales online (<http://ameram.es>) y una aplicación online específica para la autoevaluación de las habilidades de interpretación de la radiografía de tórax (<http://radiotorax.es>). La evaluación del curso incluye la asistencia y realización de las actividades de aprendizaje propuestas (20 %) y un examen oral final (80 %) compuesto de dos partes: primero el alumno debe interpretar correctamente dos estudios radiológicos y, a continuación, el alumno debe presentar dos temas, seleccionados al azar del temario del curso.

Durante el primer y segundo curso, los estudiantes cursan cuatro asignaturas obligatorias de Anatomía Humana: Anatomía General y Embriología (30 horas), Sistema Musculoesquelético (60 horas), Cabeza y Cuello y Esplacnología (60 horas) y Sentidos y Sistema Nervioso Central (60 horas). La docencia de estos cursos se basa en disecciones cadavéricas, diagramas dibujados y modelos bidimensionales sobre

láminas de cartón flexible con planos anatómicos [Smith-Agreda, 2016]. No se utilizan imágenes radiológicas para enseñar anatomía.



Figura I.7. Vista aérea de la Medical Master Island. En torno a la explanada central (1) se organizan diversos edificios docentes, como el edificio de postgrado (2), el Medical Master Conference Center (3) o el edificio de pregrado (4). También puede apreciarse un pequeño auditorio en un islote (5) o un auditorio flotante a 120 metros de altura (6).

### **I.9.1. Medical Master Island**

En julio de 2011, se desarrolló en Second Life un espacio con aspecto de isla llamado “Medical Master Island” [Second Life, 2022b], dedicado a la docencia de Medicina en pregrado y postgrado. La capacidad de la isla abarca hasta 150.000 objetos primarios y 100 avatares simultáneos. Con objeto de simular un campus universitario, se construyeron varias edificaciones con aulas, espacios educativos, salas de reuniones y espacios al aire libre (figura I.7), así como objetos que simulan pantallas de proyección y pósteres para poder reproducir material educativo [Sendra-Portero et al., 2013b]. Entre los edificios construidos destacan los siguientes [Lorenzo-Álvarez et al., 2018a]:

- El edificio de postgrado, que cuenta actualmente con un aula con 50 puestos para avatares, una sala multiusos y una sala de reuniones enfocada para la realización de sesiones clínicas.

- El edificio de pregrado, que cuenta con dos aulas con 26 puestos, una sala de autoestudio y una sala de usos múltiples.
- El Medical Master Conference Center, que cuenta con varios espacios multiusos y un aula magna con capacidad para 100 usuarios.

Los elementos contenidos en estos tres edificios principales se encuentran conectados a través de corredores, salas de recepción y escaleras. Además, desde la creación de la isla se han añadido nuevos espacios como un auditorio flotante, un campo de fútbol flotante, un aula de oftalmología y salas ocultas, bajo el mar o en el cielo. El entorno cuenta con múltiples elementos que le otorgan un carácter lúdico como los templos submarinos o la flora y fauna.

### **1.9.2. Experiencia docente previa en Second Life**

Desde su inicio en 2011, el equipo de investigación en innovación educativa del Departamento de Radiología y Medicina Física y sus colaboradores han llevado a cabo múltiples experiencias en la “Medical Master Island”, con diferentes objetivos, metodologías y contenidos, con el fin de evaluar las posibilidades que ofrece esta plataforma, sobre todo, centradas en su valor en la enseñanza de Radiología. Estas experiencias, en la actualidad, suman más de 2.600 alumnos que han participado en diversas iniciativas del proyecto.

La primera experiencia, que se realizó en octubre de 2011, consistió en un curso voluntario sobre los fundamentos de la radiología para 20 estudiantes de primer ciclo (1º-3º curso) de la Facultad de Medicina de Málaga y sobre interpretación de imágenes radiográficas para 26 estudiantes de segundo ciclo (4º-6º curso). Esta actividad consistió en cuatro seminarios sincrónicos de 2 horas y 4 tareas asincrónicas, cuyos resultados se enviaban al profesor a través de una nota. La asistencia a la actividad fue del 83 % con un 92 % de ejecución de las tareas exigidas. Destacó la opinión positiva de los estudiantes hacia la organización, los contenidos, la utilidad y el profesor, con puntuaciones superiores a 9 puntos sobre 10 posibles. Esta experiencia piloto demostró que la enseñanza de Radiología en el entorno virtual de Second Life era positivamente aceptada por los estudiantes y factible de realizar [Lorenzo-Álvarez et al., 2018b], lo que motivó el desarrollo de actividades con nuevos objetivos para explorar otras posibilidades de la plataforma.

En 2012, en el contexto de un máster multidisciplinario en lengua inglesa, se realizó un curso de 10 conferencias en Second Life sobre avances en Radiología. En este evento, se incentivó que los participantes intervinieran y preguntaran al profesor. Los 10 alumnos que acudieron a dicho curso valoraron el entorno como adecuado e interesante para el contexto de las conferencias online, destacando que sentían una menor timidez de expresarse en inglés a través de Second Life respecto a los cursos presenciales [Sendra-Portero et al., 2018].

La siguiente experiencia tuvo lugar en 2012 y 2013, donde se celebraron tres cursos de interpretación de radiología simple, consistentes en 6 sesiones prácticas de 2 horas y la posterior realización de 4 tareas. Participaron voluntariamente 48 estudiantes de 3º curso del Grado en Medicina y 14 médicos de familia, manteniendo el mismo contenido y tareas en cada curso. La experiencia fue recogida positivamente por los asistentes, quienes consideraron el entorno atractivo y calificaron la iniciativa, el curso y la intervención del docente como interesantes. Se observaron diferencias significativas entre los grupos de pre y postgrado en la autopercepción de la participación y el contacto con el resto de los participantes, que fue menor en el grupo de médicos de familia. Los participantes declararon su interés en que se contase con ellos para futuros eventos en Second Life [Lorenzo-Álvarez et al., 2019a].

En 2014 se organizaron en la “Medical Master Island” dos talleres de búsqueda bibliográfica dirigidos a estudiantes de doctorado. Los talleres tuvieron una duración de dos horas cada uno y se impartieron técnicas de búsqueda bibliográfica en directo, utilizando las plataformas Pubmed y Google Scholar. Participaron 14 alumnos que debían realizar una búsqueda relacionada con su proyecto de tesis doctoral, animando posteriormente a que el resto de los participantes interviniera con el objeto de mejorar dicha búsqueda. La percepción de los estudiantes fue de una gran utilidad de la plataforma para su uso en el programa de doctorado.

Entre 2012 y 2014, tuvo lugar una experiencia dirigida a residentes de radiodiagnóstico que consistió en 4 encuentros de 4 semanas de duración cada uno. Los encuentros, organizados en 10 sesiones de dos horas, tenían el objetivo de mejorar las habilidades comunicativas de los residentes. Las primeras sesiones se dedicaban a seminarios sobre cómo hablar en público, técnicas de eficiencia para crear presentaciones de diapositivas y en qué consisten las sesiones clínicas. Posteriormente, cada residente presentaba una sesión clínica y respondía a los comentarios de sus

compañeros, docentes e invitados respecto el contenido y la forma de su exposición. En esta experiencia participaron 28 residentes de 18 ciudades distintas de España, quienes la valoraron muy positivamente, destacando la utilidad para su formación y el papel de los profesores.

En 2014, se diseñó un estudio obligatorio y aleatorizado para los estudiantes de tercer curso de la asignatura de Radiología, con el objetivo de comparar la efectividad del aprendizaje práctico de Radiología en Second Life respecto a los seminarios presenciales convencionales. El contenido consistió en un seminario de radiología de abdomen que formaba parte del programa de la asignatura. Del total de 215 matriculados, tras eliminar a los repetidores y a los que solicitaron cambiar de grupo, quedaron dos grupos de 53 alumnos en Second Life y 103 alumnos en el grupo presencial. Los alumnos realizaron un test de evaluación previo y otro posterior al seminario, con 12 preguntas tipo test. Al test posterior al seminario, que tuvo lugar 2 meses después, se le añadieron otras 48 preguntas con el fin de camuflar las repetidas. No se observaron diferencias significativas entre los resultados de los test de ambos grupos, por lo que se concluyó, que se pueden aprender habilidades interpretativas de manera similar en ambos formatos con el mismo contenido. Además, se observó que la ausencia de identidad física que otorga Second Life hace que los estudiantes participen más y con menos efecto de la timidez [Lorenzo-Álvarez et al., 2019].

Desde 2014 hasta la actualidad, se han realizado actividades en Second Life dirigidas a los estudiantes del Grado en Ingeniería Biomédica, que cursaban la asignatura de Imagen Médica. Las primeras experiencias consistieron en una serie de conferencias relacionadas con la asignatura impartidas a 49 alumnos voluntarios, que luego expusieron algunos temas sugeridos por el profesor. Tras el éxito de esta experiencia, en 2016 se organizó una actividad obligatoria en la que los estudiantes debían exponer temas propuestos por ellos mismos en grupos de tres miembros y posteriormente eran puntuados por sus compañeros. Tras estas actividades, se han realizado ciclos de conferencias sobre temas concretos impartidos por profesores invitados expertos en un área determinada de la disciplina de la imagen médica [Sendra-Portero et al., 2018].

Tras la experiencia adquirida en los estudios diseñados aquí expuestos, se decidió explorar cuál sería el impacto de ofrecer a los estudiantes de Medicina de tercer curso, matriculados en la asignatura Radiología, un juego de aprendizaje competitivo en

el entorno de Second Life. Este juego se denominó *League of Rays* y constituye la base metodológica del presente estudio.

### **1.9.3. El juego *League of Rays***

El conocimiento anatómico adecuado es uno de los pilares del diagnóstico por imagen y, por tanto, esencial para el aprendizaje de Radiología [European Society of Radiology, 2019]. La anatomía es un concepto subyacente fundamental de la radiología, y la falta de anatomía radiológica en la educación médica de pregrado requiere un compromiso con la creación de contenido online integrado en la formación de los estudiantes [Ketelsen et al., 2007; Marker et al., 2010]. Como una forma de abordar esto, Second Life combina experiencias de aprendizaje con una sensación de juego que puede resultar atractiva para muchos estudiantes de hoy [Richardson-Hatcher et al., 2014b]. Se ha demostrado que es una herramienta eficaz con un enorme potencial para desarrollar experiencias de aprendizaje basadas en juegos [Toro-Troconis et al., 2010a].

En el marco de esta investigación, no se han encontrado estudios previos en la literatura disponible que describan juegos educativos basados en competencias dedicadas a la anatomía y los signos radiológicos en Second Life, salvo la experiencia originada con la creación del juego *League of Rays* [Lorenzo-Álvarez et al., 2020]. En 2015, se diseñó un juego multiusuario de aprendizaje basado en una competición sobre anatomía y semiología radiológica, llamado "*League of Rays*", con presentaciones autoguiadas y test multirrespuesta, que se visualizaban y contestaban, respectivamente, de forma asincrónica. Este juego se llevó a cabo de forma efectiva con la participación voluntaria de 90 estudiantes de tercer curso del Grado en Medicina de la Universidad de Málaga durante seis semanas, divididas en tres bloques temáticos de anatomía y otros tres de semiología, organizados secuencialmente en contenidos de tórax, abdomen y sistema musculoesquelético.

Se establecieron objetivos específicos para un diseño efectivo de aprendizaje basado en juegos, algunos de los cuales se recogen en las recomendaciones de Pitt et al. [2015]: i) crear una experiencia que maximice el interés de los estudiantes en la anatomía y la semiología radiológica, ii) enmarcar el juego en una competición entre pares mientras estudian radiología formalmente, iii) utilizar lo que se sabía que funcionaba dentro de Second Life, iv) hacer que la experiencia fuera más que un simple juego, destacando los objetivos de aprendizaje y la relación con el entrenamiento formal,



v) permitir que los jugadores aprendieran, proporcionando presentaciones autoguiadas y, finalmente, vi) evaluar la percepción de los estudiantes sobre el proyecto y el impacto potencial en el aprendizaje.

Todos los documentos creados para el juego mantenían una estética uniforme, incluyendo el logotipo creado para el juego (figura I.8). Durante el desarrollo del juego, se publicó en la plataforma *Moodle (Campus Virtual)* de la asignatura la clasificación de puntos mediante imágenes, que también era compartida en redes sociales. Al finalizar la competición, se realizó un test de conocimientos (retención de conocimiento a medio plazo) común a todos los estudiantes y se recogió un cuestionario de percepción. Se compararon los resultados de los participantes y no participantes en el juego. La experiencia demostró que el aprendizaje competitivo basado en juegos dentro de *Second Life* es un medio efectivo y bien aceptado para enseñar contenido básico de anatomía radiológica y semiología a los estudiantes de medicina, ya que resultados a medio plazo de los participantes fueron mejores que los de los compañeros no participantes, lo que puede indicar un aprendizaje efectivo con el juego. Además, se descubrieron interesantes percepciones positivas entre los no participantes [Lorenzo-Álvarez et al., 2020].



Figura I.8. Logotipo de *League of Rays*, creado para la primera edición de 2015, que se mantiene en todas las presentaciones relacionadas con el juego competitivo.



## II. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS:

El desarrollo de un juego competitivo en un entorno tridimensional puede ser útil en la enseñanza de Radiología de los estudiantes pregrado. Ha demostrado ser un medio eficaz y bien aceptado de enseñar contenido básico de anatomía y signos radiológicos a los estudiantes de medicina, con aprendizaje efectivo y percepciones positivas en un contexto de participación individual y voluntaria. Otros contextos diferentes, como la participación obligatoria, la duración del juego o la participación por equipos pueden modificar el impacto en el aprendizaje y la percepción de los estudiantes. El carácter obligatorio o voluntario de la participación puede afectar a la percepción, al interés y a la motivación de los estudiantes muestran en la competición. Además, la participación mediante equipos de estudiantes puede tener factores positivos en el aprendizaje y promover la colaboración entre los estudiantes dentro de la misma universidad o entre diferentes universidades. Una competición interuniversitaria permitiría, adicionalmente, conocer la percepción del juego por alumnos de otras universidades, sin el sesgo de proximidad que puede crear el vínculo directo con el profesor que organiza el juego y les imparte la asignatura Radiología.

El presente estudio pretende explorar el impacto de un juego competitivo online multiusuario desarrollado en el mundo virtual tridimensional Second Life para el aprendizaje de radiología de los estudiantes pregraduados de medicina, con los siguientes objetivos específicos:

- Analizar los resultados de un modelo de juego obligatorio y comparar el flujo de participación, los resultados de la competición y la percepción de los participantes con respecto al modelo voluntario desarrollado previamente.
- Analizar los resultados de un modelo de juego abreviado, voluntario, con contenidos de anatomía radiológica exclusivamente y la participación de alumnos de primer y segundo curso, comparando el flujo de participación, los resultados del juego y la percepción de los participantes.
- Adaptar las reglas de juego para un modelo de juego por equipos. Desarrollar una edición intrauniversitaria, con participación voluntaria de estudiantes de Málaga, valorar su factibilidad y analizar los resultados comparando en flujo de

participación, los resultados del juego, la percepción de los participantes y su correlación con los resultados académicos.

- Desarrollar un modelo de juego competitivo por equipos interuniversitarios, comparar en flujo de participación, los resultados del juego y la percepción de los participantes, comprobando si existen diferencias entre los estudiantes de la Universidad de Málaga y los de otras universidades.

### III. MATERIAL Y MÉTODO

#### III.1. El juego League of Rays

*League of Rays* es un juego online competitivo multiusuario para aprender radiología. Este juego fue creado en 2015 [Lorenzo-Álvarez et al., 2020], dirigido a estudiantes de la asignatura de Radiología, impartida en 3º curso del Grado en Medicina de la Universidad de Málaga. Este juego se desarrolló en la “*Medical Master Island*”, terreno virtual accesible en la plataforma Second Life. Tras la experiencia piloto, se desarrollaron seis ediciones anuales entre 2016 y 2021, con modificaciones en sus reglamentos y enfoques para explorar otros aspectos de la aplicación de los juegos competitivos a la enseñanza de radiología.

##### III.1.1. Reglas básicas

La estructura temporal del juego abarca seis bloques temáticos semanales. Durante los primeros cuatro días de cada semana, se colocaban paneles con contenidos didácticos a disposición de los participantes, repartidos en la explanada central de la isla. Al final del cuarto día, se retiraban los contenidos educativos y se disponían una serie de paneles codificados con dos copias de 12 presentaciones (24 paneles en total), para facilitar que cada alumno encontrara más fácilmente el panel que se le había asignado. Cada una de estas presentaciones incluía 15 preguntas multirresposta con una sola respuesta correcta. Los test podían estar dispuestos en lugares varios (entre los árboles, en el cielo o en el fondo submarino) para dar variabilidad al juego. Los participantes tenían tres días para encontrar su test codificado y responder a las preguntas a través de una nota, indicando el número de cada pregunta y la respuesta correcta. Una vez cumplimentada la nota, se enviaba al avatar del profesor para ser corregida. Cada respuesta correcta otorgaba un punto en la clasificación al participante. En todas las ediciones se informó a los participantes de la Universidad de Málaga de que su resultado en el juego no afectaría a las calificaciones en la asignatura.

La puntuación obtenida en cada respuesta correcta determinaba la posición en la clasificación por bloques y estas puntuaciones acumuladas determinaban la

clasificación general. Los participantes se clasificaban en diferentes categorías en base a los puntos acumulados. Siguiendo un enfoque lúdico relacionado con la radiología, la clasificación general se denominó “Calcificación General” y las categorías de este se nombraron como las 5 densidades radiológicas: metal, calcio, agua, grasa y aire. Los estudiantes que alcanzaron la clasificación final obtuvieron un certificado reconociendo 18 horas de participación (con una estimación de tres horas semanales) y los ganadores obtuvieron varios premios, que incluían CD-ROMs multimedia con aplicaciones para aprender radiología, libros de radiología o inscripciones gratuitas a cursos de radiología.

Las reglas de juego se modificaron ligeramente en cada edición para alcanzar los objetivos planteados en cada una de ellas.

### **III.1.2. Contenidos**

Los seis bloques temáticos se organizaron en tres bloques de anatomía radiológica y tres de semiología radiológica, estructurados consecutivamente en tórax, abdomen y sistema musculoesquelético. El contenido educativo de cada bloque semanal consistía en un conjunto de tres paneles de 5,5 x 5,0 metros, que reproducían presentaciones de 50 diapositivas. Estas presentaciones estaban alojadas en páginas web creadas a partir de presentaciones PowerPoint (Microsoft Inc, Redmond, WA) siguiendo una sencilla metodología consistente en guardar la presentación como imágenes JPG (Joint Photographic Experts Group) y guardarlas en una carpeta con páginas HTML (HyperText Markup Language) vinculadas entre si (figura II.1). Los elementos de navegación en las presentaciones consistían en dos botones para avanzar y retroceder y dos botones para ir al principio o ir al final de la presentación (figura II.2). Los participantes debían reproducir estos contenidos y visualizarlos de forma autónoma. El material didáctico incluido se seleccionó a partir de las clases teóricas, talleres y seminarios impartidos en la asignatura de Radiología, así como de varios proyectos de aprendizaje multimedia, desarrollados por el Departamento de Radiología y Medicina Física de la Facultad de Medicina de la Universidad de Málaga [Navarro-Sanchís et al., 2005; Torales Chaparro, 2008; Fernández Ramos, 2011; Sendra-Portero et al., 2013a; Martínez Morillo et al., 2015]. Los contenidos de cada bloque temático son idénticos desde la primera edición de *League of Rays* [Lorenzo-Álvarez et al., 2020] y se resumen en la tabla III.1. Una parte considerable de las presentaciones contenía imágenes sin

etiquetar para animar a los estudiantes a trabajar identificando la estructura anatómica mostrada.



Figura II.1. Esquema del procedimiento de creación de presentaciones basadas en páginas web a partir de presentaciones PowerPoint. a) Al guardar una presentación PowerPoint como formato JPG se crea una carpeta con el nombre de la presentación y un fichero JPG de cada diapositiva nombrado con el número de orden de ésta. b) Posteriormente se incluyen en la carpeta un número de páginas HTML vinculadas a las imágenes y los botones de avance retroceso. c) El aspecto de cada página muestra la imagen de la diapositiva correspondiente y los botones enlazan a la diapositiva previa y la posterior. Con solo subir la carpeta a un servidor la presentación será reproducible en Second Life, vinculando la cara de un objeto a la dirección web correspondiente.



Figura II.2. Escena del avatar de un alumno frente a un panel que muestra una presentación web, correspondiente a una evaluación del juego. Los únicos comandos activos son los botones inferiores de avance, retroceso, ir al principio o ir al final. El alumno solo tiene que pulsar sobre ellos para modificar la presentación.

Tabla III.1. Contenidos educativos en los diferentes bloques semanales del juego.

Bloque	Descripción de contenidos
1. <b>Anatomía torácica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Posiciones y lectura sistemática de radiografías de tórax, para explicar elementos anatómicos visibles.</li> <li>- Imágenes axiales de TC de tórax etiquetadas y reconstrucciones coronales de TC correlacionadas con las imágenes axiales, para explicar la proyección posteroanterior de la radiografía.</li> <li>- Planos coronales no etiquetados de TC de tórax de anterior a posterior, correlacionados con los planos axiales.</li> </ul>
2. <b>Anatomía abdominal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Posiciones y lectura sistemática de radiografías de abdomen, para explicar los elementos anatómicos visibles, y planos coronales de TC para entender la interfase agua-grasa que delimita el contorno de las estructuras viscerales.</li> <li>- Imágenes de TC axial abdominopélvico duplicado con una secuencia de no-etiquetado/etiquetado.</li> <li>- Planos coronales no etiquetados de TC abdominopélvico de anterior a posterior, con breves explicaciones sobre los elementos anatómicos visibles.</li> </ul>
3. <b>Anatomía ME</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Posiciones y lectura sistemática de radiografías del sistema musculoesquelético y un conjunto de diferentes imágenes de TC y RM etiquetadas.</li> <li>- Radiografías del sistema musculoesquelético duplicadas con una secuencia de no-etiquetado/etiquetado.</li> <li>- Radiografías del sistema musculoesquelético duplicadas, solicitando identificar elementos anatómicos en la primera serie y etiquetadas con estos elementos en la segunda serie.</li> </ul>
4. <b>Semiología torácica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicaciones de la lectura sistemática de radiografías de tórax para detectar casos no normales y una revisión de los elementos anatómicos.</li> <li>- Explicaciones de los patrones alveolar e intersticial, nódulos pulmonares y masas.</li> <li>- Explicación de las lesiones cavitadas, atelectasias, alteraciones hiliares, patología pleural, pulmones hiperdensos e hiperclaros, y alteraciones de la silueta cardíaca.</li> </ul>
5. <b>Semiología abdominal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicaciones de la lectura sistemática de radiografías abdominales para detectar casos no normales y una revisión de los elementos anatómicos.</li> <li>- Casos de radiografías abdominales patológicas anotadas con obstrucciones intestinales, gas ectópico y calcificaciones.</li> <li>- Hallazgos patológicos anotados en estudios de TC axial abdominopélvico.</li> </ul>
6. <b>Semiología ME</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicaciones de la lectura sistemática de radiografías del sistema musculoesquelético, para detectar casos no normales y evaluar lesiones difusas óseas.</li> <li>- Evaluación de lesiones óseas focales y lesiones traumáticas en radiografías musculoesqueléticas.</li> <li>- Evaluación de patología articular y vertebral en radiografías.</li> </ul>

TC: Tomografía Computarizada; ME: Músculoesquelética; RM: Resonancia Magnética.



En los tres últimos días de cada bloque, tras mostrar los contenidos didácticos, se disponían en la isla paneles con presentaciones en un formato similar. Cada presentación contenía 15 preguntas multirrespuesta relacionadas con imágenes radiológicas. Estas preguntas, concebidas a raíz de las presentaciones didácticas para explorar el conocimiento a corto plazo de los participantes, se obtenían de una base de datos de 30 preguntas para cada bloque temático. El total supone una base de datos de 180 preguntas que incluía 126 radiografías (70 %) y 54 imágenes de cortes axiales (30 %), 47 TC y 7 RM. En cada bloque se organizaron 12 variantes de test. Cada variante contenía una combinación de preguntas diferente, de forma que cada pregunta de las 30 se encontraba en 6 de las 12 combinaciones posibles de test, asegurando así un reparto homogéneo de cada una de ellas. Se evaluó la dificultad de las preguntas multirrespuesta usando cuatro niveles (conocimiento, comprensión, aplicación y análisis [Thompson y O'Loughlin, 2014]. Los resultados del análisis de dificultad se muestran en la tabla III.2.

El juego proporcionó un enfoque cognitivista, con el objetivo de que los estudiantes confiaran en su comprensión de los conceptos fundamentales y los aplicaran a resolver problemas complejos como la identificación de patología en imágenes médicas [Williamson et al., 2004]. Las técnicas utilizadas para evaluar el juego implicaron un enfoque conductista, permitiendo que fuese medible, asequible en el calendario del juego y sencillo de puntuar [Williamson et al., 2004; Mabrouk Kheiralla et al., 2018].

**Tabla III.2. Análisis de dificultad de las preguntas de elección múltiple empleadas en los test individuales del juego.**

	Conocimiento	Comprensión	Aplicación
<b>Anatomía</b>	63,3 %	32,2 %	4,4 %
<b>Semiología</b>	11,1 %	35,6 %	53,3 %

No se encontraron preguntas de tipo análisis.

### **III.1.3. Evaluación de la experiencia**

Durante el juego, los participantes realizaron test semanales para obtener puntos en cada bloque del juego, lo que proporcionó un perfil de conocimiento a corto plazo de los estudiantes. Tras completar el juego, se pidió a los estudiantes que cumplimentaran el mismo cuestionario de percepción usado en la edición voluntaria previa [Lorenzo-Álvarez et al., 2020] con 23 enunciados sobre Second Life y el juego, a los que se respondía usando una escala Likert de 1 (totalmente en desacuerdo) a 5 (totalmente de acuerdo), y 8 aspectos generales del proyecto, a los que se calificaba con una escala de 1 a 10 puntos. Finalmente, el cuestionario contaba con un espacio para escribir comentarios abiertos. Los resultados del cuestionario de hombres y mujeres, así como de los finalistas y eliminados, se estudiaron de forma independiente. Las calificaciones de los exámenes de final de curso que tuvieron lugar en junio fueron recopilados y comparados con los resultados finales del juego.

## **III.2. Modelo obligatorio**

El modelo obligatorio de *League of Rays* se celebró durante dos cursos académicos consecutivos, del 4 de abril al 15 de mayo de 2016 (curso 2015-16) y del 20 de marzo al 7 de mayo de 2017 (curso 2016-17).

### **III.2.1. Modificaciones del juego**

Los participantes se clasificaron en 6 categorías según los puntos acumulados: las cinco densidades radiológicas (aire, grasa, agua, calcio y metal) y una sexta categoría, llamada "inmaterial". En ambas ediciones se siguió el mismo sistema de puntuación (tabla III.3). No hubo eliminaciones hasta el tercer bloque, en el que se eliminaron a aquellos participantes de aún tenían cero puntos. Por acuerdo previo de los organizadores del juego, tras los bloques cuarto, quinto y sexto, los participantes con menos del 41%, 52% y 55% de la puntuación máxima acumulada respectivamente, fueron eliminados. El grupo inmaterial no se incluyó en la clasificación finalista. En la edición de 2017, a diferencia de la edición de 2016, los estudiantes que eran eliminados del juego tenían que seguir participando, enviando los test semanales.

### III.2.2. Participación

El primer día de clase en la asignatura Radiología se presentó a los estudiantes una introducción a *Second Life* y a *League of Rays*, donde se estableció que la participación en el juego era obligatoria para todos los estudiantes matriculados por primera vez en la asignatura, formando parte de las actividades online incluidas en la programación docente. Toda la información relacionada con el juego se aportaba en un foro del campus virtual de la asignatura (plataforma Moodle).

**Tabla III.3: Sistema de puntuación para distribuir a los participantes en diferentes categorías durante las ediciones de 2016 y 2017 del juego *League of Rays*.**

Etapas	Puntuación máxima	Categorías						
		Metal	Calcio	Agua	Grasa	Aire	Inmaterial	Eliminados
Anatomía torácica	15	12-15	11	9-10	7-8	4-6	0-3	-
Anatomía abdominal	30	26-30	24-25	22-23	18-21	13-17	0-12	-
Anatomía ME	45	40-45	38-39	35-37	30-34	23-29	1-22	0
Semiología torácica	60	52-60	49-51	45-48	39-44	33-38	25-32	1-24
Semiología abdominal	75	66-75	62-65	58-61	52-57	45-51	39-44	25-38
Semiología ME	90	81-90	75-80	69-74	63-68	50-62	-	40-49

ME: Musculoesquelética. Los participantes se clasificaron en 6 categorías: las cinco densidades radiológicas y un sexto grupo llamado "inmaterial". Las celdas muestran el rango de puntuación acumulada para cada categoría. La puntuación máxima posible en cada etapa se presenta como referencia. Tras la tercera etapa, los participantes que aún tenían 0 puntos, fueron eliminados. Tras la cuarta, quinta y sexta etapa, los participantes con menos de 41 %, 52 % y 55 % de la puntuación máxima acumulada, respectivamente, fueron eliminados.

Se tomaron varias medidas para minimizar la carga cognitiva externa que podría causar el aprendizaje en una plataforma virtual [van Nuland y Rogers, 2016]. Previamente al juego, los estudiantes recibieron varios tutoriales en PDF de cómo crear una cuenta en Second Life, descargar el visor, acceder a la “Medical Master Island”, utilizar la cámara del avatar y enviar notas a otros avatares. Adicionalmente, estos temas fueron tratados en clase y los alumnos internos del departamento colaboraron como consultores sobre Second Life, ayudando a los participantes que lo necesitaron.

### **III.2.3. Evaluación de la experiencia**

En las ediciones del modelo obligatorio, se realizó la evaluación de la experiencia con cuestionarios idénticos al empleado en la edición voluntaria de 2015 [Lorenzo-Álvarez, 2020]: 23 afirmaciones para responder en una escala Likert de 1 (totalmente en desacuerdo) a 5 (totalmente de acuerdo), 10 elementos de la experiencia a calificar de 1 a 10 puntos y un espacio para añadir comentarios abiertos (anexo VIII.1). No se repitieron los test posteriores a la experiencia por problemas logísticos.

## **III.3. Modelo abreviado – Sólo anatomía**

El modelo abreviado de *League of Rays* se celebró durante el curso académico 2017-2018, se desarrolló durante tres semanas, entre el 1 y el 21 de marzo de 2018. Esta edición incluyó sólo los contenidos de anatomía radiológica y tuvo como título “*League of Rays - Just anatomy*”.

### **III.3.1. Modificaciones del juego**

Se redujo el número de bloques temáticos a la mitad, manteniendo los referentes a anatomía torácica, abdominal y musculoesquelética. No hubo eliminaciones hasta la segunda semana, en la que se eliminaron todos los participantes con 0 puntos en los dos primeros test. Al final de la tercera etapa, en la clasificación final, se eliminaron los participantes con menos de 15 puntos en total. Los contenidos y preguntas fueron los mismos que se utilizaron en los bloques de anatomía de las ediciones previas.

### **III.3.2. Participación**

El primer día de clase se explicó el juego a los alumnos, indicándoles que podrían inscribirse voluntariamente aquellos matriculados por primera vez en la asignatura. Además, se explicó el juego a los estudiantes de primer y segundo curso, en dos sesiones de 15 minutos en cada curso, invitándoles a participar en la actividad.

### **III.3.3. Evaluación de la experiencia**

En el modelo abreviado, se realizaron cuestionarios similares a las ediciones previas con las mismas preguntas: afirmaciones a responder en una escala Likert de 1 a 5 puntos (sobre *Second Life*, *League of Rays*, las presentaciones y las evaluaciones tipo test), y calificaciones de 1 a 10 puntos sobre diversos aspectos de la experiencia. Al igual que en ediciones anteriores, al final del cuestionario había un espacio para comentarios libres (anexo VIII.2).

## **III.4. Modelo por equipos – Competición intrauniversitaria**

El modelo por equipos de *League of Rays* incluyendo exclusivamente alumnos de tercer curso de medicina de la Universidad de Málaga se celebró durante el curso académico 2018-19, entre el 1 de abril y el 19 de mayo de 2019. El juego se interrumpió entre el segundo y tercer bloque debido a las vacaciones de Semana Santa.

### **III.4.1. Modificaciones del juego**

En la edición de 2019 los participantes compitieron organizados en equipos de cuatro estudiantes. Cada semana, se dispusieron 6 conjuntos de tres paneles en la explanada central de la isla durante cuatro días y medio. En la tarde del 5º día se retiraron estos contenidos y se expusieron los paneles con los test individuales. Se asignó una variante de los test de evaluación a cada participante de forma que ningún miembro del mismo equipo tuviera la misma variante de test. Se introdujeron algunas modificaciones en la puntuación. Cada respuesta errónea restaba 0,25 puntos al participante correspondiente, a fin de evitar en lo posible repuestas aleatorias. Los equipos, ordenados por la suma de las puntuaciones de sus miembros, recibían de 0 a 12 puntos,

de acuerdo con su posición. Los puntos acumulados por cada equipo determinaron la clasificación al final de cada bloque. Además, en las últimas tres etapas, dedicadas a semiología, se introdujo una tarea extra llamada “Normal o Patológico” (N/P), que consistía en un panel con 20 radiografías de las que 12 eran normales. Cada equipo tenía que diagnosticar correctamente los casos patológicos e identificar los normales, y su capitán debía enviar una nota con las respuestas. Esta prueba otorgaba hasta 12 puntos adicionales a los equipos, utilizando la misma metodología que en las preguntas individuales (incluyendo la sustracción de 0,25 puntos en caso de respuestas erróneas). De este modo, la puntuación máxima posible era de 108 puntos: 12 puntos por cada uno de los 6 test más 12 puntos para cada una de las 3 tareas N/P. La evolución de la competición se publicó en el Campus Virtual (plataforma *Moodle*) de la asignatura Radiología. Toda la información sobre el juego se realizó mediante un foro específico en dicha plataforma, cuyos mensajes llegaban a todos los alumnos matriculados en Radiología.

#### **III.4.2. Participación**

El juego se presentó como una actividad online voluntaria para los estudiantes matriculados por primera vez en la asignatura Radiología. Además de proporcionarles los documentos PDF con tutoriales de las ediciones anteriores sobre el uso de la plataforma Second Life, se les invitó a una sesión de entrenamiento de 2 horas dentro de la plataforma, que tuvo lugar en marzo de 2019. Los estudiantes que deseaban participar debían organizarse en parejas y la organización del juego unió las parejas aleatoriamente en equipos de cuatro miembros, quienes debían proponer un nombre para su equipo, un color, un logo o imagen representativa y elegir un capitán.

#### **III.4.3. Evaluación de la experiencia**

En la edición de 2019, se realizó una encuesta en el campus virtual para evaluar la carga cognitiva relacionada con la competición al final de los bloques temáticos de anatomía y semiología. Los alumnos debían responder la siguiente pregunta siguiendo la escala de carga cognitiva de 9 puntos desarrollada por Paas y van Merriënboer [1994]: *Por favor, contesta de 1 a 9 cuanto esfuerzo mental te ha costado realizar las siguientes tareas: a) revisar los contenidos docentes, b) contestar los test de las tres semanas y c) desenvolverte en Second Life durante el juego, considerando:*

- 1) *Muy, muy bajo esfuerzo mental*
- 2) *Muy bajo esfuerzo mental*
- 3) *Bajo esfuerzo mental*
- 4) *Esfuerzo mental algo bajo*
- 5) *Ni mucho ni poco esfuerzo mental*
- 6) *Esfuerzo mental algo alto*
- 7) *Alto esfuerzo mental*
- 8) *Muy alto esfuerzo mental*
- 9) *Muy, muy alto esfuerzo mental*

Tras la finalización del juego, se les pidió que completaran un cuestionario similar al empleado en ediciones anteriores, añadiendo una pregunta a las de escala Likert de 5 puntos: *Has trabajado en equipo en esta experiencia* (anexo VIII.3). Los participantes fueron invitados a un seminario de clausura del juego 10 días después de su finalización, en el que se entregaron de forma pública premios a los equipos ganadores y certificados a todos los participantes. En este evento se revisaron proyectadas en el aula 120 del total de 180 de preguntas del juego. Las 60 preguntas restantes (10 de cada semana elegidas aleatoriamente), integraron el test postexposición. Los alumnos disponían de 30 segundos para responder cada pregunta.

### **III.5. Modelo por equipos – Competición interuniversitaria**

La competición interuniversitaria de *League of Rays* se celebró durante dos cursos académicos consecutivos (2019-20 y 2020-21): del 20 de febrero al 1 de abril de 2020 y del 8 de marzo al 25 de abril de 2021, respectivamente. La primera edición por equipos interuniversitarios coincidió con la irrupción de la pandemia por el SARS-COV-2 en España, con la suspensión de las actividades académicas presenciales el 9 de marzo y el decreto del estado de alarma el 14 de marzo, que duró hasta el 21 de junio de 2020. La siguiente edición tuvo lugar durante la campaña de vacunación y progresiva vuelta a la normalidad en el ámbito universitario, en un curso marcado por un modelo mixto de docencia, con abundantes actividades online y presencia limitada en las aulas y servicios hospitalarios.

### **III.5.1. Modificaciones del juego**

Además de las habituales tareas individuales, en estas ediciones se incluyeron tareas por equipos en las seis semanas. En las tres primeras semanas, correspondientes a anatomía radiológica, los equipos debían identificar correctamente los elementos anatómicos señalados en 20 imágenes radiológicas. En las tres últimas semanas, correspondientes al bloque de semiología, debían resolver las tareas N/P diseñadas en la edición de 2019. Los errores restaban 0,25 puntos tanto en las tareas individuales como en las tareas por equipos. Tanto los resultados de las evaluaciones individuales de los miembros de un equipo como los de las evaluaciones grupales se normalizaban a 10 puntos. Así, la puntuación máxima que se podía conseguir al final del juego era 120 puntos: 10 puntos de las tareas de equipos más 10 puntos de las tareas individuales, en cada una de las 6 semanas. Los equipos que no participaron en la primera etapa o dos consecutivas de las siguientes, fueron eliminados. Toda la información relativa al juego se realizó desde las cuentas de correo [leagueofrays@biznaga.org](mailto:leagueofrays@biznaga.org) y [leagueofrays@ameram.es](mailto:leagueofrays@ameram.es).

### **III.5.2. Participación**

Las ediciones de 2020 y 2021 consistían en un juego competitivo por equipos siguiendo el modelo de la edición de 2019, pero abriendo la participación a estudiantes de otras universidades españolas. Para ello, se contactó con 57 profesores de radiología de 31 universidades diferentes, explicándoles el proyecto y solicitándoles que invitaran a aquellos alumnos que quisieran participar en la competición. El único requisito para participar fue ser estudiante de medicina y estar cursando radiología durante ese año académico. Se les aportaron enlaces a PDF explicando el proyecto:

<http://www.biznaga.org/LOR2020/LOR2020.pdf>

<http://www.biznaga.org/LOR2020/LOR2020.pdf>

Se aportaron algunas diapositivas de apoyo para que las presentaran en clase y una guía básica para manejarse en Second Life:

<http://www.biznaga.org/guia-basica-secondlife-LOR2020.pdf>

Se realizó la misma difusión entre los alumnos de la Universidad de Málaga en clase, de forma similar a años anteriores. Los interesados debían contactar con la



cuenta de correo [leagueofrays@biznaga.org](mailto:leagueofrays@biznaga.org), aportar nombre, apellidos y correo de contacto de los integrantes del equipo, universidad de procedencia, proponer nombre, color y emblema del equipo y designar un capitán.

### **III.5.3. Evaluación de la experiencia**

Al finalizar la tercera semana, los participantes respondieron a un cuestionario sobre carga cognitiva en una escala Likert de 9 puntos [Paas y van Merriënboer, 1994] en las que evaluó el esfuerzo mental que tenían que aplicar para desenvolverse en Second Life, visualizar las presentaciones educativas y realizar los test. La pregunta fue idéntica a la de la edición de 2019, sólo que debían responder desde Second Life, mediante una nota.

En las ediciones 2020 y 2021, la reunión de clausura se hizo en Second Life dividiendo cada edición en dos sesiones. Tras explicar a los presentes la evolución de *League of Rays* desde sus inicios y el desarrollo de la edición en curso, se repitió el mismo formato de revisión de preguntas de los test individuales y el test postexposición de la edición 2019. Los premios se enviaron a los ganadores por mensajería.

El cuestionario de percepción de la experiencia fue similar al de 2019, pero contó con dos nuevas preguntas en el apartado de “Evaluación de las distintas etapas”, para evaluar si los participantes resolvieron los test individuales y por equipos de forma conjunta. En el apartado de calificación global de 1 a 10 puntos se desdobló el ítem sobre las evaluaciones en tres ítems sobre las evaluaciones individuales, las evaluaciones por equipo de anatomía y las evaluaciones por equipo N/P (anexo VIII.4). Previamente al apartado final con respuesta abierta sobre consideraciones adicionales que cada participante deseara hacer, se añadió un nuevo apartado para que expresaran con comentarios abiertos cómo creían que la situación de confinamiento (en 2020) o restricciones (en 2021) por la pandemia del SARS-COV-2 había afectado a su participación en el juego.

Además de analizar los resultados globales de los dos años, se compararon los resultados obtenidos en ambas ediciones, así como la percepción de los participantes de la Universidad de Málaga (UMA) frente a los de otras universidades (no-UMA).

### III.6. Análisis estadístico

Los datos se recogieron y se organizaron en hojas de cálculo en las aplicaciones Excel 2013 (Microsoft Inc., Redmond, WA, USA) y en Hojas de Cálculo (Google, Mountain View, CA, USA). Fueron procesados con el paquete estadístico SPSS v24 (IBM Inc., Armonk, NY, USA) para su análisis estadístico. La edad de los participantes, resultados del juego y calificaciones se consideraron variables continuas. Estas dos últimas se presentaron como porcentajes. Los resultados numéricos de los cuestionarios se consideraron variables ordinales. Tanto las variables continuas como las ordinales se presentan en términos de media  $\pm$  desviación estándar ( $\pm$  DE).

La prueba de chi cuadrado se utilizó para comparar las diferencias en el porcentaje de sexos entre los grupos, ya que se trata de datos categóricos dicotómicos. La prueba t de Student de dos colas para muestras desapareadas se utilizó para comparar diferentes grupos de estudiantes para datos numéricos continuos, como la edad, los resultados del juego y las calificaciones. El coeficiente de correlación de Pearson se utilizó para evaluar la correlación entre los resultados del juego y las calificaciones en la asignatura, que se realizaron para las experiencias obligatorias y por equipos intrauniversitarios. Para medir las diferencias entre los participantes y no participantes en el test postexposición y las calificaciones de la asignatura en la edición por equipos intrauniversitaria, se utilizó la prueba t de Student para variables desapareadas.

La consistencia interna en la confiabilidad de las preguntas fue medida utilizando la prueba  $\alpha$  de Cronbach. La validez de las preguntas en cada escala fue evaluada utilizando la prueba  $\tau$ -b de Kendall. La pertinencia del modelo analítico de factores fue probada usando la prueba de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO). Para asegurar que la correlación entre los elementos era suficiente, se calculó la prueba de esfericidad de Barlett.

En las ediciones por equipos interuniversitarios (2020 y 2021), se analizó la correlación entre las puntuaciones obtenidas por los equipos finalistas y la media de las respuestas que habían dado los equipos en los cuestionarios de percepción usando el coeficiente de correlación de Pearson cuando el número de equipos a analizar eran más de 30 y, para el análisis de los subgrupos, el coeficiente de correlación de Spearman.

La prueba U de Mann-Whitney se utilizó para comparar diferentes grupos de estudiantes en la escala Likert de 5 puntos y en las respuestas de evaluación global de 1 a 10 puntos, ya que son datos ordinales. La significación estadística se estableció con una probabilidad de error  $p < 0,05$ .

Las preguntas en el cuestionario se dividieron en tres escalas:

1. Experiencia del estudiante en Second Life (5 puntos).
2. Percepción del estudiante del juego (5 puntos).
3. Evaluación global del proyecto (10 puntos).

Y en las ediciones por equipos se añadieron dos escalas más:

- 2.1. Percepción del estudiante sobre las presentaciones en las diferentes etapas (5 puntos).
- 2.2. Percepción del estudiante sobre las evaluaciones en las diferentes etapas (5 puntos).

Los comentarios abiertos se analizaron mediante codificación sistemática por consenso colaborativo [Saldaña, 2013]. Se propuso el marco de codificación jerárquica con dos estratos, utilizado en el estudio previo de 2015 [Lorenzo-Álvarez et al., 2020], con cuatro códigos como primer nivel (“positivo”, “negativo”, “sugerencia” y “otros”). En los dos modelos por equipos se sustituyó el código “otros” por “equipo”, para los comentarios que hicieran referencia específica a este concepto. El mismo comentario podía contener más de un código o subcódigo. Tras un análisis detallado durante dos reuniones de consenso, se consensuaron subcódigos diferentes en el segundo estrato.

En las ediciones interuniversitarias de 2020 y 2021, los comentarios sobre el impacto de la situación respecto al SARS-COV-2 se codificaron de similar manera, pero incluyendo solamente códigos de primer nivel, sin subcodificaciones. Los códigos principales que se establecieron fueron “indiferente”, “relación virtual”, “más inmersión”, “más estrés”, “mejor organización”, “diferencias en conexión”, “sustitución temario”, y “favoreció participar”. Al igual que en los comentarios libres, un mismo comentario podía tener más de una etiqueta. Si en el apartado referente al impacto de la pandemia en la participación había comentarios referentes a la experiencia general del juego sin relación directa con la pregunta, se tuvieron en cuenta en el apartado de respuesta abierta final. En caso de que hubiera comentarios sobre la situación respecto al SARS-

COV-2 en el apartado de comentarios libres finales, se tuvieron en cuenta en el apartado de pregunta abierta respecto a la pandemia.

### III.7. Aspectos éticos

Los contenidos del juego educativo *League of Rays* son un refuerzo de aprendizaje de los contenidos de la asignatura Radiología, que se tratan en clases y seminarios. Las ediciones de *League of Rays* son actividades de innovación educativa en las que se mide la percepción de los estudiantes y el impacto en el aprendizaje. Todos los datos han sido tratados de forma anónima y se presentan los resultados de forma grupal. Una vez descargados los cuestionarios se les asignó un código. De forma que no se podía identificar a quien lo realizó. Los resultados de los cuestionarios anónimos se cargaron en una hoja excel para la gestión de datos y cálculos posteriores. Los cuestionarios originales los conserva el investigador principal, responsable de su custodia, siguiendo la Ley 3/2018 de Protección de Datos Digitales.

Se puso expresamente en conocimiento de los participantes que:

- Los cuestionarios recogen datos con el único objetivo de evaluar la experiencia de innovación educativa a la que hacen referencia. No se utilizó la información recogida con ningún otro fin.
- Todos los datos recogidos en los cuestionarios eran registrados de forma anónima, y custodiados siguiendo estrictamente la legislación vigente (Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales).
- Mediante la cumplimentación y envío del mismo confirman tu consentimiento para participar en el estudio.

La participación era voluntaria, excepto en 2016 y 2017. Las actividades no repercutían en la calificación de la asignatura. En las ediciones obligatorias los alumnos tenían que participar en el juego educativo, pero ni el desarrollo ni el resultado del juego tenían repercusión en la calificación de la asignatura. Así se informó a los alumnos desde el principio. Se obtuvo la aprobación de la Comisión de ética de la Universidad de Málaga, número de registro CEUMA40-2021-H.

## IV. RESULTADOS:

### IV.1. Modelo obligatorio

#### IV.1.1. Participantes, evolución y resultado del juego

En la edición de *League of Rays* de 2016 participaron 191 estudiantes, 74 hombres y 117 mujeres, con una edad media de  $22,1 \pm 2,7$  años. En la edición de 2017, participaron 182 estudiantes, 61 hombres y 121 mujeres, con una edad media de  $22,3 \pm 4,5$  años. No se observaron diferencias demográficas entre ambos grupos ni respecto a la primera edición del juego (2015) de carácter voluntario, excepto la proporción de hombres y mujeres entre las ediciones de 2015 y 2017 (tabla IV.1).

**Tabla IV.1. Demografía de los participantes de las tres ediciones de *League of Rays* comparadas en este apartado.**

Demografía		Ediciones del juego		
		2015	2016	2017
Participación		Voluntaria	Obligatoria	Obligatoria
	<b>Totales</b>	90	191	182
Participantes	<b>Hombres n (%)<sup>a</sup></b>	43 (47,8 %)	74 (38,7 %)	61 (33,5 %)
	<b>Mujeres n (%)<sup>a</sup></b>	47 (52,2 %)	117 (61,2 %)	121 (66,4 %)
	<b>Media (<math>\pm</math> DE)</b>	21,9 ( $\pm$ 2,4)	22,1 ( $\pm$ 2,7)	22,3 ( $\pm$ 4,5)
Edad años <sup>b</sup>	en <b>Mediana</b>	21	21	21
	<b>Min-Max</b>	21 - 37	21 - 43	20 - 68

DE: Desviación Estándar; Min-Max: Mínimo y máximo.

<sup>a</sup>El test de chi cuadrado únicamente mostró diferencias significativas en los porcentajes de hombres y mujeres entre las cohortes de 2015 y 2017 ( $p = 0,004$ ).

<sup>b</sup>El test t para dos muestras desapareadas no mostró diferencias significativas en la edad de las tres cohortes ( $p > 0,05$ ).

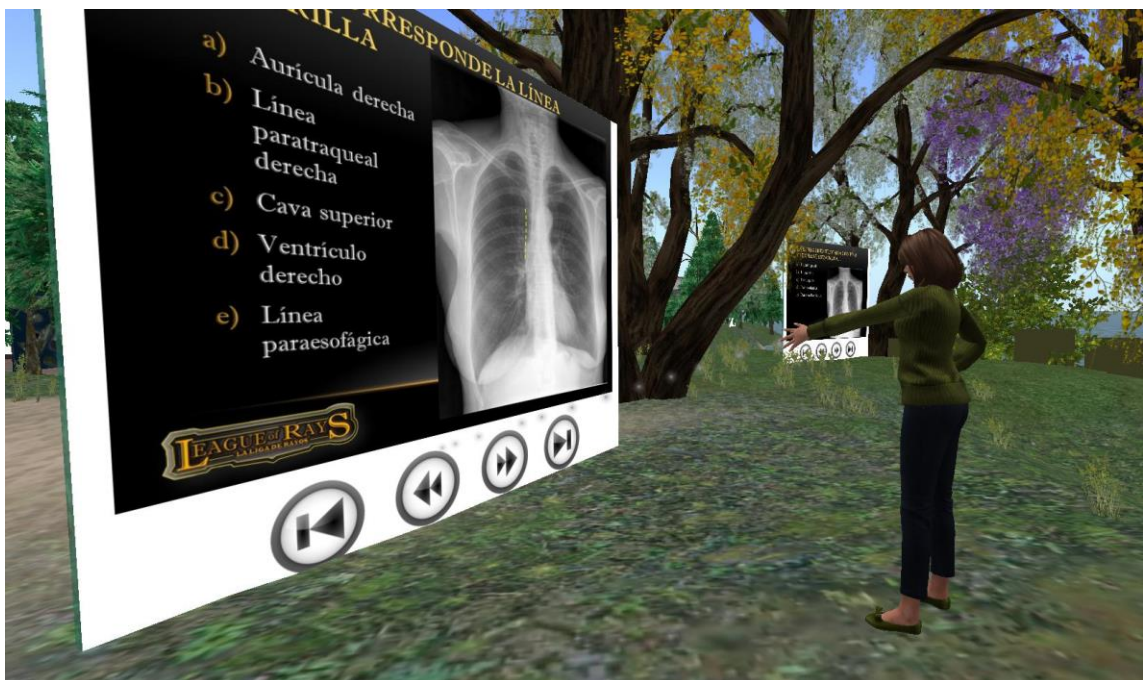


Figura IV.1. Capturas de pantalla que representan varias escenas del juego *League of Rays* en diferentes lugares de la isla: varios estudiantes revisando los contenidos educativos sobre anatomía radiológica torácica en juegos de tres paneles dispuestos en la explanada central (arriba); una estudiante realizando el test que le ha sido asignado, presentado en un panel entre los árboles de la isla (abajo).

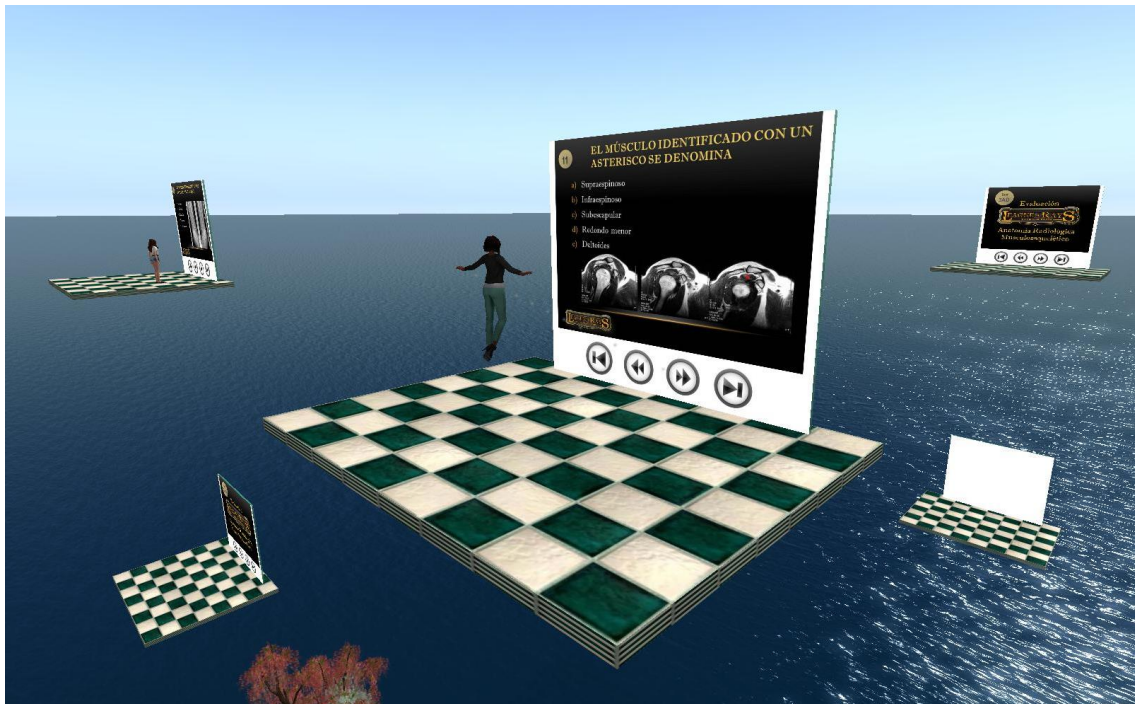


Figura IV.2. Capturas de pantalla que representan varias escenas del juego *League of Rays* en diferentes lugares de la isla: dos estudiantes realizando el test individual del juego en plataformas flotantes en el aire (arriba); estudiantes realizando un test en un panel sumergido bajo el agua (abajo).

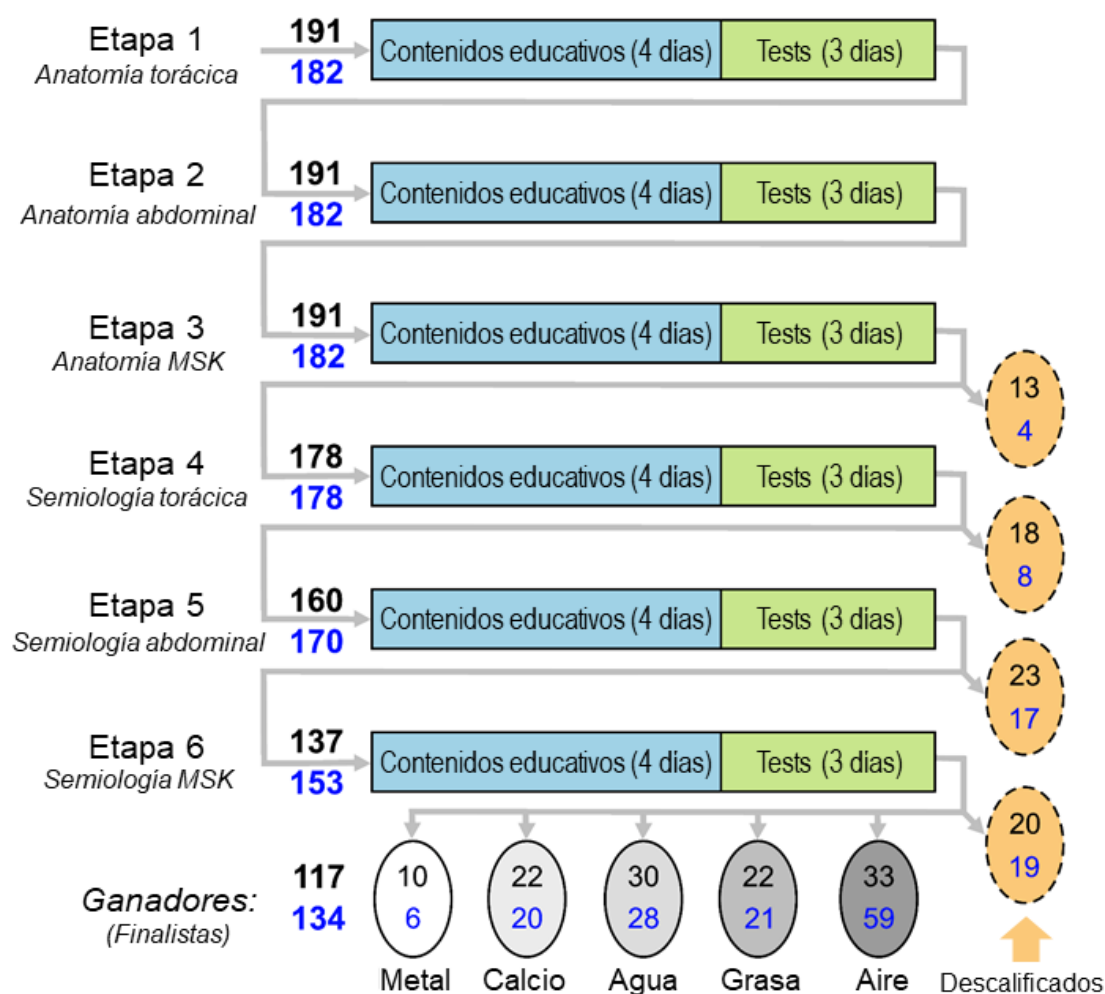


Figura IV.3. Diagrama de flujo que muestra la línea de tiempo del juego *League of Rays* en las ediciones de 2016 y 2017. En cada etapa había cuatro días disponibles para ver el contenido educativo y los próximos tres días para tomar las pruebas asignadas. El número de participantes en cada etapa se muestra a la izquierda y el número de participantes eliminados (desclasificados de la tercera etapa) a la derecha. Los ganadores se dividieron en cinco categorías correspondientes a las densidades radiológicas (aire, grasa, agua, calcio y metal). Los números superiores, en negro, corresponden a los participantes de 2016, los inferiores, en azul, a los de la edición 2017 del juego. MSK: musculoesquelético.

Se mantuvo el mismo esquema de juego que en la primera edición de 2015. Los primeros días de la semana los estudiantes debían revisar los tres paneles con contenidos docentes de la temática semanal y posteriormente resolver los test individuales, que se iban ubicando en diferentes localizaciones a lo largo del juego (figuras IV.1 y IV.2). Desde la tercera etapa del juego se eliminaron 74 participantes (38,7 %) en 2016 y 48 participantes (26,3 %) en 2017. El flujo de estudiantes a lo largo



del juego para las dos ediciones obligatorias se detalla en la figura IV.3. En general, el porcentaje de preguntas acertadas fue menor en las ediciones obligatorias respecto a la edición voluntaria previa y en la edición de 2017 respecto a la de 2016 (tabla IV.2). No hubo diferencias entre hombres y mujeres en ninguna de las ediciones respecto a las preguntas acertadas. El porcentaje de test no entregados en 2016 fue del 12,3 % y en 2017 fue disminuyó al 2,7 %. La figura IV.4 muestra el porcentaje de test no entregados en las distintas etapas, comparando con la edición de 2015.

**Tabla IV.2: Comparación del rendimiento académico entre la edición voluntaria (2015) y las dos ediciones obligatorias (2016 y 2017) del juego *League of Rays*.**

Etapa y área	Edición 2015 <sup>a</sup>		Edición 2016 <sup>a</sup>		Valor $p^d$	Edición 2017 <sup>a</sup>			
	n <sup>b</sup>	Media % (± DE) <sup>c</sup>	n <sup>b</sup>	Media % (± DE) <sup>c</sup>		n <sup>b</sup>	Media % (± DE) <sup>c</sup>	Valor $p^d$	Valor $p^e$
<b>Etapa 1</b> <b>Anatomía torácica</b>	83	65,9 (±15,5)	168	61,2 (± 19,5)	0,054	176	60,2 (± 18,9)	0,017	0,645
<b>Etapa 2</b> <b>Anatomía abdominal</b>	73	85,7 (± 12,8)	172	83,2 (± 16,6)	0,254	174	79,3 (± 17,4)	0,005	0,033
<b>Etapa 3</b> <b>Anatomía ME</b>	67	87,5 (± 11,2)	165	83,1 (± 17,8)	0,065	174	82,0 (± 16,4)	0,012	0,533
<b>Etapa 4</b> <b>Semiología torácica</b>	60	61,8 (± 24,5)	155	61,1 (± 24,2)	0,848	174	58,8 (± 19,4)	0,337	0,340
<b>Etapa 5</b> <b>Semiología abdominal</b>	47	78,2 (± 16,5)	140	71,1 (± 19,4)	0,028	169	62,6 (± 23,8)	<0,001	0,001
<b>Etapa 6</b> <b>Semiología ME</b>	40	67,0 (± 18,7)	119	64,9 (± 17,2)	0,509	151	61,6 (± 19,4)	0,042	0,153
<b>Total</b>	307	74,7 (± 19,5)	919	71,2 (± 21,5)	0,006	1018	67,5 (± 21,5)	<0,001	<0,001

DE: Desviación Estándar; ME: Musculoesquelética.

<sup>a</sup>El test de cada etapa durante el juego tuvo 15 preguntas aleatorias para cada participante de una base de datos de 30 preguntas. <sup>b</sup>n, número de test enviado por los participantes.

<sup>c</sup>La puntuación se presenta en porcentajes con respecto a un máximo de 15 preguntas correctas.

<sup>d</sup>El valor de  $p$  para encontrar diferencias con respecto al grupo de 2015 determinado mediante un test t de Student para muestras no apareadas.

<sup>e</sup>El valor de  $p$  para encontrar diferencias con respecto al grupo de 2016 determinado mediante un test t de Student para muestras no apareadas.

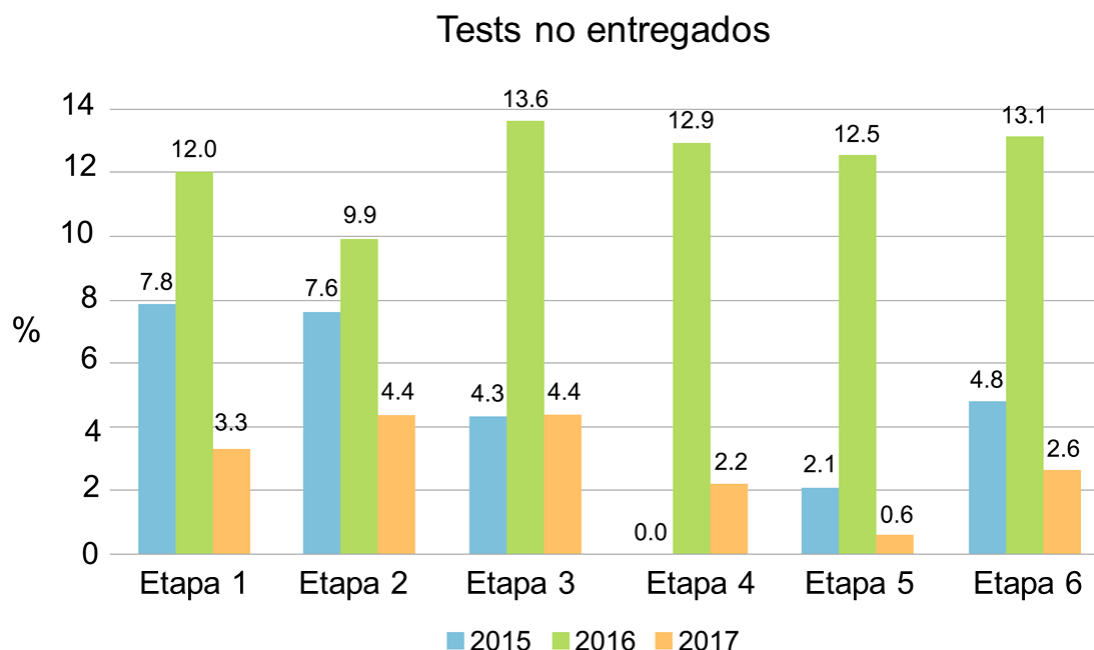


Figura IV.4. Diagrama de barras representando el porcentaje de tests no entregados en las distintas etapas del juego. Se compara la edición voluntaria de LOR en 2015 con las ediciones obligatorias de 2016 y 2017.

#### **IV.1.2. Impacto en el aprendizaje**

En el grupo de 2016, 166 estudiantes (89,9 %) realizaron el examen final del curso de Radiología en junio, mientras que, en 2017, fueron 158 (86,8 %) los examinados. Las calificaciones, expresadas en tanto por ciento, fueron de  $75,7 \pm 17,1$  y  $66 \pm 23,5$  sobre 100 puntos para los grupos de 2016 y 2017, respectivamente ( $p < 0,001$ ). No se observaron diferencias entre hombres y mujeres en ninguna edición. La correlación entre calificaciones finales de la asignatura con las puntuaciones obtenidas en el juego por los finalistas tuvo una correlación débil, con un coeficiente de correlación de Pearson de 0,150 (2016) y 0,303 (2017). Sin embargo, la correlación de la media de las puntuaciones obtenidas por los cinco grupos finalistas (aire, grasa, agua, calcio y metal) tuvo un coeficiente de correlación de Pearson de 0,629 (2016) y 0,906 (2017), lo que se considera correlación moderada y muy fuerte, respectivamente [Schober et al., 2018].

### **IV.1.3. Validación del cuestionario**

El cuestionario se validó independientemente para las cohortes de 2016 y 2017. La prueba  $\alpha$  de Cronbach mostró una buena fiabilidad del cuestionario para los enunciados relacionados con la percepción del juego por parte de los estudiantes ( $\geq 0,84$ ) y con la evaluación global del proyecto ( $\geq 0,88$ ). Sin embargo, la fiabilidad de los enunciados sobre la experiencia de los estudiantes en Second Life fue cuestionable ( $\geq 0,66$ ), y aumentó a aceptable ( $\geq 0,70$ ) al eliminar el enunciado número 3 (“Conocías Second Life antes de esta experiencia”). El análisis  $\tau$ -b de Kendall mostró una correlación positiva entre todas las comparaciones de los enunciados emparejados de la evaluación global del juego ( $\tau$ -b  $> 0,22$ ;  $p < 0,01$ ), la percepción del juego por parte de los estudiantes ( $\tau$ -b  $> 0,15$ ;  $p < 0,05$ ), excepto para el enunciado 12 (“Los contenidos fueron muy difíciles para tu nivel actual de conocimiento”). El análisis de la percepción de Second Life por parte de los estudiantes reveló una correlación positiva entre los enunciados 6 y 7, relacionados con la capacidad de los ordenadores de los usuarios y la conexión a Internet ( $\tau$ -b  $> 0,62$ ;  $p < 0,01$ ) y entre los enunciados 4 y 5, relacionados con la facilidad de manejo de Second Life ( $\tau$ -b  $> 0,35$ ;  $p < 0,01$ ). El análisis factorial KMO y la prueba de esfericidad de Barlett para los enunciados relacionados con la percepción del juego por parte de los estudiantes (KMO = 0,847 y 0,915;  $p < 0,001$ ) y la evaluación global de la experiencia (KMO = 0,875 y 0,900;  $p < 0,001$ ) mostraron una adecuación del muestreo entre meritoria y excelente. Sin embargo, los enunciados relacionados con la experiencia de los estudiantes en Second Life (KMO = 0,640 y 0,662;  $p < 0,001$ ), mostraron una adecuación del muestreo mediocre [Dziuban y Shirkey, 1974].

### **IV.1.4. Evaluación cuantitativa de la percepción del juego**

En la edición de 2016, 114 estudiantes (85,9 %) completaron el cuestionario de percepción de la actividad, y en la edición de 2017, lo hicieron 166 (91,2 %), mientras que los estudiantes de la edición de 2015, que completaron el cuestionario fueron 77 (85,6 %). Al igual que en la edición previa, los estudiantes mostraron muy poco conocimiento previo de la plataforma Second Life. En general, los estudiantes de las dos ediciones obligatorias mostraron un menor acuerdo con los enunciados del cuestionario en comparación con los participantes en la edición voluntaria de 2015, y los participantes en la edición de 2017, mostraron aún menos acuerdo que los participantes en la edición de 2016 (figuras IV.5 y IV.6). En las ediciones obligatorias se encontró la

iniciativa menos interesante que en la edición voluntaria, así como el entorno de la isla menos atractivo, el manejo de Second Life menos fácil y, sobre todo, el contacto con sus compañeros menos beneficioso para su formación en medicina. Estuvieron de acuerdo en que el diseño de la competición fue correcto y los contenidos adecuados para su formación médica, pero consideraron los contenidos del juego menos interesantes y mostraron más desacuerdo con que los juegos competitivos ayuden a aprender mejor. Especialmente, mostraron una menor disponibilidad para participar en futuras experiencias en Second Life.

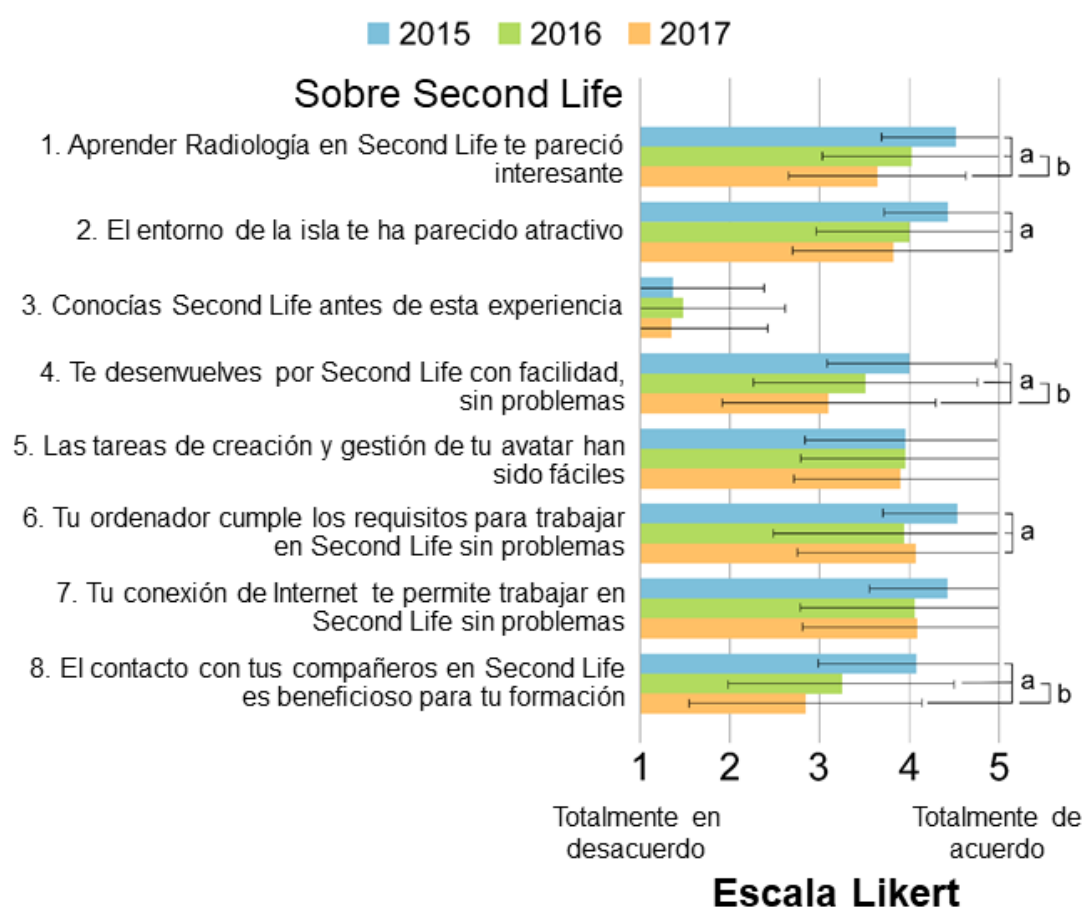


Figura IV.5. Percepciones de los estudiantes sobre la experiencia de Second Life. Las barras azules representan el grupo de 2015 (número de encuestados  $n = 77$ ), las barras verdes representan el grupo de 2016 (número de encuestados  $n = 164$ ) y las barras naranjas representan el grupo de 2017 (número de encuestados  $n = 166$ ). Las respuestas se informaron en una escala Likert de cinco puntos, donde 1 = totalmente en desacuerdo y 5 = totalmente de acuerdo. Los indicadores de barras y barras de error representan la media  $\pm$  desviación estándar. a: Diferencias estadísticamente significativas respecto al grupo de 2015; b: Diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de 2016 y 2017.

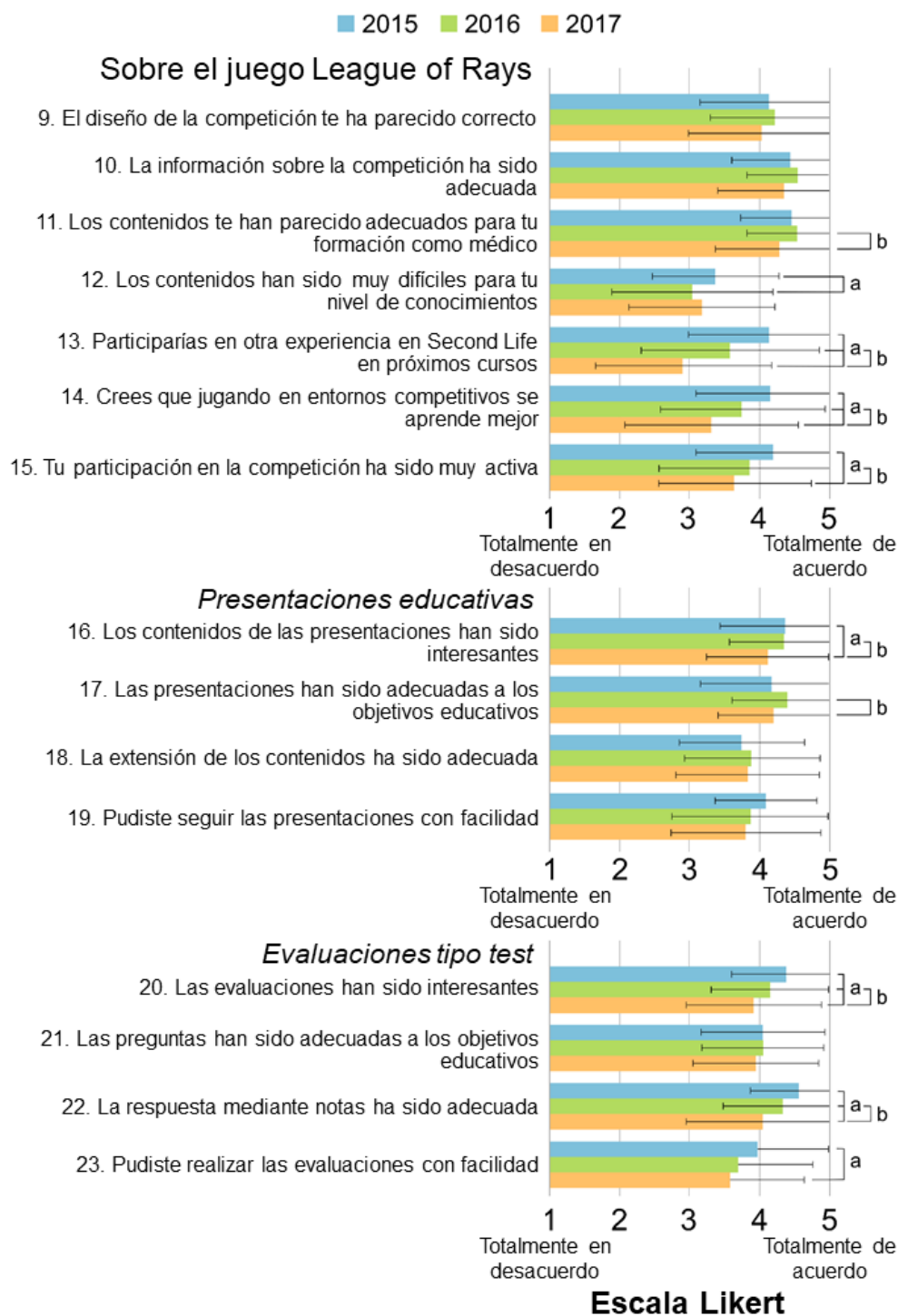


Figura IV.6. Percepciones de los estudiantes sobre la experiencia de Second Life. Las barras azules representan el grupo de 2015 (número de encuestados  $n = 77$ ), las barras verdes representan el grupo de 2016 (número de encuestados  $n = 164$ ) y las barras naranjas representan el grupo de 2017 (número de encuestados  $n = 166$ ). Las respuestas se informaron en una escala Likert de cinco puntos, donde 1 = totalmente en desacuerdo y 5 = totalmente de acuerdo. Los indicadores de barras y barras de error representan la media  $\pm$  desviación estándar. a: Diferencias estadísticamente significativas respecto al grupo de 2015; b: Diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de 2016 y 2017.

**Tabla IV.3: Comparación de la percepción de los participantes respecto a las preguntas sobre la experiencia global sobre 10 puntos, entre la edición voluntaria (2015) y las dos ediciones obligatorias (2016 y 2017) del juego *League of Rays*.**

Enunciados	Edición 2015 <sup>a</sup>	Edición 2016 <sup>b</sup>		Edición 2017 <sup>c</sup>		
	Media (± DE)	Media (± DE)	Valor p <sup>d</sup>	Media (± DE)	Valor p <sup>d</sup>	Valor p <sup>e</sup>
<b>Experiencia global</b>	8,2 (±1,5)	7,8 (± 1,5)	0,031	7,1 (± 1,7)	<0,001	0,001
<b>Organización del proyecto</b>	8,5 (± 1,7)	8,8 (± 1,3)	0,479	8,5 (± 1,7)	0,697	0,173
<b>Entorno de la isla</b>	8,9 (± 1,1)	8,2 (± 1,7)	0,006	8,1 (± 2,1)	0,004	0,812
<b>Contenidos educativos</b>	8,6 (± 1,2)	8,6 (± 1,2)	0,675	8,4 (± 1,4)	0,329	0,490
<b>Beneficio educativo</b>	8,6 (± 1,7)	8,0 (± 1,7)	0,006	7,6 (± 1,9)	<0,001	0,095
<b>Profesor</b>	9,5 (± 1,1)	9,2 (± 1,0)	0,022	9,1 (± 1,1)	0,002	0,231
<b>Interacción con los compañeros</b>	8,1 (± 2,1)	6,7 (± 2,5)	<0,001	5,8 (± 2,7)	<0,001	0,004
<b>Presentaciones de cada etapa</b>	8,4 (± 1,2)	8,1 (± 1,6)	0,183	7,7 (± 1,8)	0,002	0,033
<b>Evaluaciones</b>	8,1 (± 1,3)	8,0 (± 1,4)	0,466	7,7 (± 1,8)	0,067	0,192
<b>Conectividad a Second Life</b>	8,4 (± 1,4)	7,7 (± 2,2)	0,049	7,1 (± 2,5)	0,001	0,067

DE: Desviación Estándar.

Nota: Comparación de las encuestas de opinión de la experiencia durante el juego *League of Rays* entre las dos ediciones obligatorias (2016 y 2017) y la edición voluntaria previa (2015) con datos publicados por Lorenzo-Álvarez [2020]. Los datos se muestran en una escala de 10 puntos.

<sup>a</sup>Número de participantes en el grupo de 2015 que respondió al cuestionario: N=77 (85,5 %).

<sup>b</sup>Número de participantes en el grupo de 2016 que respondió al cuestionario: N=163 (85,3 %).

<sup>c</sup>Número de participantes en el grupo de 2017 que respondió al cuestionario: N=166 (91,2 %).

<sup>d</sup>Valor *p* para el cambio de medias con respecto al grupo de 2015 determinado con la prueba U de Mann-Whitney.

<sup>e</sup>Valor *p* para el cambio de medias con respecto al grupo de 2016 determinado con la prueba U de Mann-Whitney.

Las puntuaciones en las escalas de 10 puntos (tabla IV.3) fueron menores en ambas ediciones obligatorias que en la edición voluntaria, y aún menores en 2017 que en 2016. A pesar de estas diferencias, entre las mejores puntuaciones de los grupos de participación obligatoria, destacó la figura del profesor, la organización del proyecto y los contenidos educativos. La valoración global de la experiencia obtuvo  $8,2 \pm 1,5$ ,  $7,8 \pm 1,5$  y  $7,1 \pm 1,7$  en 2015, 2016 y 2017 respectivamente ( $p < 0,05$ ).

Los cuestionarios fueron enviados por 38 hombres y 39 mujeres en 2015, 64 hombres y 10 mujeres en 2016 y 55 hombres y 111 mujeres en 2017. No se encontraron diferencias significativas entre ambos sexos en 2015, excepto en un solo enunciado sobre la facilidad de manejar Second Life. En 2016, las mujeres puntuaron de forma significativamente mayor dos enunciados sobre los test del juego y tres enunciados que abarcaban la organización del proyecto, el entorno de la isla y la figura del profesor. Notablemente, en 2017, las mujeres puntuaron significativamente mejor que los hombres 13 de los 23 enunciados de la escala Likert de 5 puntos y dieron mayor puntuación a todos los enunciados de 10 puntos excepto a uno de ellos.

#### **IV.1.5. Evaluación cualitativa de los cuestionarios de percepción**

Los participantes aportaron 100 comentarios abiertos en total, 56 (36,6 %) en los 164 cuestionarios de 2016 y 44 (26,5 %) en los 166 cuestionarios de 2017 (Tabla IV.4). Un total de 57 comentarios incluyeron códigos **positivos**, distribuidos en 5 subcódigos. Indicaron **aprecio** por la experiencia del juego en 42 comentarios (73,7 %), con términos como “interesante”, “atractivo”, “positivo”, “muy bueno” o “genial”. Reconocieron el **valor instructivo** del juego en 39 comentarios (59,5 %), usando expresiones como “formativo”, “útil” y “práctico”. Doce comentarios expresaron **gratitud** por el trabajo realizado para organizar la actividad. El juego fue reconocido como un método **divertido** o entretenido de aprender radiología en 10 comentarios. Finalmente, 3 comentarios expresaron la **disponibilidad** de los estudiantes para participar en futuras experiencias en Second Life. La reacción positiva de los participantes en la edición obligatoria de *League of Rays* indicó por qué lo encontraron una forma atractiva, eficiente y divertida de aprender, citando, por ejemplo: “*Se aprecia mucho el esfuerzo para crear contenido didáctico atractivo e innovador, demostrando que hay un gran interés en hacer que los estudiantes pongan en práctica sus conocimientos y aprendan de una forma distinta. Gracias*”.

Un total de 60 comentarios incluyeron códigos **negativos**, subcodificados en 7 categorías. En relación con **problemas técnicos** para el correcto funcionamiento de Second Life, se encontraron 21 comentarios (35,0 %). Hubo 17 comentarios (28,3 %) que mostraron desacuerdo con algunas **reglas de juego**. Quince comentarios (25,0 %) que reslataron la cantidad de tiempo invertido en el juego y el esfuerzo que les suponía, etrnndo en conflicto con el resto de las actividades académicas del curso, se subcodificaron como **carga cognitiva (t)**. Nueve comentarios que indicaron la dificultad de manejar la plataforma, mover el avatar o usar la cámara fueron etiquetados como **carga cognitiva (SL)**. Los estudiantes expresaron directa y específicamente en 6 comentarios que no les gustaba la plataforma **Second Life**. Otros comentarios negativos subcodificados en relación con el **cronograma** del juego, ya que la fase final estaba muy cerca en tiempo del periodo de exámenes finales, o con la **dificultad** de los test.

Sesenta y cinco comentarios se codificaron como **sugerencias** (para mejorar la experiencia) y se dividieron en 10 subcódigos. Veintinueve comentarios (44,6 %) en relación con las **evaluaciones** pedían conocer las respuestas correctas a los test de cada etapa. Se propusieron 11 comentarios (16,9 %) que sugerían modificaciones de las **reglas de juego**. Diez comentarios (15,4 %) indicaron que el juego debería organizarse en **otra plataforma** diferente a Second Life. Se subcodificaron otras sugerencias relativas a las **presentaciones**, proponiendo evitar la interacción con un panel cuando alguien lo está utilizando; otras, subcodificadas como **+ Second Life**, pidiendo usos adicionales de la plataforma virtual para recibir seminarios o clases; **nuevos contenidos**, proponiendo incluir otros temas en el juego (por ejemplo, sistema nervioso central); **wifi facultad**, sugiriendo que se mejorara la conexión wifi en la Facultad de Medicina para acceder a la plataforma; **acceso libre**, pidiendo de los contenidos del juego estuvieran disponibles en una página web o en el campus virtual; **calificaciones**, proponiendo que el juego tuviera un impacto en las calificaciones de la asignatura; y **no obligatorio**, declarando que la participación en la Liga de Rayos no debería ser obligatoria.

Finalmente, hubo 7 comentarios codificados como **otros**, que incluyeron dos subcódigos: **personal**, que expresaba la falta de interés en aplicaciones interactivas online o la asignatura de radiología, y **no interacción**, que especificaba la no interacción con los compañeros al tratarse de un juego individual.



## Codificación de comentarios abiertos

Primera capa códigos	Segunda capa subcódigos	Frecuencia		
		2016	2017	Total
<b>57</b> POSITIVOS	Aprecio	28	14	42
	Utilidad	23	16	39
	Gratitud	3	3	12
	Diversión	6	4	10
	Disponibilidad	3	0	3
<b>60</b> NEGATIVOS	Técnicos	14	7	21
	Reglas de juego	7	10	17
	Carga cognitiva (t)	10	5	15
	Carga cognitiva (SL)	5	4	9
	Second Life	1	5	6
	Cronograma	3	0	3
	Dificultad	2	1	3
<b>67</b> SUGERENCIAS	Evaluaciones	18	11	29
	Reglas de juego	8	3	11
	Otra plataforma	4	6	10
	Presentaciones	3	3	6
	+ Second Life	3	2	5
	Nuevos contenidos	3	2	5
	WiFi Facultad	3	1	4
	Acceso Libre	2	2	4
	Calificaciones	1	2	3
	No obligatorio	2	0	2
<b>7</b> OTROS	Personal	3	1	4
	No interacción	1	2	3

Figura IV.7. Esquema con la distribución de los códigos y subcódigos encontrados en comentarios abiertos de los cuestionarios enviados por los participantes en las ediciones obligatorias de 2016 y 2017.

Tabla IV.4: Tabla que muestra la codificación jerárquica de dos estratos y la clasificación de subcodificación de los comentarios abiertos proporcionados por los participantes de las ediciones 2016 y 2017 de *League of Rays*.

Códigos y subcódigos	2016	2017	Total
<b>Positivos</b>	<b>36</b>	<b>21</b>	<b>57</b>
Aprecio	28	14	42
Utilidad	23	16	39
Gratitud	3	3	12
Diversión	6	4	10
Disponibilidad	3	0	3
<b>Negativos</b>	<b>36</b>	<b>24</b>	<b>60</b>
Técnicos	14	7	21
Reglas de juego	7	10	17
Carga cognitiva (t)	10	5	15
Carga cognitiva (SL)	5	4	9
Second Life	1	5	6
Cronograma	3	0	3
Dificultad	2	1	3
<b>Sugerencias</b>	<b>39</b>	<b>26</b>	<b>67</b>
Evaluaciones	18	11	29
Reglas de juego	8	3	11
Otra plataforma	4	6	10
Presentaciones	3	3	6
+ Second Life	3	2	5
Nuevos contenidos	3	2	5
Wifi Facultad	3	1	4
Acceso libre	2	2	4
Calificaciones	1	2	3
No obligatorio	2	0	2
<b>Otros</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>7</b>
Personal	3	1	4
No interacción	1	2	3

Nota: Se proporcionan las frecuencias de subcódigo correspondiente. La carga cognitiva (t) se refiere al esfuerzo mental debido a la sobrecarga de tiempo que produce el juego. La carga cognitiva (SL) se refiere a esfuerzo mental que se produce al manejar Second Life.

## IV.2. Modelo abreviado – sólo anatomía

### IV.2.1. Participantes, evolución y resultado del juego

En el modelo abreviado (sólo anatomía) de *League of Rays* participaron 204 estudiantes de medicina de la Universidad de Málaga, distribuidos en 33 alumnos de 1º curso, 36 alumnos de 2º curso y 135 alumnos de 3º curso (matriculados en la asignatura Radiología), quienes debían ver los mismos contenidos y realizar las mismas tareas de las tres primeras semanas en ediciones anteriores (figura IV.8).

En la segunda etapa del juego fueron eliminados 42 participantes (20,6 %) que no habían entregado ningún cuestionario, de los cuales 7 (5,2 %) eran alumnos de 3º curso, 15 (41,7 %) de 2º curso y 20 (60,6 %) de 1º curso. Tras la tercera y última etapa, se eliminaron los participantes con menos de 15 puntos sobre un máximo de 45, 13 en total (7 de 3º curso, 3 de 2º curso y 3 de 1º curso).

Finalizaron el juego 149 participantes: 24 en la categoría metal, 31 en la categoría agua, 35 en la categoría grasa y 29 en la categoría aire. La figura IV.9 muestra el diagrama de flujo del juego con los resultados por curso. Tres alumnos con 44 puntos obtuvieron la categoría oro, 2 con 43 puntos la categoría plata y 6 con 42 puntos la categoría bronce, uno de ellos, alumno de segundo curso.



Figura IV.8. Escena con varios alumnos revisando los contenidos educativos de la primera semana de *League of Rays* 2018, dedicada a anatomía radiológica del tórax.

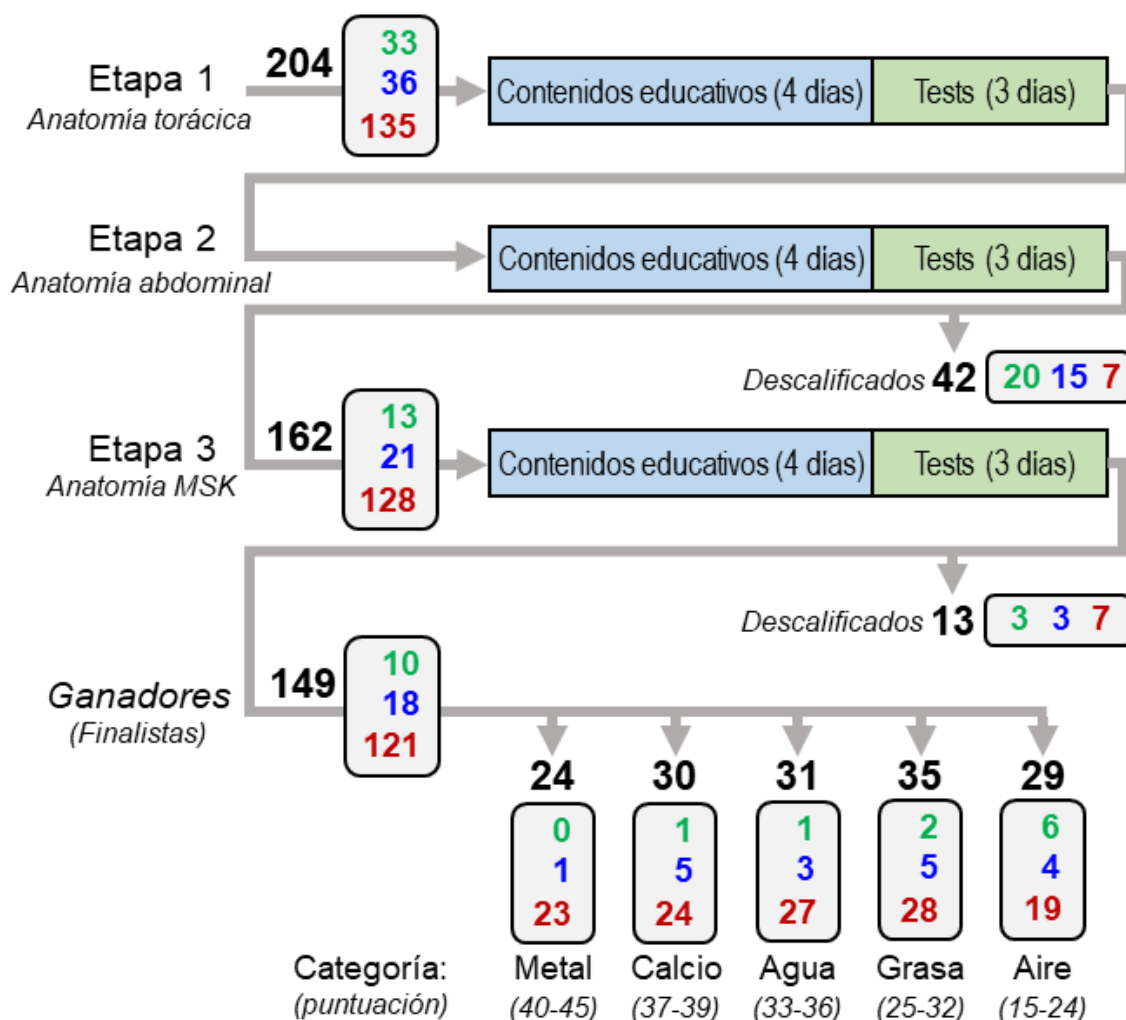


Figura IV.9. Diagrama de flujo que muestra la línea de tiempo del juego *League of Rays* (sólo anatomía) en la edición 2018. En cada etapa había cuatro días disponibles para ver el contenido educativo y los siguientes tres días para realizar los test asignados. El número de participantes en cada etapa se muestra a la izquierda y el número de participantes eliminados a la derecha. Los ganadores se dividieron en cinco categorías correspondientes a las densidades radiológicas (aire, grasa, agua, calcio y metal). Entre paréntesis se muestra la puntuación necesaria para cada categoría. Los números en verde corresponden a los estudiantes de 1º curso, en azul a los de 2º y en rojo a los de 3º. MSK: musculoesquelético.

#### IV.2.2. Evaluación cuantitativa de la percepción del juego

De los 204 participantes que comenzaron el juego, 108 (52,9 %) entregaron el cuestionario de percepción cumplimentado: 95 (87,9 %) de 3º curso, 10 (9,25 %) de 2º curso y 3 (2,8 %) de 1º curso. La muestra presentó una distribución normal tras evaluarlo con la prueba de Kolmorov-Smirnov en todos los enunciados del cuestionario excepto en el referente a la evaluación global de la conectividad.

En la valoración de la experiencia con una escala Likert de 5 puntos (tabla IV.5), los participantes mostraron escaso conocimiento previo de Second Life ( $1,6 \pm 1,3$ ). Se mostró un alto grado de acuerdo con que la iniciativa era interesante ( $4,6 \pm 0,6$ ) y que tanto los requisitos de conexión a Internet ( $4,6 \pm 0,8$ ) como los del ordenador utilizado ( $4,4 \pm 1,1$ ) permitían que funcionara la plataforma sin problemas. Los enunciados con mayor grado de desacuerdo fueron la facilidad para desenvolverse en Second Life ( $3,8 \pm 1,0$ ) y el beneficio del contacto con los compañeros para la formación ( $3,8 \pm 1,1$ ).

Se consideró muy adecuada la información sobre el juego *League of Rays* ( $4,8 \pm 0,5$ ), los contenidos ( $4,8 \pm 0,4$ ), las presentaciones ( $4,5 \pm 0,7$ ) y el uso de notas para responder a los test ( $4,8 \pm 0,7$ ). Los alumnos mostraron acuerdo con la afirmación de que jugando se aprende mejor ( $4,0 \pm 1,1$ ) y no consideraron los contenidos especialmente difíciles ( $2,9 \pm 1,1$ ).

En el estudio por subgrupos de diferentes cursos no se observaron diferencias significativas, excepto en la opinión sobre si la extensión del juego era adecuada, Los alumnos de 3º curso mostraron mayor grado de acuerdo que los de cursos inferiores ( $4,3 \pm 0,8$  versus  $3,8 \pm 0,8$ ;  $p = 0,020$ ).

En la calificación de la experiencia de 1 a 10 puntos (tabla IV.6), los elementos mejor valorados fueron el profesor ( $9,6 \pm 0,7$ ) y la organización del proyecto ( $9,4 \pm 0,8$ ), seguidos de los contenidos educativos ( $9,1 \pm 0,9$ ) y el entorno de la isla ( $9,1 \pm 1,1$ ). La experiencia globalmente se valoró con  $8,7 \pm 1,0$  puntos y el ítem peor puntuado fue la interacción con los compañeros ( $7,5 \pm 2,1$ ). Sólo se encontraron diferencias significativas en la calificación de la conectividad a Second Life, puntuada más alta por los alumnos de 3º curso que por los de cursos inferiores ( $8,8 \pm 1,2$  versus  $7,9 \pm 1,2$ ;  $p = 0,019$ ).

Tabla IV.5: Resultados de las opiniones de los participantes en la edición 2018 de *League of Rays* sobre los distintos aspectos de la experiencia en una escala Likert de 5 puntos.

	Participantes <sup>a</sup>	3º curso <sup>b</sup>	1º y 2º curso <sup>c</sup>	
	Media (± DE)	Media (± DE)	Media (± DE)	Valor p <sup>d</sup>
<b>Sobre Second Life</b>				
Iniciativa interesante	4,6 (± 0,6)	4,6 (± 0,6)	4,8 (± 0,4)	0,461
Entorno atractivo	4,6 (± 0,7)	4,6 (± 0,6)	4,1 (± 1,1)	0,101
Conocimiento previo	1,6 (± 1,3)	1,6 (± 1,4)	1,3 (± 0,9)	0,663
Desenvuelve con facilidad	3,8 (± 1,0)	3,8 (± 1,0)	3,5 (± 0,9)	0,150
creación y gestión avatar	4,2 (± 0,9)	4,2 (± 0,9)	4,2 (± 0,9)	0,983
Requisitos del ordenador	4,4 (± 1,0)	4,5 (± 1,0)	4,1 (± 1,1)	0,097
Requisitos de Internet	4,6 (± 0,8)	4,6 (± 0,7)	4,4 (± 1,0)	0,492
Contacto con compañeros	3,8 (± 1,1)	3,8 (± 1,1)	3,5 (± 1,2)	0,343
<b>Sobre League of Rays</b>				
Diseño competición correcto	4,5 (± 0,7)	4,5 (± 0,7)	4,3 (± 0,8)	0,391
Información adecuada	4,8 (± 0,5)	4,8 (± 0,5)	4,8 (± 0,4)	0,594
Contenidos adecuados	4,8 (± 0,4)	4,8 (± 0,4)	4,7 (± 0,5)	0,387
Contenidos muy difíciles	2,9 (± 1,1)	2,9 (± 1,1)	2,6 (± 0,9)	0,421
Participarías otra experiencia	4,4 (± 0,8)	4,3 (± 0,9)	4,6 (± 0,5)	0,306
Jugando se aprende mejor	4,0 (± 1,1)	4,0 (± 1,1)	3,9 (± 1,0)	0,690
Participación muy activa	4,1 (± 0,8)	4,1 (± 0,9)	4,0 (± 0,8)	0,569
<b>Presentaciones educativas</b>				
Contenidos interesantes	4,4 (± 0,7)	4,4 (± 0,7)	4,5 (± 0,5)	0,661
Presentaciones adecuadas	4,5 (± 0,7)	4,5 (± 0,7)	4,3 (± 0,8)	0,245
Extensión adecuada	4,3 (± 0,8)	4,3 (± 0,8)	3,8 (± 0,8)	0,020
Puede seguirlas con facilidad	4,2 (± 0,9)	4,3 (± 0,8)	3,7 (± 1,2)	0,088
<b>Evaluaciones tipo test</b>				
Evaluaciones interesantes	4,6 (± 0,8)	4,6 (± 0,8)	4,2 (± 0,7)	0,108
Preguntas adecuadas a objetivos	4,5 (± 0,9)	4,5 (± 0,9)	4,4 (± 0,7)	0,679
Respuesta con notas adecuada	4,8 (± 0,7)	4,8 (± 0,7)	4,6 (± 0,6)	0,526
Puede realizarlas con facilidad	4,2 (± 1,0)	4,2 (± 1,0)	3,9 (± 0,9)	0,223

DE: Desviación Estándar.

Nota: Comparación de las encuestas de opinión sobre aspectos concretos de Second Life y *League of Rays* durante el juego *League of Rays* entre los diferentes grupos de la edición abreviada (2018). Los datos se muestran en una escala de 1 (totalmente en desacuerdo) a 5 (totalmente de acuerdo).

<sup>a</sup>Número total de participantes que respondieron al cuestionario: n = 108 (52,9 %).

<sup>b</sup>Número de participantes en el grupo de tercer curso que respondieron al cuestionario: n = 95 (46,5 %).

<sup>c</sup>Número de participantes en los grupos de primer y segundo que respondieron al cuestionario: n = 13 (6,4 %).

<sup>d</sup>Valor p para el cambio de medias con respecto al grupo de tercer curso determinado con la prueba U de Mann-Whitney.

**Tabla IV.6: Calificación de la experiencia *League of Rays* 2018 una escala de 1 a 10 puntos**

	Participantes <sup>a</sup>	3º curso <sup>b</sup>	1º y 2º curso <sup>c</sup>	
	Media (± DE)	Media (± DE)	Media (± DE)	Valor P <sup>d</sup>
<b>Experiencia globalmente</b>	8,7 (± 1,0)	8,7 (± 1,0)	8,6 (± 0,7)	0,837
<b>Organización del proyecto</b>	9,4 (± 0,8)	9,5 (± 0,8)	9,2 (± 1,0)	0,237
<b>El entorno de la isla</b>	9,1 (± 1,1)	9,2 (± 1,0)	8,6 (± 1,6)	0,209
<b>Contenidos educativos</b>	9,1 (± 0,9)	9,1 (± 0,9)	9,0 (± 0,9)	0,572
<b>Utilidad para tu formación</b>	9,0 (± 1,2)	8,9 (± 1,2)	9,1 (± 1,0)	0,797
<b>El profesor</b>	9,6 (± 0,7)	9,6 (± 0,7)	9,8 (± 0,4)	0,292
<b>Interacción con compañeros</b>	7,5 (± 2,1)	7,7 (± 2,0)	6,5 (± 3,1)	0,289
<b>Las presentaciones</b>	8,6 (± 1,2)	8,7 (± 1,2)	8,1 (± 1,4)	0,105
<b>Las evaluaciones</b>	8,8 (± 1,1)	8,9 (± 1,1)	8,7 (± 1,0)	0,446
<b>La conectividad</b>	8,7 (± 1,3)	8,8 (± 1,2)	7,9 (± 1,2)	0,019

DE: Desviación Estándar.

Nota: Comparación de las encuestas de opinión de la experiencia global durante el juego *League of Rays* entre los diferentes grupos de la edición abreviada (2018). Los datos se muestran en una escala de 10 puntos.

<sup>a</sup>Número total de participantes que respondieron al cuestionario: n = 108 (52,9 %).

<sup>b</sup>Número de participantes en el grupo de tercer curso que respondieron al cuestionario: n = 95 (46,5 %).

<sup>c</sup>Número de participantes en los grupos de primer y segundo que respondieron al cuestionario: n = 13 (6,4 %).

<sup>d</sup>Valor p para el cambio de medias con respecto al grupo de tercer curso determinado con la prueba U de Mann-Whitney

### IV.2.3. Evaluación cualitativa de la percepción de los usuarios

Los participantes incluyeron 34 comentarios abiertos (31,5 %) en los 108 cuestionarios entregados, de los cuales 25 pertenecían a estudiantes de 3º curso y 9 a participantes de 1º y 2º curso (tabla IV.7). La proporción de alumnos de primeros cursos que proporcionaron comentarios abiertos fue considerablemente mayor, un 69,2 % frente un 26,3 %.

Se codificaron 28 comentarios como **positivos** (20 de 3º curso y 8 de 1º-2º curso), que se subcodificaron en 4 categorías. Al igual que en ediciones anteriores, la mayoría de los comentarios positivos (22 comentarios) indicaron **aprecio** por varios elementos del juego, como el “profesor”, el “nuevo formato breve”, la “voluntariedad”, las “presentaciones”, afirmando que recomendarán esta experiencia a futuros candidatos a participar. Hubo 14 comentarios que mencionaron la **utilidad** del juego como una mejora en el aprendizaje o una potencial aplicación del temario en la práctica clínica diaria. Tres

---

comentarios remarcaban que el juego fue “divertido” y “entretenido”, señalando el carácter **lúdico** de la experiencia y 2 comentarios de alumnos de 3º curso destacaron el carácter **innovador** de la actividad.

Se etiquetaron 16 comentarios con códigos **negativos** (11 de 3º curso y 5 de 1º-2º curso), que se subcodificaron en 5 categorías. En 6 comentarios se criticaron aspectos diversos de los **test**, tales como el sistema de colocar los test escondidos por la isla, que varios usuarios lo usaran simultáneamente o el contenido de las preguntas. Cinco comentarios se subcodificaron como **requisitos informáticos**, pues indicaban la dificultad para utilizar la plataforma de Second Life debido a la baja capacidad de los equipos informáticos de algunos participantes. Cuatro comentarios refirieron dificultades para visualizar las **presentaciones** correctamente. Sobre la **extensión** de la experiencia, una sola crítica indicó que la duración del juego era muy larga. Un participante remarcó no haber cooperado ni interactuado con ningún otro participante, subcodificándose su comentario como **interacción**.

Los códigos referentes a **sugerencias** se observaron en 9 comentarios abiertos (8 de 3º curso y 1 de cursos inferiores), subcodificándose en 5 categorías: **formato previo**, 3 participantes sugirieron incluir los contenidos de semiología de los que constaban las ediciones anteriores del juego; **plataforma alternativa**, 2 participantes mencionaron la posibilidad de trasladarlo a una plataforma *Moodle*, como en el campus virtual; **respuestas de los test**, 2 participantes pidieron que se publicaran las respuestas correctas a las preguntas de cada semana; **contenidos**, se propuso utilizar los contenidos conforme se vieran en la clase reglada de Radiología; y **calendario**, un estudiante sugirió modificar las fechas en las que se debía celebrar el juego.

Con el código **otros**, solo se codificaron dos comentarios con el subcódigo **no conocimiento previo**, en los que los participantes expresaron el bajo o nulo conocimiento que tenían sobre Second Life, antes de la experiencia en *League of Rays*.



Tabla IV.7: Codificación jerárquica de dos estratos de codificación y subcodificación de los comentarios abiertos proporcionados por los participantes de la edición abreviada de *League of Rays* 2018.

Códigos y subcódigos	3º Curso	1º y 2º Curso	Total
<b>Positivos</b>	<b>20</b>	<b>8</b>	<b>28</b>
<b>Aprecio</b>	16	6	22
<b>Utilidad</b>	11	3	14
<b>Lúdico</b>	1	2	3
<b>Innovación</b>	2	0	2
<b>Negativos</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	<b>16</b>
<b>Test</b>	5	1	6
<b>Requisitos informáticos</b>	3	2	5
<b>Presentaciones</b>	2	2	4
<b>Extensión</b>	1	0	1
<b>Interacción</b>	0	1	1
<b>Sugerencias</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>9</b>
<b>Formato previo</b>	3	0	3
<b>Plataforma alternativa</b>	2	0	2
<b>Respuestas de los test</b>	1	1	2
<b>Contenidos</b>	1	0	1
<b>Calendario</b>	1	0	1
<b>Otros</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>
<b>No conocimiento previo</b>	2	0	2

Nota: Se proporcionan las frecuencias de subcódigo correspondiente.

### IV.3. Modelo por equipos – Competición intrauniversitaria

#### IV.3.1. Participantes, evolución y resultado del juego

De los 185 matriculados en la asignatura Radiología, 52 (28,1 %) participaron en la competición *League of Rays* 2019, organizados en 13 equipos de cuatro miembros. La figura IV.10 muestra un esquema del desarrollo del juego, en el que no hubo eliminaciones. Los participantes debían realizar las mismas actividades individuales de las ediciones anteriores (figura IV.11). Además, debían realizar una tarea por equipos en las tres últimas semanas, distinguiendo imágenes normales o patológicas (N/P) (figura IV.12). La tabla IV.8 muestra los resultados semanales de los test y de las tareas N/P, junto a la puntuación final de cada equipo. La correlación entre la puntuación del juego y la suma acumulada de respuestas acertadas para cada equipo fue excelente, con un coeficiente de Pearson de 0,973. En total, hubo 21 test y 4 tareas N/P no entregados.

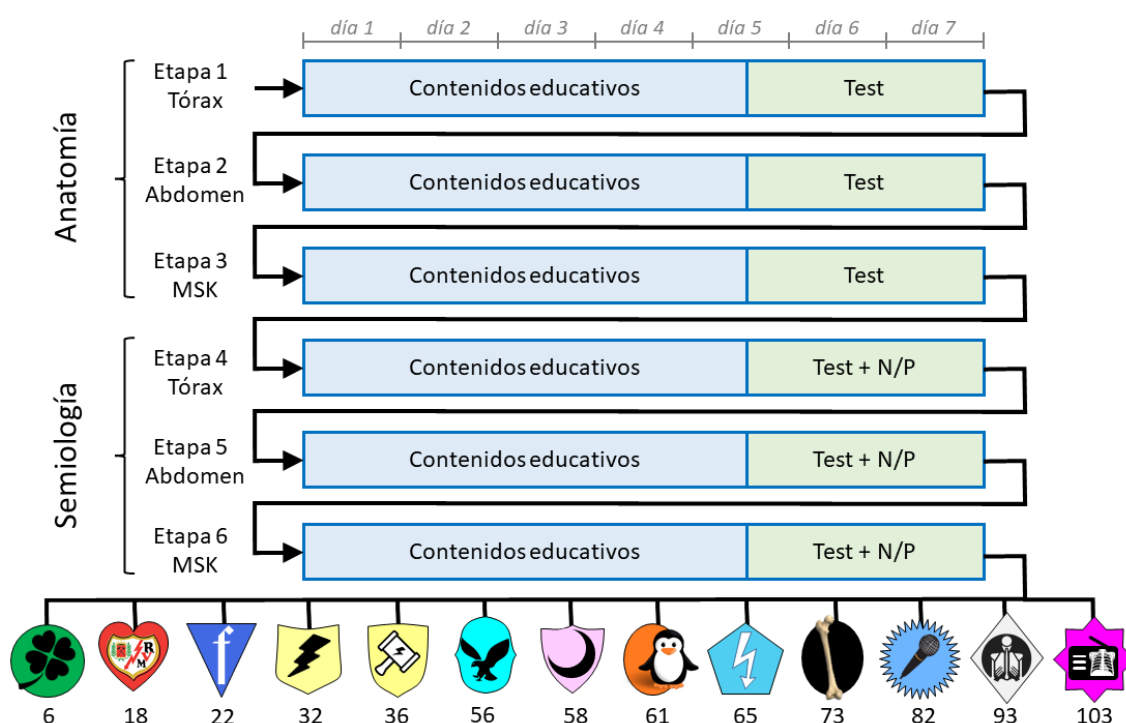


Figura IV.10. Diagrama que representa el flujo del juego *League of Rays* basado en equipos. Abajo se muestran los 13 equipos con los puntos conseguidos al final de la competición, junto con el escudo que los representa. Tests: Tests individuales de opción múltiple de 15 preguntas. N/P: Tarea "Normal o Patológica" a responder por equipos.

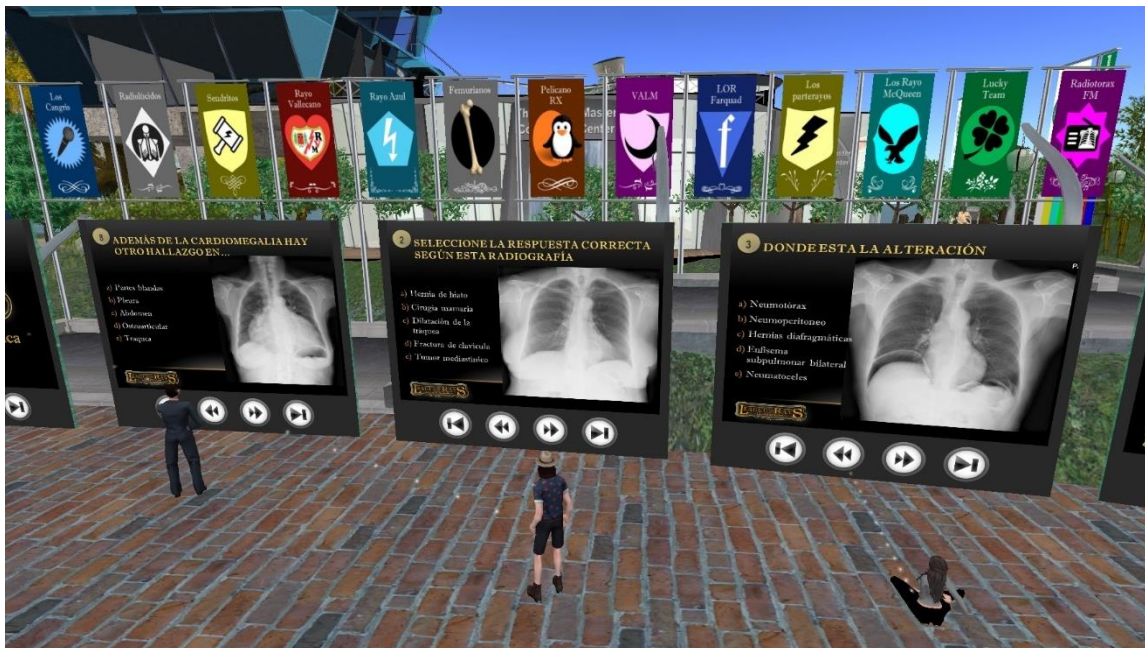


Figura IV.11. Escena con varios estudiantes resolviendo test individuales en la edición por equipos de 2019. Pueden verse los estandartes con el emblema de los trece equipos, presidiendo la explanada central.

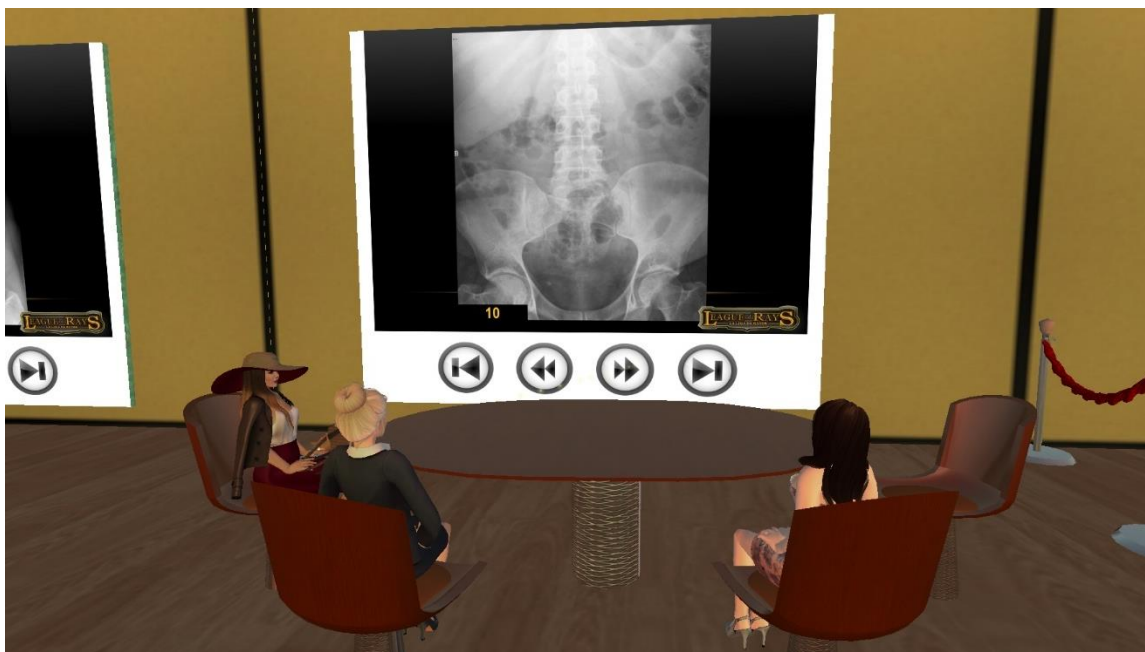


Figura IV.12. Escena con varios estudiantes resolviendo una tarea normal o Patológico (N/P) en la edición por equipos de 2019. Se mostraba una presentación con 20 imágenes radiográficas, de las que 12 correspondían a casos normales. Los alumnos desconocían esta proporción. Debían identificar los casos normales y describir correctamente la patología en los 8 casos restantes enviando una nota al avatar del juego (Leaguefrays).

**Tabla IV.8: Resultados de los 13 equipos participantes clasificados según la clasificación final.**

Equipos	Test semanales			Tareas N/P			Puntos finales
	Aciertos <sup>a</sup>	(%) <sup>a</sup>	Test no entregados	Aciertos <sup>b</sup>	(%) <sup>b</sup>	Test no entregados	
<b>Radiotórax FM</b>	333	92,5	0	55	97,0	0	103
<b>Radiolúcidos</b>	297	82,5	0	54	90,0	0	93
<b>Los Cangris</b>	305	84,7	0	51	85,0	0	82
<b>Femurianos</b>	275	76,4	1	44	73,3	0	73
<b>Rayo Azul</b>	239	66,4	1	46	76,7	0	65
<b>Pelicano RX</b>	254	70,6	0	45	75,0	0	61
<b>VALM</b>	258	71,7	0	44	73,3	0	58
<b>Los Rayo McQueen</b>	278	77,2	1	24	40,0	1	56
<b>Sendritos</b>	210	58,3	1	50	66,7	0	36
<b>Los Parterayos</b>	215	59,7	1	51	68,3	0	32
<b>LOR Farquard</b>	176	48,9	5	31	51,7	0	22
<b>Rayo Vallecano</b>	149	41,4	4	29	48,3	0	18
<b>Lucky Team</b>	145	40,3	7	0	0,0	3	6

N/P: Normal/Patológico

<sup>a</sup>Número de respuestas correctas de los test semanales sobre un máximo de 360 puntos (15 puntos x 6 semanas x 4 participantes).

<sup>b</sup>Número de respuestas correctas de las tareas N/P sobre un máximo de 60 puntos (20 puntos x 3 tareas).

### **IV.3.2. Impacto en el aprendizaje**

Las preguntas sobre la carga cognitiva al final de la tercera y sexta semanas fueron contestadas por 46 (88,5 %) y 31 (59,6 %) participantes, respectivamente. El esfuerzo mental para utilizar Second Life fue significativamente menor durante las tres primeras semanas, con una carga cognitiva de  $3,8 \pm 2,5$  frente a  $5,7 \pm 2,0$  ( $p < 0,001$ ). No se observaron diferencias significativas en el esfuerzo mental respecto a la revisión del contenido educativo, con una carga cognitiva de  $5,7 \pm 1,1$  frente a  $5,8 \pm 1,5$ , o respecto a la realización de los test, con una carga cognitiva de  $6,0 \pm 1,8$  frente a  $6,5 \pm 1,6$ .

La media de porcentaje de respuestas correctas (tabla IV.9) en los test del juego fue mayor en las tres etapas de anatomía que en las tres de semiología, ( $75,5 \pm 19,5$

frente a  $68,5 \pm 20,5$ ;  $p = 0,009$ ), aunque el menor porcentaje de aciertos fue en el bloque de anatomía torácica. El porcentaje de respuestas correctas en las tareas N/P fue  $72,0 \pm 17,0$  %, con peor resultado en las tareas de tórax. No se entregaron 4 tareas de 39 posibles (tabla IV.10).

**Tabla IV.9: Respuestas correctas en los test individuales durante el juego junto al número de test no entregados.**

	Repuestas correctas		No entregados	
	Media $\pm$ DE	(%) <sup>a</sup>	n	(%) <sup>b</sup>
Etapa 1: Anatomía torácica	8,9 $\pm$ 2,9	59,6 $\pm$ 19,6	3	5,8
Etapa 2: Anatomía abdominal	12,3 $\pm$ 2,0	82,0 $\pm$ 13,4	5	9,6
Etapa 3: Anatomía ME	12,8 $\pm$ 2,1	85,3 $\pm$ 13,8	3	5,8
<b>ANATOMÍA</b>	<b>11,3 <math>\pm</math> 2,9</b>	<b>75,5 <math>\pm</math> 19,5</b>	<b>11</b>	<b>7,1</b>
Etapa 4: Semiología torácica	10,4 $\pm$ 3,2	69,6 $\pm$ 21,4	5	9,6
Etapa 5: Semiología abdominal	10,8 $\pm$ 3,3	72,0 $\pm$ 21,9	3	5,8
Etapa 6: Semiología ME	9,6 $\pm$ 2,6	64,1 $\pm$ 17,7	2	3,8
<b>SEMIOLOGÍA</b>	<b>10,3 <math>\pm</math> 3,1</b>	<b>68,5 <math>\pm</math> 20,5</b>	<b>10</b>	<b>6,4</b>
<b>TOTAL</b>	<b>10,8 <math>\pm</math> 3,4</b>	<b>72,0 <math>\pm</math> 20,3</b>	<b>21</b>	<b>6,7</b>

n: Número de test no entregados por los estudiantes. DE: Desviación Estándar. ME: Musculoesquelético.  
Nota: Los valores en negrita indican los resultados del total de test de anatomía, semiología o el total del juego.

<sup>a</sup>Porcentaje calculado sobre 15 preguntas de cada test.

<sup>b</sup>Porcentaje calculado respecto a 52 test semanales.

**Tabla IV.10: Respuestas correctas en las tareas “Normal o Patológico” durante el juego, junto al número de tareas no entregadas.**

	Respuestas correctas		No entregadas	
	Media $\pm$ DE	(%) <sup>a</sup>	n	(%) <sup>b</sup>
Tarea N/P Tórax	13,3 $\pm$ 3,7	66,7 $\pm$ 18,6	1	7,7
Tarea N/P Abdomen	15,0 $\pm$ 3,7	75,0 $\pm$ 18,7	1	7,7
Tarea N/P Musculoesquelético	14,9 $\pm$ 2,5	74,5 $\pm$ 24,7	2	15,4
<b>TOTAL</b>	<b>14,4 <math>\pm</math> 3,4</b>	<b>72,0 <math>\pm</math> 17,0</b>	<b>4</b>	<b>10,2</b>

n: Número de tareas no entregadas por los estudiantes. DE: Desviación Estándar.

Nota: Los valores en negrita indican los resultados del total de tareas “Normal o Patológico” (N/P).

<sup>a</sup>Porcentaje calculado sobre 20 preguntas de cada tarea.

<sup>b</sup>Porcentaje calculado respecto a 13 tareas de cada localización anatómica, siendo 39 en total.

Ciento veintiocho alumnos asistieron a la sesión de clausura del juego, 45 participantes y 83 no participantes, los cuales realizaron el test postexposición (tabla IV.11). Los participantes obtuvieron mejores resultados que los no participantes, con diferencias significativas ( $p = 0,009$ ) en las preguntas de semiología. El porcentaje de respuestas en blanco para los participantes fue de  $2,4 \pm 5,2$  %, mientras que para los no participantes fue de  $4,6 \pm 6,7$  % ( $p = 0,007$ ).

**Tabla IV.11: Porcentaje de respuestas correctas y en blanco en los test postexposición (media  $\pm$  desviación estándar) un mes tras el juego.**

	Respuestas correctas			Respuestas en blanco		
	Participantes	No participantes	Valor $p$	Participantes	No participantes	Valor $p$
<b>Anatomía</b>	69,6 $\pm$ 13,3	65,5 $\pm$ 11,7	0,094	0,4 $\pm$ 1,0	0,9 $\pm$ 1,7	0,054
<b>Semiología</b>	51,6 $\pm$ 13,5	40,8 $\pm$ 12,2	<0,001	2,0 $\pm$ 2,5	3,7 $\pm$ 4,7	0,009
<b>Total</b>	60,6 $\pm$ 11,9	53,2 $\pm$ 10,6	0,001	2,4 $\pm$ 3,2	4,6 $\pm$ 5,7	0,007

Participantes (n = 45). No participantes (n = 83).

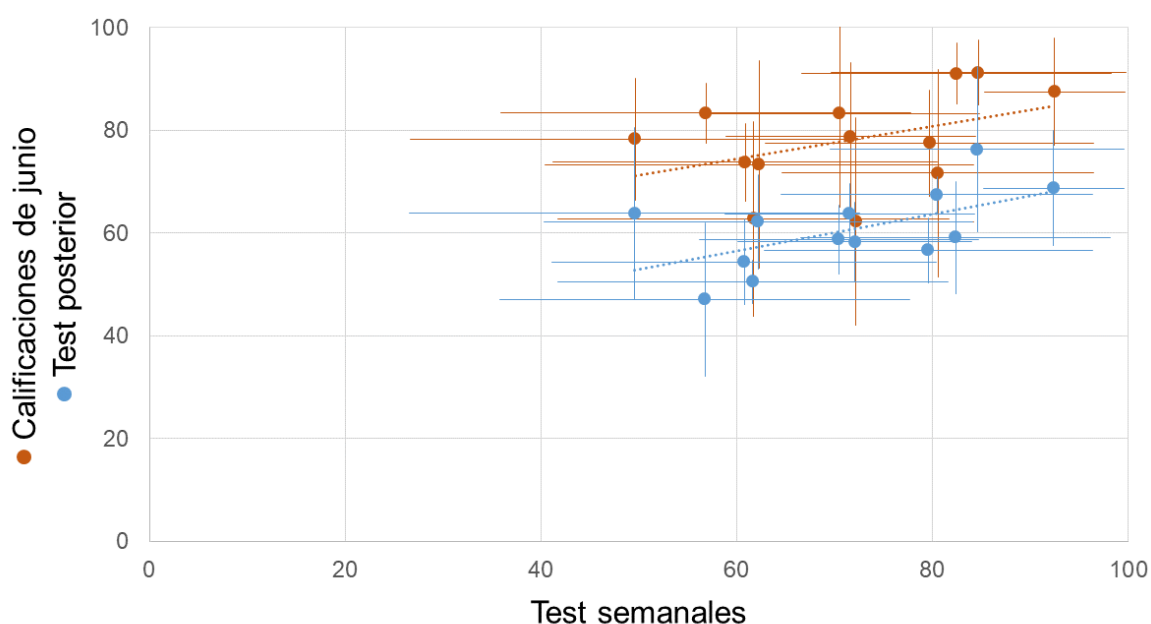


Figura IV.13. Gráfico que muestra la correlación de los resultados obtenidos por cada equipo en los test semanales del juego con los resultados obtenidos en el test postexposición (puntos azul claro; coeficiente de Pearson = 0,572) y con las notas del curso (puntos naranjas; coeficiente de Pearson = 0,425). Los datos son las puntuaciones medias obtenidas por los equipos, expresadas en porcentaje. Las barras de error representan la desviación estándar

En la convocatoria de junio, realizaron el examen final 49 (94,2 %) participantes y 96 (72,1 %) no participantes, cuyas calificaciones fueron  $79,2 \pm 15,3$  y  $71,3 \pm 19,5$ , respectivamente ( $p = 0,021$ ). La media de respuesta correctas por equipos mostró una baja correlación con las calificaciones finales (coeficiente de correlación de Pearson = 0,425), pero una correlación moderada con los test postexposición (coeficiente de correlación de Pearson = 0,572).

#### **IV.3.3. Validación del cuestionario**

El cuestionario de evaluación de la experiencia fue completado por 35 participantes (67,3 %). El cuestionario presentó una consistencia interna alta en los tres constructos comprendidos por la experiencia de los estudiantes en Second Life ( $\alpha$  de Cronbach = 0,81), la percepción del juego ( $\alpha$  de Cronbach = 0,81) y la evaluación global del proyecto ( $\alpha$  de Cronbach = 0,95). El análisis de la prueba de correlación  $\tau$ -b de Kendall reveló una correlación positiva entre todos los pares de variables con respecto a la evaluación global de la experiencia ( $\tau$ -b > 0,41;  $p < 0,01$ ) y con respecto a la opinión de los participantes sobre la experiencia en Second Life ( $\tau$ -b > 0,25;  $p < 0,05$  en 19/21 combinaciones). En cambio, los resultados fueron dispares en el caso de la percepción de los estudiantes sobre el juego, encontrando una correlación positiva entre las variables 8, 9 y 10, en relación con el diseño, información y adecuación de los contenidos para la formación de la práctica médica ( $\tau$ -b > 0,34;  $p < 0,05$ ). En el análisis factorial del cuestionario, los resultados indicaron que la adecuación de la muestra para los enunciados relacionados con la experiencia de los estudiantes en Second Life fue moderada (índice KMO = 0,743); para los enunciados relacionados con la percepción de los estudiantes sobre el juego fue intermedia (índice KMO = 0,612); y para la evaluación global del proyecto fue excelente (índice KMO = 0,902).

#### **IV.3.4. Evaluación cuantitativa de la percepción de los participantes**

La opinión de los estudiantes sobre Second Life fue positiva en general, ya que los valores medios fueron mayores de  $4,0 \pm 1,0$  en una escala Likert de 5 puntos, exceptuando el enunciado "Te desenvuelves por Second Life con facilidad, sin problemas" en la que 8 estudiantes (22,9 %) mostraron desacuerdo, con puntuaciones de 1-2, obteniéndose un valor medio de  $3,6 \pm 1,2$  (figura IV.14). La opinión de los estudiantes sobre el juego fue muy positiva respecto al diseño, información y adecuación

de los contenidos para la formación médica, con valores medios mayores o iguales a  $4,5 \pm 0,7$  (figura IV.15). Los participantes estuvieron de acuerdo, con puntuaciones de 4-5, en haber trabajado en equipo durante el juego (82,9 %) y en haber aprendido mejor en juegos competitivos (74,3 %). Hubo algo de dispersión en las respuestas sobre la dificultad del contenido, donde el 34,3 % estuvo de acuerdo en que era difícil, el 22,9 % dio una respuesta neutral (3) y el 42,9 % no lo encontró difícil.

La mayoría de los estudiantes encontraron las presentaciones educativas y la evaluación del juego interesantes, apropiadas para los objetivos del aprendizaje, adecuadas y fáciles de seguir o llevar a cabo (figura IV.16). Finalmente, la calificación de la experiencia de 1 a 10 puntos obtuvo valores muy positivos (tabla IV.12), con un valor medio mayor o igual a 7,8, destacando el profesor, el contenido educativo y la utilidad del juego para la formación médica.

### Sobre Second Life

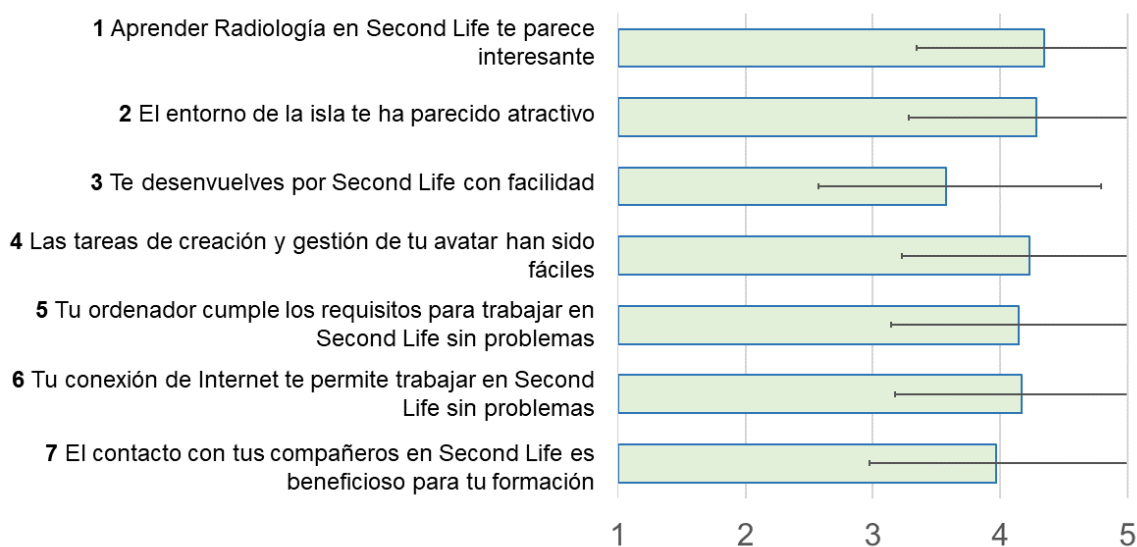


Figura IV.14. Diagrama de barras que expresa la media de los resultados del cuestionario de evaluación sobre Second Life en una escala Likert de cinco puntos (1: totalmente en desacuerdo. 5: totalmente de acuerdo). Las barras de error representan la desviación estándar.



### Sobre el juego League of Rays

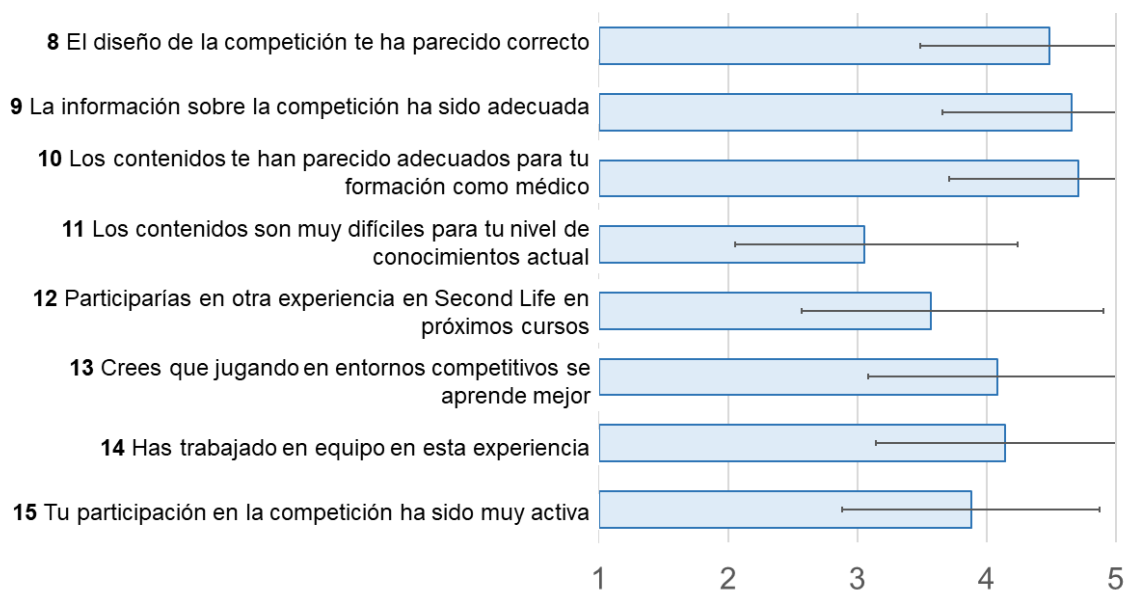


Figura IV.15. Diagrama de barras que expresa la media de los resultados del cuestionario de evaluación sobre el juego *League of Rays* en una escala Likert de cinco puntos (1: totalmente en desacuerdo. 5: totalmente de acuerdo). Las barras de error representan la desviación estándar.

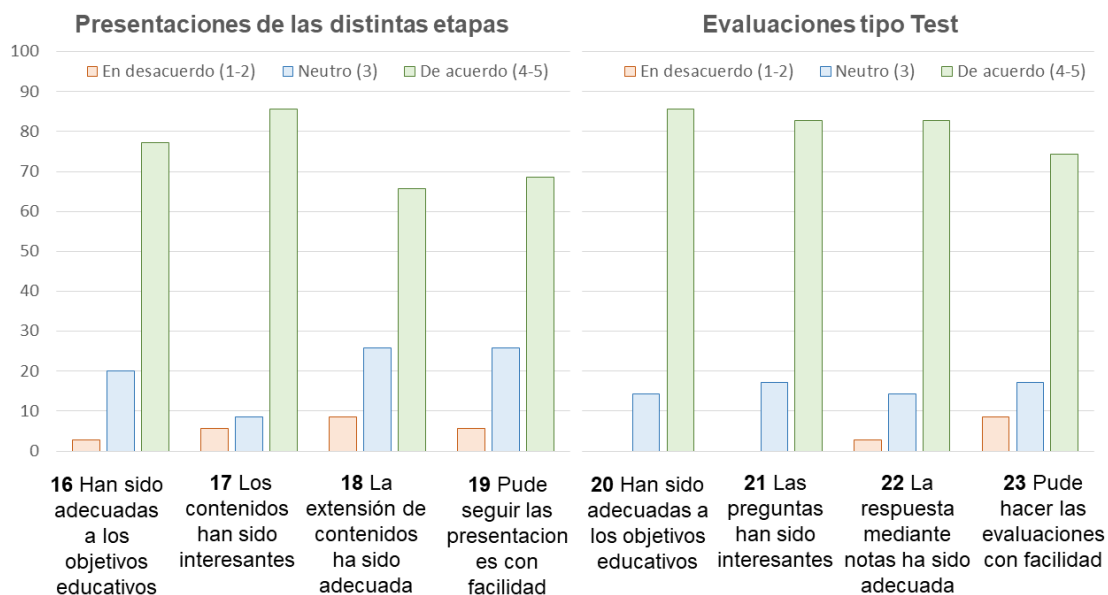


Figura IV.16. Diagrama de barras que expresa los resultados del cuestionario de evaluación de las presentaciones didácticas y las evaluaciones tipo test del juego en una escala tipo Likert de cinco puntos. Las barras expresan el porcentaje de estudiantes que estuvieron totalmente en desacuerdo o en desacuerdo (1-2), dieron una respuesta neutral (3) o estuvieron de acuerdo o totalmente de acuerdo (4-5).

**Tabla IV.12: Calificación de la edición por equipos intrauniversitaria *League of Rays* de 1 a 10 puntos**

Enunciados	Puntuación
Experiencia global	8,1 ± 1,3
Organización del proyecto	8,6 ± 1,2
Entorno de la isla	8,6 ± 1,7
Contenidos educativos	8,8 ± 1,4
Beneficio educativo	8,7 ± 1,4
Profesor	9,3 ± 1,1
Interacción con los compañeros	7,8 ± 2,0
Presentaciones de cada etapa	8,4 ± 1,4
Evaluaciones	8,2 ± 1,3
Conectividad a <i>Second Life</i>	7,9 ± 1,9

Nota: Los resultados representan la media y desviación estándar de 35 cuestionarios por cada enunciado en una escala de 1 a 10.

#### IV.3.5. Evaluación cualitativa de los cuestionarios de percepción

Catorce de los 35 cuestionarios entregados (40,0 %) incluyeron comentarios abiertos. Diez de ellos incluyeron comentarios **positivos**, 8 de los cuales se subcodificaron como **aprecio**, pues incluían expresiones como “gran iniciativa”, “muy interesante”, o “altamente recomendado”; 7 comentarios mostraban aspectos relacionados con la naturaleza **formativa** de la experiencia, con expresiones como “he aprendido mucho”, “una gran ayuda para practicar con casos” o “me ha ayudado a entender la radiología”; 5 comentarios se codificaron como **diversión**, pues los estudiantes expresaron que encontraban el juego como un método entretenido o divertido de aprender. Otros comentarios positivos incluyeron los subcódigos **agradecimiento**, **disponibilidad** (para participar en futuras ediciones) y **motivación**, que indicaban expresamente estos aspectos de la experiencia. Algunos participantes incluyeron varios subcódigos positivos simultáneamente en sus comentarios, como, por ejemplo: *“Pienso que aprender a través de la competición es algo en lo que los jóvenes están muy interesados. Generalmente, no nos gusta perder, especialmente si es contra amigos, que vamos a ver al día siguiente en clase. Pienso que es una forma muy divertida de mantenerse al día en la asignatura y estar motivado durante el semestre”*.

Cinco respuestas abiertas incluyeron comentarios codificados como **negativos**. En cuatro ocasiones, referidos al **cronograma** del juego, indicando que este terminaba cerca del periodo de exámenes finales. Otros subcódigos negativos hacían referencia a aspectos **técnicos**, que limitaban el uso correcto de Second Life, la **dificultad** de los contenidos y la falta de **tiempo**, debido a tener mucho trabajo de otras asignaturas.

Los comentarios codificados como **sugerencias** se observaron en 8 cuestionarios. Cuatro de ellos propusieron **reglas de juego**, algunos describiendo un juego completamente diferente, y otros 4 sugerían un **cronograma** más temprano.

Finalmente, hubo 4 comentarios codificados como **equipo**, subcodificados en **selección de equipo**, que indicaba que los equipos debían ser elegidos por sus miembros en lugar de ser propuestos por la organización del juego, como se había hecho; **participación en equipo**, referido al hecho de que se debería pedir una mayor participación a los miembros de los equipos; **ayuda de equipo**, expresando la ayuda que prestaron algunos miembros a sus compañeros de equipo para resolver problemas técnicos; o **inconvenientes de equipo**, verbalizado como sigue: *“... el juego en equipo es algo más incómodo que la participación individual, pero al final el resultado ha sido bueno”*.

## IV.4. Modelo por equipos — Competición interuniversitaria

### IV.4.1. Participantes, evolución y resultados del juego

En las competiciones interuniversitarias de *League of Rays* desarrolladas en 2020 y 2021 participaron un total de 408 estudiantes de grado en Medicina de 20 universidades diferentes organizados en equipos de cuatro miembros, concretamente participaron 41 equipos de 15 universidades en 2020 y 61 equipos de 16 universidades en 2021 (tabla IV.13).

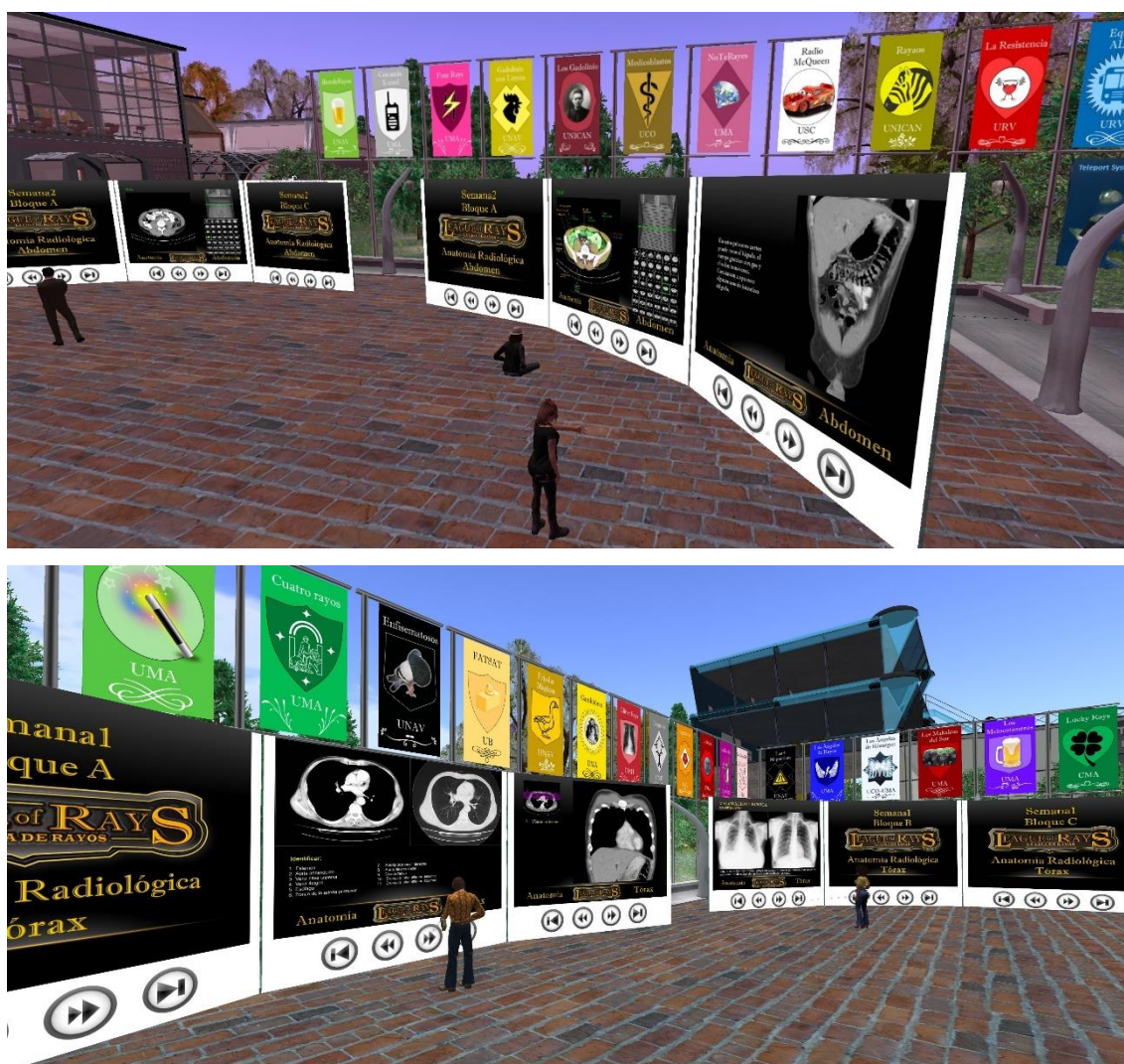


Figura IV.17. Capturas de pantalla que representan escenas de la competición interuniversitaria *League of Rays*. Varios estudiantes revisando los contenidos del bloque de anatomía de abdomen en 2020 (arriba) y el bloque de contenidos de anatomía torácica en 2021 (abajo). Obsérvese las banderas de colores y escudos de cada equipo, dispuestas alrededor de la explanada central.

**Tabla IV.13: Distribución por universidades de los equipos participantes en las dos ediciones interuniversitarias de *League of Rays*.**

Universidad	2020	Finalistas	Eliminados	2021	Finalistas	Eliminados
UAB	–	–	–	5	3	2
UAM	1	1	0	1	0	1
UB	–	–	–	2	2	0
UCA	–	–	–	1	0	1
UCO	1	1	0	2*	2*	0
UCM	–	–	–	2	2	0
UDG	2*	1*	1	1	0	1
UGR	1*	1*	0	2	1	1
ULL	2	2	0	–	–	–
UMA	12**	12**	0	20*	20*	0
UMH	–	–	–	9	6	3
UMU	3	2	1	1	1	0
UNAV	4	2	2	4	4	0
UNEX	2	2	0			
UNICAN	3	0	3	2	2	0
UNIOVI	1	1	0	4	4	0
URJC	2	2	0	3	1	2
URV	3	1	2	3	0	3
US	1	1	0	–	–	–
USC	3	1	2	–	–	–
<b>Total equipos</b>	41	28	13	61	47	14
<b>Total universidades</b>	15	14	6	16	12	8

\*Equipos mixtos: cada asterisco indica que se ha contabilizado dos veces un equipo.

Cada semana, los estudiantes tenían que visualizar los mismos contenidos educativos de las ediciones anteriores durante cuatro días y medio (figura IV.17). A continuación, debían responder test individuales y tareas por equipo, de anatomía las tres primeras semanas y las tareas N/P de la edición anterior las tres últimas semanas (figura IV.18). En 2020, fueron eliminados 13 equipos de 6 universidades, por lo que finalizaron el juego 28 equipos (68,3 %) de 14 universidades. En 2021, fueron eliminados 14 equipos de 8 universidades y finalizaron el juego 47 equipos (77,0 %) de 12 universidades. Las figuras IV.19 y IV.20 muestran el diagrama de flujo del juego en ambas ediciones.

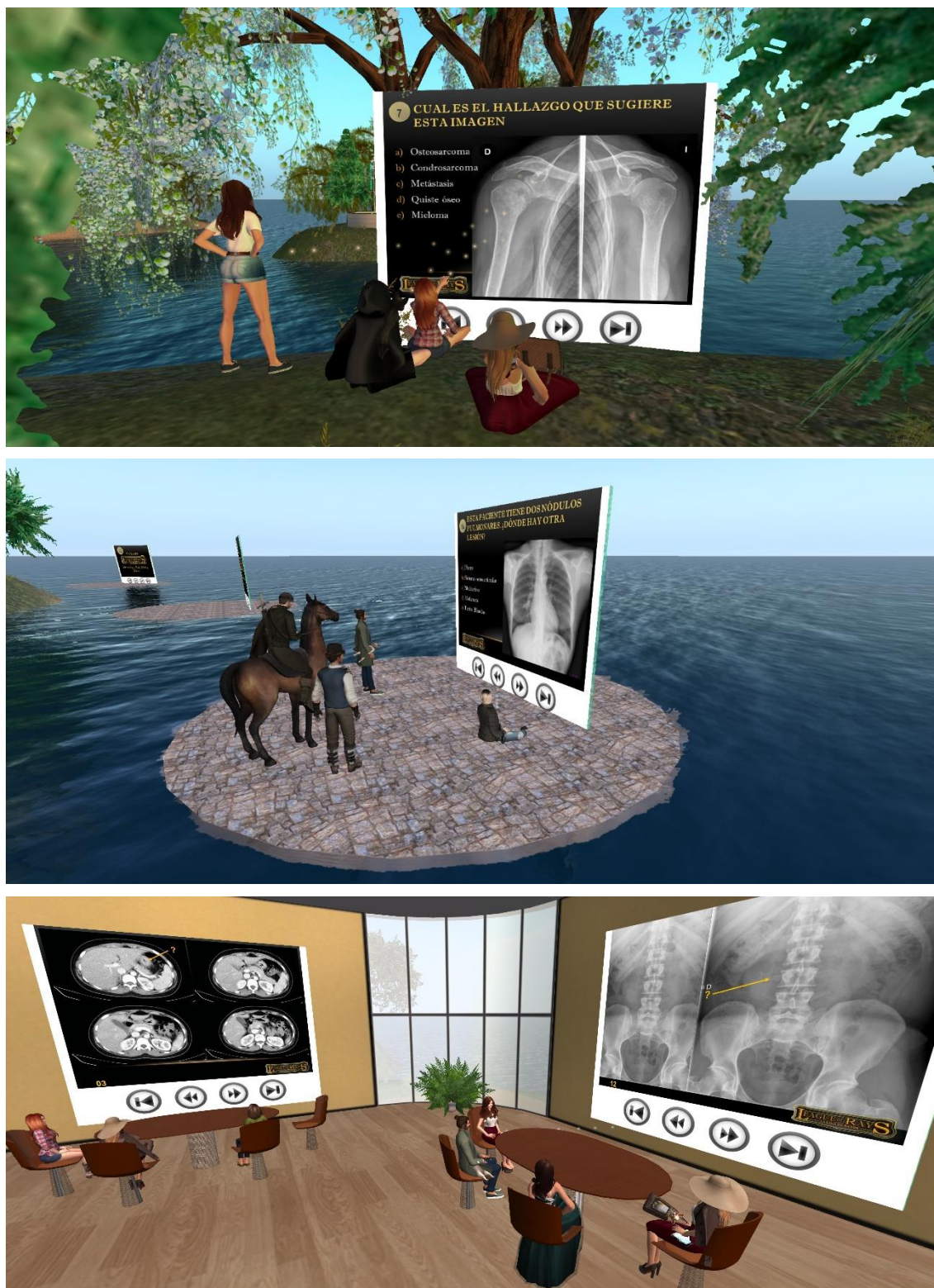


Figura IV.18. Capturas de pantalla que representan varias escenas de la competición interuniversitaria *League of Rays* en diferentes lugares de la isla: equipos de estudiantes frente a test de evaluación individuales, resolviéndolos conjuntamente (imágenes superior y central); estudiantes realizando las tareas por equipo de anatomía abdominal (abajo).

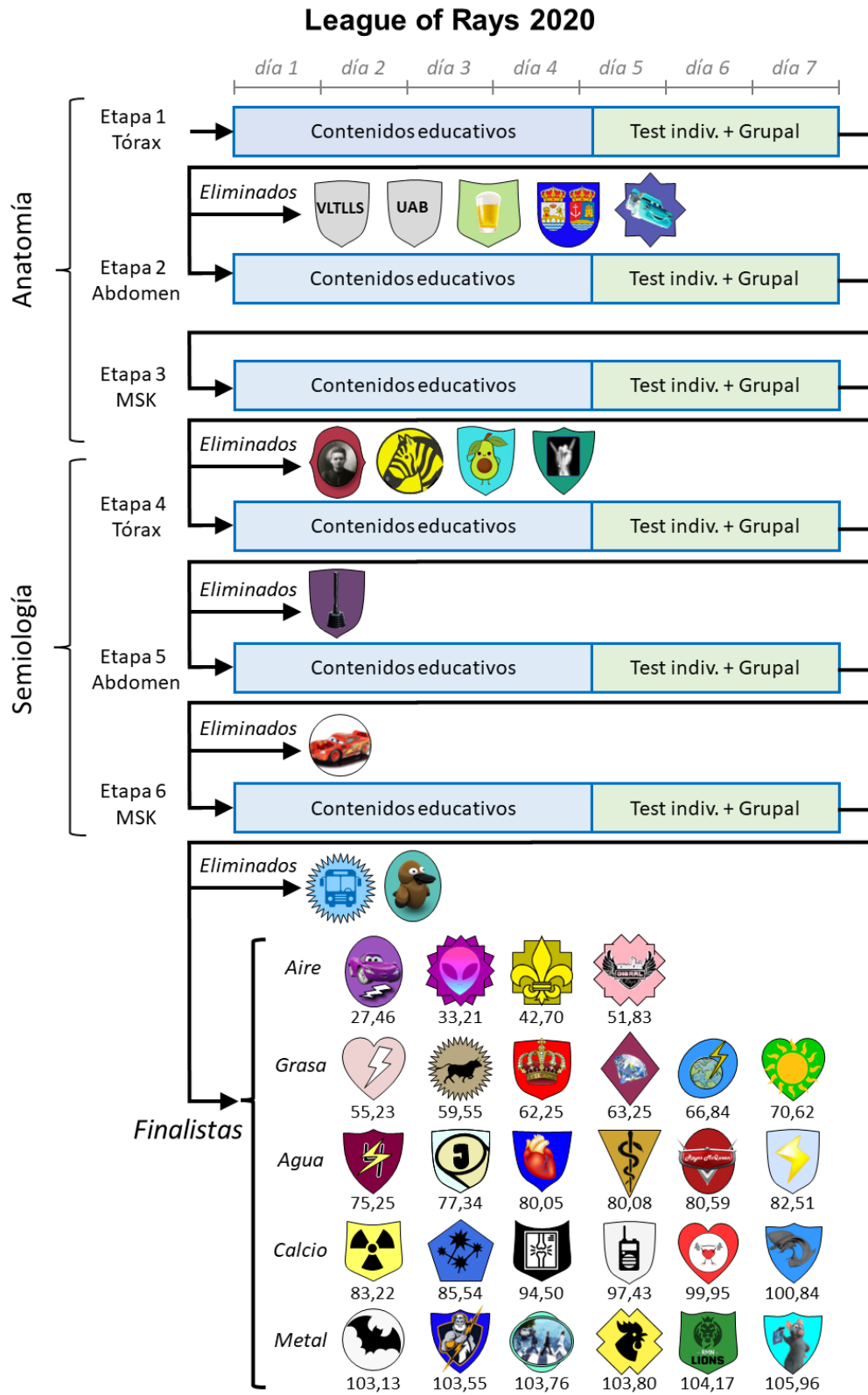


Figura IV.19. Diagrama de flujo del desarrollo de *League of Rays* 2020. Se muestran los 13 equipos eliminados en cada etapa y los 28 equipos finalistas, representados por sus respectivos emblemas.

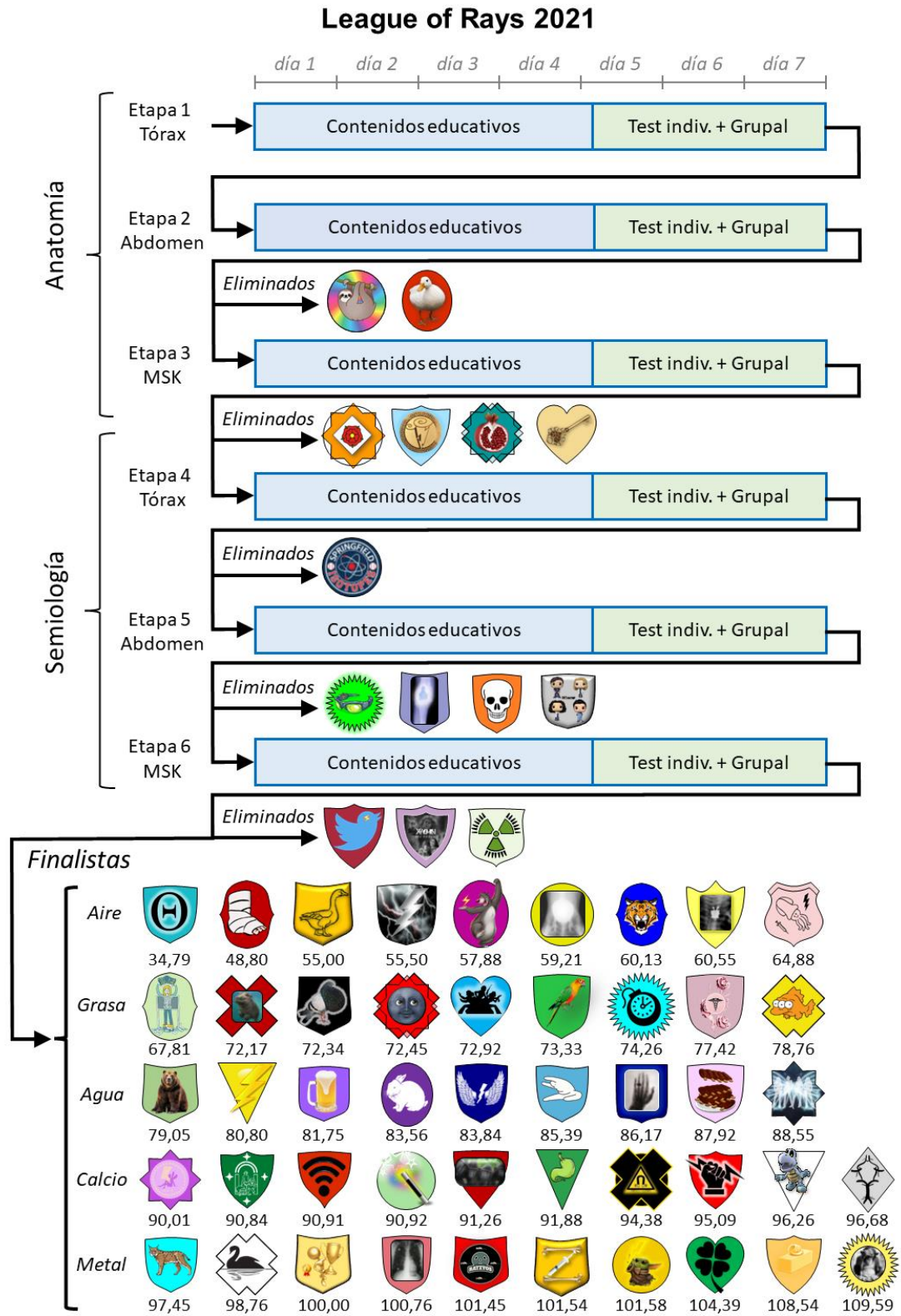


Figura IV.20. Diagrama de flujo del desarrollo de *League of Rays* 2021. Se muestran los 14 equipos eliminados en cada etapa y los 47 equipos finalistas representados por sus respectivos emblemas.



Tabla IV.14. Puntuaciones semanales y calificación final de los 28 equipos finalistas en la edición *League of Rays 2020*.

Equipos	Universidad	Semanas						Final
		1	2	3	4	5	6	
Raytatouille	USC	16,04	18,88	19,58	15,63	17,50	18,33	<b>105,96</b>
RMN Lions	UNEX	15,42	19,38	17,29	16,04	17,71	18,33	<b>104,17</b>
Gadolinio con Limón	UNAV	15,67	18,75	18,96	16,25	16,25	17,92	<b>103,80</b>
EMI Coalition	UNIOVI	13,33	19,17	18,96	16,88	16,25	19,17	<b>103,76</b>
Señores Rayográficos	UNEX	15,00	19,17	17,29	16,67	17,92	17,50	<b>103,55</b>
Batpeople	UAM	15,63	18,54	16,04	16,25	18,54	18,13	<b>103,13</b>
Los Aunt Minnie	UMU	16,88	18,75	16,25	15,83	18,13	15,00	<b>100,84</b>
La Resistencia	URV	10,96	18,75	19,79	16,67	17,08	16,70	<b>99,95</b>
Comando XMed	UMA	13,75	17,63	18,96	14,38	17,92	14,79	<b>97,43</b>
WARRx	ULL	14,17	17,08	18,33	12,63	15,83	16,46	<b>94,50</b>
Los Radiolúcidos	UMU	13,79	19,17	13,33	13,54	11,25	14,46	<b>85,54</b>
Stormy Rays	UMA	12,13	15,21	13,54	12,25	17,38	12,71	<b>83,22</b>
X-Rays	UMA	12,63	15,54	13,25	11,63	16,04	13,42	<b>82,51</b>
Rayos McQueen	UMA	15,29	12,71	11,46	11,38	15,46	14,29	<b>80,59</b>
Medicoblastos	UCO	10,42	13,33	17,29	10,42	14,58	14,04	<b>80,08</b>
GirUmaX	UDG-UMA	5,63	17,17	15,42	13,71	16,04	12,08	<b>80,05</b>
Medisolteros	ULL	10,00	16,46	11,88	11,04	14,63	13,33	<b>77,34</b>
Four Rays	UMA	12,08	15,21	9,00	15,83	7,92	15,21	<b>75,25</b>
Radio Fotónica	UMA-UGR	9,46	14,00	10,03	13,38	13,75	10,00	<b>70,62</b>
Raymundo	UMA	9,50	14,46	10,21	9,71	12,08	10,88	<b>66,84</b>
NoTeRayes	UMA	10,63	14,29	11,92	6,79	12,04	7,58	<b>63,25</b>
Rayo McQueens	URJC	7,21	14,75	12,63	8,50	9,79	9,67	<b>62,55</b>
ECÓgelo por los cuernos	US	11,25	13,13	9,83	7,71	9,21	8,42	<b>59,55</b>
Thundercitas	UMA	8,13	12,50	11,46	1,88	10,63	10,63	<b>55,23</b>
Gibral Rays	UMA	7,29	10,54	10,04	8,50	8,21	7,25	<b>51,83</b>
Javasimar	UNAV	6,13	10,88	7,69	4,58	8,04	5,38	<b>42,70</b>
Los Amis	UMA	3,33	5,54	8,92	3,58	8,17	3,67	<b>33,21</b>
Rayo McURJC	URJC	2,04	9,63	8,04	4,50	3,25	0,00	<b>27,46</b>
<b>MEDIA</b>	-	<b>11,21</b>	<b>15,38</b>	<b>13,84</b>	<b>11,65</b>	<b>13,63</b>	<b>12,69</b>	<b>78,39</b>
<b>DST</b>	-	<b>3,97</b>	<b>3,50</b>	<b>3,92</b>	<b>4,46</b>	<b>4,12</b>	<b>4,85</b>	<b>22,64</b>

Tablas IV.15. Puntuaciones semanales y calificación final de los 47 equipos finalistas en la edición *League of Rays 2021*.

Equipos	Universidad	Semanas						Final
		1	2	3	4	5	6	
<b>Gambitórax</b>	UMA	16,25	17,92	18,96	18,33	20,00	18,13	<b>109,59</b>
<b>FATSAT</b>	UB	18,75	19,38	18,33	17,29	17,29	17,50	<b>108,54</b>
<b>Lucky Rays</b>	UMA	16,25	16,25	18,13	17,71	17,92	18,13	<b>104,39</b>
<b>Rayodas</b>	UMA	14,92	17,29	17,50	15,00	18,54	18,44	<b>101,58</b>
<b>Seldinger Z</b>	UNIOVI	14,71	17,33	16,50	18,67	17,29	17,04	<b>101,54</b>
<b>Ratzyos</b>	UMA	15,21	15,83	18,33	17,29	17,29	17,50	<b>101,45</b>
<b>Glitter Rays</b>	UMH	13,21	14,08	18,96	17,21	17,92	19,38	<b>100,76</b>
<b>Campeones</b>	UMA	15,42	17,29	13,75	18,33	16,88	18,33	<b>100,00</b>
<b>Rayadas X las Placas</b>	UMA	15,83	17,92	18,13	13,54	18,13	15,21	<b>98,76</b>
<b>ECOrayos</b>	UAB	13,92	17,29	18,33	16,08	17,00	14,83	<b>97,45</b>
<b>Idiopatics</b>	UMH	15,00	16,88	18,96	13,96	17,71	14,17	<b>96,68</b>
<b>UCOcocolas Durales</b>	UCO	13,75	16,88	13,75	18,13	17,08	16,67	<b>96,26</b>
<b>Andachegas</b>	UMA	16,46	16,25	13,96	16,13	18,54	13,75	<b>95,09</b>
<b>Los 4 Magnéticos</b>	UNAV	13,67	15,50	16,25	17,50	16,46	15,00	<b>94,38</b>
<b>Radio Olé</b>	UAB	10,58	14,83	17,92	15,42	17,50	15,63	<b>91,88</b>
<b>Los Makakus del Sur</b>	UMA	13,54	16,46	14,38	15,42	15,21	16,25	<b>91,26</b>
<b>Avada Kedavra</b>	UMA	15,04	14,00	17,25	15,21	13,96	15,46	<b>90,92</b>
<b>REM2</b>	UNIOVI	12,08	16,75	18,13	15,54	15,83	12,58	<b>90,91</b>
<b>Cuatro Rayos</b>	UMA	15,00	17,08	12,92	13,96	17,50	14,38	<b>90,84</b>
<b>Win-X</b>	UMA	15,42	15,63	14,17	14,58	15,83	14,38	<b>90,01</b>
<b>Los ángeles de Röntgen</b>	UCO-UMA	11,88	16,04	15,83	13,96	16,67	14,17	<b>88,55</b>
<b>Mickey Mus</b>	UNIOVI	12,50	15,63	17,92	12,71	15,83	13,33	<b>87,92</b>
<b>(R)X-women</b>	UMA	13,25	16,17	13,33	15,04	15,63	12,75	<b>86,17</b>
<b>Malakito de Rayos</b>	UMA	14,50	14,38	17,50	11,42	15,21	12,38	<b>85,39</b>
<b>Los Ángeles de Rayos</b>	UMA	7,96	16,17	13,21	13,83	17,54	15,13	<b>83,84</b>
<b>Tamyos</b>	UMA	11,67	15,63	16,04	12,92	14,17	13,13	<b>83,56</b>
<b>Los Melocotoneros</b>	UMA	11,83	14,79	15,50	13,50	14,46	11,63	<b>81,71</b>
<b>Compirayos</b>	UMA	16,50	14,50	12,71	13,13	12,50	11,46	<b>80,80</b>
<b>The ribs</b>	UMA	10,63	15,21	13,33	10,25	16,25	13,38	<b>79,05</b>
<b>Equipo Nuclear</b>	UMH	14,79	18,13	11,46	9,42	14,83	10,13	<b>78,76</b>
<b>Las Rayos Mcqueenas</b>	UMA	10,83	14,21	12,54	12,92	16,92	10,00	<b>77,42</b>
<b>TIC TAC</b>	UAB	11,13	12,08	17,71	10,13	10,46	12,75	<b>74,26</b>

**Tablas IV.15 (continuación). Puntuaciones semanales y calificación final de los 47 equipos finalistas en la edición *League of Rays* 2021.**

Equipos	Universidad	Semanas						Final
		1	2	3	4	5	6	
<b>Los Eusebios</b>	UNAV	11,04	13,33	14,58	12,92	6,88	14,58	<b>73,33</b>
<b>Los Ángeles de Charlie</b>	UCM	9,50	16,71	17,75	7,54	12,54	8,88	<b>72,92</b>
<b>La Orden</b>	UMA	10,83	11,58	12,08	12,79	14,79	10,38	<b>72,45</b>
<b>Enfisematosos</b>	UNAV	12,71	14,58	12,71	8,96	10,21	13,17	<b>72,34</b>
<b>X-med</b>	UMH	7,29	13,04	11,46	12,58	14,88	12,92	<b>72,17</b>
<b>Pamimas</b>	UMH	8,17	12,42	11,46	4,88	14,00	16,88	<b>67,81</b>
<b>Las Xipis 25.0</b>	UMH	12,21	11,63	11,54	6,29	15,13	8,08	<b>64,88</b>
<b>RadioParra</b>	UNICAN	13,13	13,33	8,96	7,17	11,67	6,29	<b>60,55</b>
<b>Radiopacos</b>	UGR	12,46	12,04	18,17	7,75	0,00	9,71	<b>60,13</b>
<b>Las Rayadas</b>	UNICAN	9,75	11,46	13,96	7,29	7,92	7,50	<b>57,88</b>
<b>Vejigas Radiopacas</b>	UMU	8,75	13,75	15,63	3,33	7,50	10,25	<b>59,21</b>
<b>Rayos y Centellas</b>	URJC	12,29	10,00	10,42	5,83	7,50	9,46	<b>55,50</b>
<b>Frijoles Mágicos</b>	UNAV	7,29	12,92	12,29	11,25	1,67	9,58	<b>55,00</b>
<b>Anatopatosas</b>	UB	13,13	15,54	13,25	6,46	0,42	0,00	<b>48,80</b>
<b>M&amp;Ms</b>	UCM	8,58	13,21	0,00	4,79	6,29	1,92	<b>34,79</b>
<b>MEDIA</b>	-	<b>12,76</b>	<b>15,09</b>	<b>14,81</b>	<b>12,65</b>	<b>13,95</b>	<b>13,03</b>	<b>82,29</b>
<b>DST</b>	-	<b>2,70</b>	<b>2,10</b>	<b>3,49</b>	<b>4,18</b>	<b>4,85</b>	<b>4,13</b>	<b>17,12</b>

Tres de los equipos participantes estaban integrados por miembros de dos universidades diferentes. En 2020 los equipos **GirUmaX** y **Radio Fotónica**, compuestos tres miembros de la universidad de Málaga y un cuarto miembro de las universidades de Girona y Granada, respectivamente. En 2021, el equipo **Los Ángeles de Röntgen** estaba integrado por tres estudiantes de la Universidad de Córdoba y una de la universidad de Málaga.

Las tablas IV.14 y IV.15 muestran la lista de equipos finalistas de las ediciones 2020 y 2021 respectivamente, ordenados según la clasificación final, con los puntos obtenidos cada semana, respecto a un máximo de 20. En 2020, ganó la competición el equipo **Raytatouille**, integrado por estudiantes de tercer curso de la Universidad de Santiago de Compostela, con 105,96 puntos (88,3 %) de 120 puntos máximos. El que obtuvo menor puntuación fue **McURJC**, integrado por alumnos de 2º curso de la

Universidad Rey Juan Carlos, con 27,46 puntos (22,8 %). En 2021, ganó la competición el equipo **Gambitórax** de la Universidad de Málaga alcanzando 109,59 puntos (91,3 %). El equipo **M&Ms** de la Universidad Complutense obtuvo la menor puntuación de los finalistas, con 34,79 puntos (29,0 %). La puntuación final en la edición 2021 fue ligeramente superior a la de 2020, pero no se mostraron diferencias significativas (puntuación media  $82,29 \pm 17,12$  frente a  $78,39 \pm 22,64$ ;  $p = 0,402$ ).

La eliminación de los equipos obedeció al abandono de estos. Así, se descalificaron fundamentalmente los equipos que no entregaron ninguna tarea durante dos semanas seguidas. En la edición 2020 se descalificaron 5 equipos tras la primera semana, tres de ellos no respondieron a los correos de contacto y dos abandonaron voluntariamente el juego. En las tablas IV.16 y IV.17 se muestra la puntuación de los equipos eliminados en las ediciones de 2020 y 2021, respectivamente.

**Tabla IV.16. Puntuación obtenida por los equipos eliminados en cada una de las etapas en la edición 2020.**

Equipos	Universidad	Semanas						Total
		1	2	3	4	5	6	
(sin nombre)	UAB	0,00	-	-	-	-	-	0,00
VLTLLS	UAB	0,00	-	-	-	-	-	0,00
BiendeRayos	UNAV	0,00	-	-	-	-	-	0,00
Atenuados	USC	1,54	-	-	-	-	-	1,54
Rayos McTeam	UNICAN	4,17	-	-	-	-	-	4,17
Los Gadolinios	UNICAN	0,29	0,00	0,00	-	-	-	0,29
Rayaos	UNICAN	0,92	0,00	0,00	-	-	-	0,92
Radiomanines	UNAV	4,42	0,00	0,00	-	-	-	4,42
Los Pedraza Júnior	UDG	7,14	0,00	0,00	-	-	-	7,14
Rayos y Centellas	URV	1,38	1,71	0,00	0,00	-	-	3,09
Radio McQueen	USC	11,50	15,67	9,54	0,00	0,00	-	36,71
Equipo Alsa	URV	4,45	0,00	8,83	0,79	0,00	0,00	14,07
Equipo Pilotes	UMU	11,17	12,33	9,29	5,29	0,00	0,00	38,08

Sombreado: Etapa en la que fue eliminado cada equipo.

Tabla IV.17. Puntuación obtenida por los equipos eliminados en cada una de las etapas en la edición 2021.

Equipo	Universidad	Semanas						Total
		1	2	3	4	5	6	
Los Jackys	UAB	0,00	0,00	-	-	-	-	0,00
Radiopatos	UAB	0,00	0,00	-	-	-	-	0,00
Ingenieros	URV	0,63	0,00	0,00	-	-	-	0,63
Rayos y Centellas	URV	2,29	0,00	0,00	-	-	-	2,29
Catecolaminas	UGR	4,70	0,00	0,00	-	-	-	4,70
X-Girls	UDG	7,29	0,00	0,00	-	-	-	7,29
Isótopos de Springfield	URJC	12,58	7,08	0,00	0,00	-	-	19,66
RadioMaría	URV	6,13	7,92	8,29	0,00	0,00	-	14,34
Radiators	UMH	9,29	9,83	2,71	0,00	0,00	-	21,83
UAMtanamo Ray's Army	UAM	11,04	13,75	12,50	0,00	0,00	-	37,29
Ray's Anatomy	URJC	14,63	13,88	13,96	0,00	0,00	-	42,47
Twitrays	URV	3,33	7,67	7,88	0,71	0,00	0,00	19,59
X-women	UMH	10,08	9,83	8,42	0,63	0,00	0,00	28,96
AELY	UCA	9,33	8,50	9,63	5,68	0,00	0,00	33,14

Sombreado: Etapa en la que fue eliminado cada equipo.

#### IV.4.2. Impacto en el aprendizaje

La encuesta sobre la carga cognitiva se realizó en ambas ediciones en la mitad del juego, tras finalizar la tercera etapa. En la edición de 2020, respondieron 95 participantes (57,9 %). Los resultados arrojaron una puntuación media sobre 9 puntos de  $3,6 \pm 1,8$  (esfuerzo mental bajo-moderado) respecto a desenvolverse en Second Life,  $4,3 \pm 1,8$  (esfuerzo mental moderado) respecto a visualizar las presentaciones y  $6,1 \pm 1,3$  (esfuerzo mental moderado-alto) respecto a la realización de los test. En la edición de 2021, respondieron a la encuesta 84 participantes (51,2 %). La puntuación media sobre el esfuerzo mental para desenvolverse en Second Life fue de  $3,7 \pm 2,0$  (bajo-moderado), para visualizar las presentaciones fue  $4,3 \pm 2,0$  (moderado) y para realizar los test fue  $6,3 \pm 1,4$  (moderado alto). No se observaron diferencias significativas entre ambas ediciones (figura IV.21).

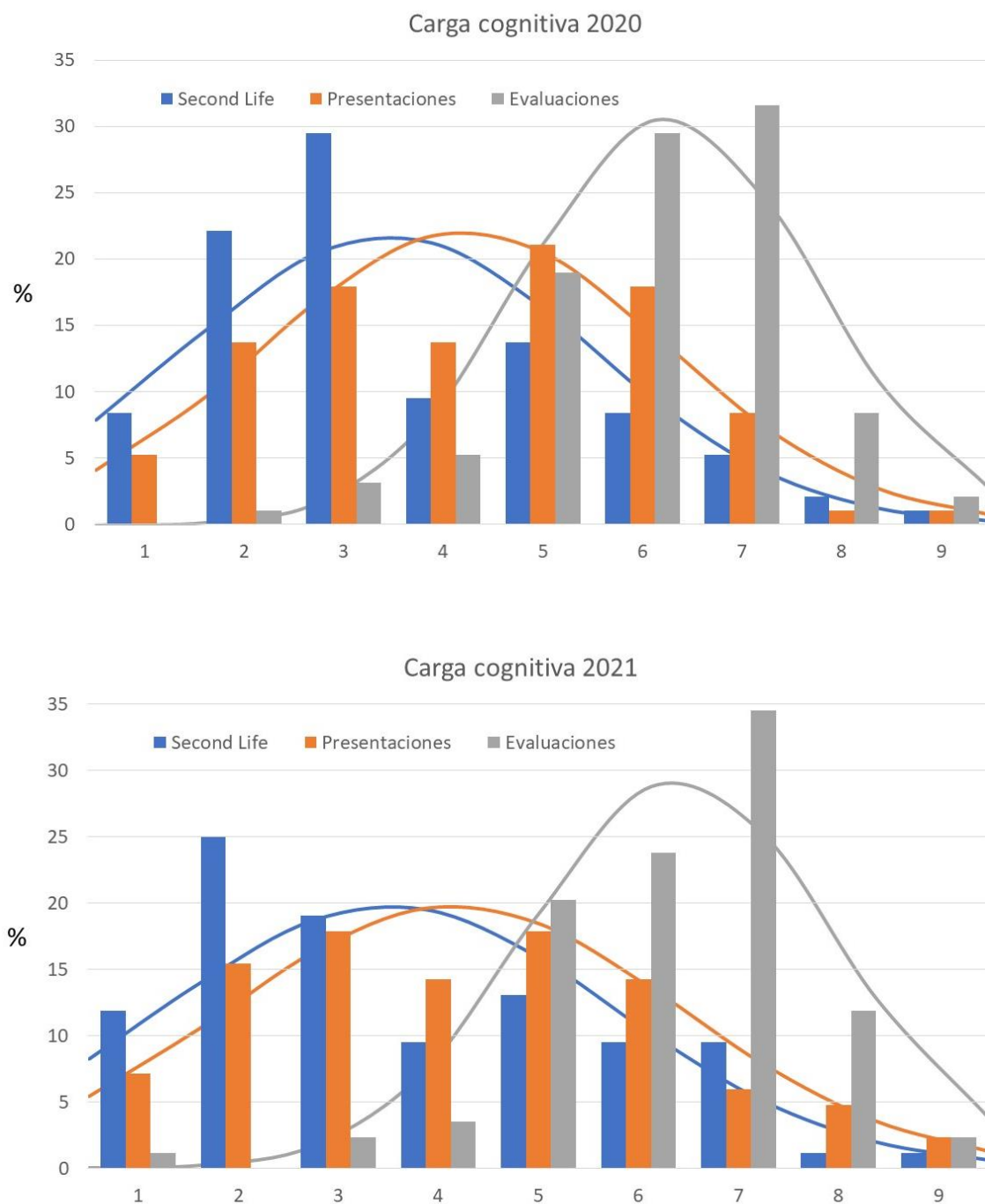


Figura IV.21. Distribución de porcentaje de respuestas al test de carga cognitiva en *League of Rays* 2020 (arriba) y *League of Rays* 2021 (abajo). Se presentan las respuestas al esfuerzo mental requerido para desenvolverse en Second Life (barras azules), leer las presentaciones educativas (barras naranjas) y responder las evaluaciones (barras grises). Los resultados fueron muy similares ambos años.

Tablas IV.18. Recuento de aciertos y test no entregados de los 28 equipos finalistas en *League of Rays* edición 2020.

Equipos	Test individual			Test grupal		
	Aciertos	(%)	No entregados	Aciertos	(%)	No entregados
Raytatouille	325	90,3	0	109	90,8	0
RMN Lions	329	91,4	0	105	87,5	0
Gadolinio con Limón	321	89,2	0	107	89,2	0
EMI Coalition	306	85,0	0	112	93,3	0
Señores Rayográficos	329	91,4	0	104	86,7	0
Batpeople	333	92,5	0	102	85,0	0
Los Aunt Minnie	322	89,4	0	102	85,0	0
La Resistencia	329	91,4	0	98	81,7	0
Comando XMed	299	83,0	0	104	86,7	0
WARRx	303	84,2	0	98	81,7	0
Los Radiolúcidos	290	80,6	0	86	71,7	0
Stormy Rays	273	75,8	0	87	72,5	0
X-Rays	289	80,3	0	82	68,3	0
Rayos McQueen	291	80,8	0	79	65,8	0
Medicoblastos	252	69,4	1	91	75,8	0
GirUmaX	277	76,9	0	83	69,2	0
Medisolteros	281	78,1	0	78	65,0	0
Four Rays	244	67,8	0	87	72,5	0
Radio Fotónica	263	73,1	0	74	61,7	0
Raymundo	237	65,8	0	75	62,5	0
NoTeRays	240	66,7	0	68	56,7	0
Rayo McQueens	210	58,3	0	75	62,5	0
ECÓgelo por los cuernos	225	62,5	0	67	55,8	0
Thundercitas	234	65,0	0	58	48,3	0
Gibral Rays	209	58,1	0	58	48,3	0
Javasimar	98	27,2	14	65	54,2	0
Los Amis	135	37,5	5	48	40,0	0
Rayo McURJC	138	38,3	5	33	27,5	1

Tablas IV.19. Recuento de aciertos y test no entregados de los 47 equipos finalistas en *League of Rays* edición 2021.

Equipos	Test individual			Test grupal		
	Aciertos	(%)	No entregados	Aciertos	(%)	No entregados
FATSAT	332	92,2	0	111	92,5	0
Campeones	330	91,7	0	98	81,7	0
Gambitórax	325	90,3	0	115	95,8	0
Lucky Rays	324	90,0	0	107	89,2	0
Ratzyos	322	89,4	0	103	85,8	0
Win-X	321	89,2	0	85	70,8	0
Rayodas	319	88,6	0	104	86,7	0
Glitter Rays	311	86,4	0	105	87,5	0
Seldinger Z	310	86,1	0	106	88,3	0
Cuatro Rayos	310	86,1	0	90	75,0	0
UCOcocolas Durales	309	85,8	0	99	82,5	0
Idiopatics	305	84,7	0	101	84,2	0
Rayadas X las Placas	303	84,2	0	105	87,5	0
Andachegas	303	84,2	0	99	82,5	0
ECOrayos	300	83,3	0	103	85,8	0
REM2	299	83,1	0	93	77,5	0
(R)X-women	297	82,5	0	84	70,0	0
Los ángeles de Röentgen	296	82,2	0	91	75,8	0
Los Makakus del Sur	291	80,8	0	97	80,8	0
Los Ángeles de Rayos	288	80,0	0	85	70,8	0
Mickey Mus	287	79,7	0	93	77,5	0
Los 4 Magnéticos	284	78,9	0	104	86,7	0
Radio Olé	284	78,9	0	100	83,3	0
Tamyos	281	78,1	0	88	73,3	0
TIC TAC	274	76,1	0	75	62,5	0
Los Melocotoneros	272	75,6	0	87	72,5	0
Avada Kedavra	269	74,7	0	102	85,0	0
Malakito de Rayos	269	74,7	0	98	81,7	0
Las Rayos Mcqueenas	268	74,4	0	82	68,3	0
X-med	265	73,6	0	73	60,8	0
The ribs	264	73,3	0	86	71,7	0



Tablas IV.19 (continuación). Recuento de aciertos por cada equipo y test no entregados de los 47 equipos finalistas en la edición 2021.

Equipos	Test individual			Test grupal		
	Aciertos	(%)	No entregados	Aciertos	(%)	No entregados
Equipo Nucelar	260	72,2	0	87	72,5	0
Compirayos	258	71,7	0	91	75,8	0
La Orden	257	71,4	0	77	64,2	0
Enfisematosos	254	70,6	0	79	65,8	0
Los Eusebios	250	69,4	1	81	67,5	0
Pamimas	246	68,3	0	73	60,8	0
Las Xipis 25.0	241	66,9	0	68	56,7	0
Vejigas Radiopacas	233	64,7	0	65	54,2	0
RadioParra	221	61,4	1	70	58,3	0
Los Ángeles de Charlie	218	60,6	2	88	73,3	0
Radiopacos	201	55,8	4	67	55,8	1
Anatopatosas	188	52,2	7	46	38,3	2
Frijoles Mágicos	183	50,8	6	65	54,2	1
Las Rayadas	181	50,3	6	73	60,8	0
M&Ms	143	39,7	5	41	34,2	2
Rayos y Centellas	113	31,4	13	86	71,7	0

Tabla IV.20: Respuestas correctas en los test individuales durante la competición interuniversitaria

	2020	2021	t Student
	Media $\pm$ DE <sup>a</sup>	Media $\pm$ DE <sup>a</sup>	<i>p</i>
Etapa 1: Anatomía torácica	66,3 $\pm$ 18,3	69,3 $\pm$ 17,2	0,120
Etapa 2: Anatomía abdominal	86,3 $\pm$ 15,7	80,4 $\pm$ 15,0	0,002
Etapa 3: Anatomía ME	88,3 $\pm$ 12,3	89,4 $\pm$ 13,3	0,467
<b>ANATOMÍA</b>	<b>79,7 <math>\pm</math> 18,6</b>	<b>79,4 <math>\pm</math> 17,4</b>	<b>0,801</b>
Etapa 4: Semiología torácica	67,3 $\pm$ 22,4	69,7 $\pm$ 21,0	0,337
Etapa 5: Semiología abdominal	74,1 $\pm$ 20,3	79,2 $\pm$ 17,5	0,024
Etapa 6: Semiología ME	68,6 $\pm$ 18,9	70,1 $\pm$ 16,5	0,480
<b>SEMIOLOGÍA</b>	<b>70,0 <math>\pm</math> 20,8</b>	<b>72,9 <math>\pm</math> 19,0</b>	<b>0,034</b>
<b>TOTAL</b>	<b>75,2 <math>\pm</math> 20,2</b>	<b>76,5 <math>\pm</math> 18,4</b>	<b>0,148</b>

Nota: Los valores en negrita indican los resultados del total de test de anatomía, semiología o el total del juego. DE: Desviación Estándar. <sup>a</sup>Porcentaje calculado sobre 15 preguntas de cada test.

#### IV.20: Respuestas correctas en las tareas por equipos durante la competición interuniversitaria

	2020 Media ± DE	2021 Media ± DE	t Student p
Anatomía Tórax <sup>a</sup>	57,1 ± 21,7	67,1 ± 15,8	0,013
Anatomía Abdomen <sup>a</sup>	77,5 ± 15,1	74,3 ± 15,0	0,348
Anatomía Musculoquelético <sup>a</sup>	59,4 ± 24,3	66,6 ± 20,8	0,152
<b>ANATOMÍA<sup>a</sup></b>	<b>64,3 ± 22,5</b>	<b>69,4 ± 17,6</b>	<b>0,044</b>
N/P Tórax <sup>b</sup>	62,8 ± 20,0	69,7 ± 18,3	0,125
N/P Abdomen <sup>b</sup>	75,5 ± 17,2	81,0 ± 13,7	0,139
N/P Musculoquelético <sup>b</sup>	77,0 ± 18,7	78,9 ± 13,6	0,630
<b>NORMAL O PATOLÓGICO<sup>b</sup></b>	<b>71,5 ± 19,6</b>	<b>76,4 ± 16,1</b>	<b>0,048</b>
<b>TOTAL</b>	<b>67,7 ± 21,5</b>	<b>72,5 ± 17,3</b>	<b>0,007</b>

Nota: Los valores en negrita indican los resultados del total de tareas "Normal o Patológico" (N/P). DE: Desviación Estándar.

<sup>a</sup>Porcentaje calculado sobre 20 preguntas de cada tarea.

<sup>b</sup>Porcentaje calculado respecto a 13 tareas de cada localización anatómica, siendo 39 en total.

#### Tabla IV.22: Comparación de los resultados del test postexposición con la puntuación previa obtenida en los test del juego por los mismos participantes

	Puntuación previa Media ± DE	Test postexposición Media ± DE	Diferencia	t Student p
<b>2020</b>				
ANATOMÍA	83,7 ± 10,3	72,7 ± 12,7	11,0	< 0,001
SEMIOLOGÍA	73,3 ± 14,7	62,0 ± 16,6	11,3	< 0,001
TOTAL	78,5 ± 11,3	67,4 ± 13,4	11,1	< 0,001
<b>2021</b>				
ANATOMÍA	85,0 ± 7,2	68,2 ± 11,4	16,8	< 0,001
SEMIOLOGÍA	81,0 ± 10,5	64,6 ± 17,7	16,3	< 0,001
TOTAL	83,0 ± 7,6	66,4 ± 13,0	16,6	< 0,001

Nota: Los valores en negrita indican los resultados del total de tareas "Normal o Patológico" (N/P). DE: Desviación Estándar.

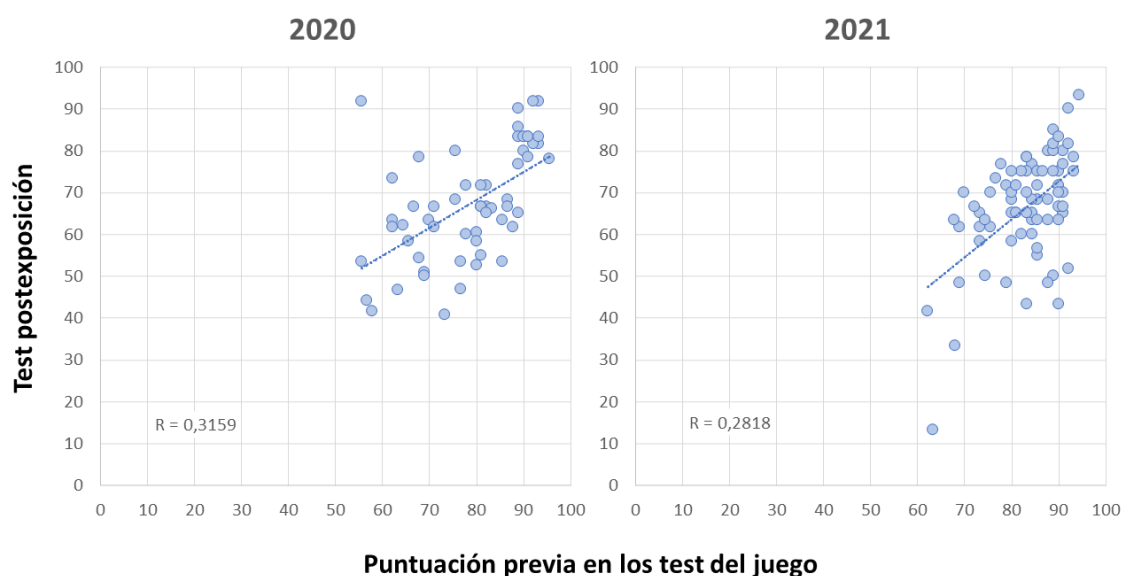


Figura IV.22. Diagrama de correlación entre la puntuación previa de los test individuales durante el juego y en el test postexposición en las ediciones 2020 y 2021 de *League of Rays*.

Los resultados muestran que las pruebas por equipos eran importantes para tener éxito en el juego. En 2020, el equipo **Batpeople** obtuvo el mayor porcentaje de aciertos en las pruebas individuales (92,5 %) y el equipo **EMI Coalition** obtuvo el mayor porcentaje de aciertos en las tareas grupales (93,3 %), sin embargo, el equipo **Raytatouille** consiguió ganar con un 90,3 % y un 90,2 % de aciertos en ambos tipos de pruebas (tabla IV.18). En 2021, el equipo con mayor porcentaje de aciertos en las pruebas individuales fue **FATSAT**, con un 92,3% de aciertos, acompañado de un 92,5 % de aciertos en las tareas grupales. Sin embargo, fue sobrepasado en la clasificación final por el equipo **Gambitórax**, que consiguió un excelente 95,8 % de aciertos en las tareas por equipos, que sumado al 90,3% de aciertos en los test individuales, les dio la victoria (tabla IV.19).

El número de test individuales no entregados entre los finalistas fue 25 en 2020 y 45 en 2021. Considerando que se tenían que haber entregado 672 (112 participantes finalistas por 6) test en 2020 y 1128 (188 por 6) en 2021. Esto supone un 3,7 % y un 4,0 % respectivamente, que se acumulaba en los últimos puestos de la clasificación.

Considerando la temática, en los test individuales los peores resultados se obtuvieron en anatomía y semiología torácicas (tabla IV.20). En las tareas por equipos los peores resultados se obtuvieron en anatomía torácica y las pruebas N/P de tórax (tabla IV.21). También se obtuvieron resultados bajos en las pruebas por equipos de anatomía musculoesquelética, con numerosos fallos debidos a la falta de identificación de la lateralidad. La media de aciertos en los test individuales fue  $75,2 \pm 20,2$  en 2020 y  $76,5 \pm 18,4$  en 2021, sin diferencias significativas entre las dos ediciones en las pruebas individuales. Como excepción, en 2001 hubo menos aciertos en los test de anatomía abdominal ( $80,4 \pm 15,0$  frente a  $86,3 \pm 15,7$ ;  $p = 0,002$ ) y más aciertos en los test de semiología ( $72,9 \pm 19,0$  frente a  $70,0 \pm 20,8$ ;  $p = 0,034$ ), a expensas de la semiología abdominal ( $79,2 \pm 17,5$  frente a  $74,1 \pm 20,3$ ;  $p = 0,024$ ). En las pruebas por equipos hubo mayor número de aciertos en 2021, como puede apreciarse en la tabla IV.21 tanto globalmente ( $72,5 \pm 17,3$  frente a  $67,7 \pm 21,5$ ;  $p = 0,007$ ) como considerando por separado las pruebas de anatomía y las tareas N/P.

Los resultados de las pruebas por equipos se les mostraban al finalizar la semana en la misma sala donde se exponían las tareas. Las respuestas de los test individuales se comentaron en directo en una sesión de clausura del juego, realizada en Second Life, 20 días después de finalizar la competición. Asistieron a dichas reuniones y realizaron el test postexposición (con la misma selección de preguntas que en la edición 2019, 57 alumnos de los 112 finalistas en 2020 (50,9 %) y 74 de los 188 finalistas en 2021 (39,4 %)). La tabla IV.22 muestra un resumen de los resultados obtenidos en el test postexposición en ambas ediciones, comparados con los resultados en los test individuales durante el juego de los mismos participantes. En ambos años disminuyó el número de aciertos en el test postexposición, un 11% en 2020 y un 16% en 2021. Hubo diferencias significativas entre las dos ediciones en las puntuaciones previas de semiología ( $p = 0,001$ ) y las totales ( $p = 0,008$ ), así como en el test postexposición de anatomía ( $p = 0,034$ ). Se observó una correlación positiva entre las puntuaciones previas durante el juego y en el test postexposición, moderada-débil, con coeficientes de correlación de 0,316 y 0,282 en 2020 y 2021 respectivamente (figura IV.22).

**Tabla IV.23. Distribución por cursos de los estudiantes que entregaron el cuestionario de participación en las ediciones 2020 y 2021 de *League of Rays*.**

Año	Curso						No entregado
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	
2020	0	12	73	11	16	0	19
2021	0	0	126	15	14	0	30

#### IV.4.3. Evaluación cuantitativa de la percepción.

Al finalizar el juego, entregaron el cuestionario de percepción 93 participantes (83,0 %) en 2020, y 158 participantes (84,0 %) en 2021. En la tabla IV.23 se muestra la distribución por cursos de los estudiantes que entregaron el cuestionario de percepción. Afirmaron tener conocimiento previo de Second Life 19 estudiantes en la edición 2020 y 17 en la edición 2021, lo que significa un 20,4 % y un 10,8 % de los que respondieron el cuestionario, respectivamente.

La percepción de los participantes en la edición de 2021 fue en general menos positiva que en la edición de 2020 tanto en las preguntas a responder en escala Likert de 1-5 puntos (tabla IV.24), como en la calificación de la experiencia de 1 a 10 puntos (tabla IV.25). Esta comparación se ilustra gráficamente en las figuras IV.23–IV.26, resaltando las diferencias estadísticamente significativas.

Respecto a la opinión sobre la plataforma Second Life (figura IV.23), los participantes estuvieron de acuerdo (con valores medios por encima de 4 en una escala de 1 a 5) con que aprender radiología en Second Life es interesante ( $4,7 \pm 0,5$  en 2020 y  $4,4 \pm 0,9$  en 2021;  $p = 0,012$ ), el entorno de la isla es atractivo ( $4,5 \pm 0,8$  en 2020 y  $4,2 \pm 0,9$  en 2021;  $p = 0,034$ ) y que el contacto con los compañeros es beneficioso para la formación ( $4,4 \pm 0,9$  en 2020 y  $4,2 \pm 1,0$  en 2021, sin diferencias significativas). Los aspectos que alcanzaron menor grado de acuerdo fueron la facilidad para desenvolverse en Second Life ( $3,9 \pm 1,0$  en 2020 y  $3,6 \pm 1,1$  en 2021;  $p = 0,027$ ) y la creación y gestión del avatar ( $3,9 \pm 1,1$  en 2020 y  $3,4 \pm 1,2$  en 2021;  $p = 0,001$ ).

Hubo mayor grado de acuerdo con las afirmaciones sobre el juego *League of Rays* y menos diferencias significativas entre ambas ediciones (figura IV.24). Los participantes de ambas ediciones consideraron que trabajaron en equipo ( $4,8 \pm 0,6$  en 2020 y  $4,7 \pm 0,7$  en 2021), que en experiencias competitivas se aprende mejor ( $4,2 \pm 0,8$  en 2020 y  $4,1 \pm 1,0$  en 2021) y que el diseño de la competición había sido correcto

( $4,5 \pm 0,7$  en 2020 y  $4,3 \pm 0,9$  en 2021). Todos consideraron, con mayor grado de acuerdo en 2020, que la información sobre la competición fue adecuada ( $4,7 \pm 0,5$  y  $4,5 \pm 0,7$ ;  $p = 0,027$ ), que los contenidos eran adecuados para su formación ( $4,7 \pm 0,5$  y  $4,5 \pm 0,7$ ;  $p = 0,019$ ), que su participación en el juego fue muy activa ( $4,6 \pm 0,6$  y  $4,3 \pm 0,9$ ;  $p = 0,019$ ) y que participarían en otras experiencias similares ( $4,5 \pm 0,8$  y  $4,0 \pm 0,1$ ;  $p = 0,003$ ). Las respuestas a la pregunta “*Los contenidos son muy difíciles para tu nivel de formación actual*” se distribuyeron de forma similar en ambas ediciones, con un 30,1-32,3 % en desacuerdo (respuestas 1-2), un 37,6-26,3 % neutro (respuesta 3) y un 37,8-35,9 % de acuerdo (respuestas 4-5), lo que originó que el valor medio fuera cercano a 3, con una gran desviación estándar en ambas ediciones.

Los participantes mostraron un alto grado de acuerdo (superior al 80% de los que respondieron) respecto a las presentaciones y las evaluaciones tipo test, encontrándolas interesantes, adecuadas para los objetivos marcados, adecuadas en el formato de respuesta mediante notas, con una extensión adecuada, y que podían seguirse o responderse con facilidad (figuras IV.25 y IV.26). El acuerdo fue inferior respecto a la afirmación “Pude hacer las evaluaciones con facilidad”, con un 29,9 %-31,2 % de respuestas neutras.

Es interesante resaltar que un 63,1 % y un 70,2 % reconocieron haber hecho las tareas individuales en equipo en las ediciones 2020 y 2021, frente a un 18,3 % y un 23,6 % que estaba en desacuerdo con tal afirmación. También es interesante indicar que en 2020 tres participantes (1,9 %) mostraron desacuerdo con haber realizado las tareas por equipos conjuntamente. Estos tres participantes pertenecían a tres equipos diferentes.

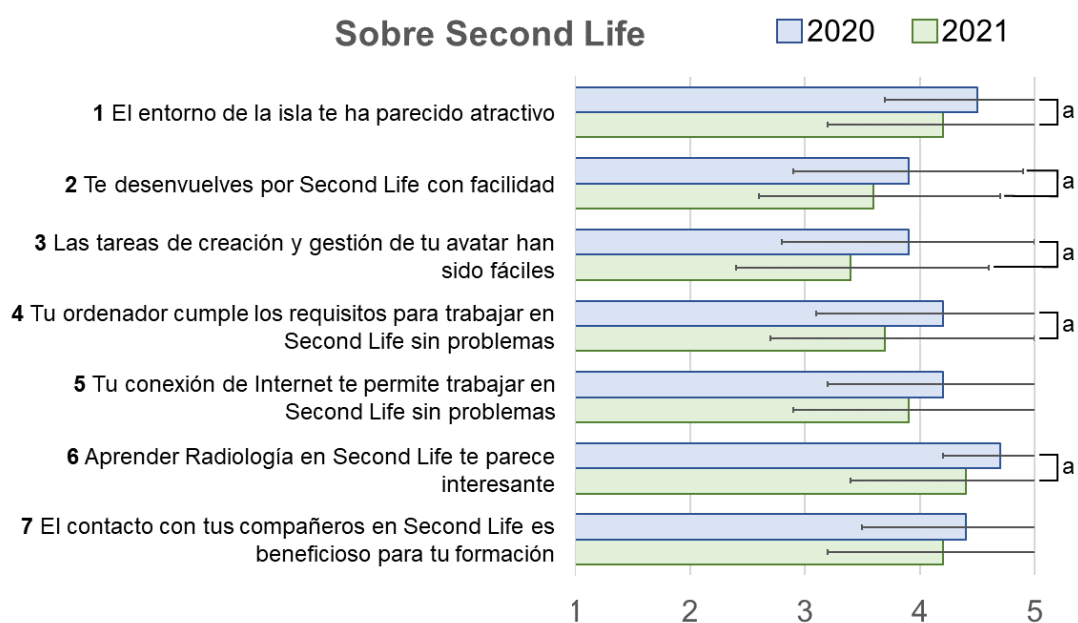


Figura IV.23. Diagrama de barras que expresa la media de los resultados del cuestionario de evaluación sobre Second Life en las ediciones de 2020 y 2021, en una escala Likert de cinco puntos (1: totalmente en desacuerdo. 5: totalmente de acuerdo). Las barras de error representan la desviación estándar. a: diferencias significativas entre las dos ediciones.

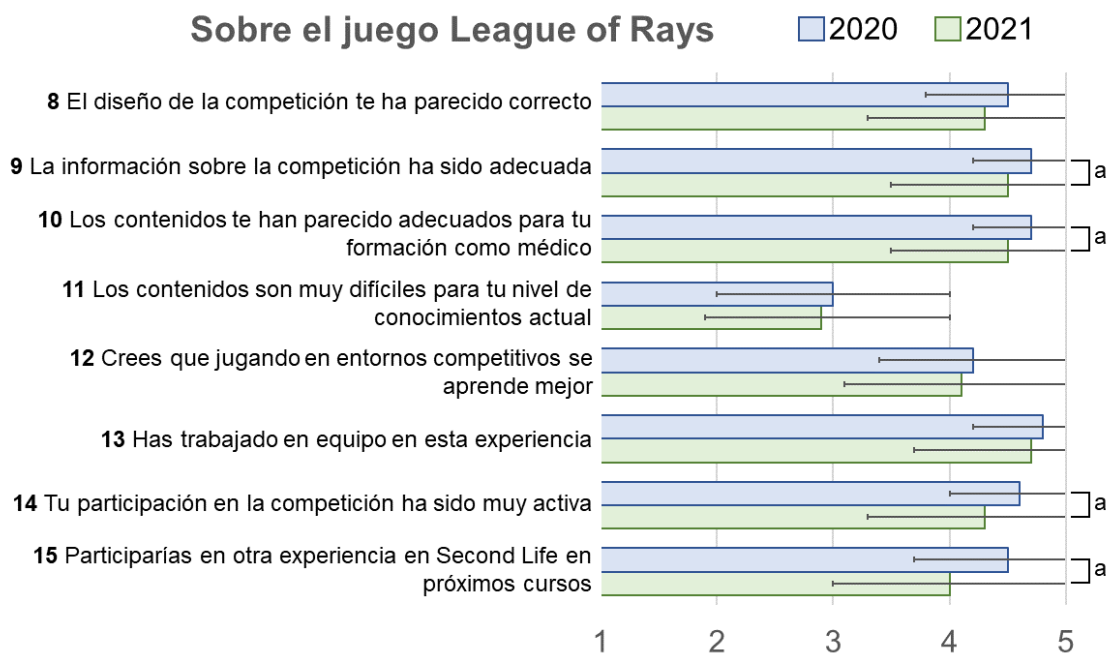


Figura IV.24. Diagrama de barras que expresa la media de los resultados del cuestionario de evaluación sobre el juego *League of Rays* en las ediciones de 2020 y 2021, en una escala Likert de cinco puntos (1: totalmente en desacuerdo. 5: totalmente de acuerdo). Las barras de error representan la desviación estándar. a: diferencias significativas entre las dos ediciones.

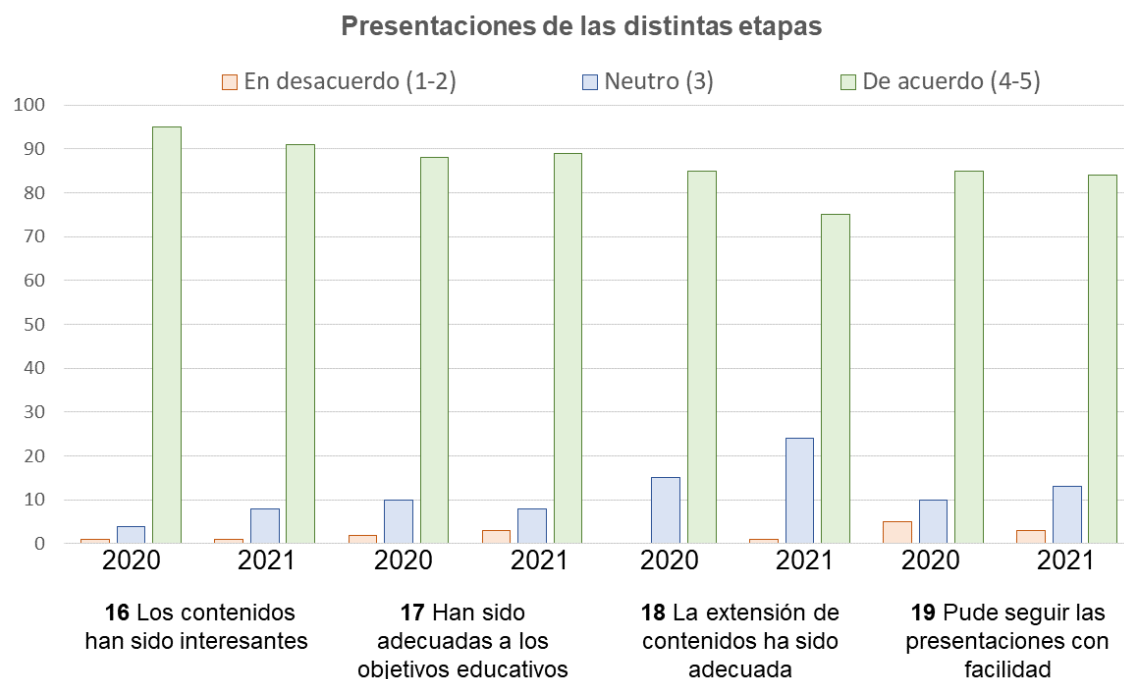


Figura IV.25. Diagrama de barras que expresa la media de los resultados del cuestionario de evaluación sobre las presentaciones en las distintas etapas en las ediciones de 2020 y 2021, en una escala Likert de cinco puntos (1: totalmente en desacuerdo. 5: totalmente de acuerdo). Se muestran las respuestas agrupadas en 3 categorías.

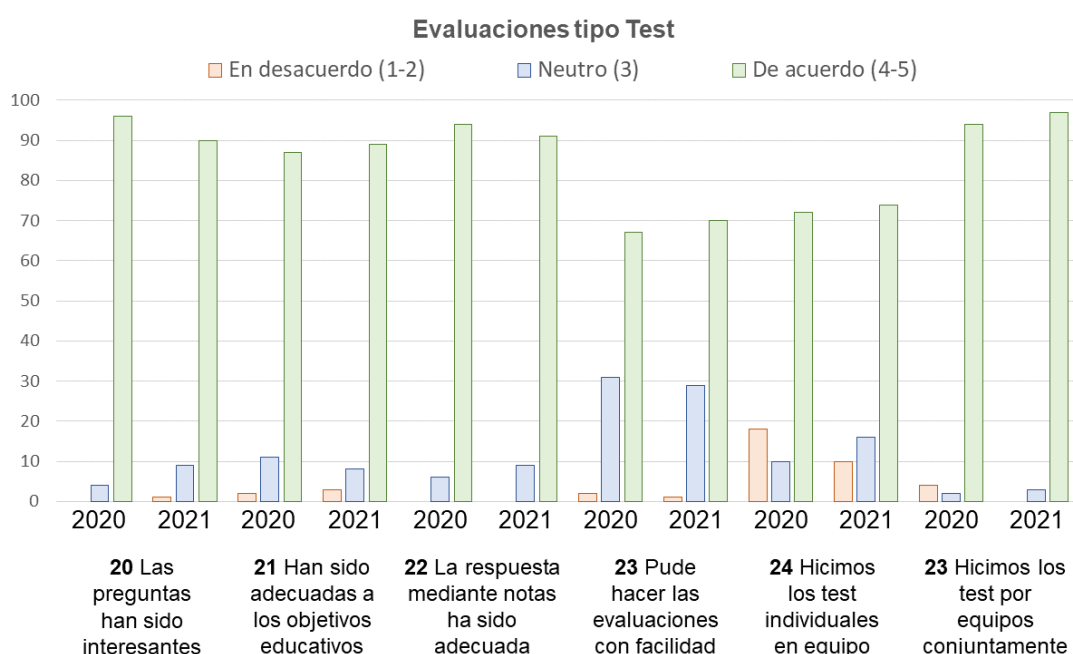


Figura IV.26. Diagrama de barras que expresa la media de los resultados del cuestionario de evaluación sobre las evaluaciones en las distintas etapas en las ediciones de 2020 y 2021, en una escala Likert de cinco puntos (1: totalmente en desacuerdo. 5: totalmente de acuerdo). Se muestran las respuestas agrupadas en 3 categorías.



Tabla IV.24: Resultados de las percepciones de los estudiantes sobre los distintos aspectos de Second Life y *League of Rays* sobre una escala Likert de 5 puntos en las ediciones de 2020 y 2021.

	2020 <sup>a</sup>	2021 <sup>b</sup>	Valor $p^c$
	Media ( $\pm$ DE)	Media ( $\pm$ DE)	
<b>Sobre Second Life</b>			
Entorno atractivo	4,5 ( $\pm$ 0,8)	4,2 ( $\pm$ 0,9)	0,034
Desenvolverse con facilidad	3,9 ( $\pm$ 1,0)	3,6 ( $\pm$ 1,1)	0,027
Creación y gestión avatar	3,9 ( $\pm$ 1,1)	3,4 ( $\pm$ 1,2)	0,001
Requisitos del ordenador	4,2 ( $\pm$ 1,1)	3,7 ( $\pm$ 1,3)	0,002
Requisitos Internet	4,2 ( $\pm$ 1,0)	3,9 ( $\pm$ 1,2)	0,082
Aprender RX en SL es interesante	4,7 ( $\pm$ 0,5)	4,4 ( $\pm$ 0,9)	0,012
Contacto con compañeros	4,4 ( $\pm$ 0,9)	4,2 ( $\pm$ 1,0)	0,141
<b>Sobre <i>League of Rays</i></b>			
Diseño competición correcto	4,5 ( $\pm$ 0,7)	4,3 ( $\pm$ 0,9)	0,107
Información competición adecuada	4,7 ( $\pm$ 0,5)	4,5 ( $\pm$ 0,7)	0,027
Contenidos adecuados	4,7 ( $\pm$ 0,5)	4,5 ( $\pm$ 0,7)	0,019
Contenidos muy difíciles	3,0 ( $\pm$ 1,0)	2,9 ( $\pm$ 1,1)	0,705
Jugando competitivo se aprende mejor	4,2 ( $\pm$ 0,8)	4,1 ( $\pm$ 1,0)	0,614
Has trabajado en equipo	4,8 ( $\pm$ 0,6)	4,7 ( $\pm$ 0,7)	0,859
Participación muy activa	4,6 ( $\pm$ 0,6)	4,3 ( $\pm$ 0,9)	0,019
Participarías otra experiencia	4,5 ( $\pm$ 0,8)	4,0 ( $\pm$ 1,1)	0,003
<b>Presentaciones distintas etapas</b>			
Contenidos interesantes	4,5 ( $\pm$ 0,6)	4,2 ( $\pm$ 0,9)	0,026
Presentaciones adecuadas a objetivos	4,3 ( $\pm$ 0,7)	4,2 ( $\pm$ 0,9)	0,605
Extensión adecuada	4,3 ( $\pm$ 0,7)	4,0 ( $\pm$ 0,9)	0,012
Pude seguir las con facilidad	4,2 ( $\pm$ 0,8)	4,0 ( $\pm$ 1,0)	0,314
<b>Evaluaciones distintas etapas</b>			
Evaluaciones interesantes	4,4 ( $\pm$ 0,6)	4,3 ( $\pm$ 0,8)	0,475
Preguntas adecuadas a objetivos	4,3 ( $\pm$ 0,8)	4,1 ( $\pm$ 0,8)	0,070
Respuesta mediante notas adecuada	4,5 ( $\pm$ 0,6)	4,4 ( $\pm$ 0,8)	0,415
Pude Realizarlas con facilidad	4,0 ( $\pm$ 0,9)	3,8 ( $\pm$ 1,0)	0,174
Hice test individuales en equipo	3,9 ( $\pm$ 1,2)	3,7 ( $\pm$ 1,3)	0,439
Hicimos test por equipos conjuntamente	4,7 ( $\pm$ 0,9)	4,7 ( $\pm$ 0,7)	0,477

DE: Desviación Estándar; RX: Radiología; SL: Second Life.

Los datos corresponden a una escala de 1 (totalmente de acuerdo) a 5 (totalmente en desacuerdo).

<sup>a</sup>Número de participantes que respondieron al cuestionario en 2020: n = 93 (83 %)

<sup>b</sup>Número de participantes que respondieron al cuestionario en 2021: n = 160 (85,1 %)

<sup>c</sup>Valor  $p$  para el cambio de medias entre los grupos de cada una de las ediciones (2020 y 2021) determinado con la prueba U de Mann-Whitney.

La calificación de la experiencia fue muy positiva, con valores medios superiores a 8 sobre 10 puntos en casi todos los aspectos valorados (figura IV.26 y tabla IV.25). Los aspectos mejor valorados fueron la organización del proyecto ( $9,4 \pm 0,8$  en 2020 y  $9,2 \pm 1,0$  en 2021), y el profesor ( $9,3 \pm 1,1$  en 2020 y  $9,0 \pm 1,6$  en 2021), sin diferencias significativas entre ambas ediciones. Tampoco se observaron diferencias en la valoración de las presentaciones, con valores medios de  $8,8 \pm 1,1$  en 2020 y  $8,4 \pm 1,6$  en 2021). Los participantes de 2021 dieron puntuaciones significativamente inferiores a los de 2020 en 9 de los 12 aspectos valorados. Entre estos aspectos habría que destacar: la interacción con los compañeros ( $9,1 \pm 1,5$  y  $8,5 \pm 1,8$ ;  $p = 0,001$ ), la utilidad para su formación ( $9,1 \pm 1,5$  y  $8,5 \pm 1,8$ ;  $p = 0,017$ ) y los contenidos educativos ( $9,0 \pm 1,0$  y  $8,6 \pm 1,3$ ;  $p = 0,043$ ). La experiencia fue muy bien valorada en ambas ediciones, con  $8,8 \pm 0,9$  puntos en 2020 y  $8,2 \pm 1,3$  en 2021 ( $p < 0,001$ ). El elemento con más baja puntuación, especialmente en 2021, fue la conectividad a Second Life ( $8,2 \pm 1,7$  frente a  $7,2 \pm 2,2$ ;  $p = 0,001$ ).

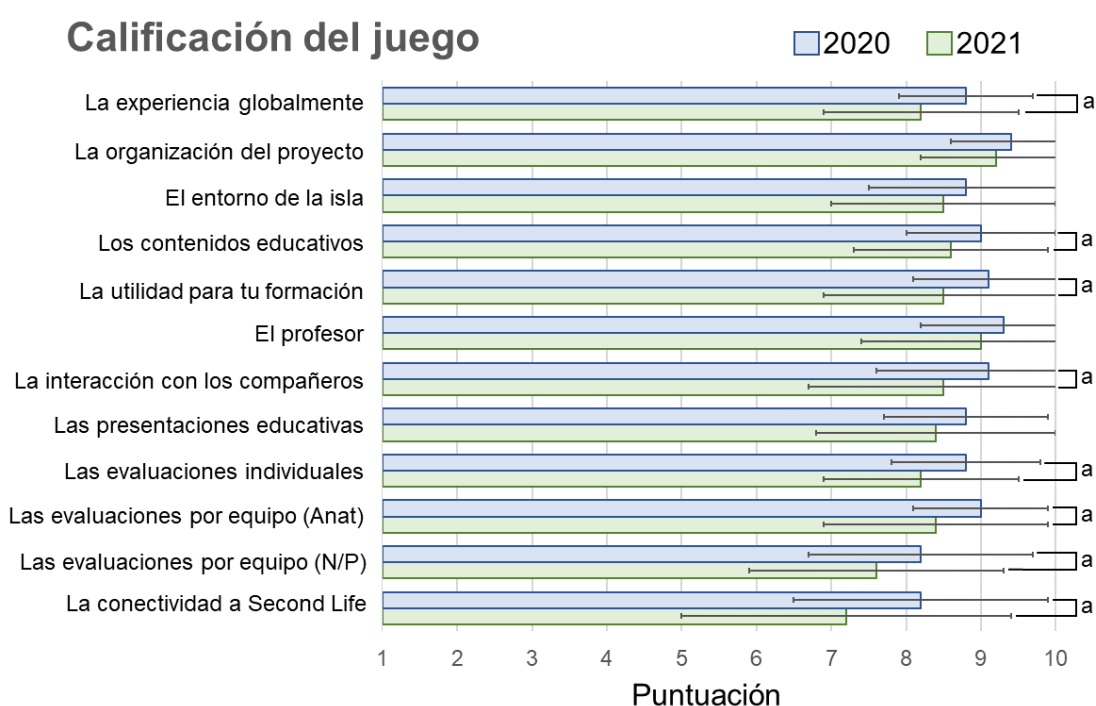


Figura IV.26. Diagrama de barras que expresa la media de los resultados del cuestionario de evaluación sobre cuestiones generales de las ediciones de 2020 y 2021, en una escala Likert de diez puntos (1: totalmente en desacuerdo. 10: totalmente de acuerdo). Las barras de error representan la desviación estándar. a: diferencias significativas entre las dos ediciones.

**Tabla IV.25. Comparación de la percepción de los participantes respecto a las preguntas sobre la experiencia global sobre 10 puntos, entre las dos ediciones de competición por equipos interuniversitarias del juego *League of Rays*.**

Enunciados	2020 <sup>a</sup>	2021 <sup>b</sup>	Valor <i>p</i> <sup>c</sup>
	Media (± DE)	Media (± DE)	
La experiencia globalmente	8,8 (± 0,9)	8,2 (± 1,3)	< 0,001
La organización del proyecto	9,4 (± 0,8)	9,2 (± 1,0)	0,335
El entorno de la isla	8,8 (± 1,3)	8,5 (± 1,5)	0,059
Los contenidos educativos	9,0 (± 1,0)	8,6 (± 1,3)	0,043
La utilidad para tu formación	9,1 (± 1,0)	8,5 (± 1,6)	0,017
El profesor	9,3 (± 1,1)	9,0 (± 1,6)	0,105
La interacción con compañeros	9,1 (± 1,5)	8,5 (± 1,8)	0,001
Presentaciones	8,8 (± 1,1)	8,4 (± 1,6)	0,134
Las evaluaciones individuales	8,8 (± 1,0)	8,2 (± 1,3)	< 0,001
Las evaluaciones por equipo (anatomía)	9,0 (± 0,9)	8,4 (± 1,5)	0,002
Las evaluaciones por equipo N/P	8,2 (± 1,5)	7,6 (± 1,7)	0,004
La conectividad a Second Life	8,2 (± 1,7)	7,2 (± 2,2)	0,001

DE: Desviación Estándar; N/P: tareas Normal/Patológico.

Nota: Los datos corresponden a una escala de 1 a 10 puntos.

<sup>a</sup>Número de participantes que respondieron al cuestionario en 2020: n = 93 (83 %).

<sup>b</sup>Número de participantes que respondieron al cuestionario en 2021: n = 158 (84,0 %).

<sup>c</sup>Valor *p* para el cambio de medias entre los grupos de cada una de las ediciones (2020 y 2021) determinado con la prueba U de Mann-Whitney.

Se realizó un estudio de correlación entre las puntuaciones obtenidas por los equipos y la media de las respuestas dadas por cada equipo en la calificación de la experiencia sobre 10 puntos. En el análisis del conjunto de los 75 grupos participantes en ambas ediciones, se observó una correlación positiva significativa ( $p < 0,05$ ) entre la puntuación obtenida en el juego y la calificación de la experiencia globalmente, la utilidad para la formación, la interacción con los compañeros, las evaluaciones de cada etapa, las evaluaciones de anatomía, las tareas Normal/Patológico y la conectividad a Second Life, con coeficientes de correlación de Pearson entre 0,14 y 0,31, indicando una correlación débil [Schober et al., 2018]. La matriz de correlaciones, o correlograma mostró además una correlación positiva entre los 12 ítems de la calificación (figura IV.27), encontrándose correlación fuerte (coeficientes de Pearson 0,70-0,72) entre la utilidad para la formación con los contenidos educativos y la experiencia globalmente. Se encontraron correlaciones moderadas-altas (coeficientes de Pearson 0,60-0,70)

entre la valoración de las presentaciones, las evaluaciones individuales y las evaluaciones por equipos, tanto de anatomía como las tareas N/P. Las respuestas con correlación más débil con el resto fueron la interacción con los compañeros (coeficientes de Pearson 0,20-0,38) y la conectividad a Second Life, que solo mostró correlación débil-alta (coeficiente 0,38) con el entorno de la isla.

El análisis independientemente de la correlación de las dos ediciones muestra que en la edición 2021 se encontraron coeficientes de correlación superiores a la edición 2020 en toda la matriz de correlaciones (figura IV.28). En 2020 hubo una menor correlación entre las puntuaciones obtenidas en el juego y la calificación de la experiencia que en 2021, encontrándose valores de correlación negligibles, con coeficientes de Pearson entre -0,1 y 0,1. Igualmente se encontraron correlaciones negligibles o muy débiles entre el ítem interacción con los compañeros y los restantes.

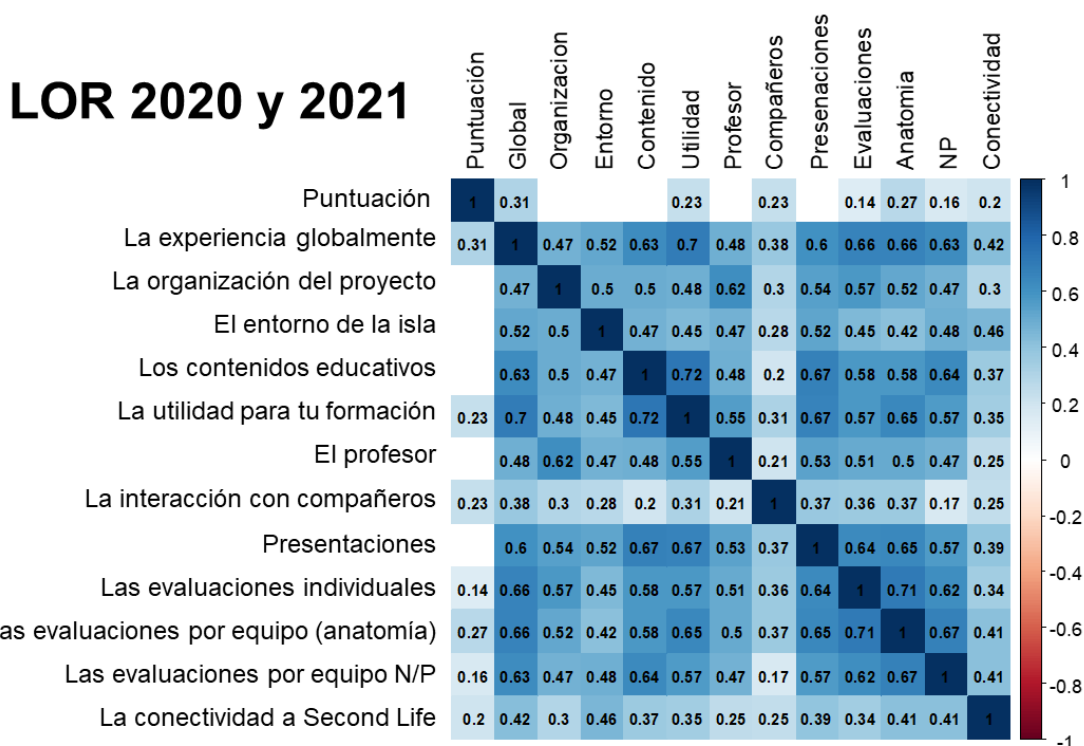
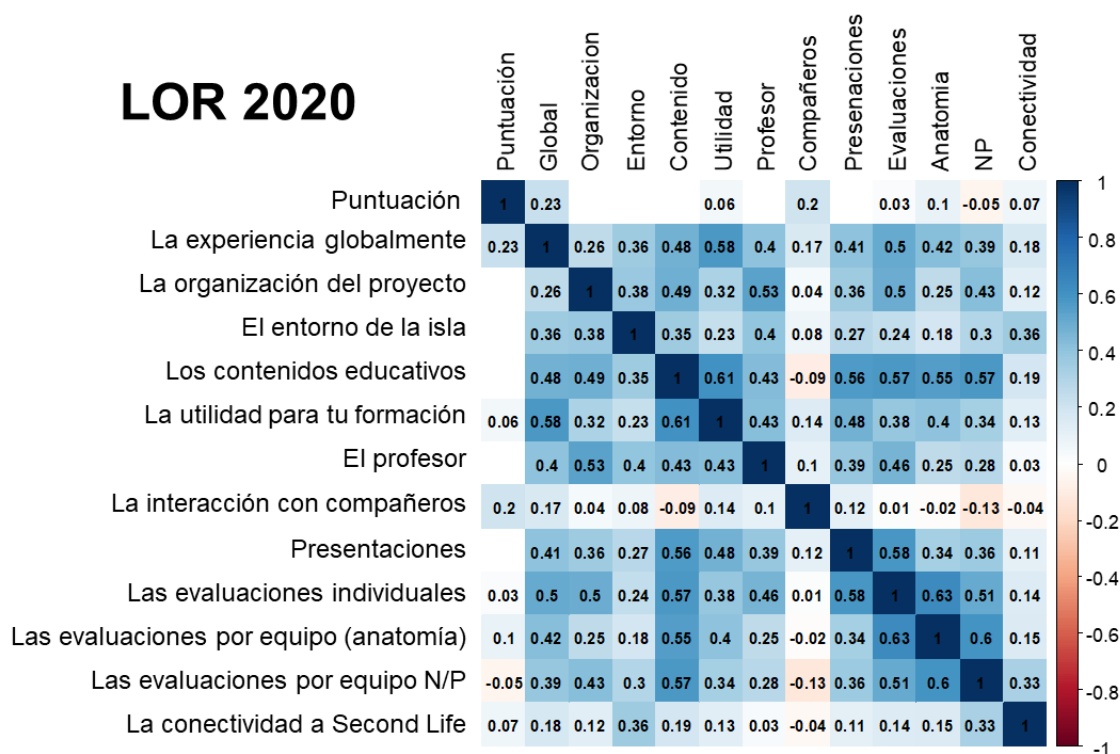


Figura IV.27. Correlograma o matriz de correlaciones incluyendo la puntuación obtenida por los 75 equipos finalistas en las dos ediciones y los 12 ítems de calificación de la experiencia. Los cuadrados en blanco indican que no existía correlación con significación estadística ( $p < 0,05$ ). Los valores en los cuadros corresponden a los correspondientes coeficientes de correlación de Pearson. La escala de color indica el nivel de correlación positivo o negativo.

## LOR 2020



## LOR 2021

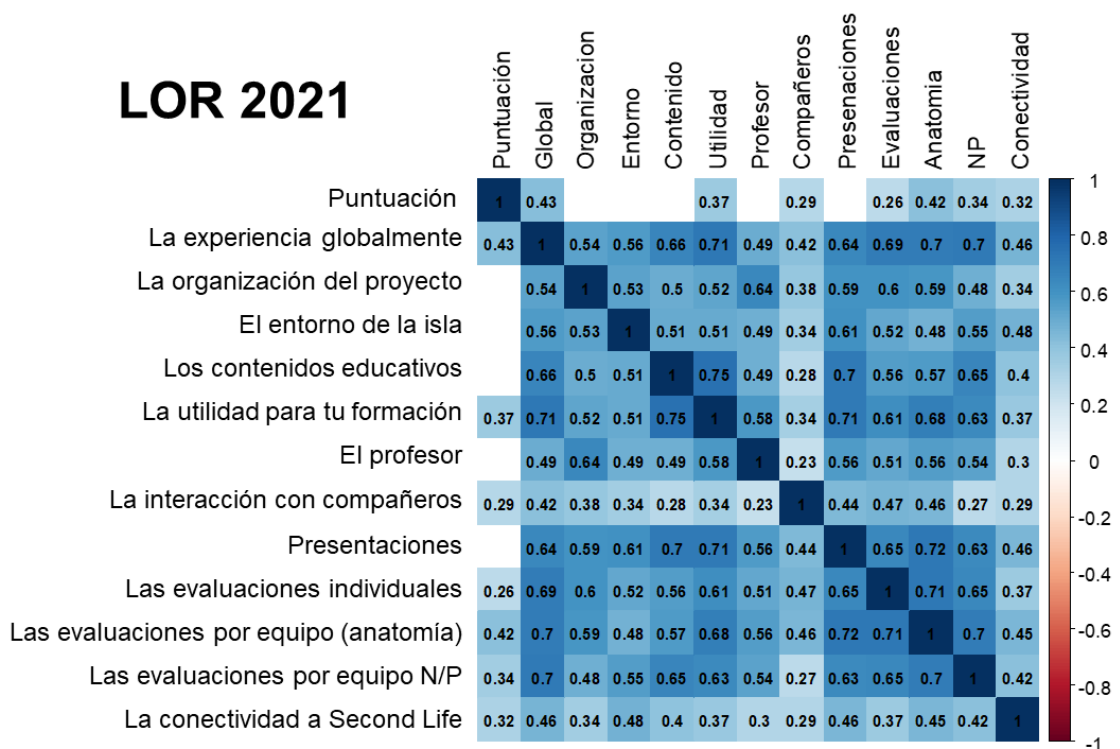


Figura IV.28. Correlogramas de la puntuación obtenida por los equipos finalistas y los 12 ítems de calificación de la experiencia en 2020 (arriba) y 2021 (abajo). Los cuadrados en blanco indican que no existía correlación con significación estadística ( $p < 0,05$ ). Los valores en los cuadros corresponden a los correspondientes coeficientes de correlación de Pearson. La escala de color indica el nivel de correlación positivo o negativo.

#### **IV.4.4. Comparación de los subgrupos de estudiantes UMA y No-UMA**

En 2020, la comparación entre las respuestas dadas por los estudiantes de la Universidad de Málaga (UMA) y los estudiantes de otras universidades (no-UMA) mostró escasas diferencias. Concretamente, sólo 2 afirmaciones de las 23 a responder con escala Likert de 5 puntos mostraron diferencias significativas, incluyendo un grado de acuerdo inferior, aunque alto, en sus respuestas: #1 “El entorno de la isla te ha parecido atractivo” ( $4,7 \pm 0,6$  frente a  $4,3 \pm 0,8$ ;  $p = 0,008$ ), y #22 “La respuesta mediante notas te ha parecido adecuada” ( $4,7 \pm 0,6$  frente a  $4,4 \pm 0,6$ ;  $p = 0,024$ ). Los participantes no-UMA calificaron la experiencia muy positivamente, con valores medios superiores a 8 sobre 10 puntos en los doce ítems evaluados. Solo presentaron calificaciones significativamente inferiores a los participantes UMA en cuatro aspectos (figura IV.29): la organización del proyecto, el entorno de la isla, los contenidos educativos y el profesor.

Sin embargo, en la edición de 2021 las opiniones de los participantes del grupo no-UMA fueron peores y las calificaciones inferiores que las de los participantes del grupo UMA. En general, mostraron menor grado de acuerdo en las preguntas a responder con escala Likert de 5 puntos, con diferencias significativas en 14 de las 23 afirmaciones realizadas, aunque encontraron el entorno atractivo ( $4,1 \pm 0,9$ ) consideraron que aprender radiología en Second Life es interesante ( $4,3 \pm 1,0$ ) o afirmaron haber trabajado en equipo ( $4,6 \pm 0,8$ ). La calificación de la experiencia por los estudiantes del grupo no-UMA fue significativamente inferior a la de los estudiantes del grupo UMA en los doce aspectos evaluados (figura IV.30), con valores medios por debajo de 8 puntos sobre 10 en la experiencia globalmente ( $7,9 \pm 1,4$ ), las evaluaciones individuales ( $7,9 \pm 1,4$ ), las evaluaciones por equipo N/P ( $7,1 \pm 1,9$ ) y la conectividad a Second Life ( $6,6 \pm 2,5$ ). Para comprobar si estas diferencias estaban relacionadas con la calificación obtenida en el juego se realizó la comparación eliminando sucesivamente el último equipo no-UMA en la clasificación. La figura IV.31 muestra como, en cada uno de los ítems, el valor de la probabilidad de error va aumentando hasta que las diferencias dejan de ser significativas, confirmando dicha relación. Las matrices de correlación de la puntuación con la calificación muestran una ausencia de correlación de la puntuación de los grupos UMA y del grupo no-UMA en 2020, observándose correlación en el grupo no-UMA de 2021 (figuras IV.32-IV.34).

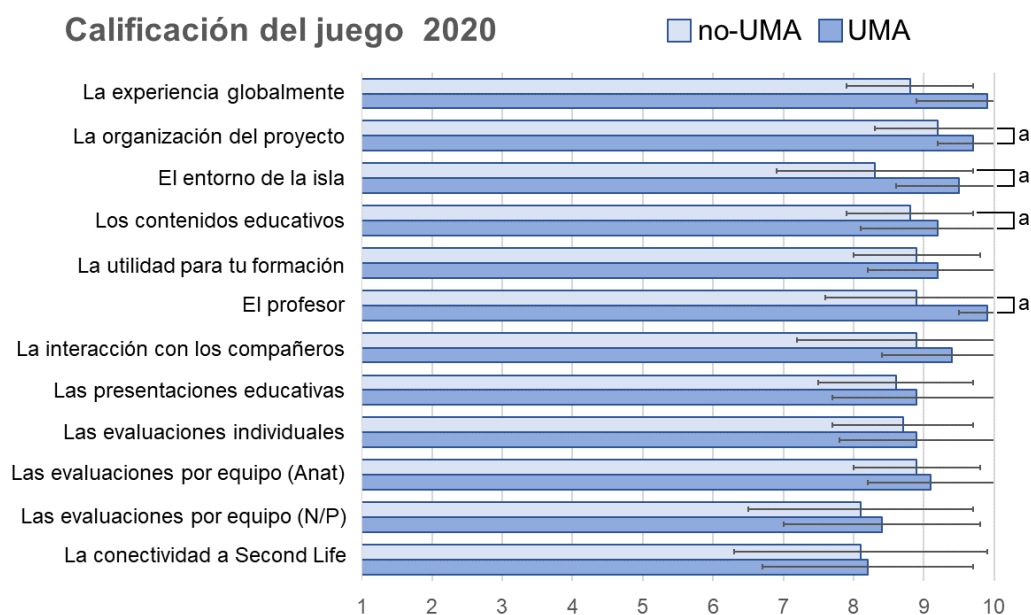


Figura IV.29. Diagrama de barras que expresa la media de los resultados del cuestionario de evaluación sobre cuestiones generales de la edición de 2020 en una escala Likert de diez puntos (1: totalmente en desacuerdo. 10: totalmente de acuerdo). Se comparan las respuestas de los estudiantes de la Universidad de Málaga (UMA) con los de otras universidades (no-UMA). Las barras de error representan la desviación estándar. a: diferencias significativas entre las dos ediciones.

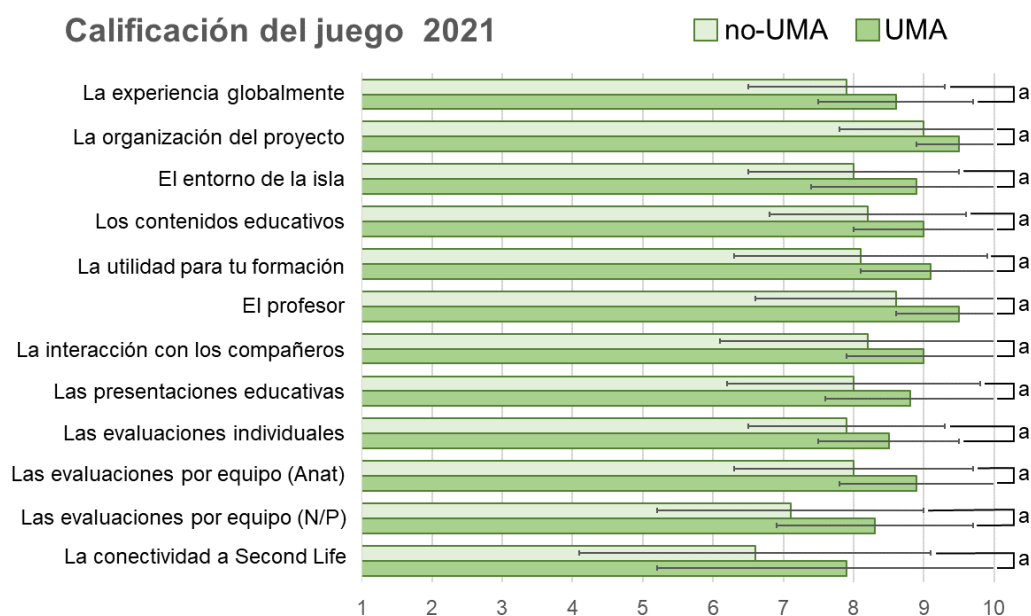


Figura IV.30. Diagrama de barras que expresa la media de los resultados del cuestionario de evaluación sobre cuestiones generales de la edición de 2021 en una escala Likert de diez puntos (1: totalmente en desacuerdo. 10: totalmente de acuerdo). Se comparan las respuestas de los estudiantes de la Universidad de Málaga (UMA) con los de otras universidades (no-UMA). Las barras de error representan la desviación estándar. a: diferencias significativas entre las dos ediciones.

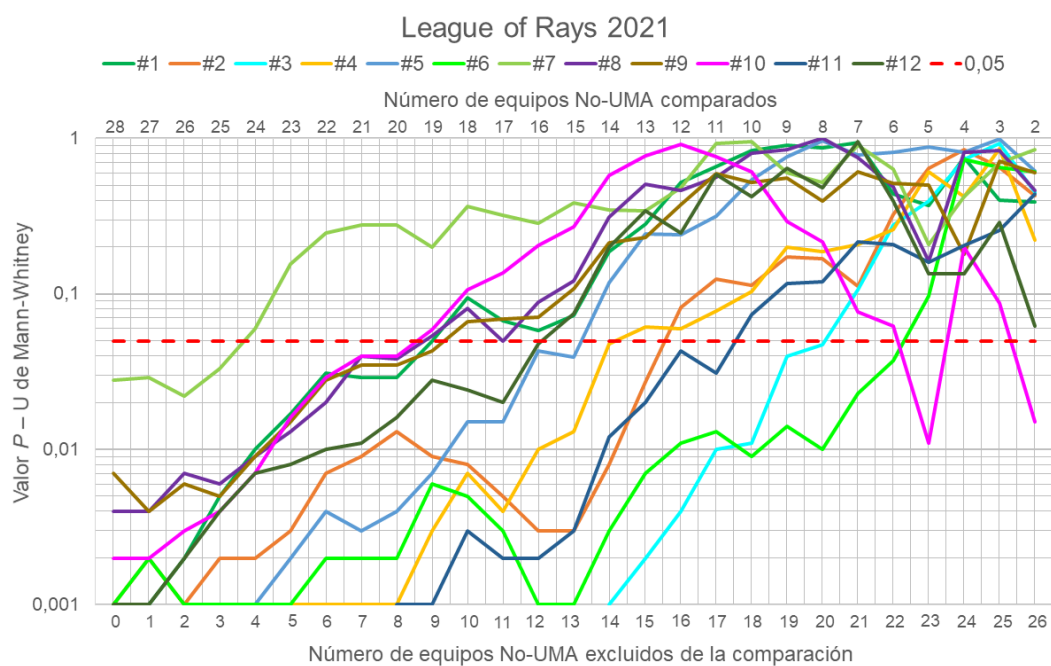
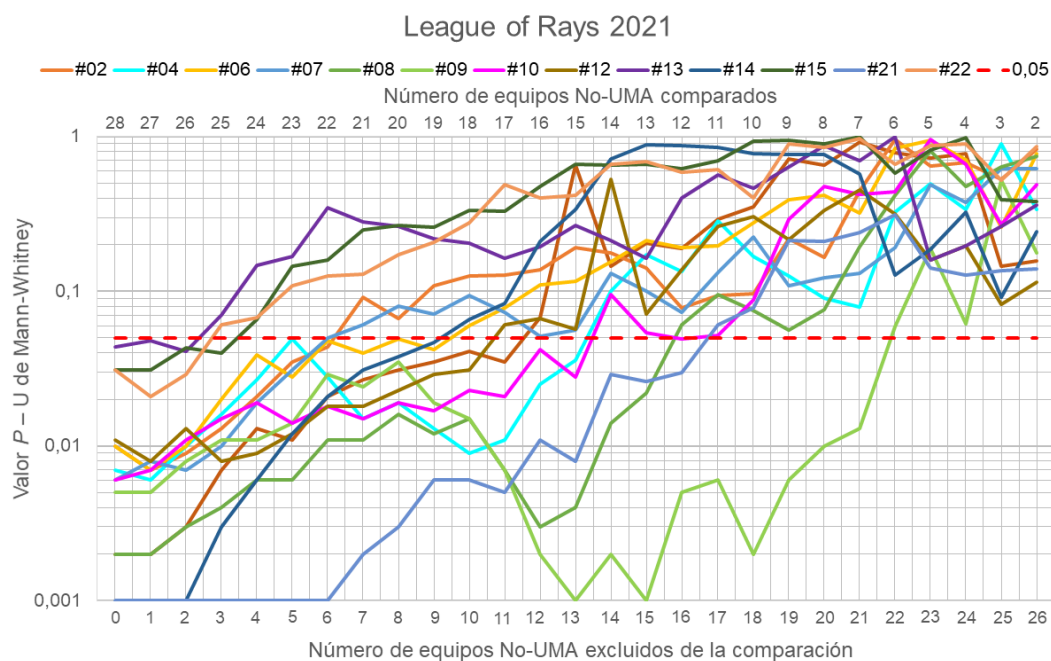
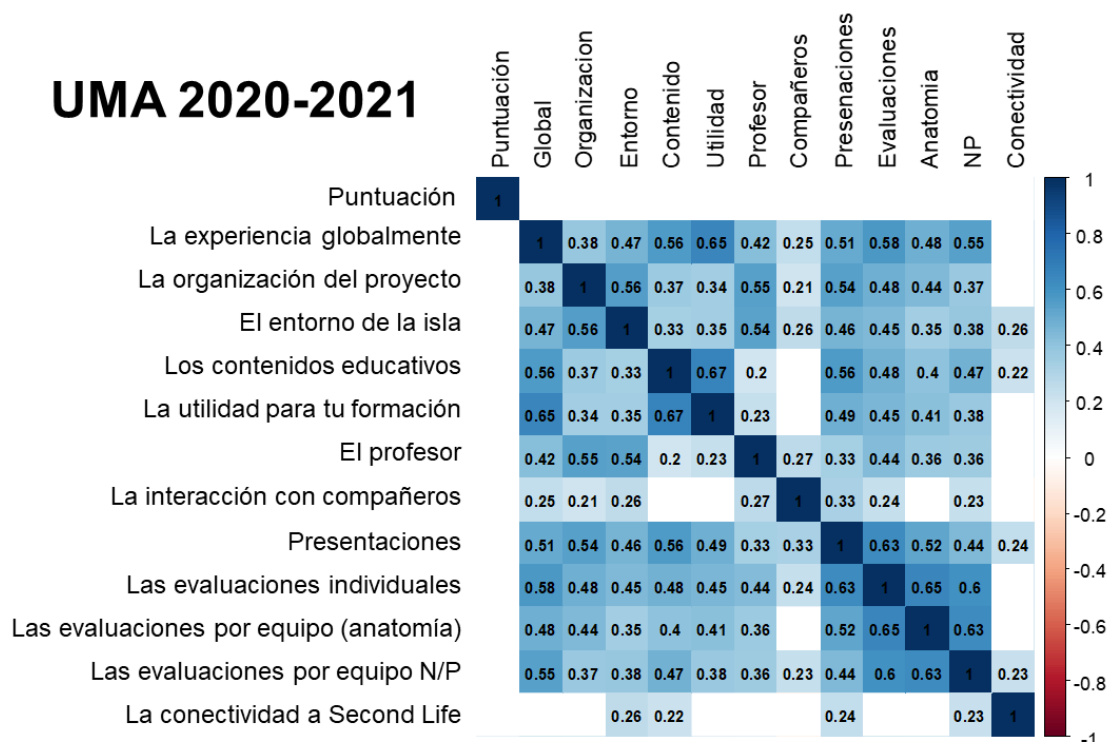


Figura IV.31. Gráfico de líneas que expresa los valores de significación estadística y su modificación conforme se eliminan progresivamente los equipos con menos puntuación de universidades distintas a la de Málaga. Preguntas sobre aspectos concretos de juego a responder sobre 5 puntos (arriba) y preguntas de calificación global sobre 10 puntos (abajo). La línea discontinua marca el nivel de significación estadística de la U de Mann-Whitney ( $p = 0,005$ ).



## UMA 2020-2021



## No UMA 2020-2021

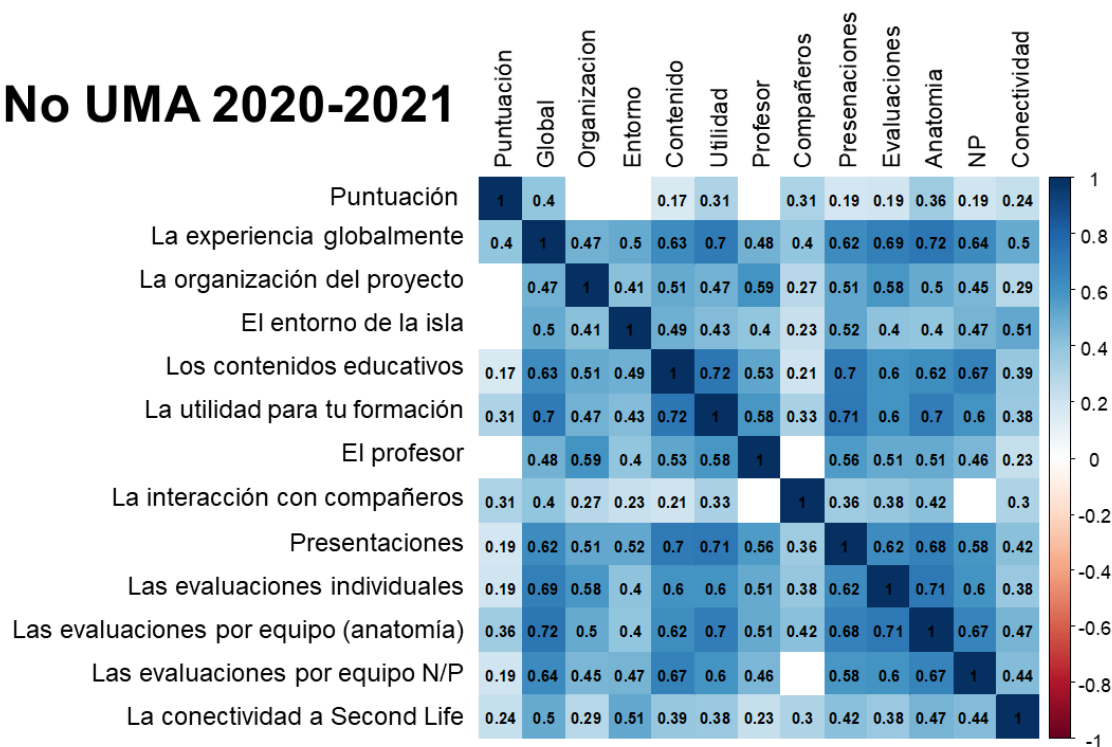


Figura IV.32. Correlogramas de la puntuación obtenida por los equipos finalistas y los 12 ítems de calificación de la experiencia con los equipos UMA (arriba) y no-UMA (abajo). Los cuadrados blancos indican que no existía correlación con significación estadística ( $p < 0,05$ ). Los valores en los cuadros corresponden a los correspondientes coeficientes de correlación de Pearson. La escala de color indica el nivel de correlación positivo o negativo.

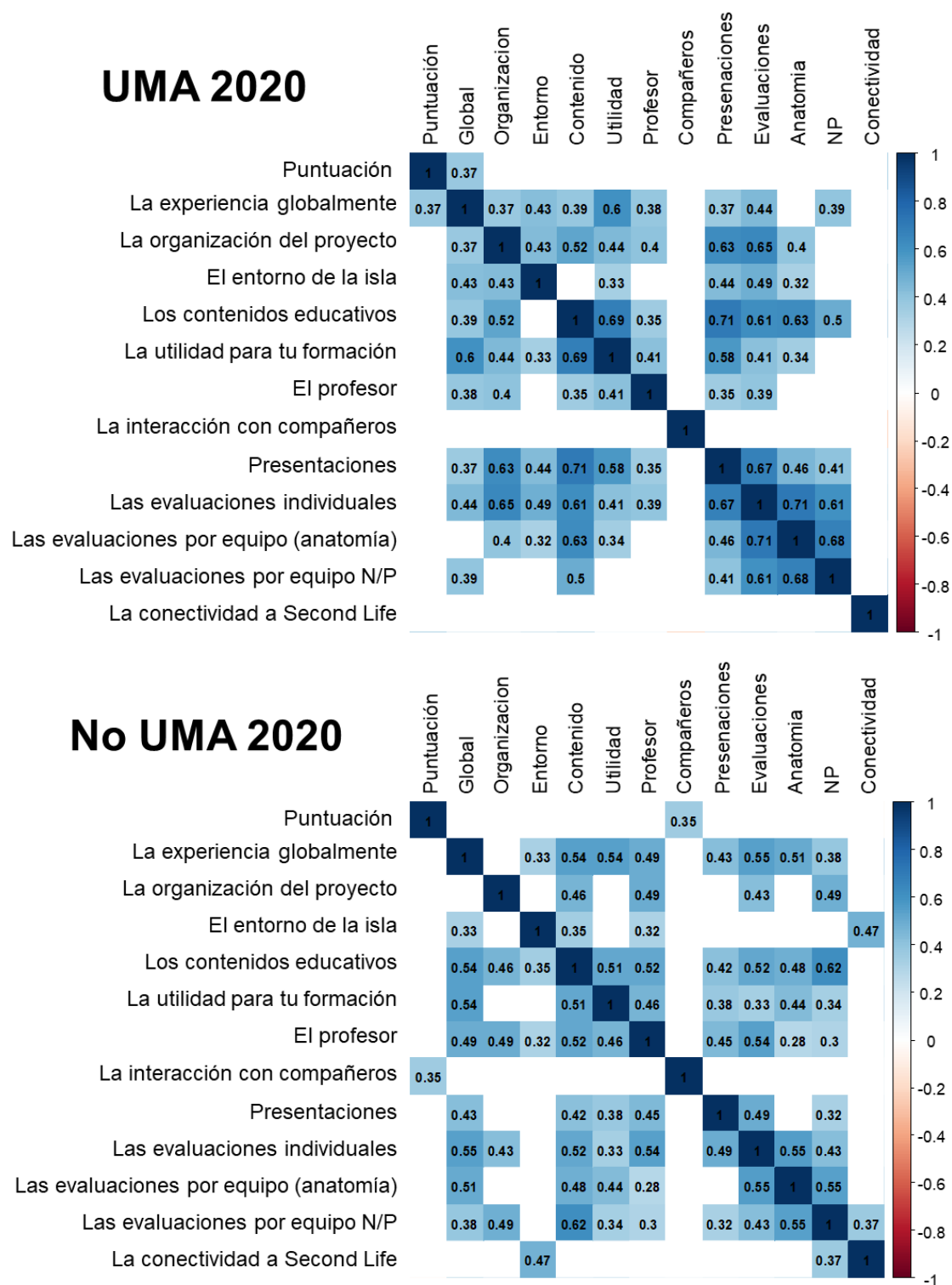


Figura IV.33. Correlogramas de la puntuación obtenida por los equipos finalistas y los 12 ítems de calificación de la experiencia con los equipos UMA (arriba) y no-UMA (abajo). Los cuadrados blancos indican que no existía correlación con significación estadística ( $p < 0,05$ ). Los valores en los cuadros corresponden a los correspondientes coeficientes de correlación de Pearson. La escala de color indica el nivel de correlación positivo o negativo.

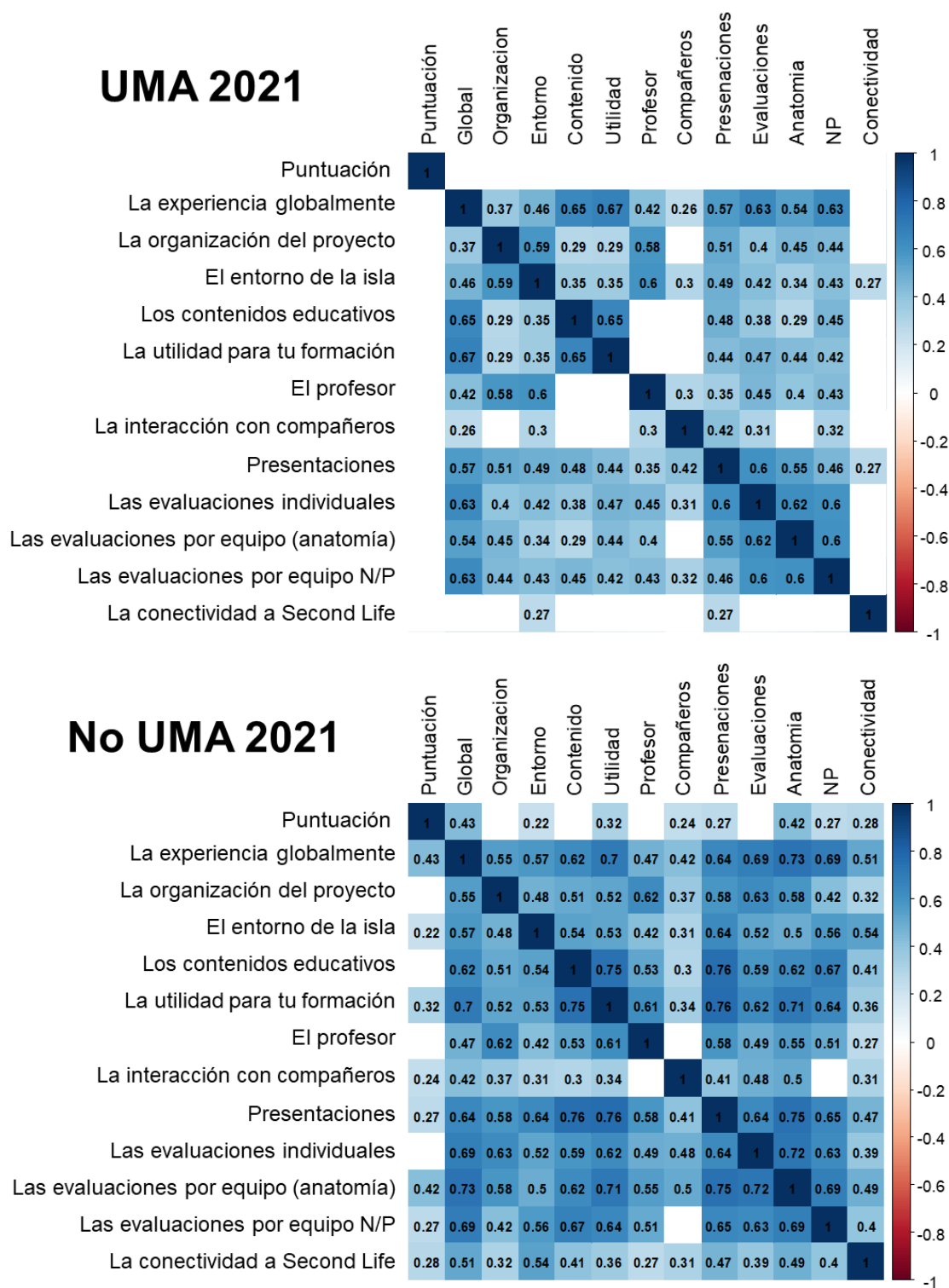


Figura IV.34. Correlogramas de la puntuación obtenida por los equipos finalistas y los 12 ítems de calificación de la experiencia con los equipos UMA (arriba) y no-UMA (abajo). Los cuadrados blancos indican que no existía correlación con significación estadística ( $p < 0,05$ ). Los valores en los cuadros corresponden a los correspondientes coeficientes de correlación de Pearson. La escala de color indica el nivel de correlación positivo o negativo.

#### IV.4.5. Evaluación cualitativa de la percepción

Al final del cuestionario se introdujeron dos preguntas que los participantes debían responder de forma abierta. Una sobre el impacto de la pandemia por el SARS-COV-2 en la participación en el juego y la otra recabando posibles comentarios adicionales que el usuario quisiera añadir. La primera cuestión preguntaba directamente “Cómo crees que ha afectado el confinamiento por Covid-19 en tu participación en el juego”. Respondieron 186 estudiantes, 77 en la edición de 2020 y 109 en la de 2021, cuyas respuestas fueron codificadas con 6 códigos en función de los temas identificados (tabla IV.26). El 41,9% de estos comentarios indicaron que la situación no influyó en su participación en el juego, o lo hizo de forma **indiferente** o neutral. El 29,6% de los comentarios destacaron la **relación virtual** con sus compañeros, que favoreció la desconexión de la situación de estrés general. Un 28,5% indicó que sintió mucha **más inmersión** en la competición que si hubieran participado en otro momento. Algunos participantes (14,5%) expresaron que el estado de alarma y posterior situación de pandemia provocó **más estrés** en la participación (19,4% en 2020 y 11,0% en 2021). Quince comentarios de participantes en 2020 mencionaron que la pandemia propició una **mejor organización** diaria para llevar a cabo las tareas diarias del juego junto con otras tareas universitarias, gracias a el confinamiento domiciliario. Seis comentarios de la edición 2020 indicaron que el confinamiento domiciliario modificó su **conexión** a Second Life respecto a cuando comenzaron participando desde la facultad. Concretamente, un comentario indicó que su conexión fue mejor en su domicilio familiar, en cambio 5 indicaron que su conexión empeoró drásticamente. También en 2020, dos comentarios expresaron que el contenido del juego había sido un buen **complemento formativo** del temario que no habían impartido en clase a causa del confinamiento: “... *el material que habéis proporcionado es un equivalente a las prácticas que debería tener, y por tanto es de gran utilidad para poder estudiar*”.

Finalmente, 4 participantes de la edición 2021 comentaron que la disminución de actividades lectivas por la pandemia **favoreció participar** en la competición como los siguientes: “*Creo que si no hubiera sido por el confinamiento no habría descubierto este proyecto ni habría participado en él tan activamente*” o “... *a lo mejor si tuviéramos clases y prácticas presenciales no me apuntaría a LOR por falta de tiempo*”.

**Tabla IV.26. Codificación de un nivel de los comentarios abiertos sobre el impacto del SARS-COV-2 en la participación proporcionados por los participantes de la competición interuniversitaria de *League of Rays*.**

Códigos	2020 n = 77 (%)	2021 n = 109 (%)	Ambos n = 186 (%)
Indiferente	31 (40,2)	47 (43,1)	78 (41,9)
Relación Virtual	24 (31,2)	31 (28,4)	55 (29,6)
Más inmersión	23 (29,9)	30 (27,5)	53 (28,5)
Más estrés	15 (19,4)	12 (11,0)	27 (14,5)
Mejor organización	15 (19,4)	0 (0,0)	15 (8,1)
Diferencias en conexión	6 (7,8)	0 (0,0)	6 (3,2)
Sustitución temario	2 (2,6)	0 (0,0)	2 (1,1)
Favoreció participar	0 (0,0)	4 (3,7)	4 (2,2)

En la siguiente sección, se ofreció un apartado para comentarios adicionales con la indicación “*Si quieres añadir algo más, por favor, utiliza el recuadro siguiente*”. En este apartado, se recogieron 153 comentarios (58 en 2020 y 95 en 2021), que se codificaron y subcodificaron atendiendo a los temas identificados en ediciones anteriores: 131 comentarios (85,6%) con contenido **positivo**, 77 comentarios (50,3%) con contenido **negativo**, 41 comentarios (26,8%) con **sugerencias** y 25 (16,3%) relativos a la participación en **equipo**. Cada comentario podía contener mas de un código y subcódigo en su contenido (tabla IV.27).

El 80,9% de los comentarios positivos (106 comentarios) mostraron agradecimiento y **aprecio** hacia el equipo organizador de la experiencia, con similares proporciones en ambas ediciones (80,0% en 2020 y 81,5% en 2021). Se expresó la **utilidad** de la competición para aprender en 80 comentarios, lo que supone el 61,1% de los comentarios positivos. Se obtuvieron proporciones imilares en ambas ediciones (60,0% en 2020 y 61,7% en 2021). Veinticuatro comentarios positivos (18,3%) recalcaron el aspecto **lúdico** y de divertimento que presentó la actividad. Cinco comentarios (3,8%) destacaron la actividad como una **innovación** educativa y otros 5 (3,8%) subrayaron el beneficio del contacto **interuniversitario** entre los participantes para el intercambio de perspectivas.

Como ejemplo de comentario positivo que combina los códigos de aprecio y utilidad podría destacarse el siguiente: “*Participaría en otra experiencia en Second Life en próximos cursos ... Muchas gracias por todo el esfuerzo; me ha ayudado a aclarar*”

---

*muchos conceptos de Anatomía y Radiología, una asignatura que siempre se me ha atascado y no me gustaba hasta ahora”.*

Entre los 77 comentarios codificados como **negativo** se encontraron 24 (31,2%) que destacaron **problemas técnicos** y de conexión a Second Life. Otros 24 comentarios, que indicaron que el esfuerzo para interpretar los contenidos docentes o resolver los test era elevado, se subcodificaron como **carga cognitiva (LOR)**. Un ejemplo este tipo de comentarios es el siguiente *“Me ha costado mucho buscar los test individuales escondidos. Vivo en una zona rural y mi conexión a Internet es insuficiente. Tardaba alrededor de media hora cada día. Era muy pesado”*. Doce comentarios (15,6%), subcodificados como **carga cognitiva (SL)**, indicaban que el uso de Second Life, el manejo del avatar, el uso de notas para enviar las tareas o la visualización de las presentaciones en la plataforma les resultaba difícil o complicado. La distribución y el contenido de las **presentaciones** supusieron un problema, según lo manifestado en 11 comentarios.

Tres participantes indicaron que las **tareas N/P** no les parecían adecuadas a los contenidos impartidos. Hubo 3 comentarios en 2021 sobre los **test individuales**, dos de ellos hicieron referencia a que el último test no les parecía representativo del temario impartido y uno indicó que la longitud de estas evaluaciones era excesiva. A tres participantes les pareció que la **información** aportada sobre la competición fue insuficiente. Finalmente, 5 comentarios contenían quejas sobre la **organización** del proyecto. Dos de ellos mencionaban quejas desatendidas (uno en 2020 y otro en 2021) y el resto hacía referencia al cronograma de la actividad o a que las clases de la asignatura en la Facultad de Málaga se impartían semanas después de haber visto ese mismo contenido en la competición y que preferían haberlo recibido antes en clase.

Cuarenta y un comentarios incluían interesantes **sugerencias** para mejorar la experiencia y fueron subcodificados como sigue. Once comentarios pidieron obtener las **respuestas de los test** al final de cada etapa o de la competición. Nueve comentarios (3 en 2020 y 6 en 2021) propusieron **nuevas iniciativas** diferentes a *League of Rays* para llevar a cabo en “Medical Master Island”. Un ejemplo de este tipo de comentarios es el siguiente: *“... me gustaría comentar que un congreso presencial, con la misma idea de aprendizaje y competición por equipo, podría ser un proyecto estupendo, reuniendo a todos los participantes de las diferentes universidades. Por supuesto,*

---

*tendría sus contras, las reglas cambiarían y quizá no podría extenderse 6 semanas. Pero estoy segura de que se encontraría y potenciarían sus beneficios ...”.*

Ocho sugerencias sobre el **contenido docente** proponían ampliar los contenidos o poner a disposición de los participantes los mismos tras el juego para su estudio. Siete comentarios sugerían nuevas **reglas del juego** o modificaciones de las existentes, como abrir el abanico de participantes invitados al juego o añadir nuevas tareas por equipo. Cinco participantes recomendaron una modificación del **calendario** de la competición, debido a su cercanía a las evaluaciones finales de sus respectivas universidades. Finalmente, hubo dos comentarios (uno en 2020 y otro en 2021) proponiendo una **plataforma alternativa** a Second Life, y un comentario en 2020 sugiriendo modificaciones en las tareas **N/P**.

Como último paso del análisis de codificación, se hallaron 25 comentarios (11 en 2020 y 14 en 2021) que hacían referencia al trabajo en **equipo**. Solo uno de ellos, de 2021, tenía carácter **negativo**, pues relataba la mala experiencia del participante debido a la falta de interés del resto de sus compañeros de equipo. Los 24 comentarios restantes tenían carácter **positivo** e hicieron hincapié en la mejora de las relaciones entre los miembros del equipo, el beneficio de conocer a miembros de otros lugares de España y el incremento de conocimientos adquiridos gracias al trabajo en equipo.

Un ejemplo de comentario que relata detalladamente el carácter positivo de participar en equipo es el siguiente: *“Además, me ha sorprendido gratamente mi equipo por el compromiso e implicación que han tenido mis compañeros. En primer lugar, es increíble que nos hayamos podido coordinar para quedar y hacer en conjunto los test cada semana, pero, además, si alguna semana alguna de ellas no podría conectarse o solo podía conectarse poco tiempo, hacía de antemano el test grupal e individual para que los tuviésemos en cuenta. De esta forma, la “Liga de Rayos” no solo me ha permitido integrar mejor y poner en práctica ciertos conocimientos, sino que he podido conocer mejor a compañeras de clase, establecer una relación más estrecha, e incluso desear volver a trabajar con ellas, y todo esto, sobre todo, en época de aislamiento social, es invaluable”.*

Tabla IV.27: Codificación jerárquica de dos estratos y la clasificación de subcodificación de los comentarios abiertos proporcionados por los participantes de la edición interuniversitaria de *League of Rays*.

Códigos y subcódigos	2020 n = 58 (%)	2021 n = 95 (%)	Ambos 153 (%)
<b>Positivos</b>	<b>50 (86,2)</b>	<b>81 (85,2)</b>	<b>131 (85,6)</b>
Aprecio	40	66	106
Utilidad	30	50	80
Lúdico	12	12	24
Innovación	3	2	5
Interuniversitario	2	3	5
<b>Negativos</b>	<b>35 (60,3)</b>	<b>42 (44,2)</b>	<b>77 (50,3)</b>
Requisitos informáticos	11	13	24
Carga cognitiva (LOR)	8	16	24
Carga cognitiva (SL)	5	7	12
Presentaciones	6	5	11
Test individuales	0	3	3
Tareas N/P	2	1	3
Información	2	1	3
Organización	1	4	5
<b>Sugerencias</b>	<b>20 (34,5)</b>	<b>21 (22,1)</b>	<b>41 (26,8)</b>
Respuestas de los test	5	6	11
Nuevas iniciativas	3	6	9
Contenidos	6	2	8
Reglas del juego	5	2	7
Calendario	1	4	5
Plataforma alternativa	0	1	1
N/P	1	0	1
<b>Equipo</b>	<b>11 (19,0)</b>	<b>14 (14,7)</b>	<b>25 (16,3)</b>
Positivo	11	13	24
Negativo	0	1	1

Nota: Se proporcionan entre paréntesis la proporción de códigos encontrados en los comentarios abiertos de los participantes.



## V. DISCUSIÓN

Los estudiantes de Medicina de hoy día, jóvenes adultos *millenials* y de la generación Z, hacen un extenso uso de las nuevas tecnologías [Vogelsang et al., 2018], disfrutan a través de ellas [Kron et al., 2010] y usan frecuentemente juegos en plataformas virtuales de entretenimiento [Richardson-Hatcher et al., 2014b]. La educación radiológica basada en juegos es un método emocionante e innovador de enseñanza con numerosos beneficios, como el compromiso de los estudiantes, la interacción social, el *feedback* instantáneo y un entorno de aprendizaje personalizado [Awan et al., 2010]. El mundo virtual de Second Life proporciona perspectivas interesantes para jugar a juegos de simulación clínica con éxito educativo demostrado [Toro-Troconis et al., 2010a; Toro-Troconis et al., 2010b; Vallance et al., 2014] o competiciones de carácter más académico, como el proyecto *League of Rays*, puesto en marcha en 2015 [Lorenzo-Álvarez et al., 2020].

El presente estudio abarca seis ediciones consecutivas del juego competitivo *League of Rays*. Las de 2016 y 2017 tuvieron participación obligatoria por parte de los estudiantes. Los resultados del juego y la opinión de los participantes se compararon con los de la primera edición, de carácter voluntario. En 2018, se desarrolló una edición reducida de 3 semanas con contenidos de anatomía exclusivamente, en la que participaron estudiantes de primer ciclo del Grado en Medicina. En 2019, se adaptaron las reglas para que los participantes compitieran por equipos de cuatro estudiantes. Finalmente, en las ediciones de 2020 y 2021 se organizaron competiciones interuniversitarias, en las que participaron estudiantes de medicina de 20 universidades españolas. En las actividades encuadradas en este estudio, durante 6 años consecutivos, se han inscrito un total de 1037 estudiantes de medicina, de los que 766 (73,87 %) alcanzaron la fase final de juego.

### V.1. Consideraciones sobre el juego *League of Rays*.

*League of Rays* no es un juego de simulación médica, sino un concurso desarrollado en una isla imaginaria que proporciona un refuerzo en el aprendizaje de anatomía y semiología radiológica a los estudiantes que participan, lo cual es su

principal objetivo. Esta experiencia ha sido muy bien valorada por los estudiantes, tanto en competiciones individuales como por equipos. En todas las ediciones, además de valorar muy positivamente al profesor, los participantes destacan un gran reconocimiento por el diseño y la organización de la competición, el contenido educativo y la adecuación a su formación médica.

La Radiología mezcla diferentes formatos de aprendizaje, que incluyen nuevos conceptos pedagógicos y tecnologías que permiten mejorar el rendimiento, la satisfacción y el compromiso de los estudiantes de Medicina [Vavasseur et al., 2020]. El juego *League of Rays* proporciona contenidos educativos que sirven como repaso y práctica complementaria a la docencia reglada de Radiología. Además, permite a los estudiantes identificar las fortalezas y debilidades de sus conocimientos, así como reconocer el valor de los juegos digitales [Janssen et al., 2015]. Por ejemplo, los resultados de los test y las tareas en las etapas de tórax, tanto de anatomía como de semiología, se encuentran entre los más bajos en todas las ediciones. Al ser la radiología torácica esencial en la práctica médica [Eisen et al., 2006] y especialmente difícil de interpretar debido a la superposición de estructuras anatómicas [Delrue et al., 2011], un refuerzo del aprendizaje de esta área resulta especialmente útil para los estudiantes de medicina.

## **V.2. Aprendizaje basado en juegos obligatorio y motivación.**

Los principales hallazgos en el análisis de las ediciones obligatorias fueron que los resultados de retención de conocimientos a corto plazo y la evaluación del juego eran significativamente inferiores a los de la edición voluntaria de 2015 [Lorenzo-Álvarez et al., 2020]. Estas diferencias fueron aún mayores en la segunda edición obligatoria, donde los estudiantes no podían abandonar el juego, aunque perdieran.

La motivación de los estudiantes puede considerarse dentro de una amplia perspectiva educativa, en la que aspectos como la motivación social, las expectativas, la participación en actividades e incluso la espiritualidad, pueden conllevar una mejora de la motivación académica [Hattie y Anderman, 2013]. Sin embargo, los resultados las ediciones 2016 y 2017 deben ser valorados desde la perspectiva del impacto de la participación obligatoria en actividades lúdicas en entornos virtuales 3D sobre la

motivación de los participantes. Las actividades obligatorias son parte de la motivación extrínseca de los estudiantes de Medicina. Si bien, en el caso de la gamificación “impuesta” hay un factor contraproducente, descrito como “diversión obligatoria” en actividades dentro del ambiente de trabajo [Mollick y Rothbard, 2014]. Los alumnos pueden no encontrar suficientes recompensas en los juegos de aprendizaje obligatorios, considerando el esfuerzo cognitivo que conlleva manejar el mundo virtual y las nuevas tareas impuestas.

Los resultados de los test del juego fueron peores en las ediciones obligatorias que en la voluntaria, siendo incluso inferiores en la edición de 2017. Asumiendo que una mayoría de estudiantes motivados participaron en la edición previa, al ser voluntaria [Curado et al., 2015], la participación obligatoria podría hacer descender la aceptación, al incluir más estudiantes con baja motivación intrínseca [Back et al., 2014], lo que podría contribuir a un aumento del porcentaje de respuestas con escasa atención [Bahous et al., 2018].

El porcentaje de test no entregados en la edición 2016 fue del 12,3 %. Sospechando que no entregar los test podría ser una estrategia de los estudiantes que no querían participar en el juego para ser eliminados y así dejar de participar, en la edición de 2017 no se permitió el abandono. Como consecuencia, los test no entregados descendieron al 2,7 %, pero los resultados de los test del juego disminuyeron y la evaluación de la experiencia fue peor. Continuar respondiendo test a pesar de haber sido eliminados podría haber reducido aún más la motivación y el interés de los estudiantes en el juego.

En resumen, se observó que, cuando la participación en *League of Rays* es obligatoria, la aceptación de la tecnología de los mundos virtuales disminuye, las opiniones sobre el juego empeoran y la puntuación media en el juego desciende. Debido a estos motivos y la disminución de la motivación se plantearon las siguientes ediciones con carácter voluntario, buscando nuevos objetivos. Aunque futuras investigaciones para mejorar los aspectos técnicos del juego, la motivación, la carga cognitiva y las habilidades espaciales podrían ayudar a mejorar los resultados y la percepción del juego con participación obligatoria.

### V.3. Percepción de los usuarios con participación obligatoria.

El juego *League of Rays* combina elementos de gamificación que los estudiantes identifican como atractivos: 1) sistemas de puntuación que les permite obtener resultados y logros, 2) tabloneros de clasificación para seguir su progreso en relación con el resto de los competidores y 3) una división por módulos para seguir su progreso a través de los diferentes materiales docentes [Rojas et al., 2016]. El formato competitivo y el uso de tablas de clasificación relaciona el juego con la Teoría de Comparación Social, un mecanismo fundamental de modificación del juicio y del comportamiento a través del impulso interno que tienen los individuos para autoevaluarse de forma precisa [van Gaalen et al., 2021]. La Teoría de Comparación Social propone que los individuos comparan sus resultados con los demás para evaluar sus habilidades y la búsqueda del perfeccionamiento personal [van Gaalen et al., 2021]. Esto explica la motivación de los estudiantes y el aumento del rendimiento académico, ya que la comparación inherente a la competición puede aumentar la motivación para sobresalir en el aprendizaje basado en juegos [van Nuland et al., 2015].

*League of Rays* también se basa en la Teoría del Aprendizaje por Refuerzo, relacionada con una forma de aprendizaje conductual que depende de recompensas y castigos [van Gaalen et al., 2021]. De acuerdo con esta teoría, el comportamiento o acción deseada seguida de una recompensa, aumentará la tendencia de los individuos a repetir dicha acción. Por el contrario, una sanción disminuirá la tendencia de los sujetos a realizar dicha acción de nuevo. Las actividades de gamificación basadas en esta teoría suponen que los premios y los castigos (por ejemplo, recibir puntos y valoraciones positivas, o valoraciones negativas y eliminaciones, respectivamente) mejoran la experiencia subjetiva de aprendizaje y ayudan a los estudiantes a adquirir habilidades y conocimientos en Radiología [Chen et al., 2017].

Los estudiantes que participaron en las ediciones obligatorias (2016 y 2017) estuvieron de acuerdo en que el diseño de la competición era correcto y que la información fue adecuada. También valoraron positivamente la organización del proyecto y los contenidos docentes, sin diferencias significativas con los que habían realizado el estudio voluntario previo [Lorenzo-Álvarez et al., 2020]. Sin embargo, las reglas de la competición y los tabloneros de clasificación podrían obstaculizar el aprendizaje cuando disgustan a algunos estudiantes [van Gaalen et al., 2021] y pueden

infraestimar o rechazar el juego por el efecto de la “diversión obligatoria”. Esto justifica que en ambas ediciones obligatorias el juego fuese percibido peor que en la edición voluntaria [Lorenzo-Álvarez et al., 2020], siendo peor aún cuando no se admitió que los participantes abandonaran. En 2017, destacó un menor acuerdo a que participar en ambientes competitivos podría ayudarlos a aprender mejor, con una menor voluntad de participar en futuras experiencias en Second Life y con peor puntuación en la evaluación del proyecto. Adicionalmente, la percepción del juego fue peor cuando se comparó a los estudiantes eliminados con los ganadores. Todo esto, puede implicar cierto efecto negativo sobre las Teorías de Comparación Social y de Aprendizaje por Refuerzo [van Gaalen et al., 2021] cuando el juego es impuesto a los estudiantes. En este sentido, hubo un 60 % de comentarios negativos, encabezados por las dificultades técnicas para usar plataformas 3D y desacuerdo con algunas reglas del juego. También destacó la excesiva carga cognitiva percibida por la sobrecarga temporal que supone la actividad al coincidir con otras tareas académicas online. A pesar de esto, cabe señalar que hubo un 57 % de comentarios positivos, destacando el aprecio por el proyecto y el reconocimiento de su valor instructivo, y un 65 % de comentarios con interesantes sugerencias para mejorar la experiencia, lo cual implica compromiso con el proyecto.

Es destacable que, en las ediciones obligatorias, las mujeres calificaron mejor el juego, especialmente en la edición sin permiso para abandonar. Esta diferencia puede deberse en parte a los modelos de aceptación tecnológica: mientras que los hombres de centran más en la utilidad de la tecnología, las mujeres se centran en la facilidad del uso y el disfrute del sistema y las normas subjetivas [Codish y Ravid, 2017]. Aunque el estereotipo de los juegos virtuales suele hacer referencia a hombres jóvenes, se ha descrito que las usuarias aprecian más el valor de los mundos virtuales y participan más activamente en la vida social, en la búsqueda de información y en las actividades en mundos virtuales que su contrapartida masculina [Choi et al., 2012]. Aunque no es el objetivo central del estudio, las diferencias de género en la percepción de los mundos virtuales y juegos educativos precisarían un análisis más detallado con diseño y objetivos estratégicos específicos.

#### V.4. Una edición abreviada dedicada a anatomía radiológica

Tras tomar la decisión de que las futuras ediciones del juego fuesen voluntarias, se consideraron los comentarios de los alumnos sobre la excesiva duración de juego, la cantidad de tiempo que requería estar atento al mismo (entrando en conflicto con los requerimientos del curso) o la proximidad de las fases finales al periodo de exámenes. Considerando que la duración de 6 semanas pudiera ser demasiado extensa, se decidió explorar una edición abreviada, incluyendo únicamente las tres primeras etapas correspondientes a anatomía radiológica.

El principal motivo para elegir anatomía radiológica en lugar de semiología radiológica fue la carencia de formación en anatomía radiológica con la que llegan los alumnos a tercer curso, a pesar de haber recibido 21 ECTS de anatomía en los cursos precedentes. La necesidad de formación en anatomía radiológica en los primeros cursos de medicina y su eficacia en la formación integral de los estudiantes ha sido resaltada por numerosos estudios [Marker et al., 2010; Phillips et al., 2012; Dettmer et al., 2013; Rajprasath et al., 2020]. En la facultad de medicina de Málaga la carencia formativa en anatomía radiológica se ha detectado en los planes de estudios previos [Sendra-Portero et al., 2012] y en el actual [Lorenzo-Álvarez et al., 2013]. Por ello, se optó por mantener en la versión abreviada de *League of Rays* los contenidos de la primera parte, proporcionando un refuerzo formativo de anatomía radiológica. Además, se invitó a participar a estudiantes de los cursos inferiores, que estaban estudiando las asignaturas de anatomía del plan de estudios, pero no tenían conocimientos de radiología, para valorar tanto el impacto formativo del juego como la percepción que tenían de él.

La aceptación inicial fue muy positiva, abriendo grandes expectativas, pues se inscribieron 135 alumnos de primera matrícula en tercer curso, lo que supone el 81,3% del total, 33 alumnos de primero y 36 de segundo (aproximadamente un 19,4-20,2 %, considerando 170 alumnos de nueva inscripción en la carrera). Lamentablemente, la participación de los alumnos de los dos primeros cursos estuvo marcada por un importante abandono; el 60,6% de los alumnos inscritos de primer curso y el 41,7% de los de segundo abandonaron el juego sin entregar ningún test. El principal motivo aducido por muchos de ellos fue que les restaba tiempo de las actividades planificadas por las asignaturas de su curso correspondiente para resolver en casa. Algunos especificaron que habían decidido esperar a tercer curso para realizar el juego.

Adicionalmente, la participación de los alumnos de primer curso pudo haberse visto afectada por una mayor carga psicológica debida a los recientes cambios que implica el comienzo de una carrera universitaria [Daniels et al., 2019].

En cualquier caso, es lógico que el compromiso y el interés por el juego sea mayor cuando los participantes están cursando la asignatura de Radiología. Una participación simultánea de alumnos de diferentes cursos de la carrera en una actividad formativa sobre anatomía radiológica puede aportar datos muy interesantes sobre fortalezas y debilidades de la educación médica, pero debe realizarse en coordinación con profesores de asignaturas de los respectivos cursos, fundamentalmente de anatomía, que vinculen directamente el esfuerzo realizado con la actividad académica del año en curso.

La valoración general del curso por todos los que finalizaron el juego fue muy positiva, incluidos los estudiantes de primero y segundo, a pesar de su escasa representación, pues constituían el 18,8 % de la muestra (28 estudiantes de 149). Hubo escasas diferencias significativas en el cuestionario respecto al grupo de tercer curso. Los estudiantes de primero y segundo calificaron peor la conectividad a Second Life ( $7,9 \pm 1,2$  frente a  $8,8 \pm 1,2$ ;  $p = 0,019$ ), y mostraron menor grado de acuerdo en que la extensión del curso era adecuada ( $3,8 \pm 0,8$  frente a  $4,3 \pm 0,8$ ;  $p = 0,020$ ).

Algunos participantes de 3º curso insistieron en la utilidad de que los contenidos incluyeran los bloques de semiología, que estaban en las ediciones previas. Ciertamente, incluir contenidos de semiología hace que el contenido del juego se asemeje más a los contemplados de una asignatura de radiología general [del Cura et al., 2008], como la que se imparte en tercer curso en la Facultad de Medicina de Málaga. La decisión para las ediciones siguientes fue volver al formato de seis semanas explorando la participación por equipos en lugar de individual.

## V.5. Participación por equipos

El presente estudio ha demostrado que la participación por equipos en la competición *League of Rays* es factible con una sencilla adaptación de las reglas del juego. Los equipos pueden clasificarse con un sistema de puntuación que se correlaciona estrechamente con el número de respuestas correctas y la responsabilidad

de éxito se distribuye entre los miembros del equipo. Los juegos competitivos por equipos son considerados técnicas de aprendizaje cooperativo que combinan recompensas grupales con responsabilidad individual, compaginando colaboración y competición [Sánchez, 2017]. En las competiciones por equipos de *League of Rays*, se animaba a los participantes a ser responsables con su trabajo colectivo, pues si alguno de ellos conseguía pocos aciertos o no hacía el test, su equipo descendía en la clasificación.

El éxito en conseguir la cooperación y compromiso de los estudiantes depende de ellos, de los diseñadores del juego y de los educadores [Sánchez, 2017]. El 83 % de los participantes en la edición por equipos intrauniversitaria de 2019 reconocieron haber trabajado en equipo. La motivación que aporta la participación en equipos se refleja perfectamente en uno de los comentarios abiertos del cuestionario de percepción: “... *Cuando el conocimiento está asociado con una experiencia positiva como ganar en equipo o poner la teoría de las clases en un juego, todo llegar a ser menos serio y cede terreno a tomarse esta actividad como algo relajante y entretenido*”. Otro elemento motivador para los participantes fue el reconocimiento y evaluación positiva del diseño y organización del concurso, así como la identificación de los contenidos educativos como adecuados para el refuerzo de su educación médica.

Hoag y colaboradores [2002] describen cierto perfil de estudiantes que no están predispuestos a realizar trabajo en equipo. Este tipo de participantes podría haber tenido menos motivación en una experiencia colectiva como *League of Rays*. Sin embargo, es asumible que su participación haya sido escasa, pues el carácter voluntario de la competición permite que los alumnos que no estén dispuestos a colaborar en equipo no participen. Únicamente un participante de la edición 2021 describió falta de interés en sus compañeros de equipo. Un ambiente desfavorable en el equipo, tanto al inicio de la competición, como durante su desarrollo, puede ser un factor negativo respecto a la motivación de los participantes, por lo que, para sortear este problema, se ha recomendado que los participantes creen los equipos según su albedrío [Triviño et al., 2014]. Algunos alumnos de la edición 2019 así lo solicitaron y se consideró para las ediciones siguientes.

El aprendizaje competitivo solía estar asociado con las clases tradicionales y un comportamiento rivalizante de los estudiantes, habiendo sido objeto de crítica por ello [Johnson et al., 1995]. Hoy en día, aunque se mantiene como un tema de debate, el



aprendizaje competitivo online a través de juegos digitales es una potente herramienta que puede conllevar resultados académicos favorables [Corell et al., 2018]. Los participantes en *League of Rays* en 2019 realizaron un mejor test postexposición que los no participantes ( $p = 0,007$ ), especialmente a expensas de las preguntas de semiología. Además, obtuvieron mejores calificaciones finales que sus compañeros ( $p = 0,021$ ). Ambos hechos pueden justificarse por el impacto del juego en el aprendizaje de Radiología o por la participación de un sector de estudiantes más activo y motivado que el resto. Los resultados de los equipos mostraron en el juego una correlación moderada con los test postexposición, pero una baja correlación con las calificaciones del curso. Esto último es razonable, ya que el curso tiene contenidos adicionales a los abarcados en el juego (neuroimagen, cabeza y cuello, ecografía, medicina nuclear, etc.) y todos los participantes tuvieron acceso a actividades de enseñanza formal para prepararse para el examen.

## V.6. Competición interuniversitaria

La adaptación de las reglas de juego para participar por equipos ha permitido realizar una competición interuniversitaria durante dos años consecutivos. En esta experiencia se ha fomentado la colaboración entre estudiantes de un mismo equipo a través de la competición, con el fin de entrenar a los estudiantes a establecer relaciones sociales y sinergias de trabajo. La participación de estudiantes de diferentes universidades ha permitido comprobar la reproducibilidad de la experiencia sin el vínculo académico directo con el profesor que la organiza. Los participantes han tenido una percepción muy positiva de la experiencia, con la sensación de que les ha sido útil para su aprendizaje.

Este modelo ha requerido algunas tareas adicionales respecto a las ediciones previas como la difusión de información sobre la competición y la coordinación de un gran número de participantes desde una cuenta de correos. Para la notificar a los estudiantes de otras universidades la existencia de esta iniciativa fue esencial proporcionarles información de la competición a través de los profesores de Radiología de sus facultades, estableciendo así un vínculo con su formación reglada en radiología. En este sentido, el único requisito que se les impuso fue que hubieran cursado o estuvieran cursando radiología en el año académico correspondiente. El proyecto partía

de un centro específico, la Facultad de Medicina de Málaga, por lo que era imprescindible proporcionar confianza en el mismo a través de los respectivos profesores. La red de contactos en la que se han basado estos vínculos se creó gracias a contactos personales a través de la Asociación de Profesores Universitarios de Radiología y Medicina Física (APURF) y la Sociedad Española de Radiología Médica (SERAM). La dinámica de interrelación profesional ha demostrado ser muy fructífera desde el punto de vista de estimulación personal y acción colaborativa entre el personal docente [Nias, 1998]. Ha permitido que participantes ajenos a la Universidad de Málaga hayan disfrutado de esta experiencia, proporcionándoles un refuerzo formativo complementario y electivo de radiología. Los contactos creados y los antecedentes de estas dos ediciones abren la puerta a futuros proyectos docentes interuniversitarios.

Los porcentajes de aciertos en los test individuales de anatomía ( $79,7 \pm 18,6$  y  $79,4 \pm 17,4$  en 2020 y 2021 respectivamente) fueron superiores a los de las tareas por equipo de anatomía ( $64,3 \pm 22,5$  y  $69,4 \pm 17,6$ ). La capacidad de utilizar la terminología adecuada y de expresar conceptos adecuadamente no se mide con preguntas cerradas, donde se elige la respuesta correcta entre varias opciones. Las preguntas abiertas obligan a los estudiantes a evocar terminología y se acercan más a situaciones clínicas reales, donde no se brindan opciones a elegir [Sendra Portero et al., 2012]. Es importante que los estudiantes de medicina aprendan el vocabulario radiológico correcto en la interpretación de imágenes [Gunderman y Stephens, 2009], por lo que es importante medir la capacidad de describir con preguntas abiertas. En este sentido, una proporción considerable de fallos obedeció a no describir correctamente la estructura señalada en la imagen, en ocasiones por no identificar la lateralidad. No hubo tanta diferencia entre los resultados de los test individuales de semiología ( $70,0 \pm 20,8$  y  $72,9 \pm 19,0$ ) y las tareas Normal o Patológico ( $71,5 \pm 19,6$  y  $76,4 \pm 16,1$ ).

El porcentaje de aciertos entre la puntuación durante el juego en los test individuales (retención a corto plazo) y los test postexposición realizados un mes después (retención a medio plazo) disminuyó en un 11,1% en 2020 y un 16,6% en 2021. Estas cifras están en torno al 11,4 % observado en la experiencia por equipos de 2019.

La carga cognitiva se midió específicamente en este estudio mediante una escala Likert de 9 puntos [Paas y van Merriënboer, 1994]. Se puede suponer que hay una carga cognitiva extrínseca adicional debido al tiempo necesario para aprender a utilizar la plataforma 3D [van Nuland y Rogers, 2016], aunque gracias a estrategias para

minimizar la carga cognitiva, como sesiones de formación, tutoriales en PDF o un diseño simplificado de paneles de presentación los valores medios del esfuerzo mental para manejarse en Second Life estuvieron entre 3,6 y 3,7 (esfuerzo mental bajo-moderado). La carga cognitiva intrínseca debida a los contenidos [Lewis, 2016] fue algo superior para visualizar las presentaciones (valores medios 4,3 en los dos años) y aún más para resolver los test y las tareas, con valores medios de 6,1 y 6,3 (esfuerzo mental moderado-alto). Estos datos se superponen a los obtenidos en 2019, pues en el diseño del juego se adoptaron medidas a fin de reducir la carga cognitiva de los participantes [Lewis, 2016], como: puntos clave al comienzo de cada presentación, autoadministración del tiempo para leerlas y responderlas, sin transiciones de diapositivas, fondo oscuro de alto contraste, combinación de colores y organización cuidadosa de imágenes y texto. No obstante, se ha descrito que el esfuerzo cognitivo que se requiere para asimilar las estructuras anatómicas y sus relaciones es considerable [Garg et al., 2002; Seixas-Mikelus et al., 2010; Moxham et al., 2011].

No se observaron diferencias significativas entre los equipos participantes de la Universidad de Málaga y los equipos de otras universidades en cuanto a sus puntuaciones, pero es remarcable que todos los equipos que fueron eliminados por dejar de entregar los test eran equipos de universidades diferentes a la de Málaga (tablas IV.16 y IV.17). Esto puede explicarse por la falta de vínculo académico o vínculo de proximidad, que podría hacer que los estudiantes que conocen al profesor del que parte la iniciativa, se sientan más comprometidos y tengan menos tendencia a abandonar el juego.

La competición por equipos implica más a los estudiantes con los contenidos docentes de un curso e incrementa el aprendizaje de estos contenidos. Esto se ha demostrado previamente con residentes de distintas especialidades médicas en un curso sobre mejora de la calidad asistencial [Scales Jr. et al., 2016] y en la experiencia del juego competitivo *League of Rays* en 2019, al comprobar el incremento de retención de conocimientos a medio plazo de los participantes respecto al grupo control. Aunque la mejora en el aprendizaje a medio plazo también se ha demostrado en ediciones individuales de *League of Rays* [Lorenzo-Álvarez et al., 2020], el trabajo por equipos interuniversitarios permite desarrollar otras áreas como son: la colaboración, la comunicación, la gestión del tiempo y el uso compartido de los sistemas tecnológicos [Hoag y Baldwin, 2000]. El juego *League of Rays* por equipos fomenta la aplicación de

estos elementos a la competición, aunque la cooperación interuniversitaria se ha restringido a los 3 equipos integrados por estudiantes de distintas universidades. Es decir, los equipos participantes han podido realizar la competición asincrónicamente, sin tener contacto con los equipos restantes. Sería muy interesante modificar las reglas de juego de forma que se incentive la cooperación entre equipos de diferentes universidades.

El sentido de pertenencia a un equipo es un factor importante para la creación de dinámicas de trabajo y que los miembros se sientan aceptados. La experiencia de pertenencia es algo único para cada individuo y profundamente personal. Depende del contexto en el que ocurre la experiencia y se desarrolla en respuesta al grado en que un individuo se siente seguro, aceptado, valorado y respetado por un grupo, conectado con el grupo y que sus valores y comportamientos complementen al grupo y faciliten la cohesión entre sus miembros [Hagerty et al., 1993; Levett-Jones y Lathlean, 2008]. Las organizaciones como las universidades pueden ser nexos de unión que confieren sentido de pertenencia a los miembros de un mismo equipo [Sedgwick y Yonge, 2008; Mesmer-Magnus et al., 2015]. La medida en que los miembros del equipo se identifican con su organización moldea indirectamente la identidad del equipo, pero el comportamiento cooperativo y el desempeño de los miembros del equipo se afectan directa y exclusivamente por la medida en que se identifican tanto con su equipo como con su organización [Mesmer-Magnus et al., 2015]. Además, el sentido de pertenencia, compitiendo con otros a nivel nacional, puede tener resultados muy motivadores, como lo han demostrado otras competiciones educativas con estudiantes de medicina desarrolladas por Jiang y colaboradores [2016] en China. La promoción de la experiencia en redes sociales, relatando cómo avanzan los equipos y cómo evoluciona la clasificación, es un elemento que puede intensificar la vivencia en las competiciones por equipos [Ratneswary y Rasiah, 2014].

Según lo expresado en los cuestionarios de percepción y los comentarios abiertos la experiencia ha sido bien recibida y valorada muy positivamente por los usuarios en ambas ediciones, destacando la organización del proyecto y el profesor. Los estudiantes han manifestado haber aprendido durante el desarrollo del juego, reconociéndolo como útil para su formación en radiología. Incluso han indicado en comentarios abiertos que el contenido ha servido como complementario del temario de la asignatura de Radiología de sus respectivas facultades. Aunque la enseñanza de

radiología en España es muy heterogénea [del Cura et al., 2008], los elementos seleccionados para las diferentes etapas de *League of Rays* son esenciales para la formación básica en Radiología. La opinión positiva de los estudiantes de otras universidades refuerza la generalización de los beneficios encontrados en esta actividad de aprendizaje basado en juegos, eliminando el posible “sesgo de proximidad” [Johanson, 2021] con los estudiantes de la universidad de Málaga, pues se trataba de una actividad que venía haciéndose en su facultad desde 2015, organizada por el profesor responsable de su asignatura de tercer curso.

Las diferencias de percepción encontradas entre los usuarios de 2020 y los de 2021 obedecen fundamentalmente a una valoración inferior por parte de alumnos de otras universidades respecto a los alumnos de la Universidad de Málaga en la edición de 2021. Estas valoraciones están marcadamente relacionadas con los resultados obtenidos en el juego, de forma que, a mejor clasificación de estos equipos, las diferencias con el subgrupo de la universidad de Málaga se iban haciendo progresivamente menores, hasta desaparecer (figura IV.31). Reforzando esta teoría, en los estudios de correlación se observó correlación significativa entre la puntuación alcanzada en el juego y diversos aspectos de percepción de la experiencia en los estudiantes no-UMA de la edición 2021, siendo ocasional o inexistente en tres subgrupos restantes (figuras IV.33 y IV.34). La correlación entre la puntuación y la percepción del juego podría explicarse porque: 1) los estudiantes que tienen una mejor opinión del juego se esfuerzan más y obtienen mejores resultados o, por el contrario, 2) los estudiantes que se ven recompensados con más puntuación están más predispuestos a opinar favorablemente sobre la experiencia. Si se analizan las posibles causas de las diferencias de percepción de la experiencia en los estudiantes no-UMA de 2021 respecto a 2020, se encuentran dos factores diferenciales que podrían tener relación causal: completaron el juego un 69% mas de equipos (27 frente a 16) en 2021, y realizaron el juego en dos fases diferentes de la pandemia, un confinamiento total en 2020 y una situación de movimientos restringidos con docencia híbrida en 2021. La teoría de la comparación social puede implicar cierto efecto negativo cuando se comparan los equipos perdedores con los primeros puestos [Van Gaalen et al., 2020], lo que puede conducir al abandono del juego. Igualmente puede explicar la peor opinión de los equipos peor clasificados en 2021.

### V.7. El juego *League of Rays* durante la pandemia por SARS-COV-2

La reciente situación de confinamiento domiciliario debida a la pandemia por SARS-COV-2 ha acelerado el uso de las nuevas tecnologías en todos los ámbitos de la enseñanza, pero ha sometido a los estudiantes a un estrés considerable. Los estudiantes de Medicina actuales presentan características de la personalidad que Thomas y Bigatti [2020] describieron en su revisión sistemática, presididas por el perfeccionismo y el síndrome del impostor (un fenómeno psicológico en el que el individuo duda de sus habilidades, talentos o logros y tiene un miedo interiorizado persistente de ser expuesto como un fraude). Ambas características están relacionadas con una peor salud mental. A esta situación basal, se ha sumado el estrés inherente a los cambios en las programaciones didácticas y metodología de la enseñanza [O'Byrne et al., 2020], así como en la rutina de vida diaria. En ciertos territorios, se ha contado con que los estudiantes de Medicina podrían ser potencialmente llamados a realizar tareas clínicas para apoyar a los cuerpos sanitarios, lo que ha podido incrementar el estrés [Miller et al., 2020]. Sin embargo, el aumento de estrés no se ha atribuido a los factores intrínsecos a la enfermedad, pues los estudiantes de medicina tienen un conocimiento más extenso sobre la transmisión, tratamiento, pronóstico y prevención que la población general [Lasheras et al., 2020].

Otro factor negativo, ha sido la suspensión de prácticas clínicas, rotatorios y seminarios, que ha supuesto un empeoramiento del contacto entre profesionales y estudiantes y un deterioro de la calidad de la formación clínica. En las ocasiones en las que se ha continuado con las prácticas presenciales, las limitaciones de aforo, distancia social y medidas de protección han supuesto una dificultad añadida para la correcta adquisición de competencias [Corredor-Silva et al., 2021]. Se ha señalado que esta desconexión puede ser un factor altamente influyente en la futura elección de especialidades médicas [Byrnes et al., 2020], que afecta especialmente a los alumnos de los últimos años de la carrera [Zis et al., 2021].

En España, los medios más frecuentemente usados en la docencia primaria y secundaria obligatorias han sido entornos online en 2D, como Google Classroom o plataformas *Moodle*. Debido a la urgencia, su aplicación ha supuesto un reto, pero parece haber dado resultados positivos [Moliner et al., 2020]. Sin embargo, en el entorno universitario, este tipo de plataformas se usan desde hace tiempo y han demostrado su

utilidad [Torres Porras et al., 2018]. Durante los últimos años, en especial desde la aparición de la pandemia, ha destacado la irrupción de las plataformas de videoconferencia, que han sido las protagonistas de la docencia online, así como de las relaciones interpersonales. Se han realizado estudios que han demostrado su utilidad y su aporte de calidad académica, incorporando los conocimientos necesarios a los estudiantes [Arribalzaga et al., 2021]. Para la enseñanza de Radiología, esto no ha sido diferente. La mayor parte de los docentes se han visto forzados a trasladar las clases a plataformas de conferencia virtual. Alpert y colaboradores [2021] aseveran una moderada mayor participación de los estudiantes y una disminución de su hastío en este formato.

Debido a la ausencia de prácticas clínicas, algunos educadores tuvieron que desarrollar actividades eminentemente prácticas de forma virtual con la participación de colaboradores. En los proyectos dirigidos por DePietro [2021], sobre la enseñanza de radiología intervencionista durante la pandemia, ha tenido un papel fundamental la asistencia de los médicos residentes, que se encuentran socialmente más cerca de los estudiantes. Se han ofrecido a los estudiantes múltiples herramientas como videoconferencias, sesiones de casos clínicos interactivas, pruebas online, plataformas tipo *MOOC (Massive Online Open Course)* y exámenes a distancia para el desarrollo de su currículum. Este gran abanico de recursos tiene previsión de perdurar en el tiempo, a pesar del reducido tiempo de planificación con el que se han establecido [Gomez et al., 2020]. Además, ha permitido reimpulsar proyectos consolidados para desarrollar habilidades no clínicas esenciales propiciando un acercamiento más estrecho entre los estudiantes y la literatura científica [Belfi et al., 2021].

En nuestra experiencia, el juego *League of Rays* pudo desarrollarse con normalidad durante el confinamiento domiciliario que tuvo lugar en España en 2020 y en la posterior edición durante la continuación de la pandemia. Desde el punto de vista de los organizadores, el carácter online y el entorno virtual inmersivo 3D de la experiencia permitió realizar la actividad sin modificaciones, tras la irrupción de la pandemia. Los cambios estaban en el lado de los participantes. En 2020, los traslados rápidos, forzados por el confinamiento al domicilio familiar propiciaron modificaciones tecnológicas y de acceso a la plataforma (a veces a mejor y otras a peor). Algunos participantes indicaron que, debido al confinamiento y/o desplazamiento al hogar familiar, cambiaron sus equipos informáticos a otros con peor capacidad y/o conexión a

---

Internet. Únicamente un participante de 2020 indicó que la conexión de su domicilio era mejor que la que hubiera tenido si no hubiera confinamiento. Las restricciones de la pandemia también originaron cambios en el contacto con los compañeros y en el estado de ánimo de los participantes.

En 2021, se desarrolló un modelo híbrido de docencia en la universidad española, caracterizado en general por prácticas hospitalarias limitadas, docencia presencial inexistente o reducida a grupos pequeños y una gran abundancia de actividades online. El auge de la docencia online desarrollado en el curso anterior originó un hábito a los recursos online para resolver las tareas del curso, en el que las actividades en entornos 3D como *Second Life* eran percibidas como divertidas, con mayor sensación de presencia que las actividades 2D, lo que hacía que los alumnos se sintieran más conectados y comprometidos con la docencia [Ravaei et al., 2020].

La competición virtual fue bien acogida por los estudiantes, con una alta participación e implicación en el juego. Según los comentarios abiertos, esta experiencia se adaptaba mejor a los calendarios de los estudiantes durante el confinamiento e incluso sirvió en ocasiones como sustituto del temario que no pudo impartirse en clase. Casi un tercio éstos expresaron específicamente que el juego por equipos les había sido útil para mantener la relación virtual con sus compañeros de clase y lo utilizaban como herramienta lúdica para “desconectar” del estrés que les causaba la situación de pandemia. Por el contrario, un 14% de los comentarios, indicaron que la situación de la pandemia les producía más estrés para participar en *League of Rays*, con más frecuencia durante el confinamiento (19,4%) que en el año siguiente (11,0%).

## V.8. Limitaciones del estudio

Los problemas técnicos debidos a la baja capacidad de la unidad de procesamiento central (CPU), la tarjeta gráfica o la conexión a Internet pueden impedir el acceso a *Second Life* o causar defectos en la representación del mundo virtual [Ravaei et al., 2020]. Este tipo de dificultades técnicas constituyen una de las principales limitaciones planteadas por los participantes en *League of Rays*. Comentarios abiertos sobre esta limitación se incluyeron en el 2,8% de los cuestionarios en la edición por equipos de 2019 (un solo comentario de 35 cuestionarios), el 4,6% en la edición



abreviada de 2018, el 7,5% en las ediciones obligatorias de 2016-17 y el 10,0% en las competiciones interuniversitarias de 2020-21. Este tipo de problemas para acceder a Second Life han sido descritos en estudios previos y pueden suponer un factor limitante para la participación de los estudiantes en actividades docentes, pero la evolución constante de la tecnología hace que este problema sea cada vez menos relevante [Baker et al., 2009; Gong, 2013]. De hecho, en estudios previos de enseñanza de Radiología en Second Life a estudiantes de Medicina, entre un 9 % y un 11 % de ellos expresaron problemas técnicos serios [Lorenzo-Álvarez et al., 2018, 2019, 2020], Pero, cuando los estudiantes están realmente interesados buscan soluciones alternativas, por ejemplo, en la edición por equipos de 2019 el único estudiante que informó haber tenido limitaciones técnicas aclaró que fue capaz cumplir sus tareas en el juego gracias a la ayuda de sus compañeros, lo que subraya la naturaleza colaborativa de las ediciones por equipos.

En las ediciones obligatorias de 2016 y 2017, el conocimiento a medio plazo no fue estudiado debido a problemas logísticos, aunque podría haber sido interesante repetir un porcentaje de las preguntas en algún punto tras el juego y usarlas como un test postexposición [Lorenzo-Álvarez et al., 2020]. Este punto se ha tenido en cuenta para las posteriores ediciones del juego con participación por equipos, realizando un test-postexposición con una muestra aleatoria del banco de preguntas multirrespuestas del juego.

El tiempo consumido en crear contenidos y organizar las dinámicas docentes en Second Life se ha mencionado como una limitación [Lorenzo-Álvarez et al., 2018, 2019a, 2019b]. La reutilización de contenidos es esencial para minimizar esta limitación [Antoniou et al., 2014]. En este estudio, los contenidos creados para la edición voluntaria de 2015 [Lorenzo-Álvarez et al., 2020] han sido reutilizados, permitiendo rentabilizar el tiempo empleado y comparar resultados sin el sesgo que supondría tener contenidos diferentes.

La atención al juego requiere una importante inversión de tiempo de los organizadores, fundamentalmente para comunicar con los participantes, crear noticias y correos en las diferentes fases del juego, informarles de la evolución del mismo, responder las dudas que puedan surgir, y corregir cuestionarios y tareas para aportar a los participantes las tablas de clasificación. Toda esta labor es esencial para mantener la atención de los usuarios en el juego, pero supone una carga de trabajo importante

para los organizadores durante seis semanas del curso. El elevado número de participantes en las ediciones obligatorias (182 y 191 participantes inscritos) y las competiciones interuniversitarias (164 y 244 participantes inscritos) ha supuesto un reto en el tiempo dedicado a atender el juego. La reutilización de mensajes estándar de una edición a otra alivia en parte este trabajo. Tal vez sería interesante programar la corrección automática de las preguntas multirresposta, pero es difícil hacerlo con las tareas de respuesta abierta como las pruebas por equipo de anatomía y “Normal o Patológico”.

### V.9. Perspectivas futuras

Tras siete ediciones anuales consecutivas de *League of Rays*, con diseños y objetivos diversos, es necesario reflexionar para plantear estrategias futuras o posibles desarrollos de esta modalidad de aprendizaje basado en juegos.

La interacción con los compañeros fue de los ítems menos valorados en las ediciones individuales, con puntuaciones medias entre 5,8 y 8,1 puntos en una escala de 1 a 10. La colaboración entre participantes se dio ocasionalmente en las competiciones individuales, en las que compañeros de clase se ayudaban espontáneamente a manejarse en Second Life o incluso a resolver las tareas. En las competiciones por equipos la interacción con los compañeros obtuvo mejor puntuación, alcanzando una media de 9,1 en la edición 2020. Pero la cooperación interuniversitaria sólo se dio entre los escasos grupos mixtos que se formaron. Es razonable pensar que no hubo excesiva comunicación entre estudiantes de diferentes universidades y que cada equipo entraba a realizar las tareas asignadas sin dedicarse a otra cosa. La próxima edición de este juego, que tendrá lugar durante el curso 2021-2022. Pretende buscar dinámicas que aumenten el grado de interacción social de los participantes. El objetivo es incentivar las relaciones de los estudiantes con miembros de otros equipos y universidades. Para esto, se ha planteado la posible incorporación de sesiones sincrónicas durante el juego en la que los participantes tengan que interactuar de forma activa. Otra posibilidad es la creación de funciones/roles concretos dentro de cada equipo. Los miembros que tengan un determinado rol deberán interactuar con participantes de otros equipos con ese mismo rol. Este sistema resultará en equipos multifuncionales, que obliguen a los equipos a desarrollar dinámicas de funcionamiento

interno, imprescindibles para el desarrollo de la profesión sanitaria [Morley y Cashell, 2017].

Ante la inexistencia de un temario común de Radiología a nivel nacional, una competición interuniversitaria podría actuar como nexo homogeneizador de conocimientos básicos que los estudiantes deberían tener en Radiología. El formato asincrónico con el que se realiza *League of Rays*, podría permitir ir un paso más allá y que participantes de diferentes partes del mundo jugaran sin ser afectados por los cambios horarios. Esto permitiría aumentar la escala de la cooperación interuniversitaria, en una competición internacional en la que estudiantes de Medicina de diferentes universidades internacionales hispanohablantes pudieran competir, colaborar, conocerse y establecer vínculos entre sí. Indudablemente, habría que contar con personal suficiente para atender la dedicación que requeriría una competición de esta magnitud.

Respecto a los contenidos, hay que recordar que este proyecto no contempla anatomía o semiología radiológica completa. Se ha pretendido destacar los aspectos más básicos de la radiología general, pero se han excluido temas de importancia como el sistema nervioso central, la imagen mamaria o el intervencionismo vascular, que podrían ser interesantes para considerar en futuras actividades del proyecto.

Como alguno de los participantes indicaron en sus comentarios abiertos, la estructura de la competición se podría aplicar a otras disciplinas diferentes de la Radiología. Debido a las posibilidades que ofrece Second Life, son especialmente interesantes aquellas que tengan un predominio importante de la interpretación de imágenes, como Microbiología o Anatomía Patológica, pero también podría ser útil para perfeccionar la interpretación de electrocardiograma o resolver casos clínicos. Incluso, es posible extrapolar el esquema del juego a diferentes cuestiones de otros grados universitarios: identificación de flora y fauna (Biología), resolución de problemas técnicos (Ingeniería), análisis de textos plurilingües (Traducción e Interpretación), etc.

A un nivel educativo más precoz, sería interesante estudiar un juego competitivo en Second Life sobre anatomía radiológica, similar a *League of Rays* en términos de eficacia formativa, percepción y motivación, con alumnos de primer y segundo años de carrera. Un elemento clave es conseguir que le dediquen tiempo suficiente entre las actividades a las que tienen que atender en su recién iniciada vida universitaria. Para

ello, sería imprescindible conseguir colaboración de los profesores responsables de la docencia de Anatomía y respaldo institucional de las facultades.

Otro posible desarrollo de este modelo de juego de aprendizaje sería atender a niveles más avanzados y crear contenidos para residentes de Radiodiagnóstico, con el nivel adecuado, incluyendo otras materias dentro del diagnóstico por imagen, como la neurorradiología, la imagen mamaria, la radiología intervencionista o la Medicina Nuclear. Una competición interhospitalaria, podría aportar datos muy interesantes sobre el impacto formativo de la gamificación en Second Life en postgrado. Igualmente, se podría crear una versión para la formación de residentes de otras especialidades en las competencias básicas de Radiología, como los residentes de Medicina Familiar y Comunitaria, con los que ya se tiene experiencias de formación en Second Life [Lorenzo-Álvarez et al., 2019].

En cualquiera de estos desarrollos futuros, que vayan más allá de participantes vinculados al estudio de radiología en la universidad de Málaga es esencial implicar a los formadores (profesores universitarios o tutores hospitalarios) así como a los centros de estudio y las sociedades profesionales para conseguir una adecuada difusión entre los potenciales participantes y un vínculo con su formación que les anime a inscribirse.

## VI. CONCLUSIONES

1. Los juegos competitivos de aprendizaje como *League of Rays*, desarrollados en mundos virtuales tridimensionales, tienen un gran potencial en Radiología. En las diferentes ediciones realizadas los alumnos han valorado positivamente el contenido, la organización y la utilidad para su formación como médicos.
2. Cuando la participación es obligatoria, la puntuación media en el juego disminuye, la aceptación de la tecnología de mundos virtuales es menor y la opinión sobre el juego empeora. Estos aspectos se acentúan cuando no se permite el abandono del juego. En las condiciones de este estudio, los juegos de aprendizaje en entornos virtuales 3D deberían ser voluntarios para mantener una motivación y compromiso adecuados por parte de los estudiantes de Medicina.
3. La participación de estudiantes de primer y segundo curso en una versión corta de *League of Rays* dedicada a anatomía radiológica puede aportar datos interesantes, dada la carencia de formación en anatomía radiológica en estos cursos. En el presente estudio hubo una considerable tasa de abandono de estudiantes de primero y segundo año debido a la carga cognitiva temporal que suponía compaginar las tareas del juego con las actividades del curso. La implicación de los profesores de anatomía podría ser un elemento clave para motivar a estos alumnos en futuros estudios relacionados con la anatomía radiológica.
4. La adaptación de *League of Rays* a la competición por equipos ha sido percibida muy positivamente por los estudiantes. Los mejores resultados postexposición y académicos encontrados en la edición intrauniversitaria de 2019, comparados con los estudiantes que no participaron reflejan el potencial impacto del juego en el aprendizaje. La mayoría de los participantes en las ediciones 2019, 2020 y 2021 estuvieron de acuerdo en que habían colaborado como un equipo y que jugar en entornos competitivos les ayudaba aprender mejor.
5. La competición interuniversitaria ha sido factible gracias a la red de contactos con profesores de radiología de otras universidades, quienes han contribuido a la difusión entre sus alumnos. La experiencia ha sido valorada como interesante y útil por estudiantes de otras universidades, eliminando el posible sesgo de proximidad

de los estudiantes de Málaga. En la edición de 2021 la percepción de los estudiantes de otras universidades fue inferior en los equipos clasificados en últimas posiciones. Este hallazgo, relacionado con la teoría de comparación social, se refuerza por una correlación estadística entre los resultados del juego y la evaluación de la experiencia.

6. La pandemia por SARS-COV-2 puede haber modificado el modo actual en el que los estudiantes de Medicina perciben las actividades de aprendizaje online. Los participantes han identificado esta actividad durante los dos años de pandemia como una experiencia lúdica de aprendizaje e interacción social, útil para su formación en Radiología. Según su propia opinión, *League of Rays* ayudó a algunos alumnos a sobrellevar la situación de estrés generada por el confinamiento.

---

## VII. BIBLIOGRAFÍA

1. Akl, E.A., Pretorius, R.W., Sackett, K., Erdley, W.S., Bhoopathi, P.S., Alfarah, Z. y Schünemann, H.J. (2010). The effect of educational games on medical students' learning outcomes: A systematic review: BEME Guide No 14. *Medical Teacher*, 32(1), 16–27. doi:10.3109/01421590903473969
2. Akl, E.A., Sackett, K.M., Erdley, W.S., Mustafa, R.A., Fiander, M., Gabriel, C. y Schünemann, H. (2013). Educational games for health professionals. *Cochrane Database for Systematic Reviews*, 3(1), CD006411. doi: 10.1002/14651858.CD006411.pub3
3. Alpert, J.B., Young, M.G., Lala, S.V. y McGuinness, G. (2021). Medical Student Engagement and Educational Value of a Remote Clinical Radiology Learning Environment: Creation of Virtual Read-Out Sessions in Response to the COVID-19 Pandemic. *Academic Radiology*, 28(1), 112-118. doi: 10.1016/j.acra.2020.09.011.
4. Antoniou, P.E., Athanasopoulou, C.A., Dafli, E. y Bamidis, P.D. (2014). Exploring design requirements for repurposing dental virtual patients from the web to second life: A focus group study. *Journal of Medical Internet Research*, 16(6), e151. doi: 10.2196/jmir.3343.
5. Añorbe-Mendivil, E., Aisa-Varela, P. y Sánchez-García, A. (2021). Página web de casos clinicorradiológicos para la enseñanza de la radiología. *Revista de la Fundación Educación Médica*, 24(1), 51-54.
6. Arribalzaga, E.B., Jacovella, P.F., Ferrante, S. y Algieri, R.D. (2021). Enseñanza virtual de cirugía en el grado de Medicina durante la pandemia de COVID-19. *Revista de la Fundación Educación Médica*, 24(3), 125-131.
7. Awan, O., Dey, C., Salts, H., Brian, J., Fotos, J., Royston, E., Braileanu, M., Ghobadi, E., Powell, J., Chung, C. y Auffermann, W. (2019) Making learning fun: Gaming for radiology education. *Academic Radiology*, 26(8), 1127-1136. doi: 10.1016/j.acra.2019.02.020
8. Back, D.A., Haberstroh, N., Sostmann, K., Schmidmaier, G., Putzier, M., Perka, C. y Hoff, E. (2014). High efficacy and students' satisfaction after voluntary vs mandatory use of an e-learning program in traumatology and orthopedics—A

- follow-up study. *Journal of Surgical Education*, 71(3), 353-35. doi: 10.1016/j.jsurg.2013.11.007
9. Bahous, S.A., Salameh, P., Salloum, A., Salameh, Q., Park, Y.S. y Tekian, A. (2018). Voluntary vs compulsory student evaluation of clerkships: effect on validity and potential bias. *BMC Medical Education*, 18, 9. doi: 10.1186/s12909-017-1116-8.
  10. Baker, S.C., Wentz, R.K. y Woods, M.M. (2009). Using virtual worlds in education: Second Life as an educational tool. *Teaching of Psychology*, 36(1), 59–64. doi:10.1080/00986280802529079.
  11. Belfi, L.M., Dean, K.E.m Sailer, D.S., Kesler, T. y Jordan S.G. (2021). Virtual Journal Club Beyond the Pandemic: An Eduring and Fluid Educational Forum. *Current Problems in Diagnostic Radiology*, S0363-0188 (21) 00132-8 [in press]. doi: 10.1067/j.cpradiol.2021.07.001
  12. Bisquerra Alzina, R. y García, E. (2018). La educación emocional requiere formación del profesorado. *Participación educativa*, 5(8), 13-28.
  13. Bochennek, K., Wittekindt, B., Zimmermann, S.Y. y Klingebiel, T. (2007). More than mere games: A review of card and board games for medical education. *Medical Teacher*, 29(9), 941-948. doi: 10.1080/01421590701749813.
  14. Borges, N.J., Manuel, R.S., Elam, C.L. y Jones, B.J. (2010). Differences in motives between Millennial and Generation X medical students. *Medical Education*, 44(6), 570-576. doi: 10.1111/j.1365-2923.2010.03633.x.
  15. Boulos, M.N., Hetherington, L. y Wheeler, S. (2007). Second Life: An overview of the potential of 3-D virtual worlds in medical and health education. *Health Information & Libraries Journal*, 24(4), 233-245. doi: 10.1111/j.1471-1842.2007.00733.x.
  16. Brewer, L.C., Kaihoi, B., Zarling, K.K., Squires, R.W., Thomas, R. y Kopecky, S. (2015). The use of virtual world-based cardiac rehabilitation to encourage healthy lifestyle choices among cardiac patients: Intervention development and pilot study protocol. *JMIR Research Protocols*, 4(2), e39. doi: 10.2196/resprot.4285.
  17. Brigham, T.J. (2015). An introduction to gamification: Adding game elements for engagement. *Medical Reference Services Quarterly*, 34(4), 471-480. doi: 10.1080/02763869.2015.1082385.
  18. Burgess, A., Roberts, C., Ayton, T. y Mellis, C. (2018). Implementation of modified team-based learning within a problem-based learning medical curriculum: a focus



- group study. *BMC Medical Education*, 18(1), 74. doi: 10.1186/s12909-018-1172-8.
19. Burgess, A., Haq, I., Bleasel, J., Roberts, C., Garsia, R., Randal, N. y Mellis, C. (2019). Team-based learning (TBL): a community of practice. *BMC Medical Education*, 19, 369. doi: 10.1186/s12909-019-1795-4.
  20. Byrnes, Y.M., Civantos, A.M., Go, B.C., McWilliams, T.L. y Rajasekaran, K. (2020). Effect of the COVID-19 pandemic on medical student career perceptions: a national survey study. *Medical Education Online*, 25(1), 1798088. doi: 10.1080/10872981.2020.1798088.
  21. Campos Soto, M.N., Ramos Navas-Parejo M. y Moreno Guerrero, A.J. (2020). Realidad virtual y motivación en el contexto educativo: Estudio bibliométrico de los últimos veinte años de Scopus. *Alteridad Revista de Educación*, 15(1), 47-60. doi: 10.17163/alt.v15n1.2020.04.
  22. Carballo, J.L., Coloma-Carmona, A. y Guilabert Mora M. (2018). Evaluación de competencias de trabajo en equipo. En: A.M. Mayoral, J. Morales, J.A. Pérez-Juan, P. Robles (Eds), *Monográfico Innovación UHM 2017* (1º ed., pp 109-115). Universitas Miguel Hernández.
  23. Charles, D., Charles, T., McNeill, M., Bustard, D. y Black, M. (2011). Game-based feedback for educational multi-user virtual environments. *British Journal of Educational Technology*, 42(4), 638-654. doi: 10.1111/j.1467-8535.2010.01068.x.
  24. Chen, P.H., Roth, H., Galperin-Aizenberg, M., Ruutiainen, A.T., Gefter, W. y Cook, T.S. (2017). Improving abnormality detection on chest radiography using game-like reinforcement mechanics. *Academic Radiology*, 24(11), 1428–1435. doi: 10.1016/j.acra.2017.05.005.
  25. Chen, M., Ni, C., Hu, Y., Wang, M., Liu, L., Ji, X., Chu, H., Wu, W., Lu, C., Wang, S., Wang, S., Zhao L., Zhu, H., Wang, J., Xia, Y. y Wang, W. (2018a). Meta-analysis on the effectiveness of team-based learning on medical education in China. *BMC Medical Education*, 18, 77. doi:10.1186/s12808-018-1179-1.
  26. Chen, C.H., Liu, J.H. y Shou, W.C. (2018b). How Competition in a Game-based Science Learning Environment Influences Students' Learning Achievement, Flow Experience and Learning Behavioral Patterns. *Journal of Education Technology & Society*, 21(2), 164-176. doi: 10.1037/t25283-000.

27. Chew, C., Cannon, P. y O'Dwyer, P.J. (2020). Radiology for medical students (1925–2018): An overview. *BJR Open*, 2(1), 20190050. doi: 10.1259/bjro.20190050.
28. Choi, G., Chung, H. y Kim, Y. (2012). Are stereotypes relative to gender usage applicable to virtual worlds? *International Journal of Human-Computer Interaction*, 28(6), 399-405. doi: 10.1080/10447318.2011.601973.
29. Choi, H-S. y Kim, S-H. (2017). A content service deployment plan for metaverse museum exhibitions—Centering on the combination of beacons and HMDs. *International Journal of Information Management*, 37(1), 1519-1527. doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2016.04.017.
30. Codish, D. y Ravid, G. (2017). Gender moderation in gamification: does one size fit all? En: T.X. Bui, y R. Jr. Sprague (Eds), *Proceedings of the 50th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS 2017)* (pp. 2006-2015). Shidler College of Business, University of Hawai at Manoa, Honolulu, HI.
31. Corell, A., Regueras, L.M., Verdú, E., Verdú, M.J. y de Castro, J.P. (2018). Effects of competitive learning tools on medical students: A case study. *PLoS ONE*, 13(3), e0194096. doi: 10.1371/journal.pone.0194096.
32. Corredor-Silva, C., Gómez-Rodríguez, C. y Aluja-Jaramillo, F. (2021). Implementación del distanciamiento social en la enseñanza de radiología e imágenes diagnósticas. *Universitas Medica*, 62(2). doi: 10.11144/Javeriana.umed62-2.dist.
33. Creutzfeldt, J., Hedman, L. y Felländer-Tsai, L. (2016). Cardiopulmonary resuscitation training by avatars: A qualitative study of medical students' experiences using a multiplayer virtual world. *JMIR Serious Games*, 4(2), e22. doi:10.2196/games.6448.
34. Curado, C., Henriques, P.L. y Ribeiro, S. (2015). Voluntary or mandatory enrollment in training and the motivation to transfer training. *International Journal of Training and Development*, 19(2), 98-109. doi: 10.1111/ijtd.12050.
35. Daniels, N., Sheahan, J. y MacNeela, P. (2019). Variables affecting first-year student commitment during the transition to college in Ireland. *Health Promotion International*, 35(4), 741-751. doi: 10.1093/heapro/daz069.
36. Damar, M. (2021). Metaverse Shape of Your Life for Future: A bibliometric snapshot. *Journal of Metaverse*, 1(1), 1-8.

37. de Freitas, S. (2006). *Learning in Immersive Worlds: A Review of Game-Based Learning. Prepared for the JISC e-Learning Programme*. (1ª ed, p 73). JISC.
38. Dearnley, C., Rhodes, C., Roberts, P., Williams, P. y Prenton, S. (2018). Team based learning in nursing and midwifery higher education; a systematic review of the evidence for change. *Nurse Education Today*, 60, 75-83. doi: 10.1016/j.nedt.2017.09.012.
39. del Cura Rodríguez, J.L., Martínez Noguera, A., Sendra Portero, F., Rodríguez González, R., Puig Domingo J. y Alguersuari Cabisco A. (2008). La enseñanza de la Radiología en los estudios de la licenciatura de Medicina en España. Informa de la Comisión de Formación de la SERAM. *Radiología*, 50, 177-182. doi: 10.1016/S0033-8338(08)71963-5.
40. Delrue, L., Gosselin, R., Ilse, B., Van Landeghem, A., de Mey, J. y Duyck, P. (2011). Difficulties in the interpretation of chest radiography. En E.E. Coche, B. Ghaye, J. de Mey y P. Duyck (Eds), *Comparative Interpretation of CT and Standard Radiography of the Chest* (1ª ed., pp. 27-49). Springer-Verlag.
41. DePietro, D.M., Santucci, S.E., Harrison, N.E., Kiefer, R.M., Trerotola, S.O., Sudheendra, D. y Shamimi-Noori, S. (2021). Medical Student Education During the COVID-19 Pandemic: Initial Experiences Implementing a Virtual Interventional Radiology Elective Course. *Academic Radiology*, 28(1), 128-135. doi: 10.1016/j.acra.2020.10.005.
42. Dettmer, S., Schmiedl, A., Meyer, S., Giesemann, A., Pabst, R., Weidemann, J., Wacker, F.K., Kirchhoff, T. (2013) Radiological anatomy - evaluation of integrative education in radiology. *Röfo: Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen und der Nuklearmedizin*, 185(9):838-43. doi: 10.1055/s-0033-1335048.
43. Dichev, C. y Dicheva, D. (2017). Gamifying education: what is known, what is believed and what is uncertain: A critical review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 14, 9. doi: 10.1186/s41239-017-0042-5.
44. Dionisio, J.D.N., Burns III, W.G. y Gilbert, R. (2013). 3D Virtual Worlds and the Metaverse: Current Status and Future Possibilities. *ACM Computing Surveys*, 45(3), 34. doi: 10.1145/2480741.2480751.
45. Domínguez, C., Jaime, A., Heras, J. y Gracia-Izquierdo, F.J. (2019). The Effects of Adding Non-Compulsory Exercises to an Online Learning Tool on Student

- Performance and Code Copying. *ACM Transactions on Computing Education*, 19(3), 16. doi: 10.1145/3264507.
46. Dziuban, C.D. y Shirkey, E.C. (1974). When is a correlation matrix appropriate for factor analysis? Some decision rules. *Psychological Bulletin*, 81(6), 358-361. doi: 10.1037/h0036316.
47. Eisen, L.A., Berger, J.S., Hegde, A. y Schneider, R.F. (2006). Competency in chest radiography. A comparison of medical students, residents, and fellows. *Journal of General Internal Medicine*, 21(5), 460-465. doi:10.1111/j.1525-1497.2006.00427.x.
48. Erhel, S. y Jamet, E. (2013). Digital game-based learning: Impact of instructions and feedback on motivation and learning effectiveness. *Computers & Education*, 67, 156-167. doi: 10.1016/j.compedu.2013.02.019.
49. Ernstberger, P. (2009). Linden Dollar and Virtual Monetary Policy. *SSRN*. doi: 10.2139/ssrn.1339895.
50. European Society of Radiology (ESR). (2019). ESR statement on new approaches to undergraduate teaching in Radiology. *Insights into Imaging*, 10, 109. doi:10.1186/s13244-019-0804-9.
51. Farshid, M., Paschen, J., Eriksson, T. y Kietzmann, J. (2018). Go boldly! Explore augmented reality (AR), virtual reality (VR), and mixed reality (MR) for business. *Business Horizons*, 61, 657-663. doi: 10.1016/j.bushor.2018.05.009.
52. Featherstone, M. y Habgood, J. (2019). UniCraft: Exploring the impact of asynchronous multiplayer game elements in gamification. *International Journal of Human-Computer Studies*, 127, 150-168. doi: 10.1016/j.ijhcs.2018.05.006.
53. Fernández Ramos, A.M. (2011). *Desarrollo de una aplicación multimedia para la enseñanza de la TC abdomino-pélvica* [Tesis de doctorado no publicada]. Universidad de Málaga.
54. Flink, P. (2019). Second Life and Virtual Learning: an Educational Alternative for Neurodiverse Students in College. *College Student Journal*, 53(1), 33-41.
55. Gaber, D.A., Shehata, M.H. y Amin H. A. A. (2020). Online team-based learning sessions as interactive methodologies during the pandemic. *Medical Education Adaptations*, 54(7), 666-667. doi: 10.1111/medu.14198.
56. Gagne, M. y Deci, E. (2005). Self-Determination theory and work motivation. *Journal of Organizational Behavior*, 26, 331-362. doi: 10.1002/job.322.

- 
57. García Pérez, A. y Durán Sacristán, H. (2012). *Diccionario de términos médicos*. Real Academia Nacional de Medicina. Editorial Médica Panamericana.
58. Garg, A.X., Norman, G.R., Eva, K.W., Spero, L. y Sharan, S. (2002). Is there any real virtue of virtual reality? The minor role of multiple orientations in learning anatomy from computers. *Academic Medicine*, 77(10), S97-S99. doi: 10.1097/00001888-200210001-00030.
59. Garrido, F., Burdiles, A., Arau, R. y Cisternas, M. (2018). Desarrollo de un curriculum de Radiología para la formación médica de pregrado: Experiencia de una Escuela de Medicina de Chile. *Revista chilena de radiología*, 24(3). doi: 10.4067/S0717-93082018000300087.
60. Gazave, C.M. y Hatcher, A.R. (2017). Evaluating the use of Second Life™ for virtual team-based learning in an online undergraduate anatomy course. *Medical Science Educator*, 27(2), 217-227. doi:10.1007/s40670-017-0374-8.
61. Ghanbarzadeh, R. y Ghapanchi, A.H. (2020). Antecedents and consequences of user acceptance of three-dimensional virtual worlds in higher education. *Journal of Information Technology Education: Research*, 19, 855-889. doi: 10.28945/4660.
62. Gentry, S.V., Gauthier, A., L'Estrade Ehrstrom, B., Wortley, D., Lilienthal, A., Tudor Car, L., Dauwels-Okutsu, S., Nikolaou, C.K., Zary, N., Campbell, J. y Car, J. (2019). Serious Gaming and Gamification Education in Health Professions: Systematic Review. *Journal of Medical Internet Research*, 21(3), e12994. doi: 10.2196/12994.
63. Girvan, C. y Savage, T. (2019). Virtual worlds: A new environment for constructionist learning. *Computers in Human Behavior*, 99, 396-414. doi: 10.1016/j.chb.2019.03.017.
64. Goldberg-Stein, S. y Chernyak, V. (2019). Adding Value in Radiology Reporting. *Journal of the American College of Radiology*, 16(9), 1292-1298. doi: 10.1016/j.jacr.2019.05.042.
65. Gomez, Q., Azadi, J. y Magid, D. (2020). Innovation Born in Isolation: Rapid Transformation of an In-Person Medical Student Radiology Elective to a Remote Learning Experience During the COVID-19 Pandemic. *Academic Radiology*, 27(9), 1285-1290. doi: 10.1016/j.acra.2020.06.001.
66. Gong, W. (2018). *Education and three-dimensional virtual worlds: A critical review and analysis of applying second life in higher education*. (p. 60) [Tesis de Maestría, University of British Columbia].
-

- 
67. Gorbanev, I., Agudelo-Londoño, S., González, R.A., Cortes, A., Pomares, A., Delgadillo, V., Yepes, F.J. y Muñoz, Ó. (2018). A systematic review of serious games in medical education: Quality of evidence and pedagogical strategy. *Medical Education Online* 23(1), 1438718. doi: 10.1080/10872981.2018.1438718.
68. Graafland, M., Schraagen, J.M. y Schijven, M.P. (2012). Systematic review of serious games for medical education and surgical skills training. *British Journal of Surgery*, 99, 1322-1330. doi:10.1002/bjs.8819.
69. Gulati, A., Schwarzlmüller, T., du Plessis, E., Søfteland, E., Gray, R. y Biermann, M. (2019). Evaluation of a new e-learning framework for teaching nuclear medicine and radiology to undergraduate medical students. *Acta Radiologica Open*, 8(7), 2058460119860231. doi: 10.1177/2058460119860231
70. Gunderman, R. y Siddiqui, A. (2003). The vital role of radiology in the medical school curriculum. *American Journal of Roentgenology*, 180, 1239-242. doi: 10.2214/ajr.180.5.1801239.
71. Gunderman, R.B. y Stephens, C.D. (2009). Teaching medical students about imaging techniques. *American Journal of Roentgenology*, 192, 859-61. doi: 10.2214/AJR.08.1738.
72. Hagerty, B.M., Lynch-Sauer, J., Patusky, K.L., Bouwsema, M. (1993) An emerging theory of human relatedness. *Image: Journal of Nursing Scholarship*, 25, 291-296.
73. Hattie, J. y Anderman, E.M. (Eds). (2013). *International Guide to Student Achievement*. (1ª ed., p. 505). Routledge Taylor & Francis Group.
74. Heptonstall, N.B., Ali, T. y Mankad, K. (2016). Integrating radiology and anatomy teaching in medical education in the UK--The evidence, current trends, and future scope. *Academic Radiology*, 23(4), 521-526. doi: 10.1016/j.acra.2015.12.010.
75. Heinzl, A., Marienhagen, J., Yekta-Michael, S.S., Mottaghy, F.M., Krzemien, J. y Lemos, M. (2020). Pilot study of a newly developed eLearning tool to teach CT and PET/CT in radiology and nuclear medicine. *Nuklearmedizin*, 59(2), 79-84. doi: 10.1055/a-1111-8425.
76. Hessler, K.L. y Henderson, A.M. (2013). Interactive learning research: Application of cognitive load theory to nursing education. *International Journal of Nursing Education Scholarship*, 10(1), 133-141. doi: 10.1515/ijnes-2012-0029.
77. Hoag, A. y Baldwin, T. (2000). Using Case Method and Experts in Inter-University Electronic Learning Teams. *Educational Technology & Society*, 3(3), 33,7-348.
-

- 
78. Hoag, A.M., Jayakar, K.P. y Erickson, K. (2002). The Role of Trust in Virtual and Interpersonal Environments: Implications for Team Learning & Case Method Pedagogies. *Journalism & Mass Communication Educator*, 57(4), 370-383. doi: 10.1177/107769580205700406.
79. Huitt, T.W., Killins, A. y Brooks, S.W. (2015). Team-Based Learning in the Gross Anatomy Laboratory Improves Academic Performance and Students' Attitudes Toward Teamwork. *Anatomical Science Education*, 8(2), 95-103. doi: 10.1002/ase.1460.
80. Inman, C., Wright, V.H. y Hartman, J.A. (2010). Use of Second Life in K-12 and Higher Education: A Review of Research. *Journal of Interactive Online Learning*, 9(1), 44-63.
81. Irwin, P. y Coutts, R. (2015). A systematic review of the experience of using Second Life in the education of undergraduate nurses. *Journal of Nursing Education*, 54(10), 572-577. doi: 10.3928/01484834-20150916-05.
82. Islas Sedano, C., Leendertz, V., Vinni, M., Sutinen, E. y Ellis, S. (2013). Hypercontextualized Learning Games: Fantasy, Motivation, and Engagement in Reality. *Simulation & Gaming*, 44(6), 821-845. doi: 10.1177/1046878113514807.
83. Izu-Belloso, R.M. (2021). Gamificación en la docencia de dermatología. *Revista de la Fundación Educación Médica*, 24(1), 54-58.
84. Janssen, A., Shaw, T., Goodyear, P., Kerfoot, P. y Bryce, D. (2015). A little healthy competition: using mixed methods to pilot a team-based digital game for boosting medical student engagement with anatomy and histology content. *BMC Medical Education*, 15, 173. doi: 10.1186/s12909-015-0455-6.
85. Jiang, G., Chen, H., Wang, Q., Chi, B., He, Q., Xiao, H., Zhou, Q., Liu, J. y Wang, S. (2016). National Clinical Skills Competition: an effective simulation-based method to improve undergraduate medical education in China. *Medical Education Online*, 21, 29889. doi:10.3402/meo.v21.29889.
86. Johanson, M. (2021) *Hybrid work: How 'proximity bias' can lead to favouritism*. BBC Work Life. 9th August 2021 URL: <https://www.bbc.com/worklife/article/20210804-hybrid-work-how-proximity-bias-can-lead-to-favouritism> [Acceso 18 abril 2022].
87. Johnson, D., Johnson, R. y Smith, K. (1995). Cooperative learning and individual student achievement in secondary schools. En J.E. Pedersen (Ed), *Secondary*
-

- schools and cooperative learning: theories, models, and strategies* (pp. 3-54). Garland Publishing.
88. Juárez-Pulido, M., Rasskin-Gutman, I. y Mendo-Lázaro, S. (2019). El Aprendizaje Cooperativo, una metodología activa para la educación del siglo XXI: una revisión bibliográfica. *Prisma Social*, 26, 200-210.
  89. Kainberger, F. y Kletter, K. (2007). Radiologie in einem prägraduellen problembasiert-integrierten Medizincurriculum. *Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen*, 179, 1137-114. doi: 10.1055/s.2007-963509.
  90. Kaplan, A.M. y Haenlein, M. (2009). The fairyland of Second Life: Virtual social worlds and how to use them. *Business Horizons*, 52, 563-572. doi: 10.1016/j.bushor.2009.07.002.
  91. Kerfoot, B.P. y Kissane, N. (2014). The use of gamification to boost residents' engagement in simulation training. *JAMA Surgery*, 149(11), 1208-1209. doi: 10.1001/jamasurg.2014.1779.
  92. Ketelsen, D., Schroedl, F., Knickenberg, I., Heckemann, R.A., Hothorn, T., Neuhuber, W., Bautz, W.A. y Grunewald, M. (2007). Modes of information delivery in radiologic anatomy education: impact on student performance. *Academic Radiology*, 14(1), 93-99. doi: 10.1016/j.acra.2006.10.013.
  93. Kron, F.W., Gjerde, C.L., Sen, A. y Fetters, M.D. (2010). Medical student attitudes toward video games and related new media technologies in medical education. *BMC Medical Education*, 10, 50. doi:10.1186/1472-6920-10-50.
  94. Kye, B., Han, N., Kim, E., Park, Y. y Jo, S. (2021) Educational applications of metaverse: possibilities and limitations. *Journal of Educational Evaluation for Health Professions*, 18, 32. doi: 10.3352/jeehp.2021.18.32
  95. Lang, C.M., McNicholas, D., Wilson, M.P., Hartery, A., Probyn, L.J. y Ward, R. (2020). Canadian Radiology Medical Student Interest Groups: What They Are and How We Can Help Them Improve. *Canadian Association of Radiologists' Journal*, 71(2), 154-160. doi: 10.1177/0846537119885690.
  96. Lasheras, I., Gracia-García, P., Lipnicki, D.M., Bueno-Notivol, J., López-Anton, R., de la Cámara, C., Lobo, A. y Santabárbara, J. (2020). Prevalence of Anxiety in Medical Students during de COVID-19 Pandemic: A Rapid Systematic Review with Meta-Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(18), 6603. doi: 10.3390/ijerph17186603.



- 
97. Lee, L-H., Braud, T., Zhou, P., Wang, L., Xu, D., Lin, Z., Kumar, A., Bermejo, C. y Hui, P. (2021). All One Needs to Know about Metaverse: A Complete Survey on Technological Singularity, Virtual Ecosystem, and Research Agenda. *Journal of Latex Class Files*, 14(8), 1-66.
  98. Levett-Jones, T. y Lathlean, J. (2008). Belongingness: a prerequisite for nursing students' clinical learning. *Nurse Education in Practice*, 8, 103-111.
  99. Lewis, P.J. (2016). Brain friendly teaching-Reducing learner's cognitive load. *Academic Radiology*, 23(7), 877-880. doi: 10.1016/j.acra.2016.01.018.
  100. Liaw, S.Y., Carpio, G.A., Lau, Y., Tan, S.C., Lim, W.S. y Goh, P.S. (2018). Multiuser virtual worlds in healthcare education: A systematic review. *Nurse Education Today*, 65, 136-149. doi: 10.1016/j.nedt.2018.01.006.
  101. Lilly, J.F., Verma, N., Jordan, S.G., Oldan, J.D., Fordham, L.A., Noone, P.G. y Dallaghan, G.L.B. (2020). Medical student imaging case files in the cloud. *The Clinical Teacher*, 18(3), 275-279. doi: 10.1111/tct.13059.
  102. Liu, J., Guo, X., Gao, R., Fram, P., Ling, Y., Zhang, H. y Wang, J. (2019). Students' learning outcomes and peer rating accuracy in compulsory and voluntary online peer assessment. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 44(6), 835-847. doi: 10.1080/02602938.2018.1542659.
  103. Liu, C., Wan, P., Hwang, G.J., Tu, Y.F. y Wang, Y. (2020). From competition to social interaction: a mobile team-based competition approach to promoting students' professional identity and perceptions. *Interactive Learning Environments*. doi: 10.1080/10494820.2020.1823855.
  104. Lorenzo Álvarez, R., Trillo Fernández J.M., Fuster Martín, E., Jiménez Ruiz, M.A., Aranda Castillejo, S., y Sendra Portero, F. (2013) A survey about medical students' knowledge of radiological anatomy and clinical radiology. *European Congress on Radiology ECR2013*. Viena, 7-11 de marzo de 2013. Poster electrónico C1710. doi: 10.1594/ecr2013/C-1710.
  105. Lorenzo-Álvarez, R., Pavia-Molina, J. y Sendra-Portero, F. (2018a). Possibilities of the three-dimensional virtual environment tridimensional Second Life® for training in radiology. *Radiología*, 60(4), 273-279. doi: 0.1016/j.rx.2018.02.006.
  106. Lorenzo-Álvarez, R., Pavia-Molina, J. y Sendra-Portero, F. (2018b). Exploring the potential of undergraduate radiology education in the virtual world Second Life with first-cycle and second-cycle medical students. *Academic Radiology*, 25(8), 1087-1096. doi: 10.1016/j.acra.2018.02.026.
-

107. Lorenzo-Álvarez, R., Ruiz-Gómez, M.J. y Sendra-Portero, F. (2019a). Medical students' and family physicians' attitudes and perceptions toward radiology learning in the virtual world Second Life. *American Journal of Roentgenology*, 212(6), 1295–1302. doi:10.2214/AJR.18.20381.
108. Lorenzo-Álvarez, R., Rudolphi-Solero, T., Ruiz-Gómez, M.J. y Sendra-Portero, F. (2019b). Medical student education for abdominal radiographs in a 3D virtual classroom versus traditional classroom: A randomized controlled trial. *American Journal of Roentgenology*, 213(3), 644-650 doi: 10.2214/AJR.19.21131.
109. Lorenzo-Álvarez, R., Rudolphi-Solero, T., Ruiz-Gómez, M.J. y Sendra-Portero, F. (2020). Game-based learning in virtual worlds: A multiuser online game for medical undergraduate radiology education within Second Life. *Anatomical Science Education*, 13(5), 602-617. doi:10.1002/ase.1927.
110. Mabrouk Kheiralla, O.A. (2018). Application of learning theories on medical imaging education. *International Journal of Medical Research & Health Sciences*, 7(5),103-105.
111. Maehr, M.L. y Meyer, H.A. (1997). Understanding motivation and schooling: Where we've been, where we are, and where we need to go. *Educational Psychology Review*, 9(4), 371-409.
112. Marker, D.R., Bansal, A.K., Juluru, K. y Magid, D. (2010). Developing a radiology-based teaching approach for gross anatomy in the digital era. *Academic Radiology*, 17(8), 1057-1065. doi: 10.1016/j.acra.2010.02.016.
113. Martínez Morillo, M. y Sendra Portero, F. (2015). A walk though radiology v3.2: Practical training on diagnostic radiology. A living project since 1998. Universidad de Málaga, Málaga, España. URL: <http://www-rayos.medicina.uma.es/EAO/WalkRX.htm> [acceso 16 enero 2022].
114. Matienzo, R. (2020). Evolución de la teoría del aprendizaje significativo y su aplicación en la educación superior. *Dialektika: Revista De Investigación Filosófica Y Teoría Social*, 2(3), 17-26.
115. McCoy, L., Lewis, J.H. y Dalton, D. (2016). Gamification and multimedia for medical education: A landscape review. *The Journal of the American Osteopathic Association*, 116(1), 22-34. doi: 10.7556/jaoa.2016.003.
116. Melús-Palazón, E., Bartolomé-Moreno, C., Palacín-Arбуés, J.C., Lafuente-Lafuente, A., García, I.G., Guillen, S., Esteban, A.B., Clemente, S., Marco, A.M., Gargallo, P.M., López, C. y Magallón-Botaya, R. (2012). Experience with using

- second life for medical education in a family and community medicine education unit. *BMC Medical Education*, 12, 30. doi:10.1186/1472-6920-12-30.
117. Mendelson, R.M. y Taylor, D.B. (2019). Medical student and intern radiology teaching. *Journal of Medical Imaging and Radiation Oncology*, 64(1), 71-72. doi: 10.1111/1754-9485.12977.
118. Mesmer-Magnus, J.R., Asencio, R., Seely, P.W. y DeChurch, L.A. (2015). How Organizational Identify Affects Team Functioning: The Identity Instrument Hypothesis. *Journal of Management*, 44(4), 1530-1550. doi: 10.1177/0149206315614370.
119. Miller, M. y Jensen, R. (2014b). Avatars in nursing: An integrative review. *Nurse Educator*, 39(1), 38-41. doi: 10.1097/01.NNE.0000437367.03842.63.
120. Miller, D.G., Pierson, L. y Doernberg, S. (2020). The Role of Medical Students During the COVID-19 Pandemic. *Annals of Internal Medicine*, 173(2), 145-146. doi: 10.7326/M20-1281.
121. Mira, J.J. y Carrillo, I. (2018). Medicina defensiva en Atención Primaria. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 41(2). doi: 10.23938/assn.0296.
122. Moliner, L., Lorenzo-Valentín, G. y Alegre, F. (2021). E-Learning during the COVID-19 Pandemic in Spain: A Case Study with High School Mathematics Students. *Journal of Education and e-Learning Research*, 8(2), 179-184. doi: 10.20448/journal.509.2021.82.179.184.
123. Mollick, E.R. y Rothbard, N. (2014). *Mandatory Fun: Consent, Gamification and the Impact of Games at Work* (1ª ed., p. 54). The Wharton School, University of Pennsylvania. [acceso 16 enero 2022].
124. Monks, D., Pagaro, B. y Hartman, M. (2017). Spending an Evening in the Dark: The Radiology Medical Student Call Experience. *Current Problems in Diagnostic Radiology*, 46(5), 369-372. doi: 10.1067/j.cpradiol.2017.04.008.
125. Morley, L. y Cashell, A. (2017). Collaboration in Health Care. *Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences*, 48(2), 207-216. doi: 10.1016/j.jmir.2017.02.071.
126. Moxham, B.J., Shaw, H., Crowson, R. y Plaisant, O. (2011). The future of clinical anatomy. *European Journal of Anatomy*, 15(1), 29-46.
127. Murphy, K.P., Crush, L., O'Malley, E., Daly, F.E., Twomey, M., O'Tuathaigh, C.M.P., Maher, M.M., Cryan, J.F. y O'Connor, O.J. (2015). Medical student perceptions of radiology use in anatomy teaching. *Anatomical Science Education*, 8(6), 510-517. doi: 10.1002/ase.1502.

- 
128. Navarro-Sanchís, E.L. y Sendra-Portero, F. (2005). Informatics in Radiology (infoRAD): album of radiologic signs: a useful tool for training in radiologic semiology. *Radiographics*, 25(1), 257-262. doi: 10.1148/rg.251045057.
129. Nevin, C., Westfall, A.O., Rodriguez, J.M., Dempsey, D.M., Cherrington, A., Roy, B., Patel, M. y Willig, J.H. (2014). Gamification as a tool for enhancing graduate medical education. *Postgraduate Medical Journal*, 90(1070), 685-693. doi: 10.1136/postgradmedj-2013-132486.
130. Nias, J. (1998). Why Teachers need their Colleagues: A Developmental Perspective. En A. Hargreaves, A. Lieberan, M. Fullan y D. Hopkins (Eds.). *International Handbook of Educational Change. Kluwer International Handbooks of Education* (Vol. 5). Springer. doi: 10.1007/978-94-011-4944-0\_59.
131. O'Byrne, L., Gavin, B. y McNicholas, F. (2020). Medical students and COVID-19: the need for pandemic preparedness. *Journal of Medical Ethics*, 46(9), 623-626. doi: 10.1136/medethics-2020-106353.
132. Olteanu, R.L., Bîzoi, M., Gorghiu, G. y Suduc, A.M. (2014). Working in the Second Life environment – A way for enhancing students' collaboration. *Procedia - Social Behavioral Sciences*, 141, 1089-1094. doi: 10.1016/j.sbspro.2014.05.183.
133. Ortellano, D.R. y Smulders, M.E. (2022). Impacto de las TICS, TAC y TEP en la Formación de los Estudiantes de Lenguas (Bilingüismo Guaraní-Castellano y Lengua Inglesa) en la Universidad Nacional de Itapúa. *Revista sobre Estudios e Investigaciones del Saber Académico*, 15, e2021011.
134. Otero Agra, M., Hermo-González, M.T., Martínez-Isasi, S., Fernández-Méndez, M., Domínguez-Graña, M.J. y Fernández-Méndez, F. (2020). Gamificación como metodología didáctica para soporte vital básico en estudiantes de medicina: estudio piloto de simulación con maniqués. *Tiempos de enfermería y salud*, 2(9), 34-38.
135. Paas, F. y van Merriënboer, J.J.G. (1994). Instructional control of cognitive load in the training of complex cognitive tasks. *Educational Psychology Review*, 6(4), 51-71. doi: 10.1007/BF02213420.
136. Paas, F., Tuovinen, J., Tabbers, H. y van Gerven, P.W. (2003). Cognitive load measurement as a means to advance cognitive load theory. *Educational Psychologist*, 38(1), 63-71. doi: 10.1207/S15326985EP3801\_8.
137. Palés-Argullós, J., Nolla-Domenjó, M., Oriol-Bosch, A. y Gual, A. (2010). Proceso de Bolonia (I): educación orientada a competencias. *Educación Médica*, 13(3), 127-135. doi: 10.4321/S1575-18132010000300002.
-

138. Pellas, N. y Mystakidis, S. (2020). A systematic review of research about game-based learning in virtual worlds. *Journal of Universal Computer Science*, 26(8), 1007-1042. doi: 10.3897/jucs.2020.054.
139. Pérez-López, I.J., Rivera García, E. y Trigueros Cervantes, C. (2017). “La profecía de los elegidos”: un ejemplo de gamificación aplicado a la docencia universitaria. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 66. doi: 10.15366/rimcafd2017.66.003.
140. Pesare, E., Roselli, T., Corriero, N. y Rossano, V. (2016). Game-based learning and gamification to promote engagement and motivation in medical learning contexts. *Smart Learning Environments*, 3, 5. doi:10.1186/s40561-016-0028-0.
141. Phillips, A.W., Smith, S.G., Ross, C.F., Straus, C.M. (2012). Improved understanding of human anatomy through self-guided radiological anatomy modules. *Academic Radiology*, 19(7):902-7. doi: 10.1016/j.acra.2012.03.011.
142. Phillips, A.W., Smith, S.G. y Straus, C.M. (2013). The role of radiology in preclinical anatomy: A critical review of the past, present, and future. *Academic Radiology*, 20(3), 297-304. doi: 10.1016/j.acra.2012.10.005.
143. Pitt, M.B., Borman-Shoap, E.C. y Eppich, W.J. (2015). Twelve tips for maximizing the effectiveness of game-based learning. *Medical Teacher*, 37(11), 1013-1017. doi:10.3109/0142159X.2015.1020289.
144. Potkonjak, V., Gardner, M., Callaghan, V., Mattila, P., Guetl, C., Petrović, V.M. y Jovanović, K. (2016). Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review. *Computer & Education*, 95, 309-327. doi: 10.1016/j.compedu.2016.02.002
145. Prensky, M. (2001). *Digital Game-Based Learning* (1ª ed., p. 44) McGraw Hill.
146. Prezzia, C., Vorona, G. y Greenspan, R. (2013). Fourth-Year Medical Student Opinions and Basic Knowledge Regarding the Field of Radiology. *Academic Radiology*, 20(3), 272-283. doi: 10.1016/j.acra.2012.10.004.
147. Pusic, M.V., Chiaramonte, R., Gladding, S., Andrews, J.S., Pecaric, M.R. y Boutis, K. (2015). Accuracy of self-monitoring during learning of radiograph interpretation. *Medical Education*, 49(8), 838-846. doi: 10.1111/medu.12774.
148. Raghavendra, P.K.C., Kunter M. y Mak V. (2018). The influence of a competition on noncompetitors. *Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 115(11), 2716-2721. doi: 10.1073/pnas.1717301115.

149. Rajprasath, R.V., Kumar, D., Murugan, M., Goriparthi, B.P., Devi, R. (2020). Evaluating the effectiveness of integrating radiological and cross-sectional anatomy in first-year medical students - A randomized, crossover study. *Journal of Education and Health Promotion*, 9: 16. doi: 10.4103/jehp.jehp\_325\_19
150. Ratneswary, R. y Rasiah, V. (2014). Transformative Higher Education Teaching and Learning: Using Social Media in a Team-based Learning Environment. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 123, 369-379. doi: 10.1016/j.sbspro.2014.01.1435.
151. Ravaei, S., Alonso-Martinez, J.M., Jimenez-Zayas, A. y Sendra-Portero, F. (2020). Reflections about learning radiology inside the multi-user immersive environment Second Life® during confinement by Covid-19. *Proceedings*, 54(1), 9. doi: 10.3390/proceedings2020054009.
152. Richardson, A., Hazzard, M., Challman, S.D., Morgenstein, A.M. y Brueckner, J.K. (2011). A "Second Life" for gross anatomy: Applications for multiuser virtual environments in teaching the anatomical sciences. *Anatomical Science Education*, 4(1), 39-43. doi:10.1002/ase.195
153. Richardson-Hatcher, A., Hazzard, M. y Ramirez-Yanez, G. (2014a). The cranial nerve skywalk: A 3D tutorial of cranial nerves in a virtual platform. *Anatomical Science Education*, 7(6), 469-478. doi:10.1002/ase.1445.
154. Richardson-Hatcher, A., Hazzard, M., Bentley, C., Gazave, C., Greenlee, T. y Brueckner-Collins, J. (2014b). Team-based learning in a 3D online environment. *Medical Science Educator*, 24, 11-14. doi: 10.1007/S40670-014-0006-5.
155. Roberts, D.H., Newman, L.R. y Schwartzstein, R.M. (2012). Twelve tips for facilitating Millennials' learning. *Medical Teacher*, 34, 274-278. doi: 10.3109/0142159x.2011.613498
156. Rodriguez-Aflecht, G., Jaakkola, T., McMullen, J., Hannula-Sormunen, M. y Lehtinen, E. (2017). Voluntary vs compulsory playing contexts: Motivational, cognitive, and game experience effects. *Simulation & Gaming*, 48(1), 36-55. doi: 10.1177/1046878116673679.
157. Rodríguez Allende, M.A. (2007). De la Radiología a la Imagenología. *Revista Médica Electrónica*, 29(2).
158. Rojas, D., Kapralos, B. y Dubrowski, A. (2016). The role of game elements in online learning within health professions education. *Studies in Health Technology and Informatics*, 220, 329-334. doi: 10.3233/978-1-61499-625-5-329.

- 
159. Ros Mendoza, L.H., Navarro Monforte, Y. y Rambla Sanz, T. (2017). La enseñanza en Radiología: un nuevo método para planificar y evaluar por competencias. *Revista Argentina de Radiología*, 81(4), 279-284. doi: 10.1016/j.rard.2017.02.002.
160. Rosal, M.C., Heyden, R., Mejilla, R., Capelson, R., Chalmers, K.A., Rizzo DePaoli, M., Veerappa, C. y Wiecha, J.M. (2014). A virtual world versus face-to-face intervention format to promote diabetes self-management among African American women: A pilot randomized clinical trial. *JMIR Research Protocols*, 3(4), e54. doi:10.2196/resprot.3412.
161. Ruhl, J. y Lordly, D. (2017). The Nature of Competition in Dietetics Education: A Narrative Review. *Canadian Journal of Dietetic Practice and Research*, 78(3), 129-136. doi: 10.3148/cjdpr-2017-004.
162. Rutledge, C., Walsh, C.M., Swinger, N., Auerbach, M., Castro, D., Dewan, M., Khattab, M., Rake, A., Harwayne-Gidansky, I., Raymond, T.T., Maa, T. y Chang, T.P. (2018). Gamification in action: Theoretical and practical considerations for medical educators. *Academic Medicine*, 93(7), 1014-1020. doi: 10.1097/ACM.0000000000002183.
163. Ruzycki, S.M., Desy, J.R., Lachman, N. y Wolanskyj-Spinner, A.P. (2018). Medical education for millennials: How anatomists are doing it right. *Clinical Anatomy*, 32(1), 20-25. doi: 10.1002/ca.23259.
164. Ryan, R. y Deci, E. 2000. Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55(1), 68-78. doi: 10.1037/0003-066X.55.1.68.
165. Rymaszewski, M., Au, W.J., Wallace, M., Winters, C., Ondrejka, C. y Batstone Cunningham, B. (2007). *Second Life®: The Official Guide* (1ª ed., p. 342). Wiley Publishing, Inc.
166. Saldaña, J. (Ed.). (2013). *The Coding Manual for Qualitative Researchers* (2ª ed.). Sage Publications Ltd.
167. Saleeb, N. y Dafoulas, G. (28-30 de junio de 2010). *Pedagogical Immigration to 3D Virtual Worlds: a Critical Review of Underlying Themes and their Concepts*. Proceedings of the IEEE International Conference on Information Society (i-Society 2010), Londres, UK.
168. Sánchez, E. (2017). Competition and Collaboration for Game-Based Learning: A Case Study. En P. Wouters y H. van Oostendorp (Eds), *Instructional Techniques*
-

- to Facilitate Learning and Motivation of Serious Games. Advances in Game-Based Learning* (pp. 161-184). Springer. doi:10.1007/978-3-319-39298-1\_9.
169. Savin-Baden, M. (2010). *A Practical Guide to using Second Life in Higher Education*. McGraw-Hill Open University Press.
170. Scales Jr., C.D., Moin, T., Fink, A., Berry, S.H., Afsar-Manesh, N., Mangione, C.M. y Kerfoot, B.P. (2016). A randomized, controlled trial of team-based competition to increase learner participation in quality-improvement education. *International Journal for Quality in Health Care*, 28(2), 227-32. doi: 10.1093/intqhc/mzw008.
171. Schober, P., Boer, C. y Schwarte, L.A. (2018). Correlation coefficients: Appropriate use and interpretation. *Anesthesia & Analgesia*, 126(5), 1763-1768. doi: 10.1213/ANE.0000000000002864.
172. Schunk, D. (2012). *Teorías del Aprendizaje. Una perspectiva educativa*. Pearson Educación.
173. Seaborn, K. y Fels, D.I. (2015). Gamification in theory and action: A survey. *International Journal of Human-Computer Studies*, 74, 14-31. doi: 10.1016/j.ijhcs.2014.09.006.
174. Second Life. (2022). *Second Life: Your World. Your Imagination. Explore Second Life*. Linden Research, Inc. URL: <http://secondlife.com> [Acceso 17 mayo 2022].
175. Sedgwick, M.G. y Yonge, O. (2008). 'We're it', 'We're a team', 'We're family' means a sense of belonging. *Rural and Remote Health*, 8(3), 1021.
176. Seixas-Mikelus, S.A., Adal, A., Kesavadas, T., Baheti, A., Srimathveeravalli, G., Hussain, A., Chandrasekhar, R., Wilding, G.E. y Guru, K.A. (2010). Can image-based virtual reality help teach anatomy? *Journal of endourology*, 24(4), 629-634. doi: 10.1089/end.2009.0556
177. Selby, G., Walker, V. y Diwakar, V. (2007). A comparison of teaching methods: Interactive lecture versus game playing. *Medical Teacher*, 29(9), 972-4. doi: 10.1080/01421590701601584.
178. Sendra-Portero, F., Torales, O., Ruiz-Gómez, M.J. (2012). Medical students' skills in image interpretation before and after training: a comparison between 3rd-year and 6th-year students from two different medical curricula. *European Journal of Radiology*, 81(12):3931-3935. doi: 10.1016/j.ejrad.2012.05.003
179. Sendra-Portero, F., Torales-Chaparro, O.E., Ruiz-Gómez, M.J. y Martínez-Morillo, M. (2013a). A pilot study to evaluate the use of virtual lectures for undergraduate



- radiology teaching. *European Journal of Radiology*, 82(5), 888-93. doi: 10.1016/j.ejrad.2013.01.027.
180. Sendra-Portero, F., Martín-Montañez, E., Barón-López, J. y Pavía-Molina, J. (2013b). El proyecto The Medical Master Island: Explorando las posibilidades del aprendizaje inmersivo 3D en pregrado y postgrado. En J. Pereira, A. Nájera, E. Arribas y M. Arenas (Eds), *Actividades de Innovación en la Educación Universitaria Española* (1ª ed., pp. 189-194). Asociación de Profesores Universitarios de Radiología y Medicina Física (APURF).
181. Sendra Portero, F., Illescas Megias, V., Maqueda Pérez, J., Alegre Bayo, N. y Algarra García, J. (2013c) El proyecto Radiotorax.es: la autoevaluación on-line en interpretación de radiografías al servicio de la comunidad radiológica. En J. Pereira, A. Nájera, E. Arribas y M. Arenas (Eds), *Actividades de innovación en la educación universitaria española* (pp. 183-192). Creative Commons 3.0 España.
182. Sendra-Portero, F., Lorenzo-Álvarez, R. y Pavía-Molina, J. (2018). Teaching radiology in the “Second life” virtual world. *Diagnostic Imaging Europe*, 34, 43-45. <https://www.dieurope.com/pdf/140100.pdf> [Acceso 14 mayo 2020].
183. Shah, P., Sheng, M., Mankoff, D.A., Trerotola, S.O., Galperin-Aizenberg, M., Katz, S.I., Barbosa, E.J.M. y Nachiappan, A.C. (2019). Impact of Early Radiology Research Experiences on Medical Student Perceptions of Radiology and Research. *Current Problems in Diagnostic Radiology*, 48(5), 423-426. doi: 10.1067/j.cpradiol.2018.05.011.
184. Smith-Agreda, J.M. (2016). *Escolar: Reconstrucciones humanas por planos de disección* (6ª ed, p. 172). Editorial Médica Panamericana.
185. Som, A., Lang, M., Di Capua, J., Chonde, D.B. y Cochran, R.L. (2021). Resident-Led Medical Student Radiology Research Interest Group: An Engine for Recruitment, Research, and Mentoring—Radiology in Training. *Radiology*, 300(1), 290-292. doi: 10.1148/radiol.2021204518.
186. Sparkes, M. (2021). What is a metaverse and why is everyone talking about it?. *News & Technology*, 251(3348), 18. doi: 10.1016/S0262-4079(21)01450-0.
187. Stephenson, N. (1992) *Snow crash*. Bantam Book. New York.
188. Straus, C.M., Webb, E.M., Kondo, K.L., Phillips, A.W., Naeger, D.M., Carrico C.W., Herring, Q., Neutze, J.A., Haines, G.R. y Dodd, G.D. (2014). Medical Student Radiology Education: Summary and Recommendations From a National Survey of

- Medical School and Radiology Department Leadership. *Journal of American College of Radiology*, 11(6), 606-610. doi: 10.1016/j.jacr.2014.01.012.
189. Sun, J.C., Martinez, B. y Seli, H. (2014). Just- in-time or plenty-of-time teaching? Different electronic feed-back devices and their effect on student engagement. *Educational Technology & Society*, 17(2), 234-244.
190. Swanson, E., McCulley, L.V., Osman, D.J., Lewis, N.S. y Solis, M. (2017). The effect of team-based learning on content knowledge: A meta-analysis. *Active Learning in Higher Education*, 20(1), 39-50. doi: 10.1177/1469787417731201.
191. Sweller, J. (1994). Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning and Instruction*, 4(4), 295-312. doi: 10.1016/0959-4752(94)90003-5.
192. Sweller, J. (2010). Element interactivity and intrinsic, extraneous, and germane cognitive load. *Educational Psychology Review*, 22, 123-138. doi: 10.1007/s10648-010-9128-5.
193. Tamai, M., Inaba, M., Hosoi, K., Thawonmas, R., Uemura, M. y Nakamura, A. (2011). Constructing Situated Learning Platform for Japanese Language and Culture in 3D Metaverse. *2011 Second International Conference on Culture and Computing*, 189-190. doi: 10.1109/Culture-Computing.2011.59.
194. Taylor, C.S., Weatherly, B., Farley, E.P., Clemons, M.P., Watts, J. y Vijayakumar, V. Generating Medical Student Interest in the Field of Radiology. *Journal of the American College of Radiology*, 15(2), 340-342. doi: 10.1016/j.jacr.2017.08.018.
195. Terdiman, D. (2008). *The entrepreneur's guide to Second Life. Making money in the metaverse*. Wiley Publishing, Inc.
196. Thomas, M. y Bigatti, S. (2020). Perfectionism, impostor phenomenon, and mental health in medicine: a literature review. *International Journal of Medical Education*, 11, 201-213. doi: 10.5116/ijme.5f54.c8f8.
197. Thompson, A.R. y O'Loughlin, V.D. (2015). The Blooming Anatomy Tool (BAT): A discipline-specific rubric for utilizing Bloom's taxonomy in the design and evaluation of assessments in the anatomical sciences. *Anatomical Science Education*, 8(6), 493-501. doi: 10.1002/ase.1507.
198. Torales Chaparro, O.E. (2008). *Diseño y evaluación de una aplicación multimedia para la enseñanza de radiología a alumnos de medicina (AMERAM)* [Tesis de doctorado no publicada]. Universidad de Málaga. Doctorate in Philosophy Dissertation.

- 
199. Toro-Troconis, M., Meeram, M., Higham, J., Mellström, U. y Partridge, M. (2010a). Design and delivery of game-based learning for virtual patients in Second Life: initial findings. En A. Peachey, J. Gillen, D. Livingstone y S. Smith-Robbins (Eds), *Researching learning in virtual worlds. Human Computer Interaction Series* (pp. 111-138). Springer.
200. Toro-Troconis, M., Roberts, N.J., Smith, S.F. y Partridge, M.R. (2010b). Students' perceptions about delivery of game-based learning for virtual patients in Second Life. En N. Zagalo, L. Morgado y A. Boa-Ventura (Eds), *Virtual Worlds, Metaverse Platforms: New Communication and Identity Paradigms* (1ª ed., pp. 138-148). IGI Global.
201. Torres Porras, J., Alcántara-Manzanares, J. y Rubio García, S. (2018). Virtual platforms use: a useful monitoring tool. *Revista de Educación Mediática y TIC*, 7(1), 242-255. doi: 10.2107/edmetic.v7i1.8696.
202. Triviño, A., de la Rubia, E., Moreno, F. A., López-Martínez, F. J. y Sánchez-Martínez, J. J. (22-25 de octubre de 2014). *Implementing a competitive learning framework in Chemical Engineering degree in Spain and its applicability on an inter-university scenario* [Artículo de presentación de la conferencia]. 2014 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings. doi:10.1109/fie.2014.7044244.
203. Vallance, A.K., Hemani, A., Fernandez, V., Livingstone, D., McCusker, K. y Toro-Troconis, M. (2014). Using virtual worlds for role play simulation in child and adolescent psychiatry: An evaluation study. *The Psychiatric Bulletin*, 38(5), 204-210. doi:10.1192/pb.bp.113.044396.
204. van Gaalen, A.E., Brouwer, J., Schonrock-Adema, J., Bouwkamp-Timmer, T., Jaarsma, A.D. y Georgiadis, J.R. (2021). Gamification of health professions education: A systematic review. *Advances in Health Sciences Education*, 26(11), 683-711. doi: 10.1007/s10459-020-10000-3
205. Van Nuland, S.E., Roach, V.A., Wilson, T.D. y Belliveau, D.J. (2015). Head to head: The role of academic competition in undergraduate anatomical education. *Anatomical Science Education*, 8(5), 404-12. doi: 10.1002/ase.1498.
206. Van Nuland, S.E. y Rogers, K.A. (2016). E-learning, dual-task, and cognitive load: The anatomy of a failed experiment. *Anatomical Science Education*, 9(2), 186-96. doi: 10.1002/ase.1576.
-

- 
207. Van Roy, R. y Zaman, B. (2017). Why gamification fails in education-and how to make it successful. Introducing 9 gamification heuristics based on self-determination theory. En M. Ma y A. Oikonomou (Eds). *Serious Games and Edutainment Applications* (Vol. 2, pp. 485-509). Springer International Publishing AG.
208. Vavasseur, A., Muscari, F., Meyrignac, O., Nodot, M., Dedouit, F., Revel-Mouroz, P., Dercle, L., Rozenblum, L., Wang, L., Maulat, C., Rousseau, H., Otal, P., Dercle, L. y Fatima-Zohra Mokrane, F-Z. (2020). Blended learning of radiology improves medical students' performance, satisfaction, and engagement. *Insights into Imaging*, 11, 61. doi:10.1186/s13244-020-00865-8
209. Veltman, M., Connor, K., Honey, M., Diener, S. y Bodily, D. (2012). Collaborative practice through simulations in a multiuser virtual environment. *Computers Informatics Nursing*, 30(2), 63-7. doi: 10.1097/NXN.0b013e31824a8b89.
210. Venet, M. y Correa Molina E. (2014). El concepto de zona de desarrollo próximo: un instrumento psicológico para mejorar su propia práctica pedagógica. *Pensando Psicología*, 10(17), 7-15. doi: 10.16925/pe.v10i17.775.
211. Visscher, K.L., Nassrallah, G., Faden, L. y Wiseman, D. (2015). The Exposure Dilemma: Qualitative Study of Medical Student Opinions and Perceptions of Radiology. *Canadian Association of Radiologists' Journal*, 66(3), 291-2917. doi: 10.1016/j.carj.2014.12.008.
212. Visscher, K.L., Faden, L., Nassrallah, G., Speer, S. y Wiseman, D. (2017). Radiology Exposure in the Undergraduate Curriculum: A Medical Student Perspective on Quality and Opportunities for Positive Change. *Canadian Association of Radiologists' Journal*, 68(3), 249-256. doi: 10.1016/j.carj.2016.10.004.
213. Vogelsang, M., Rockenbauch, K., Wrigge, H., Heinke, W. y Hempel, G. (2018). Medical Education for "Generation Z": Everything online?! - An analysis of Internet-based media use by teachers in medicine. *GMS Journal for Medical Education*, 35(2), 21. doi: 10.3205/zma001168.
214. Vygotsky, L.S. (1978). *Mind in Society: Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press.
215. Waljee, J.F., Chopra, V. y Saint, S. (2020). Mentoring Millenials. *JAMA Network Open*, 323(18), 1716-1717. doi: 10.1001/jama.2020.3085.
-

- 
216. Wang, R., DeMaria, S. Jr., Goldberg, A. y Katz, D. (2016). A systematic review of serious games in training health care professionals. *Simulation in Healthcare*, 11(1), 41-51. doi: 10.1097/SIH.0000000000000118.
217. Warburton, S. (2009). Second life in higher education: Assessing the potential for and the barriers to deploying virtual worlds in learning and teaching. *British Journal of Educational Technology*, 40(3), 414-426. doi: 10.1111/j.1467-8535.2009.00952.x.
218. Webb, A.L. y Choi, S. (2014). Interactive radiological anatomy elearning solutions for first year medical students: Development, integration, and impact on learning. *Anatomical Science Education*, 7(5),350-60. doi: 10.1002/ase.1428.
219. Weiner, E., Trangenstein, P., McNew, R. y Gordon, J. (2016). Using the virtual reality world of second life to promote patient engagement. *Studies in Health Technology and Informatics*, 225, 198-202. doi: 10.3233/978-1-61499-658-3-198
220. Wiecha, J., Heyden, R., Sternthal, E. y Merialdi, M. (2010). Learning in a virtual world: Experience with using second life for medical education. *Journal of Medical Internet Research*, 12(1), e1. doi:10.2196/jmir.1337.
221. Williamson, K.B., Gunderman, R.B., Cohen, M.D. y Frank, M.S. (2004). Learning theory in radiology education. *Radiology*, 233(1), 15-18. doi: 10.1148/radiol.2331040198.
222. Wilson, A. (2012). *Theories of Learning and 3D-Virtual Worlds*. EdTech 504: Theoretical Foundations of Educational Technology Fall 2012. Boise State University. URL: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.462.7273&rep=rep1&type=pdf> [acceso 19 de julio de 2019].
223. Wohlgenannt, I., Simons, A., Stieglitz, A. (2020). Virtual Reality. *Business & Information Systems Engineering*, 62, 455-461. doi: 10.1007/s12599-020-00658-9.
224. Wouters, P., van Nimwegen, C., van Oostendorp, H. y van der Spek, E.D. (2013). A meta-analysis of the cognitive and motivational effects of serious games. *Journal of Educational Psychology*, 105(2), 249-265. doi: 10.1037/a0031311.
225. Yang, J., Jomaa, D., Islam, O., Mussari, B., Laverty, C. y Kwan, B.Y.M. (2021). Competency-Based Medical Education in Radiology: A Survey of Medical Student Perceptions. *Canadian Association of Radiologists' Journal*, 72(3), 352-358. doi: 10.1177/0846537119893663.
-

226. Yunyongying, P. (2014). Gamification: Implications for curricular design. *Journal of Graduate Medical Education*, 6(3), 410-412. doi: 10.4300/JGME-D-13-00406.1.
227. Zis, P., Artemiais, A., Bargiotas, P., Nteveros, A. y Hadjigeorgiou, G.M. (2021). Medical Studies during the COVID-19 Pandemic: The Impact of Digital Learning on Medical Students' Burnout and Mental Health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(1), 349. doi: 10.3390/ijerph18010349.
228. Zuiker, S.J. (2012). Educational virtual environments as a lens for understanding both precise repeatability and specific variation in learning ecologies. *British Journal of Educational Technology*, 43(6), 981-992. doi:10.1111/j.1467-8535.2011.01266.x.

## VIII. ANEXOS

## VIII.1. CUESTIONARIO (ediciones 2016 y 2017)

*Por favor completa las siguientes preguntas dentro del cuadro, puntuando de 1 a 5 (1 totalmente en desacuerdo, 5: totalmente de acuerdo)*

### Sobre Second Life

- Aprender Radiología en Second Life te parece interesante .....
- El entorno de la isla te ha parecido atractivo .....
- Conocías Second Life antes de esta experiencia .....
- Te desenvuelves por Second Life con facilidad, sin problemas .....
- Las tareas de creación y gestión de tu avatar han sido fáciles .....
- Tu ordenador cumple los requisitos para trabajar en Second Life sin problemas .....
- Tu conexión de Internet te permite trabajar en Second Life sin problemas.....
- El contacto con tus compañeros en Second Life es beneficioso para tu formación.....

### Sobre League of Rays

- El diseño de la competición te ha parecido correcto .....
- La información sobre la competición ha sido adecuada .....
- Los contenidos te han parecido adecuados para tu formación como médico .....
- Los contenidos son muy difíciles para tu nivel de conocimientos actual .....
- Participarías en otra experiencia en Second Life en próximos cursos .....
- Crees que jugando en entornos competitivos se aprende mejor.....
- Tu participación en la competición ha sido muy activa .....

### Presentaciones de las distintas etapas

- Los contenidos de las presentaciones han sido interesantes .....
- Las presentaciones han sido adecuadas a los objetivos educativos.....
- La extensión de los contenidos ha sido adecuada .....
- Pude seguir las presentaciones con facilidad .....

### Evaluaciones tipo test

- Las evaluaciones han sido interesantes .....
- Las preguntas han sido adecuadas a los objetivos educativos .....
- La respuesta mediante notas ha sido adecuada .....
- Pude realizar las evaluaciones con facilidad .....



## CUESTIONARIO

### **¡Importante! Calificación de 1 a 10**

Para finalizar, por favor califica dentro del cuadro los siguientes aspectos, **puntuando de 1 a 10**

- La experiencia globalmente .....
- La organización del proyecto .....
- El entorno de la isla.....
- Los contenidos educativos.....
- La utilidad para tu formación.....
- El profesor .....
- La interacción con los compañeros .....
- Las presentaciones de cada etapa .....
- Las evaluaciones .....
- La conectividad .....

### **Comentarios libres**

Si quieres añadir algo, por favor, utiliza el recuadro siguiente

## VIII.2. CUESTIONARIO (edición 2018)

Por favor completa las siguientes preguntas dentro del cuadro, puntuando de 1 a 5  
(1 totalmente en desacuerdo, 5: totalmente de acuerdo)

### Sobre Second Life

- Aprender Radiología en Second Life te parece interesante .....
- El entorno de la isla te ha parecido atractivo .....
- Conocías Second Life antes de esta experiencia .....
- Te desenvuelves por Second Life con facilidad, sin problemas .....
- Las tareas de creación y gestión de tu avatar han sido fáciles .....
- Tu ordenador cumple los requisitos para trabajar en Second Life sin problemas .....
- Tu conexión de Internet te permite trabajar en Second Life sin problemas.....
- El contacto con tus compañeros en Second Life es beneficioso para tu formación.....

### Sobre League of Rays

- El diseño de la competición te ha parecido correcto .....
- La información sobre la competición ha sido adecuada .....
- Los contenidos te han parecido adecuados para tu formación como médico .....
- Los contenidos son muy difíciles para tu nivel de conocimientos actual .....
- Participarías en otra experiencia en Second Life en próximos cursos .....
- Crees que jugando en entornos competitivos se aprende mejor .....
- Tu participación en la competición ha sido muy activa .....

### Presentaciones de las distintas etapas

- Los contenidos de las presentaciones han sido interesantes .....
- Las presentaciones han sido adecuadas a los objetivos educativos.....
- La extensión de los contenidos ha sido adecuada .....
- Pude seguir las presentaciones con facilidad .....

### Evaluaciones tipo test

- Las evaluaciones han sido interesantes .....
- Las preguntas han sido adecuadas a los objetivos educativos .....
- La respuesta mediante notas ha sido adecuada .....
- Pude realizar las evaluaciones con facilidad .....

## CUESTIONARIO

### **¡Importante! Calificación de 1 a 10**

Para finalizar, por favor califica dentro del cuadro los siguientes aspectos, **puntuando de 1 a 10**

- La experiencia globalmente .....
- La organización del proyecto .....
- El entorno de la isla.....
- Los contenidos educativos.....
- La utilidad para tu formación.....
- El profesor .....
- La interacción con los compañeros .....
- Las presentaciones de cada etapa .....
- Las evaluaciones .....
- La conectividad .....

### **Comentarios libres**

Si quieres añadir algo, por favor, utiliza el recuadro siguiente

### VIII.3. CUESTIONARIO (edición 2019)

Por favor completa las siguientes preguntas dentro del cuadro, puntuando de 1 a 5 (1 totalmente en desacuerdo, 5: totalmente de acuerdo)

#### Sobre Second Life

- Aprender Radiología en Second Life te parece interesante .....
- El entorno de la isla te ha parecido atractivo .....
- Te desenvuelves por Second Life con facilidad, sin problemas .....
- Las tareas de creación y gestión de tu avatar han sido fáciles .....
- Tu ordenador cumple los requisitos para trabajar en Second Life sin problemas .....
- Tu conexión de Internet te permite trabajar en Second Life sin problemas.....
  
- Has trabajado en equipo en esta experiencia .....
- El contacto con tus compañeros en Second Life es beneficioso para tu formación.....

#### Sobre League of Rays

- El diseño de la competición te ha parecido correcto .....
- La información sobre la competición ha sido adecuada .....
- Los contenidos te han parecido adecuados para tu formación como médico .....
- Los contenidos son muy difíciles para tu nivel de conocimientos actual .....
- Participarías en otra experiencia en Second Life en próximos cursos .....
- Crees que jugando en entornos competitivos se aprende mejor .....
- Tu participación en la competición ha sido muy activa .....

#### Presentaciones de las distintas etapas

- Los contenidos de las presentaciones han sido interesantes.....
- Las presentaciones han sido adecuadas a los objetivos educativos.....
- La extensión de los contenidos ha sido adecuada .....
- Pude seguir las presentaciones con facilidad .....

#### Evaluaciones tipo test

- Las evaluaciones han sido interesantes .....
- Las preguntas han sido adecuadas a los objetivos educativos .....
- La respuesta mediante notas ha sido adecuada .....
- Pude realizar las evaluaciones con facilidad .....

## CUESTIONARIO

### **¡Importante! Calificación de 1 a 10**

Para finalizar, por favor califica dentro del cuadro los siguientes aspectos, **puntuando de 1 a 10**

- La experiencia globalmente .....
- La organización del proyecto .....
- El entorno de la isla.....
- Los contenidos educativos.....
- La utilidad para tu formación.....
- El profesor .....
- La interacción con los compañeros .....
- Las presentaciones de cada etapa .....
- Las evaluaciones .....
- La conectividad .....

### **Comentarios libres**

Si quieres añadir algo, por favor, utiliza el recuadro siguiente

**VIII.4. CUESTIONARIO (ediciones 2020 y 2021)**

- Que curso de medicina estudias (1, 2, 3, 4, 5, 6) .....
- Conocías Second Life antes de esta experiencia (S/N) .....

**Escala de 1 a 5.** Por favor completa las siguientes preguntas dentro del cuadro, puntuando de 1 a 5 (1 totalmente en desacuerdo, 2: en desacuerdo, 3: ni de acuerdo ni en desacuerdo, 4: de acuerdo, 5: totalmente de acuerdo)

**Sobre Second Life**

- El entorno de la isla te ha parecido atractivo .....
- Te desenvuelves por Second Life con facilidad, sin problemas .....
- Las tareas de creación y gestión de tu avatar han sido fáciles .....
- Tu ordenador cumple los requisitos para trabajar en Second Life sin problemas .....
- Tu conexión de Internet te permite trabajar en Second Life sin problemas.....
- Aprender Radiología en Second Life te parece interesante .....
- El contacto con tus compañeros en Second Life es beneficioso para tu formación.....

**Sobre League of Rays**

- El diseño de la competición te ha parecido correcto .....
- La información sobre la competición ha sido adecuada .....
- Los contenidos te han parecido adecuados para tu formación como médico .....
- Los contenidos son muy difíciles para tu nivel de conocimientos actual .....
- Crees que jugando en entornos competitivos se aprende mejor .....
- Has trabajado en equipo en esta experiencia .....
- Tu participación en la competición ha sido muy activa .....
- Participarías en otra experiencia en Second Life en próximos cursos .....

**Presentaciones de las distintas etapas**

- Los contenidos de las presentaciones han sido interesantes .....
- Las presentaciones han sido adecuadas a los objetivos educativos.....
- La extensión de los contenidos ha sido adecuada .....
- Pude seguir las presentaciones con facilidad .....

**Evaluaciones de las distintas etapas**

- Las evaluaciones han sido interesantes .....
- Las preguntas han sido adecuadas a los objetivos educativos .....
- La respuesta mediante notas ha sido adecuada .....
- Pude realizar las evaluaciones con facilidad .....
- Realicé los test individuales en equipo, con ayuda de mis compañeros .....
- Realizamos los test por equipos trabajando conjuntamente .....

**Actividades de Radiología para alumnos de medicina – LEAGUE OF RAYS 2020**

**The Medical Master Island – Localizaciones varias.**



**¡Importante! Calificación de 1 a 10**

Para finalizar, por favor califica dentro del cuadro los siguientes aspectos, puntuando de 1 a 10

- La experiencia globalmente .....
- La organización del proyecto .....
- El entorno de la isla.....
- Los contenidos educativos.....
- La utilidad para tu formación.....
- El profesor .....
- La interacción con los compañeros .....
- Las presentaciones de cada etapa .....
- Las evaluaciones individuales .....
- Las evaluaciones por equipo de anatomía .....
- Las evaluaciones por equipo Normal o Patológico.....
- La conectividad a Second Life .....

**Comentarios libres**

Cómo crees que ha afectado el confinamiento por el Covid-19 en tu participación en el juego.

Si quieres añadir algo más, por favor, utiliza el recuadro siguiente



### VIII.5. Comparación hombres y mujeres (ediciones 2015-2017)

	Hombres		Mujeres		
<b>Participación</b>	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<b>Total</b>
2015	43	47.8	47	52.2	90
2016	74	38.7	117	61.2	191
2017	61	33.5	121	66.4	182
<b>Completaron 6 bloques</b>	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<b>Total</b>
2015	22	52.4	20	47.6	42
2016	55	40.1	82	59.9	137
2017	46	31.1	107	69.9	153
<b>Ganadores</b>	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<b>Total</b>
2015	16	51.6	15	48.4	31
2016	49	41.9	68	58.1	117
2017	38	28.4	96	71.6	134
<b>Resultado del juego<sup>a</sup></b>	<i>n</i>	Media (±DE)	<i>n</i>	Medio (±DE)	<i>p</i> <sup>c</sup>
2015	22	78.0 (±9.2)	20	79.6 (±7.0)	0.537
2016	55	72.2 (±13.6)	82	71.1 (±13.9)	0.634
2017	46	68.0 (±12.1)	107	70.5 (±11.8)	0.241
<b>Resultado del juego<sup>b</sup></b>	<i>n</i>	Media (±DE)	<i>n</i>	Media (±DE)	<i>p</i> <sup>c</sup>
2015	16	81.7 (±7.2)	15	82.6 (±4.7)	0.700
2016	49	75.2 (±11.0)	68	75.6 (±10.5)	0.856
2017	38	71.6 (±10.1)	96	72.7 (±10.4)	0.581
<b>Calificaciones<sup>d</sup></b>	<i>n</i>	Media (±DE)	<i>n</i>	Media (±DE)	<i>p</i> <sup>c</sup>
2015	39	67.2 (±20.1)	44	71.8 (±18.7)	0.280
2016	64	74.2 (±18.5)	102	76.7 (±16.2)	0.372
2017	54	63.2 (±28.1)	100	67.6 (±20.4)	0.268

<sup>a</sup>Resultados de los participantes que completaron la sexta etapa, expresado como porcentaje respecto al máximo de 90 puntos (15 por bloque). <sup>b</sup>Resultados de los ganadores del juego expresados como porcentaje con respecto a un máximo de 90 puntos (15 por bloque). <sup>c</sup>Valor *p* de la comparación de medias determinadas con la prueba *t* para variables desapareadas. <sup>d</sup>Calificaciones de los participantes que se examinaron en la convocatoria de junio, expresado en porcentajes. DE: Desviación Estándar.



2015	Hombres <sup>a</sup>	Mujeres <sup>b</sup>	U-MW
	Media ± DE	Media ± DE	p
<b>Sobre Second Life (Escala Likert de 5 puntos)</b>			
1. Aprender Radiología en Second Life te parece interesante	4.4 ± 0.9	4.7 ± 0.7	0.138
2. El entorno de la isla te ha parecido atractivo	4.5 ± 0.8	4.4 ± 0.7	0.570
3. Conocías Second Life antes de esta experiencia	1.6 ± 1.2	1.2 ± 0.7	0.125
4. Te desenvuelves por Second Life con facilidad, sin problemas	<b>4.3 ± 0.8</b>	<b>3.8 ± 1.0</b>	<b>0.032</b>
5. Las tareas de creación y gestión de tu avatar han sido fáciles	4.2 ± 1.0	3.8 ± 1.2	0.162
6. Tu ordenador cumple los requisitos para trabajar en Second Life sin problemas	4.5 ± 0.9	4.6 ± 0.8	0.564
7. Tu conexión de Internet te permite trabajar en Second Life sin problemas	4.4 ± 0.9	4.5 ± 0.9	0.771
8. El contacto con tus compañeros en Second Life es beneficioso para tu formación	4.0 ± 1.1	4.2 ± 1.1	0.302
<b>Sobre League of Rays (Escala Likert de 5 puntos) <sup>c</sup></b>			
9. El diseño de la competición te ha parecido correcto	4.0 ± 1.2	4.3 ± 0.7	0.490
10. La información sobre la competición ha sido adecuada	4.3 ± 1.0	4.5 ± 0.6	0.559
11. Los contenidos te han parecido adecuados para tu formación como médico	4.4 ± 0.8	4.5 ± 0.6	0.941
12. Los contenidos son muy difíciles para tu nivel de conocimientos actual	3.2 ± 0.8	3.6 ± 0.9	0.081
13. Participarías en otra experiencia en Second Life en próximos cursos	4.0 ± 1.2	4.3 ± 1.1	0.176
14. Crees que jugando en entornos competitivos se aprende mejor	4.1 ± 1.2	4.2 ± 0.9	0.766
15. Tu participación en la competición ha sido muy activa	4.2 ± 1.1	4.2 ± 1.2	0.991
<b>Presentaciones en las distintas etapas (Escala Likert de 5 puntos) <sup>c</sup></b>			
16. Los contenidos de las presentaciones han sido interesantes	4.3 ± 0.8	4.4 ± 0.6	0.892
17. Las presentaciones han sido adecuadas a los objetivos educativos	4.2 ± 0.9	4.2 ± 0.9	0.855
18. La extensión de los contenidos ha sido adecuada	3.7 ± 1.0	3.7 ± 1.0	0.987
19. Pude seguir las presentaciones con facilidad	4.1 ± 0.9	4.1 ± 1.0	0.931
<b>Evaluaciones tipo test (Escala Likert de 5 puntos) <sup>c</sup></b>			
20. Las evaluaciones han sido interesantes	4.4 ± 0.8	4.4 ± 0.7	0.739
21. Las preguntas han sido adecuadas a los objetivos educativos	4.1 ± 1.0	4.0 ± 0.8	0.285
22. La respuesta mediante notas ha sido adecuada	4.5 ± 0.8	4.6 ± 0.6	0.859
23. Pude realizar las evaluaciones con facilidad	4.1 ± 1.0	3.8 ± 1.1	0.375
<b>Calificaciones del proyecto (Escala de 1-10)</b>			
1. La experiencia globalmente	8.0 ± 1.7	8.3 ± 1.1	0.561
2. La organización del proyecto	8.1 ± 2.1	8.9 ± 1.0	0.206
3. El entorno de la isla	9.1 ± 1.0	8.8 ± 1.2	0.353
4. Los contenidos educativos	8.6 ± 1.3	8.7 ± 1.1	0.950
5. La utilidad para tu formación	8.4 ± 1.8	8.7 ± 1.1	0.643
6. El profesor	9.3 ± 1.5	9.6 ± 0.6	0.675
7. La interacción con los compañeros	7.8 ± 2.2	8.5 ± 2.0	0.117
8. Las presentaciones de cada etapa	8.3 ± 1.5	8.6 ± 1.0	0.566
9. Las evaluaciones	8.1 ± 1.4	8.2 ± 1.3	0.731
10. La conectividad	8.2 ± 1.4	8.6 ± 1.4	0.195

DE: Desviación Estándar. U-MW: Test U de Mann-Whitney. Las diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) están subrayadas en rojo. <sup>a</sup>:  $n = 38$ . <sup>b</sup>:  $n = 39$ . <sup>c</sup>: Escala Likert de 5 puntos desde 1 (completamente en desacuerdo) hasta 5 (completamente de acuerdo).

2016	Hombres <sup>a</sup>	Mujeres <sup>b</sup>	U-MW
	Media ± DE	Media ± DE	<i>p</i>
<b>Sobre Second Life (Escala Likert de 5 puntos)</b>			
1. Aprender Radiología en Second Life te parece interesante	3.8 ± 1.1	4.2 ± 0.9	0.059
2. El entorno de la isla te ha parecido atractivo	3.9 ± 1.0	4.1 ± 1.1	0.065
3. Conocías Second Life antes de esta experiencia	1.6 ± 1.2	1.4 ± 1.1	0.064
4. Te desenvuelves por Second Life con facilidad, sin problemas	3.6 ± 1.3	3.5 ± 1.1	0.366
5. Las tareas de creación y gestión de tu avatar han sido fáciles	4.0 ± 1.1	3.9 ± 1.2	0.628
6. Tu ordenador cumple los requisitos para trabajar en Second Life sin problemas	3.8 ± 1.5	4.1 ± 1.4	0.233
7. Tu conexión de Internet te permite trabajar en Second Life sin problemas	3.9 ± 1.2	4.1 ± 1.3	0.133
8. El contacto con tus compañeros en Second Life es beneficioso para tu formación	3.1 ± 1.3	3.3 ± 1.2	0.196
<b>Sobre League of Rays (Escala Likert de 5 puntos) <sup>c</sup></b>			
9. El diseño de la competición te ha parecido correcto	4.1 ± 1.0	4.3 ± 0.9	0.350
10. La información sobre la competición ha sido adecuada	4.5 ± 0.8	4.6 ± 0.6	0.317
11. Los contenidos te han parecido adecuados para tu formación como médico	4.4 ± 0.8	4.6 ± 0.6	0.072
12. Los contenidos son muy difíciles para tu nivel de conocimientos actual	3.0 ± 1.2	3.1 ± 1.2	0.798
13. Participarías en otra experiencia en Second Life en próximos cursos	3.5 ± 1.3	3.7 ± 1.3	0.310
14. Crees que jugando en entornos competitivos se aprende mejor	3.7 ± 1.2	3.7 ± 1.2	0.926
15. Tu participación en la competición ha sido muy activa	3.9 ± 1.3	3.8 ± 1.3	0.814
<b>Presentaciones en las distintas etapas (Escala Likert de 5 puntos) <sup>c</sup></b>			
16. Los contenidos de las presentaciones han sido interesantes	4.2 ± 0.8	4.4 ± 0.8	0.130
17. Las presentaciones han sido adecuadas a los objetivos educativos	4.3 ± 0.8	4.4 ± 0.8	0.586
18. La extensión de los contenidos ha sido adecuada	3.9 ± 1.1	3.9 ± 0.9	0.832
19. Pude seguir las presentaciones con facilidad	3.8 ± 1.2	3.9 ± 1.0	0.505
<b>Evaluaciones tipo test (Escala Likert de 5 puntos) <sup>c</sup></b>			
20. Las evaluaciones han sido interesantes	4.0 ± 0.9	4.3 ± 0.8	0.018
21. Las preguntas han sido adecuadas a los objetivos educativos	4.0 ± 0.9	4.1 ± 0.8	0.340
22. La respuesta mediante notas ha sido adecuada	4.1 ± 0.8	4.5 ± 0.9	0.001
23. Pude realizar las evaluaciones con facilidad	3.6 ± 1.1	3.8 ± 1.0	0.337
<b>Calificaciones del proyecto (Escala de 1-10)</b>			
1. La experiencia globalmente	7.6 ± 1.5	7.9 ± 1.5	0.217
2. La organización del proyecto	8.5 ± 1.3	9.0 ± 1.2	0.004
3. El entorno de la isla	8.0 ± 1.6	8.4 ± 1.8	0.027
4. Los contenidos educativos	8.4 ± 1.3	8.7 ± 1.1	0.214
5. La utilidad para tu formación	8.0 ± 1.6	8.0 ± 1.8	0.809
6. El profesor	9.0 ± 1.1	9.4 ± 0.9	0.009
7. La interacción con los compañeros	6.4 ± 2.5	6.9 ± 2.5	0.209
8. Las presentaciones de cada etapa	7.8 ± 1.7	8.2 ± 1.5	0.120
9. Las evaluaciones	8.0 ± 1.4	8.0 ± 1.4	0.814
10. La conectividad	7.2 ± 2.4	8.0 ± 2.0	0.054

DE: Desviación Estándar. U-MW: Test U de Mann-Whitney. Las diferencias signativas ( $p < 0.05$ ) están subrayadas en rojo. <sup>a</sup>:  $n = 64$ . <sup>b</sup>:  $n = 100$ . <sup>c</sup>: Escala Likert de 5 puntos desde 1 (completamente en desacuerdo) hasta 5 (completamente de acuerdo).

2017	Hombres <sup>a</sup>	Mujeres <sup>b</sup>	U-MW
	Media ± DE	Media ± DE	<i>p</i>
<b>Sobre Second Life (Escala Likert de 5 puntos)</b>			
1. Aprender Radiología en Second Life te parece interesante	3.5 ± 1.0	3,7 ± 1.0	0.195
2. El entorno de la isla te ha parecido atractivo	<u>3.4 ± 1.2</u>	<u>4.0 ± 1.0</u>	<u>0.003</u>
3. Conocías Second Life antes de esta experiencia	<u>1.7 ± 1.4</u>	<u>1.2 ± 0.8</u>	<u>0.001</u>
4. Te desenvuelves por Second Life con facilidad, sin problemas	3.2 ± 1.3	3.1 ± 1.1	0.595
5. Las tareas de creación y gestión de tu avatar han sido fáciles	3.9 ± 1.3	3.9 ± 1.1	0.994
6. Tu ordenador cumple los requisitos para trabajar en Second Life sin problemas	3.8 ± 1.4	4.2 ± 1.3	0.091
7. Tu conexión de Internet te permite trabajar en Second Life sin problemas	3.9 ± 1.4	4.2 ± 1.2	0.088
8. El contacto con tus compañeros en Second Life es beneficioso para tu formación	3.0 ± 1.5	2.8 ± 1.2	0.486
<b>Sobre League of Rays (Escala Likert de 5 puntos) <sup>c</sup></b>			
9. El diseño de la competición te ha parecido correcto	<u>3.7 ± 1.1</u>	<u>4.2 ± 1.0</u>	<u>0.001</u>
10. La información sobre la competición ha sido adecuada	<u>4.1 ± 1.1</u>	<u>4.5 ± 0.8</u>	<u>0.024</u>
11. Los contenidos te han parecido adecuados para tu formación como médico	4.1 ± 1.1	4.4 ± 0.8	0.095
12. Los contenidos son muy difíciles para tu nivel de conocimientos actual	3.3 ± 0.9	3.1 ± 1.1	0.410
13. Participarías en otra experiencia en Second Life en próximos cursos	2.7 ± 1.3	3.0 ± 1.2	0.145
14. Crees que jugando en entornos competitivos se aprende mejor	3.0 ± 1.3	3.4 ± 1.2	0.058
15. Tu participación en la competición ha sido muy activa	<u>3.4 ± 1.2</u>	<u>3.8 ± 1.1</u>	<u>0.041</u>
<b>Presentaciones en las distintas etapas (Escala Likert de 5 puntos) <sup>c</sup></b>			
16. Los contenidos de las presentaciones han sido interesantes	<u>3.7 ± 1.0</u>	<u>4.2 ± 0.9</u>	<u>0.041</u>
17. Las presentaciones han sido adecuadas a los objetivos educativos	<u>3.7 ± 1.0</u>	<u>4.3 ± 0.8</u>	<u>0.044</u>
18. La extensión de los contenidos ha sido adecuada	3.5 ± 1.3	3.9 ± 1.0	0.090
19. Pude seguir las presentaciones con facilidad	<u>3.2 ± 1.2</u>	<u>4.0 ± 1.0</u>	<u>0.007</u>
<b>Evaluaciones tipo test (Escala Likert de 5 puntos) <sup>c</sup></b>			
20. Las evaluaciones han sido interesantes	<u>3.7 ± 1.0</u>	<u>4.0 ± 0.9</u>	<u>0.033</u>
21. Las preguntas han sido adecuadas a los objetivos educativos	3.7 ± 1.0	4.0 ± 0.8	0.060
22. La respuesta mediante notas ha sido adecuada	<u>3.5 ± 1.3</u>	<u>4.3 ± 0.9</u>	<u>&lt; 0.001</u>
23. Pude realizar las evaluaciones con facilidad	<u>3.2 ± 1.2</u>	<u>3.7 ± 1.0</u>	<u>0.013</u>
<b>Calificaciones del proyecto (Escala de 1-10)</b>			
1. La experiencia globalmente	<u>6.6 ± 1.8</u>	<u>7.4 ± 1.6</u>	<u>0.006</u>
2. La organización del proyecto	<u>7.9 ± 1.7</u>	<u>8.8 ± 1.6</u>	<u>&lt; 0.001</u>
3. El entorno de la isla	<u>7.4 ± 2.0</u>	<u>8.4 ± 2.0</u>	<u>0.001</u>
4. Los contenidos educativos	<u>8.0 ± 1.2</u>	<u>8.7 ± 1.4</u>	<u>&lt; 0.001</u>
5. La utilidad para tu formación	<u>7.1 ± 2.1</u>	<u>7.9 ± 1.7</u>	<u>0.023</u>
6. El profesor	<u>8.9 ± 1.2</u>	<u>9.2 ± 1.1</u>	<u>0.044</u>
7. La interacción con los compañeros	5.4 ± 2.9	6.0 ± 2.6	0.247
8. Las presentaciones de cada etapa	<u>7.1 ± 1.9</u>	<u>8.0 ± 1.7</u>	<u>0.002</u>
9. Las evaluaciones	<u>7.1 ± 1.8</u>	<u>7.9 ± 1.7</u>	<u>0.006</u>
10. La conectividad	<u>6.3 ± 2.6</u>	<u>7.6 ± 2.3</u>	<u>0.002</u>

DE: Desviación Estándar. U-MW: Test U de Mann-Whitney. Las diferencias signativas ( $p < 0.05$ ) están subrayadas en rojo. <sup>a</sup>:  $n = 55$ . <sup>b</sup>:  $n = 111$ . <sup>c</sup>: Escala Likert de 5 puntos desde 1 (completamente en desacuerdo) hasta 5 (completamente de acuerdo).

## VIII.6. Comparación finalistas y eliminados (ediciones 2016 y 2017)

2016	Finalistas <sup>a</sup>	Eliminados <sup>b</sup>	U-MW
	Media ± DE	Media ± DE	p
<b>Sobre Second Life (Escala Likert de 5 puntos)</b>			
1. Aprender Radiología en Second Life te parece interesante	4.1 ± 1.0	3.8 ± 1.0	0.062
2. El entorno de la isla te ha parecido atractivo	4.1 ± 1.0	3.8 ± 1.1	0.088
3. Conocías Second Life antes de esta experiencia	1.6 ± 1.2	1.3 ± 0.9	0.275
4. Te desenvuelves por Second Life con facilidad, sin problemas	<u>3.7 ± 1.2</u>	<u>3.0 ± 1.2</u>	<u>0.001</u>
5. Las tareas de creación y gestión de tu avatar han sido fáciles	4.1 ± 1.2	3.8 ± 1.2	0.077
6. Tu ordenador cumple los requisitos para trabajar en Second Life sin problemas	4.0 ± 1.4	3.8 ± 1.6	0.438
7. Tu conexión de Internet te permite trabajar en Second Life sin problemas	4.1 ± 1.2	3.9 ± 1.4	0.717
8. El contacto con tus compañeros en Second Life es beneficioso para tu formación	3.3 ± 1.2	3.0 ± 1.3	0.186
<b>Sobre League of Rays (Escala Likert de 5 puntos) <sup>c</sup></b>			
9. El diseño de la competición te ha parecido correcto	4.3 ± 0.9	4.1 ± 1.0	0.168
10. La información sobre la competición ha sido adecuada	4.6 ± 0.7	4.5 ± 0.7	0.553
11. Los contenidos te han parecido adecuados para tu formación como médico	4.5 ± 0.7	4.5 ± 0.7	0.630
12. Los contenidos son muy difíciles para tu nivel de conocimientos actual	3.0 ± 1.2	3.1 ± 1.0	0.645
13. Participarías en otra experiencia en Second Life en próximos cursos	3.7 ± 1.2	3.3 ± 1.4	0.077
14. Crees que jugando en entornos competitivos se aprende mejor	3.7 ± 1.2	3.8 ± 1.2	0.393
15. Tu participación en la competición ha sido muy activa	<u>4.3 ± 1.0</u>	<u>2.8 ± 1.3</u>	<u>0.000</u>
<b>Presentaciones en las distintas etapas (Escala Likert de 5 puntos) <sup>c</sup></b>			
16. Los contenidos de las presentaciones han sido interesantes	4.4 ± 0.7	4.2 ± 0.9	0.142
17. Las presentaciones han sido adecuadas a los objetivos educativos	<u>4.5 ± 0.8</u>	<u>4.2 ± 0.8</u>	<u>0.031</u>
18. La extensión de los contenidos ha sido adecuada	3.9 ± 1.0	3.9 ± 0.9	0.981
19. Pude seguir las presentaciones con facilidad	4.0 ± 1.0	3.6 ± 1.3	0.115
<b>Evaluaciones tipo test (Escala Likert de 5 puntos) <sup>c</sup></b>			
20. Las evaluaciones han sido interesantes	4.2 ± 0.9	4.1 ± 0.8	0.471
21. Las preguntas han sido adecuadas a los objetivos educativos	4.0 ± 0.9	4.2 ± 0.7	0.248
22. La respuesta mediante notas ha sido adecuada	4.4 ± 0.8	4.2 ± 1.0	0.280
23. Pude realizar las evaluaciones con facilidad	3.8 ± 1.0	3.5 ± 1.2	0.353
<b>Calificaciones del proyecto (Escala de 1-10)</b>			
1. La experiencia globalmente	<u>8.0 ± 1.3</u>	<u>7.2 ± 1.8</u>	<u>0.004</u>
2. La organización del proyecto	8.9 ± 1.1	8.6 ± 1.5	0.348
3. El entorno de la isla	<u>8.4 ± 1.6</u>	<u>7.8 ± 2.0</u>	<u>0.041</u>
4. Los contenidos educativos	8.6 ± 1.2	8.4 ± 1.2	0.168
5. La utilidad para tu formación	<u>8.2 ± 1.6</u>	<u>7.5 ± 1.9</u>	<u>0.038</u>
6. El profesor	9.3 ± 1.0	9.2 ± 1.1	0.582
7. La interacción con los compañeros	6.9 ± 2.6	6.3 ± 2.2	0.076
8. Las presentaciones de cada etapa	8.2 ± 1.6	7.9 ± 1.7	0.158
9. Las evaluaciones	8.0 ± 1.3	7.9 ± 1.5	0.592
10. La conectividad	7.9 ± 2.1	7.2 ± 2.4	0.083

DE: Desviación estándar. U-MW: Test U de Mann-Whitney. Las diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) están subrayadas en rojo. <sup>a</sup>:  $n = 110$ . <sup>b</sup>:  $n = 54$ . <sup>c</sup>: Escala Likert de 5 puntos desde 1 (completamente en desacuerdo) hasta 5 (completamente de acuerdo).

2017

	Finalistas <sup>a</sup>	Eliminados <sup>b</sup>	U-MW
	Media ± DE	Media ± DE	p
<b>Sobre Second Life (Escala Likert de 5 puntos)</b>			
1. Aprender Radiología en Second Life te parece interesante	3.7 ± 1.0	3.4 ± 1.0	0.077
2. El entorno de la isla te ha parecido atractivo	3.8 ± 1.1	3.8 ± 1.2	0.810
3. Conocías Second Life antes de esta experiencia	1.4 ± 1.1	1.3 ± 1.1	0.836
4. Te desenvuelves por Second Life con facilidad, sin problemas	3.2 ± 1.1	2.7 ± 1.3	0.032
5. Las tareas de creación y gestión de tu avatar han sido fáciles	4.1 ± 1.1	3.3 ± 1.2	0.000
6. Tu ordenador cumple los requisitos para trabajar en Second Life sin problemas	4.2 ± 1.2	3.6 ± 1.5	0.018
7. Tu conexión de Internet te permite trabajar en Second Life sin problemas	4.2 ± 1.2	3.9 ± 1.4	0.188
8. El contacto con tus compañeros en Second Life es beneficioso para tu formación	2.9 ± 1.3	2.7 ± 1.2	0.396
<b>Sobre League of Rays (Escala Likert de 5 puntos) <sup>c</sup></b>			
9. El diseño de la competición te ha parecido correcto	4.1 ± 1.0	3.9 ± 1.2	0.984
10. La información sobre la competición ha sido adecuada	4.4 ± 0.9	4.1 ± 1.1	0.085
11. Los contenidos te han parecido adecuados para tu formación como médico	4.4 ± 0.8	3.9 ± 1.1	0.013
12. Los contenidos son muy difíciles para tu nivel de conocimientos actual	3.1 ± 1.0	3.4 ± 1.1	0.215
13. Participarías en otra experiencia en Second Life en próximos cursos	3.0 ± 1.2	2.5 ± 1.3	0.027
14. Crees que jugando en entornos competitivos se aprende mejor	3.4 ± 1.2	3.0 ± 1.4	0.119
15. Tu participación en la competición ha sido muy activa	3.9 ± 1.0	2.9 ± 1.2	0.000
<b>Presentaciones en las distintas etapas (Escala Likert de 5 puntos) <sup>c</sup></b>			
16. Los contenidos de las presentaciones han sido interesantes	4.2 ± 0.8	3.8 ± 1.0	0.044
17. Las presentaciones han sido adecuadas a los objetivos educativos	4.3 ± 0.7	3.9 ± 1.0	0.018
18. La extensión de los contenidos ha sido adecuada	3.9 ± 1.0	3.6 ± 1.2	0.174
19. Pude seguir las presentaciones con facilidad	3.9 ± 1.0	3.3 ± 1.2	0.003
<b>Evaluaciones tipo test (Escala Likert de 5 puntos) <sup>c</sup></b>			
20. Las evaluaciones han sido interesantes	4.1 ± 0.8	3.3 ± 1.2	0.000
21. Las preguntas han sido adecuadas a los objetivos educativos	4.0 ± 0.9	3.7 ± 1.0	0.040
22. La respuesta mediante notas ha sido adecuada	4.1 ± 1.0	3.7 ± 1.1	0.019
23. Pude realizar las evaluaciones con facilidad	3.7 ± 1.0	3.1 ± 1.2	0.003
<b>Calificaciones del proyecto (Escala de 1-10)</b>			
1. La experiencia globalmente	7.4 ± 1.5	6.4 ± 2.1	0.020
2. La organización del proyecto	8.6 ± 1.5	8.2 ± 2.1	0.485
3. El entorno de la isla	8.2 ± 2.0	7.6 ± 2.2	0.104
4. Los contenidos educativos	8.6 ± 1.2	7.8 ± 1.7	0.008
5. La utilidad para tu formación	8.0 ± 1.5	6.4 ± 2.3	0.000
6. El profesor	9.2 ± 1.0	8.8 ± 1.3	0.263
7. La interacción con los compañeros	5.9 ± 2.6	5.4 ± 2.9	0.377
8. Las presentaciones de cada etapa	7.9 ± 1.6	6.9 ± 2.3	0.030
9. Las evaluaciones	7.9 ± 1.4	6.8 ± 2.4	0.010
10. La conectividad	7.4 ± 2.3	6.3 ± 2.9	0.038

DE: Desviación estándar. U-MW: Test U de Mann-Whitney. Las diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) están subrayadas en rojo. <sup>a</sup>:  $n = 126$ . <sup>b</sup>:  $n = 40$ . <sup>c</sup>: Escala Likert de 5 puntos desde 1 (completamente en desacuerdo) hasta 5 (completamente de acuerdo).



## VIII.7. Hilos de Twitter sobre el juego competitivo League of Rays.

**Anuncio de la competición de *League of Rays* 2017.**

<https://twitter.com/pakosendra/status/850650362965090305>

**Información general sobre la edición League of Rays de 2017.**

<https://twitter.com/pakosendra/status/850650885801881601>

**Información inicial sobre la edición voluntaria abreviada de 2018.**

<https://twitter.com/pakosendra/status/969675484157095936>

<https://twitter.com/pakosendra/status/969676098098401281>

**Comentario sobre el estado de la competición League of Rays en la edición de 2019.**

<https://twitter.com/pakosendra/status/1130219314924204032>

**Comunicación sobre el estado de la competición de la edición de 2020 del juego *League of Rays*.**

<https://twitter.com/pakosendra/status/1238521130014642177>

**Actualización sobre el estado de la edición 2020 de League of Rays al finalizar su quinta etapa.**

<https://twitter.com/pakosendra/status/1243598944308953090>

**Crónica final sobre el proceso y resultado del juego *League of Rays* en su edición de 2020.**

<https://twitter.com/pakosendra/status/1252906109729415168>

**Reproducción del mensaje de un participante del equipo The Ribs en la edición 2021 de *League of Rays*.**

<https://twitter.com/pakosendra/status/1382019467086082049>

**Actualización del estado del juego durante la tercera semana en la edición de 2021 de *League of Rays*.**

<https://twitter.com/pakosendra/status/1374469888966717444>

**Clasificación durante el final de la tercera semana de la edición de 2021 de *League of Rays*.**

<https://twitter.com/pakosendra/status/1378295469311397891>

**Entrega de premios al equipo ganador Gambitórax de la edición 2021 de *League of Rays* publicada por una miembro del equipo.**

<https://twitter.com/dinakrouh/status/1405821170532990979>